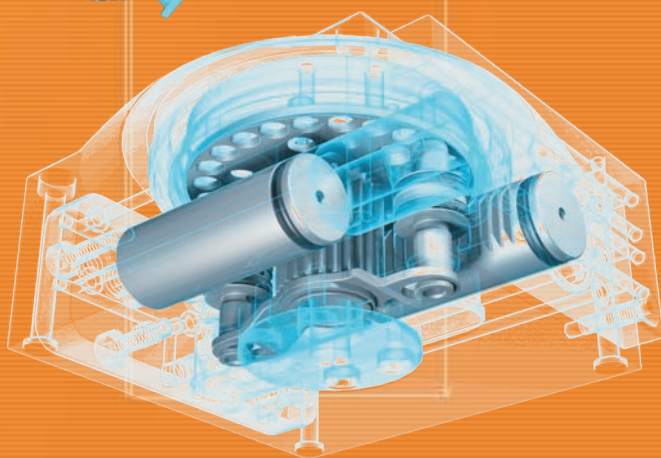
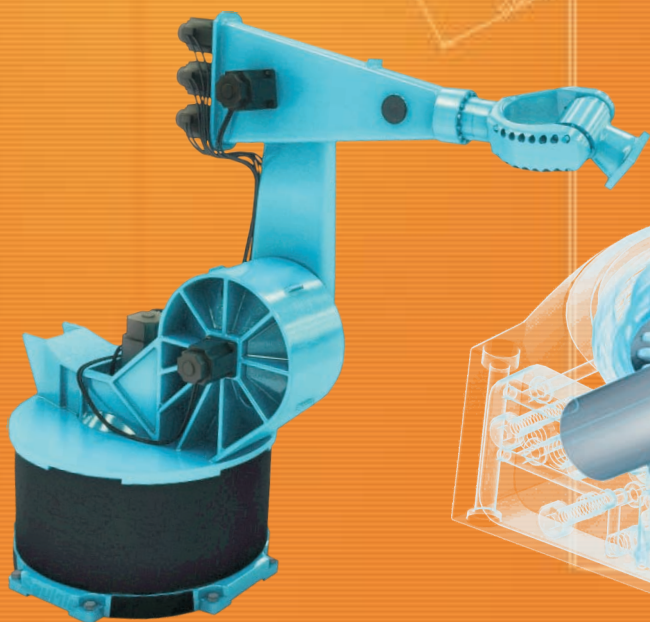


DUŠAN REGODIĆ

TEHNIČKI SISTEMI



UNIVERZITET SINGIDUNUM

Prof. dr Dušan Regodić

TEHNIČKI SISTEMI

Prvo izdanje

Beograd, 2011.

TEHNIČKI SISTEMI

Autor:

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl. inž.

Fakultet za informatiku i menadžment, Univerzitet Singidunum

Recenzenti:

Redovni profesor dr Ljubiša Tančić, dipl. inž.

Vanredni profesor dr Slobodan Ilić, dipl. inž

Izdavač:

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Beograd, Danijelova 32

www.singidunum.ac.rs

Za izdavača:

Prof. dr Milovan Stanišić

Tehnička obrada:

Dušan Regodić

Dizajn korica:

Aleksandar Mihajlović

Godina izdanja:

2011.

Tiraž:

300 primeraka

Štampa:

Mladost Grup

Loznica

ISBN: 978-86-7912-337-4

S a d r Ź a j

PREDGOVOR	1
UVOD U TEHNIČKE SISTEME	3
1. UVOD.....	5
1.1. OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE.....	6
1.2. ŽIVOTNI CIKLUS TEHNIČKOG SISTEMA	13
1.2.1. Troškovi životnog veka tehničkog sistema	13
1.3. STANJA TEHNIČKOG SISTEMA	14
1.3.1. Vremenska stanja sistema	15
1.4. PODELA PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA I STRATEŠKO UPRAVLJANJE TEHNOLOGIJAMA	18
1.4.1. Proizvodnja kao proces stvaranja materijalnih vrednosti	19
1.4.2. Osnovni procesi u preduzeću i funkcionisanje preduzeća	22
1.4.3. Tehnologija i osnovne organizacione strukture.....	26
1.5. VRSTE PROIZVODA	27
1.6. KVALITET PROIZVODA	29
1.7. TEHNOLOGIČNOST PROIZVODA.....	32
STRUKTURA PROCESA PROIZVODNJE U PREDUZEĆU	33
2.1. UVOD U PROCES PROIZVODNJE U PREDUZEĆU.....	35
2.2. STRUKTURA PROCESA PROIZVODNJE U PROIZVODNOM PREDUZEĆU	36
2.3. OSNOVNI TIPOVI PROCESA PROIZVODNJE I PRUŽANJA USLUGA.....	39
2.3.1. Osnovni tipovi procesa proizvodnje	39
2.4. SAVREMENI PRILAZI U REALIZACIJI PROIZVODNJE	41
2.4.1. Sistem vučenja	41
2.4.2. Sistem guranja.....	43
TEHNOLOŠKI RAZVOJ I MENADŽMENT TEHNOLOGIJAMA	45
3.1. POJAM I KARAKTERISTIKE TEHNOLOGIJE	47
3.1.1. Životni ciklusi tehnologije proizvoda i procesa i strategija upravljanja	52
3.2. UTICAJ TEHNOLOŠKOG RAZVOJA NA ODNOS ČOVEKA DRUŠTVA I TEHNOLOGIJA.....	55
3.3. INOVACIONA DELATNOST	59
3.3.1. Osnovni pojmovi o inovacionoj delatnosti.....	59
3.3.2. Organizacije za obavljanje inovacione delatnosti	61
3.3.3. Inovacioni, razvojni projekti, prava intelektualne svojine i finansiranje inovacione delatnosti.....	63
3.3.4. Sazrevanje i supstitucija tehnologija u preduzeću	64
3.4. MENADŽMENT TEHNOLOGIJAMA.....	67

OSNOVI PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA	71
4.1. TEHNOLOGIJE MAŠINOGRADNJE	73
4.2. TEHNOLOGIJE OBRADNE	75
4.3. OBRADA METALA REZANJEM	77
4.3.1. Postupci obrade metala rezanjem	77
4.3.2. Osnovi procesa rezanja	81
4.3.4. Osnovna kretanja alata i predmeta obrade	83
4.3.5. Osnovna geometrija reznog alata	84
4.3.6. Tribomehanički sistem u obradi metala rezanjem	86
4.3.7. Naučne oblasti obrade materijala rezanjem	87
OBRADNI SISTEMI I PROCESI	89
5.1. OBRADNI SISTEMI	91
5.2. OBRADNI PROCESI	91
5.3. MAŠINE U OBRADI METALA REZANJEM	93
5.3.1. Prenosnici alatnih mašina	94
5.4. REZNI ALATI	96
5.4.1. Klasifikacija reznih alata	96
5.4.2. Oblik i osnovni konstruktivni elementi reznih alata	97
5.4.3. Alatni materijali	101
5.5. POMOĆNI PRIBORI	106
5.5.1. Uloga i klasifikacija pribora	106
5.5.2. Univerzalni (stezni) pribori	107
5.5.3. Specijalni pribori	110
5.6. MERNI PRIBORI (MERILA)	111
5.6.1. Osnovi merenja i kontrole	111
5.6.2. Sredstva merenja i kontrole	112
OBRADA BUŠENJEM	119
6.1. PROIZVODNE OPERACIJE I ALATI	121
6.1.1. Osnovna kretanja	121
6.1.2. Proizvodne operacije u obradi bušenjem	122
6.1.3. Alati u obradi bušenjem	124
6.2. OTPORI I SNAGA REZANJA	127
6.2.1. Obrada bušenjem	127
6.3. REŽIM OBRADNE U OBRADI BUŠENJEM	128
6.4. MAŠINE U OBRADI BUŠENJEM	129
6.4.1. Jednovretene bušilice	129
6.4.2. Viševretene bušilice	130
OBRADA GLODANJEM	133
7.1. PROIZVODNE OPERACIJE I ALATI	135

7.1.1. Osnovna kretanja.....	135
7.1.2. Proizvodne operacije obrade glodanjem.....	137
7.1.3. Alati u obradi glodanjem.....	139
7.2. OTPORI I SNAGA REZANJA.....	141
7.2.1. Otpori rezanja i snaga mašine.....	141
7.3. MAŠINE U OBRADI GLODANJEM	142
OBRADA TESTERISANJEM	147
8.1. OSNOVNE OPERACIJE I ALATI.....	149
8.1.1. Proizvodne operacije u obradi testerisanjem.....	149
8.1.2. Alati u obradi testerisanjem	150
8.2. MAŠINE U OBRADI TESTERISANJEM.....	151
OBRADA RENDISANJEM	153
9.1. PROIZVODNE OPERACIJE.....	155
9.2. ALATI U OBRADI RENDISANJEM	158
9.3. OTPORI I SNAGA REZANJA.....	158
9.4. REŽIM OBRADE U OBRADI RENDISANJEM	159
9.5. MAŠINE U OBRADI RENDISANJEM.....	160
9.5.1. Kratkohode rendisaljke.....	160
9.5.2. Dugohode rendisaljke	161
9.5.3. Vertikalne rendisaljke.....	162
OBRADA PROVLAČENJEM	163
10.1. PROIZVODNE OPERACIJE I ALATI.....	165
10.2. OTPORI REZANJA I SNAGA MAŠINE.....	170
10.2.1. Otpori rezanja i vučna sila mašine.....	170
10.2.2. Režim obrade u obradi provlačenjem.....	170
10.3. MAŠINE U OBRADI PROVLAČENJEM.....	171
OBRADA BRUŠENJEM	173
11.1. PROIZVODNE OPERACIJE.....	175
11.2. ALATI U OBRADI BRUŠENJEM	178
11.3. OTPORI I SNAGA REZANJA.....	180
11.4. REŽIM OBRADE U OBRADI BRUŠENJEM	181
11.5. MAŠINE U OBRADI BRUŠENJEM.....	183
NOVI POSTUPCI OBRADE	185
12.1. VISOKOPRODUKTIVNI POSTUPCI OBRADE.....	187
12.2. NEKONVENCIONALNI POSTUPCI OBRADE	188
12.2.1. Elektrohemijska obrada	189
12.2.2. Elektroeroziona obrada.....	190
12.2.3. Ultrazvučna obrada.....	191

12.2.4. Obrada laserom.....	192
12.2.5. Obrada plazmom	193
12.2.6. Hemijska obrada	193
12.2.7. Hidromehaničke metode obrade	194
12.2.8. Ostali NPO obrade	195
OBRADA METALA LIVENJEM	197
13.1. LIVENJE U KALUPIMA U PESKU	199
13.2. LIVENJE U KALUPIMA OD ŠKOLJKI	200
13.3. LIVENJE U KOKILAMA	201
13.4. LIVENJE POD PRITISKOM	202
13.5. CENTRIFUGALNO LIVENJE	203
13.6 LIVENJE ISPARLJIVIM MODELOM	204
OBRADA METALA DEFORMISANJEM, RAZDVAJANJEM, OBLIKOVANJEM I OBRADA PLASTIČNIH MATERIJALA	205
14.1. OBRADA METALA DEFORMISANJEM	207
14.1.1. Toplo kovanje	207
14.1.2. Hladno istiskivanje	208
14.1.3. Hladno kovanje	209
14.2. OBRADA LIMA RAZDVAJANJEM	210
14.3. OBLIKOVANJE LIMA I ŽICE	211
14.4. OBRADA PLASTIČNIH MATERIJALA	212
14.4.1. Ubrizgavanje	213
14.4.2. Presovanje	214
14.4.3. Vakumsko oblikovanje	214
14.4.4. Duvanje	215
14.4.5. Rotaciono oblikovanje	215
14.4.6. Istiskivanje	216
STRATEGIJSKI ZNAČAJ TEHNOLOGIJE	217
15.1. NOVE PERSPEKTIVE STRATEGIJE RAZVOJA TEHNOLOGIJA	219
15.1.1. Generički model strategije razvoja tehnologija	220
15.1.2. Strateška analiza tehnološkog razvoja	221
15.1.3. Strateški ciljevi	223
15.1.4. Tehnološka strategija i upravljanje kašnjenjem tehnološke inovacije	228
15.2. TEHNOLOŠKE STRATEGIJE	230
15.3. UTICAJ TEHNOLOGIJE NA NACIONALNU KONKURENTNOST	236
15.4. OCENA INOVATIVNIH SPOSOBNOSTI	239
15.5. KREIRANJE GLOBALNE STRATEGIJE	241
TRANSFER TEHNOLOGIJE	249
16.1. OSNOVNI POJMOVI O TRANSFERU TEHNOLOGIJE	251
16.2. TEHNOLOGIJA KAO FAKTOR EKONOMSKOG RASTA	252

16.3. OBEZBEĐENJE TEHNOLOGIJE.....	254
16.4. MOGUĆNOSTI DRŽAVE ZA TRANSFER TEHNOLOGIJE	255
16.4.1. Ostale karakteristike transfera tehnologija.....	259
16.5. VRSTE I OBLICI TRANSFERA TEHNOLOGIJE.....	260
MENADŽMENT INOVACIJAMA	263
17.1. UVOD U INDUSTRIJSKE INOVACIJE	265
17.1.1. Prelaz od radikalnih do inkrementalnih inovacija.....	266
17.1.2. Menadžment tehnološkim inovacijama	266
17.2. KRITERIJUMI MENADŽMENTA ZA EFEKTIVNE INOVACIJE	268
17.3. ORGANIZACIONE DETERMINANTE TEHNOLOŠKIH PROMENA.....	269
17.3.1 Priroda tehnološke evolucije.....	270
17.4. TEHNOLOGIJA KAO SISTEM	270
17.4.1. Društveni aspekt tehnološke evolucije.....	272
INFRMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNO TEHNOLOŠKIM RESURSIMA	275
18.1. POJAM I ZNAČAJ INFORMACIONOG SISTEMA.....	277
18.2. DEFINISANJE INFORMACIONOG SISTEMA.....	280
18.2.1. Primena operativnih IS u poslovanju kompanije	282
18.3. INFORMACIONI SISTEM ZA PLANIRANJE I RAZVOJ PROIZVODA.....	286
18.3.1.Faze razvoja novog proizvoda/procesa i tehnologija.....	286
18.3.2. pristupi planiranju proizvodnje.....	288
18.3.3. Struktura sistema i metode planiranja proizvodnje.....	289
RAČUNARSKI INTEGRISANA PROIZVODNJA.....	307
19.1. OSNOVNI POJMOVI O RAČUNARSKI INTEGRISANOJ PROIZVODNJI.....	309
19.2. CILJEVI ORGANIZOVANJA RAČUNARSKI INTEGRISANIH SISTEMA	318
19.3. PRIMENA ROBOTA U PROIZVODNJI.....	324
19.3.1. Industrijski roboti	325
19.3.2. Roboti u industriji i fleksibilna automatizacija	327
19.3.3. Transfer materijala i opsluživanje mašina	333
19.4. FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI.....	337
19.4.1. Osnovne komponente fleksibilnih proizvodnih sistema.....	338
19.4.2. Računarski upravljački sistem.	354
19.5. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA.....	358
LITERATURA	361



PREDGOVOR

Tehnički sistemi kao stručni predmet zauzima vidno mesto u nastavnim programima usmerenim ka obrazovanju stručnjaka različitih profila, posebno u oblasti inženjerstva. Osnovni razlog za to je što tehnički sistemi proučavaju mašine i alate značajne za proizvodnju, nove postupke obrade, obradne procese, fleksibilne proizvodne sisteme, računarski integrisanu proizvodnju, transfer tehnologija i inovacije.

Sušтина koncepta predmeta je u izučavanju: osnovnih i neophodnih podataka potrebnih za razumevanje problematike definisanja tehnologija i tehnoloških postupaka, izbor i primenu alata, pribora, merne opreme, tehničkih obradnih sistema, novih postupaka obrade, tehnoloških, proizvodnih i poslovnih sistema, osnova tehnologije inovacija, transfer tehnologija, menadžment i strategija razvoja tehnologija, fleksibilnih proizvodnih sistema, informacione i komunikacione sistemi za upravljanje proizvodno tehnološkim resursima.

Svakako da je čovek najvažniji činilac u integrisanju tih aktivnosti. Prihvatanjem koncepta naprednih i fleksibilnih proizvodnih sistema, kompanija može uz ostale prednosti da postigne optimalno pružanje usluga potrošačima, uz minimiziranje troškova i istovremeno ostvarivanje profita.

Veliki broj knjiga, udžbenika i priručnika sadrže obilje saznanja i podataka do kojih se došlo kroz dogodišnji stručni rad i istraživanja, omogućili su da se napiše ovaj udžbenik. Koristeći rezultate dugodišnjeg pedagoškog rada u oblasti školovanju inženjera različitih profila i u rešavanju praktičnih inženjerskih problema u ovom udžbeniku su sistematizovana dosadašnja saznanja i obrađena područja koja nisu dovoljno predstavljena u domaćoj stručnoj literaturi (obradni sistemi, novi postupci obrade, osnovne tehnologije inovacija, informacioni sistemi za upravljanje proizvodno tehnološkim resursima i expertni sistemi za projektovanje tehnologija).

Knjiga je namenjena studentima osnovnih akademskih studija Univerziteta Singidunum u Beogradu i baziran je na nastavnom planu i programu predmeta Tehnički sistemi. Uveren sam da će knjiga svojom problematikom zainteresovati menadžere i sve one koji izučavaju obradne sisteme, inovacije i transfer tehnologija.

Neizmernu zahvalnost dugujem supruzi Slavici, sinovima Radomiru i Stojanu za svesrdnu podršku i strpljenje tokom izrade knjige. Posebno se zahvaljujem kolegi Mihajlu Stankić, dipl. inž. koji je sa strpljenjem i velikom pažnjom pročitao knjigu i pomogao svojim sugestijama da ima sadašnji oblik.

Zahvaljujem se stručnim recenzentima dr Tančić Ljubiši, dipl. inž. i dr Slobodanu Iliću, dipl. inž. na pažljivom čitanju, korisnim primedbama i sugestijama. Na kraju bih bio veoma zahvalan i čitaocima na njihovom mišljenju, uočenim greškama i primedbama koje se mogu poslati elektronskim putem na adresu dregodic@singidunum.ac.rs.

U Beogradu, januar 2011. godine

Autor



Poglavlje 1

UVOD U TEHNIČKE SISTEME

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

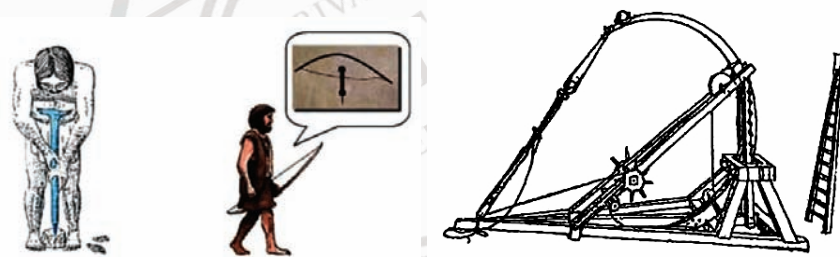
1. Razumete pojam, značaj i razvoj tehničkih sistema.
2. Objasnite životni ciklus tehničkog sistema.
3. Pojmovno odredite stanje tehničkog sistema.
4. Shvatite podjelu proizvodnih tehnologija i strateško upravljanje tehnologijama.
5. Razumete značaj kvaliteta i vrste proizvoda.
6. Objasnite tehnološkičnost proizvoda.



1. UVOD

Tehnologija se odnosi na teorijska i praktična znanja, veštine i veštačke tvorevine koji se koriste za razvoj proizvoda i usluga, kao i njihovu proizvodnju i isporuku. Tehnologija predstavlja skup procesa sredstava, metoda, postupaka i opreme koja se koristi za proizvodnju roba i usluga. **Tehnologija je postala značajan faktor poslovanja i života ljudi. Njen brz razvoj odrazio se na sve sfere života ljudi i sa pravom se može reći da ona danas usmerava razvoj čitavog društva.**

Proizvodne tehnologije datiraju još od 5000.- 4000. g.p.n.e. kada su se proizvodili različiti predmeti od drveta, keramike, kamena i metala. Proizvodni procesi se tada odnose na kovanje, alati su od kamena, drveta, kostiju, kremena i dr. Arheološkim istraživanjima pronađeni su alati koji potiču iz perioda kamenog doba koji su se koristili u vidu poluge i klina. Metalni materijali za alate su bili od: bakar i meteoritsko gvožđe i zlato. Kao nemetali korišćeni su: grnčarija, kosti, prirodno vlakno, slika 1.1.



Slika 1.1. Alati i tehnologije koje je čovek koristio kroz istoriju

Razvoja tehnologije mehaničke obrade otpočinje primenom oblikovanog alata za određenu operaciju. U proizvodnim tehnologijama koristi se različiti metalni i nemetalni materijali, sa procesima koji obuhvataju precizno i izotermičko kovanje, lasersko sečenje i rezanje, superplastično deformisanje, da bi se konačno izvršila integracija sa kompjuterskim tehnologijama.

Razvoj tehnika proizvodnja oružja uslovio je razvoj tehnologija. Razvojem opreme za tekstilnu industriju i mašina alatki za obradu metala otpočinje period moderne mehanizacije. Usavršavanje proizvodnih tehnologija vezuje se za broj proizvoda. Kroz istorijski razvoj metode proizvodnje su bile vrlo primitivne i generalno vrlo spore, odnosno neproduktivne. Primenom kompjutera proizvodne tehnologije toliko napredovale, da se na primer, proizvodi 10 aluminijumskih konzervi za pivo u sekundi ili 3 miliona žileta za brijanje na čas.

Značajan tehnološki element je rezni alat koji treba da omogućí iskorišćenje eksploatacionih kapaciteta danas vrlo skupe proizvodne tehnološke opreme. Kroz

istorijski razvoj alatnih materijala sa osnovnim karakteristikama vidi se, da je na primer, brzina rezanja u poslednjih pedeset godina porasla za oko deset puta i da su troškovi alata po [cm³] skinute strugotine istovremeno opali za oko sedam puta.

1.1. OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE

Tehnički sistem je organizovani skup elemenata, objedinjen zajedničkim funkcijom cilja [4,9, 17,22,23,29,30,31,34]. Različiti tehnički sistemi imaju različite funkcije cilja. Svojstva tehničkog sistema su:

- **Pouzdanost tehničkog sistema** je jedno od osnovnih svojstava, koje neposredno utiče i na sistem proizvodnje i održavanja. Ne postoji apsolutno pouzdan tehnički sistem, koji ne bi nikada, ni pod kakvim uslovima mogao da otkáže, i za takav sistem ne bi ni bio potreban sistem održavanja.
- **Pogodnost proizvodnje i održavanja** utiče na ukupnu sigurnost funkcionisanja, obuhvata osobine tehničkog sistema u pogledu mogućnosti sprovođenja potrebnih postupaka proizvodnje i održavanja, odnosno prilagođenost sistema za obavljanje procesa proizvodnje kao i preventivnih i korektivnih postupaka održavanja.
- **Koncepcija sistema proizvodnje i održavanja** ili strategija, politika ili koncept proizvodnje i održavanja, određuje u kom trenutku treba da se sprovede pojedini oblik proizvodnje ili postupci preventivnog ili korektivnog održavanja.
- **Tehnologija sistema se deli na mikrotehnologiju** (na samom radnom mestu) i **makrotehnologiju** (sistem proizvodnje i održavanja u celini).
- **Organizacija sistema proizvodnje i održavanja** predstavlja odnose između radionica za proizvodnju i održavanje ili izvršilaca koji sprovedu postupke proizvodnje i održavanja, u smislu podele nadležnosti, koordinacije, funkcionalne i informatičke integracije.
- **Objekti, uređaji i alati su elementi** bez kojih proizvodnja i održavanje nisu mogući (najjednostavniji postupci održavanja često se obavljaju bez ikakvih alata i uređaja, i obratno izuzetno složeni postupci održavanja zahtevaju posebne i specijalne uređaje i alate).
- **Personal i dokumentacija** (struktura, starost, obučenosť radne snage; uputstva, katalozi, priručnici, norme).
- **Snabdevanje** je jedan od najsloženijih činilaca sistema proizvodnje i održavanja (snabdevanje materijalima za obradu, rezervnim delovima, energentima, vodom, potrošnim i drugim materijalima; snabdevanje informacijama, dokumentacijom itd.).

Tehnologija (od grčkih reči **tehnos** - zanat, **logos** - nauka) je nauka koja proučava procese i postupke prerade sirovina (ruda i sl.) u polufabrikate i gotove proizvode. Ona obuhvata materijalne i nematerijalne procese i deli se na:

- neproizvodnu ili nematerijalnu,
- proizvodnu ili materijalnu tehnologiju.

Neproizvodne tehnologije proučavaju problematiku transformacije ili prerade energije i informacija, transporta i organizacije transporta, skladištenja, čuvanja i ispitivanja materijala i proizvoda i sl.

Proizvodne tehnologije su tehnologije prerade sirovina i izrade polufabrikata i proizvoda različitih tipova i namena (alatnih mašina, automobila, aviona, brodova ...). **To su tehnologije kojima se menja:**

- **suština materije** (dobijanje gvožđa, čelika, bakra i drugih metala, granulata za izradu sinterovanih delova i delova od plastike, drobljenje, mlevenje i rastvaranje sirovina ...),
- **oblik, dimenzije i karakteristike delova i proizvoda,**
- **struktura materijala i estetski izgled proizvoda** (termička i hemijsko-termička obrada, površinska zaštita, tehnologija modifikovanja površina ...).

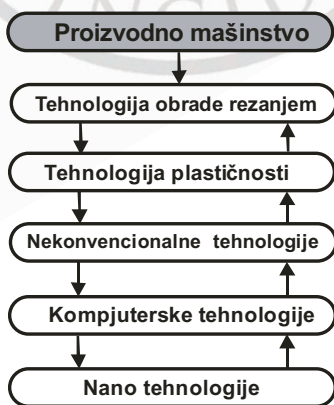
Razvoj tehnologija je inicirao veliki broj postupaka izrade proizvoda u različitim oblastima života, tako da se prema nameni proizvodne tehnologije dele na:

- tehnologije mašingradnje,
- tehnologije prerade plastičnih masa,
- tehnologije prerade drveta,
- tehnologije prerade papira,
- tehnologije prehrambene industrije,
- tehnologije dobijanja cementa itd.

Termin proizvodno mašinstvo kod nas je nastao po uzoru na **production engineering** (proizvodno inženjerstvo) koji se koristi u Evropi i Japanu, dok je u Americi ekvivalentan termin **manufacturing engineering** (tehnološko inženjerstvo) a obuhvata sve industrijske aktivnosti.

Proizvodno mašinstvo predstavlja osnovnu naučnu disciplinu proizvodne prakse i sadrži generalni kompleks aktivnosti za dobijanje industrijskih proizvoda. Obuhvata sredstva i metode proizvodnje u industriji. Proizvodno mašinstvo obuhvata tri osnovne oblasti i to: proizvodne tehnike, proizvodne tehnologije i proizvodnu kibernetiku.

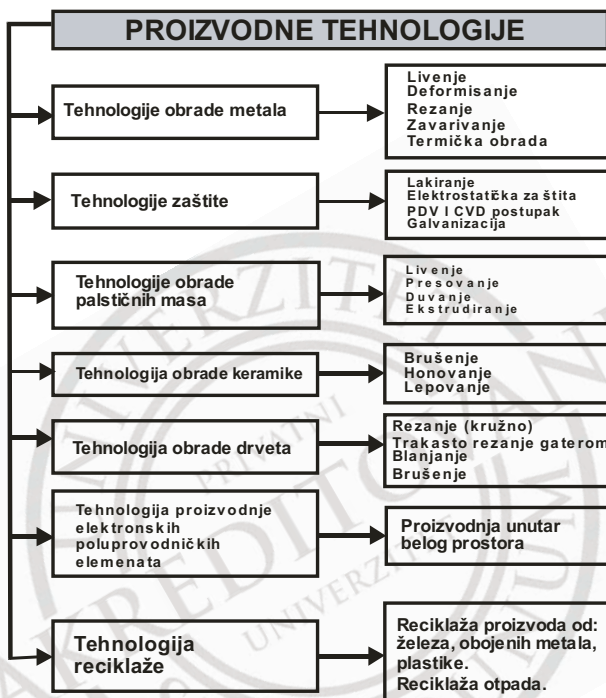
Opšta podela i klasifikacija proizvodnih tehnologija u proizvodnom mašinstvu prikazana je na slici 1.2.



Slika 1.2. Osnovna podela proizvodnih tehnologija u mašinstvu

Proizvodne tehnike obuhvataju široki spektar mašina, robota, automatizovanih sistema za rukovanje materijalom, sistema za automatizovanu montažu i fleksibilnih tehnoloških sistema.

Proizvodne tehnologije obuhvataju konvencionalne mehaničke tehnologije, nekonvencionalne tehnologije, kompjuterske tehnologije i nove visoke tehnologije mikro i nano koje su u sprezi sa novom generacijom konstrukcionih materijala.



Slika 1.3. Proizvodne tehnologije

U okviru izučavanja predmeta „Tehnički sistemi“ biće obuhvaćene tehnologije koje se odnose na obradu metala, nemetala, plastičnih masa, obradu keramike, obradu drveta, obradu poluprovodničkih elektronskih elemenata, slika 1.3.

Podela je opšteg karaktera i uobičajena je za naše područje, dok će se podela zasnovana na DIN-u dati u nastavku. Navedena podela ima dve prve jasno definisane tehnologije, dok se poslednje tri tehnologije praktično upotunjuju i preklapaju. Pri tome, kompjuterska tehnologija se integriše u sve pomenute. Dalje, pre jedne decenije neki postupci su bili primeri nekonvencionalne tehnologije (npr. laserska), sada postaju konvencionalne, tj. standardni deo opreme u kompanijama zapadnih zemalja. Primenom stroge definiciju, nanotehnologija pripada grupi nekonvencionalnih tehnologija, ali je opet dovoljno posebna i kao takva se izučava.

Ovo pokazuje da je gornja podela vremenski osetljiva, a pojedine tehnologije se preklapaju i nedovoljno su razdvojene. Zato će se u nastavku primeniti podela zasnovana na DIN-u, koja jasnije definiše različite vidove tehnologija. U nanotehnologije se svrstavaju sve tehnologije koje se nalaze u mikronskom i

podmikronskom domenu ($<10\mu\text{m}$) pomeranja alata i instrumenata, kao npr. izrada konekcija optičkih vlakana „fiber technology”, proizvodnja pojedinih mehatroničkih komponenti (npr. promenljivi delovi hard-diska) i sl.

Proizvodna kibernetika obuhvata inženjerska projektovanja (CAD, CIM, CAE) u oblasti proizvoda, proizvodnje, organizacije, planiranja i upravljanja tehnološkim sistemima na bazi kompjutera. Ova znanja omogućuju integraciju informacionih i proizvodnih tehnologija i tako se realizuje nova generacija proizvodnih sistema.

U nastavku se daju objašnjenja i definicije nekih osnovnih pojmova i izraza koji se koriste u tehnologijama, a usko su povezani za razumijevanje tehnoloških procesa, kao što su:

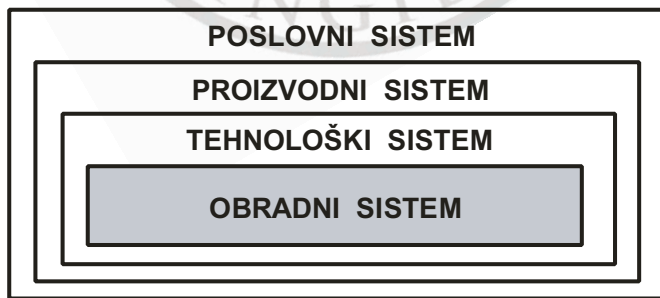
Šta je sistem? Postoji mnoštvo definicija sistema, a ovde ćemo se zadržati na definiciji sistema datoj u knjizi američkog naučnika Deminga, kojeg smatraju rodonačelnikom kvaliteta /Deming, W. E, 1996./: *"Sistem je mreža međusobno povezanih i zavisnih komponenti koje rade u sprezi u nastojanju da ostvare cilj sistema"*.

Sušтина ove definicije je da se sistem sastoji iz komponenti - elemenata (složen je), da sistem radi - obavlja neku funkciju i da sistem mora da ima cilj, tj. svrhu. Bez svrhe - nema sistema. Dakle, već u ovoj najopštijoj definiciji se pod sistemom podrazumeva sistem koji nešto radi (da bi ostvario cilj), dakle radni sistem.

Radni sistem podrazumeva ljude, sredstva rada i odgovarajuću organizaciju. Po definiciji D. Zelenovića /Zelenović, 1995./: *"Radni sistem predstavlja skup sastavnih elemenata – učesnika (ljudi) i sredstava rada organizovanih na način da uspešno ostvaruju funkciju cilja u datom vremenu i datim uslovima okoline"*.

Ovo je dovoljno široka definicija i može se primeniti na svaki sistem koji nešto radi, a može se smatrati zaokruženom celinom. Tako, radni sistem, zavisno od toga šta se posmatra, može da bude celokupan privredni sistem, preduzeće, deo preduzeća pa i pojedinačno radno mesto.

Sistem je reč grčkog porekla koja se odnosi na nešto što je sastavljeno, čini celinu, sastav, a predstavlja skup međusobno povezanih jedinki u jednu celinu po određenim zakonitostima. U okviru proizvodnog mašinstva prisutno je više različitih sistema koji se mogu definisati i hijerarhijski razvrstati prema slici 1.4.



Slika 1.4. Sistemi u okviru proizvodnog mašinstva

Poslovni sistem je najširi kompleks, a sastoji se od jednog ili više proizvodnih sistema, na primer fabrika za proizvodnju automobila, dizalica i dr.

Proizvodni sistem se sastoji od jednog ili višeg tehnoloških sistema u kome se pojavljuje najmanje jedan obradni sistem, na primer sistem za vučenje cevi, sistem za hladno kovanje i dr.

Tehnološki sistem obuhvata liniju ili skup mašina gde se od sirovine ili polufabrikata dobijaju gotovi delovi ili gotovi sklopovi, na primer, linija za izradu kućišta statora, tehnološka linija za izradu tela razvodnika paljenja i dr. Tehnološki sistem je podskup proizvodnog sistema.

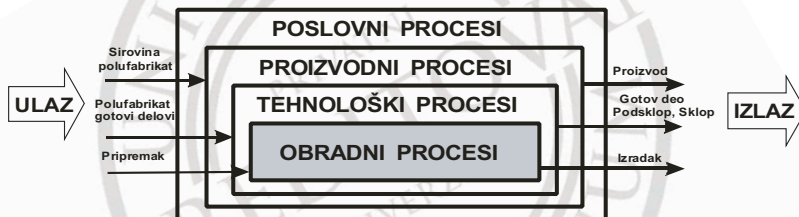
Sistem za oblikovanje je širi sistem u odnosu na obradni sistem, a predstavlja jednu zaokruženu celinu, na primer automatska višepoziciona presa za duboko izvlačenje i dr.

Obradni sistem je kao i sistem za oblikovanje u okviru tehnološkog sistema, a obuhvata određenu mašinu, presu ili grupu mašina, koje izvode određene operacije, na primer hidraulična presa, presa za fino razdvajanje.

Pod pojmom **proces** podrazumeva se transformacija informacija, energije i materijala od sirovine ili polufabrikata do gotovog dela ili proizvoda, slika 1.5.

U okviru sistema proizvodnog mašinstva i procesi se, mogu podeliti na:

- proizvodne procese,
- tehnološke procese,
- procese oblikovanja,
- obradne procese.



Slika 1.5. Struktura procesa

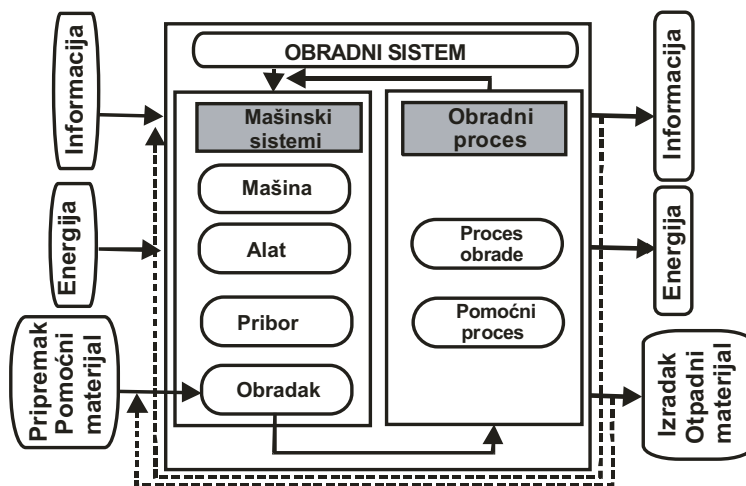
Poslovni proces predstavlja skup proizvodnih, ekonomskih i društvenih podsistema i elemenata koji povezuju okolinu - tržište sa proizvodnim sistemima. Poslovni proces se odvija u poslovnim sistemima koji, u zavisnosti od karaktera poslovnih procesa, dobijaju nazive: industrijski sistemi, preduzeća, kompanija, deoničko društvo ili holding.

Proizvodni proces predstavlja skup procesa rada (proces pripreme rada, proces transporta, proces skladištenja, proces kontrole, proces održavanja, proces upravljanja, proces snabdevanja) koji, prema projektovanom tehnološkom procesu, transformišu materijal, sirovinu, polufabrikat) u gotov proizvod. Proizvodni proces se odvija u proizvodnim sistemima.

Tehnološki proces predstavlja sintezu izvođenja svih operacija obrade određenog proizvoda i omogućuje transformaciju sirovog materijala (polufabrikata) u gotove delove. Tehnološki proces montaže omogućuje transformaciju delova u podsklopove i sklopove.

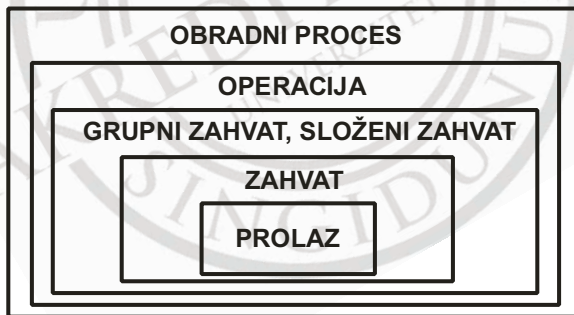
Obradni procesi je vezan za određenu operaciju obrade, koja se izvodi na obradnom sistemu sastavljenom od elemenata: upravljanja (čovek i upravljačka jedinica), rada (mašina, predmet obrade, alat), kontrole (čovek, merni alat, automatska jedinica za merenje).

Obradni proces se odvija na obradnom sistemu a sastoji se od procesa obrade i pomoćnih procesa. Model obradnog sistema sa osnovnim komponentama, međusobnim vezama i uticajem daje se na slici 1.6.



Slika 1.6. Struktura modela obradnog sistema

Obradni proces kao deo tehnološkog procesa, sastoji se iz, slika 1.7.: operacija, grupnih i složenih zahvata, zahvata, prolaza, pomoćnih aktivnosti.

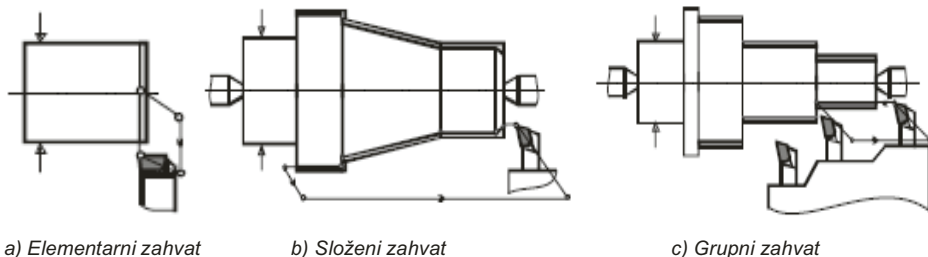


Slika 1.7. Međusobni odnosi u obradnom procesu

Obradni proces sadrži jednu ili više operacija. Kompletan obradni proces se može izvoditi u jednoj operaciji, na primer fino prosecanje podloške, ili u više tehnoloških operacija, npr. prosecanje i savijanje viljuške u dve operacije, i dr.

Operacija kao deo obradnog procesa predstavlja konačan završetak jedne celine obradnog procesa, npr. prva operacija dubokog izvlačenja kućišta automobilske sirene.

Zahvat predstavlja osnovni tehnološki deo obradnog procesa u okviru jedne operacije. Omogućuje dobijanje jedne nove površine jednim alatom, slika 1.8.

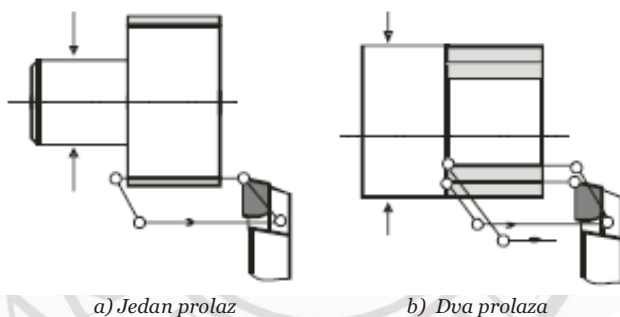


Slika 1.8. Elementarni zahvat, složeni i grupni zahvat.

Prošireni oblik zahvata definiše se kao složeni zahvat i grupni zahvat, slika 1.7.b. i 1.7.c. Kod **složenog zahvata** jednim alatom se vrši formiranje složene površine.

Grupni zahvat obuhvata istovremeno formiranje više površina sa više odgovarajućih alata.

Prolaz je deo zahvata kojim se skida jedan sloj materijala jednim alatom. Poslednjim prolazom završava se aktivnost procesa obrade materijala jednim alatom, slika 1.9.



Slika 1.9. Prolazi u obradi struganjem

Pomoćne aktivnosti se odnose na operacije pripreme, postavljanja, stezanja, podešavanja i sl. alata i mašina u okviru obradnog procesa. U pomoćne aktivnosti spadaju, npr. i operacije hemijske pripreme (fosfatiranje) i termičke pripreme (meko žarenje) materijala pre hladnog istiskivanja. U obradnom procesu proizvodnih tehnologija materijal ili deo u toku prerade od polufabrikata ili sirovine do gotovog dijela definiše se kao:

- pripremak,
- obradak,
- izradak.

Pripremak je polazni materijal za oblikovanje, npr. isečeni delovi iz šipke na tačnu zapreminu ili težinu za istiskivanje ili kovanje. Pripremkom se definišu i svi polazni materijali za oblikovanje iz lima ili trake.

Obradak predstavlja deo u toku obradnog procesa izvedenog sa jednom ili više operacija do završne obrade. Na primer, kućište elektromotora u toku operacije dubokog izvlačenja predstavlja obradak, a nakon završnog obrezivanja i zaštite predstavlja izradak za tu operaciju.

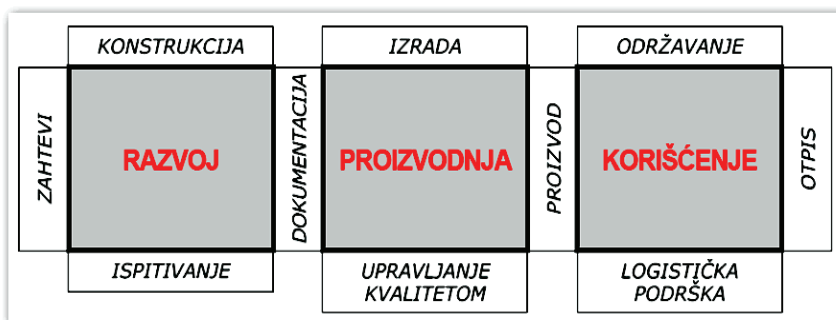
Izradak predstavlja završeni, odnosno gotovi deo za određenu operaciju. Na primer, limeni zatvarač, kućište, i dr., predstavljaju finalne izratke u obradnom procesu.

1.2. ŽIVOTNI CIKLUS TEHNIČKOG SISTEMA

Životni vek jedne mašine, postrojenja, uređaja ili bilo kog drugog tehničkog sistema ima složenu strukturu, on zahvata niz posebnih, ali međusobno povezanih i vremenski usklađenih grupa aktivnosti. Odnos ovih segmenata određen je dejstvom velikog broja činilaca. Životni vek obuhvata pet vremenskih faza [4,9, 17,22,23,29,30,31,34]:

- konceptijsko i idejno rešenje,
- razvoj i projektovanje,
- proizvodnja i puštanje u rad,
- korišćenje i održavanje,
- rashodovanje.

Sadržaj svih pet faza životnog ciklusa i osnovne odnose između njih prikazan je na slici 1.10.



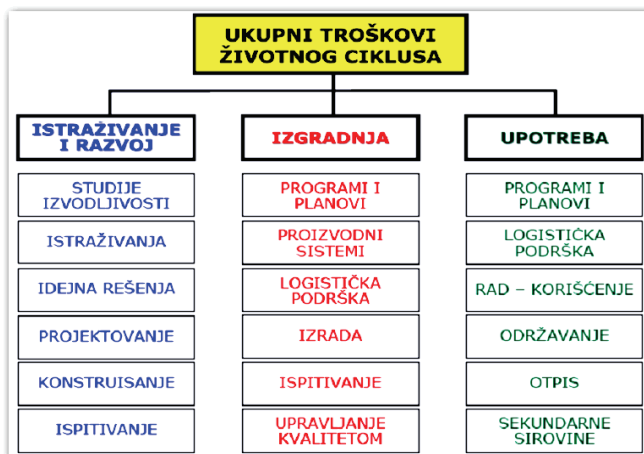
Slika 1.10. Faze životnog ciklusa

1.2.1. Troškovi životnog veka tehničkog sistema

Troškovi životnog veka tehničkog sistema se dele na:

- troškove nabavke (transport, doprema, osiguranje),
- troškove rada (radna snaga, pogonska energija, pomoćni objekti i instalacije),
- troškove održavanja (radna snaga na održavanju, rezervni delovi, alati, uređaji i objekti na održavanju),
- troškovi administracije (upravljanje, administracija).

Struktura troškova životnog ciklusa data je na slici 1.11.



Slika 1.11. Struktura troškova životnog ciklusa

Ukupni troškovi životnog veka određuju i prodajnu cenu tehničkog sistema, kao i nivo njegovih početnih materijalnih ulaganja. Vidljivi troškovi su troškovi nabavke, a prikriveni troškovi su: troškovi distribucije, troškovi održavanja, pogonski troškovi, troškovi obuke, troškovi zaliha, troškovi tehničke dokumentacije i informatike i troškovi rashodovanja.

Troškovi održavanja savremenih mašina i postrojenja pokazuju tendenciju stalnog porasta, zbog performansi, složenosti i većih potreba za održavanjem. Procena troškova održavanja, predstavlja jedan od bitnih elemenata i za ocenu sistema održavanja, odnosno jednu od bitnih podloga za objektivno odlučivanje o projektu sistema i njegovoj izvodljivosti. Potrebno je identifikovati sve vrste troškova i mesta njihovog nastanka i izvršiti uporedno procenjivanje pojedinih troškova za različite varijante tehničkog sistema koji se posmatra. Troškovi održavanja u načelu zavise i od karakteristika pouzdanosti sistema koji se posmatra.

1.3. STANJA TEHNIČKOG SISTEMA

Kada se tehnički sistem proizvede i uključi u eksploataciju, može biti u jednom od dva moguća stanja: stanju u radu i stanju u otkazu. Ako je tehnički sistem ispravan i izvršava propisani zadatak, na propisan način i u propisanom vremenu, on je u stanju u radu. Ako nije ispravan, zadatak se na izvršava na propisan način, i nalazi se u stanju u otkazu. Postojanje samo dva stanja, stanja u radu i stanja u otkazu, odgovara binarnoj logici, na kojoj se zasniva današnja tehnika. Pojmovi koji bliže opisuju stanja sistema su [4,9, 17,22,23,29,30,31,34]:

- Radno stanje – *operating state*,
- Neradno stanje – *non-operating state*,
- Neplanirani zastoj – *standby state*, neradno stanje u vremenu rada,
- Funkcionalni zastoj – *idle state*, neradno stanje u vremenu nerada,
- Stanje radne nesposobnosti – *disabled state*, stanje sistema u kojem on ne može da izvršava zadatke iz bilo kojih razloga,

- Izazvani nerad/zastoj – *external disabled state*, neradno stanje izazvano isključivo spoljnim razlozima, nevezanim za održavanje,
- Stanje u otkazu – *down state*, neradno stanje usled otkaza ili sprovođenja obimnijeg preventivnog održavanja,
- Stanje u radu – *up state*, sistem izvršava svoje zadatke ukoliko je logistički obezbeđen i podržan,
- Aktivno stanje – *busy state*, sistem izvršava svoje zadatke na propisan način,
- Kritično stanje – *critical state*, sistem izaziva neželjene posledice, ozlede i materijalne štete.

1.3.1. Vremenska stanja sistema

Ukupno kalendarsko vreme korišćenja jednog tehničkog sistema obuhvata: vreme u radu t_{ri} , vreme u otkazu t_{oi} i vreme u kojem se sistem nalazi u skladištu t_{si} , slika 1.12.



Slika 1.12. Vremenska stanja

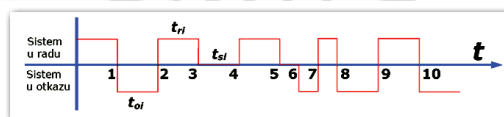
$$\tau = t + t_s$$

$$\tau = \sum_{i=1}^n t_{ri} + \sum_{i=1}^n t_{si}$$

gde je:

- t_i – pojedinačni segmenti vremena korišćenja,
- t_{si} – pojedinačni segmenti vremena skladištenja.

Osnovni tok promene stanja jednog tehničkog sistema može da se objasni pomoću vremenske slike stanja, slika 1.13.



Slika 1.13. Vremenska slika stanja

Svi vremenski intervali na slici 1.13. predstavljaju slučajne veličine. Slučajno trajanje rada do pojave otkaza, mnogi slučajni činioci određuju trajanje postupaka održavanja (čak i planskih), a mnogi slučajni činioci utiču i na trajanje skladištenja.

Zbog toga i proces korišćenja tehničkih sistema ima obeležja slučajnog procesa. Za analize efektivnosti, sigurnosti funkcionisanja i posebno procesa održavanja tehničkih sistema, treba razmotriti vremenske intervale. Vreme u kome se sistem nalazi u stanju u radu t_r , nije isto što i vreme u kojem je sistem u aktivnom stanju t_{ra} .

Vreme u radu se izražava kao:

$$tr = tra + trf + tro + trč$$

gde je:

tr – vreme u radu,

tra – vreme u aktivnom radu,

tro – vreme osnovnog održavanja,

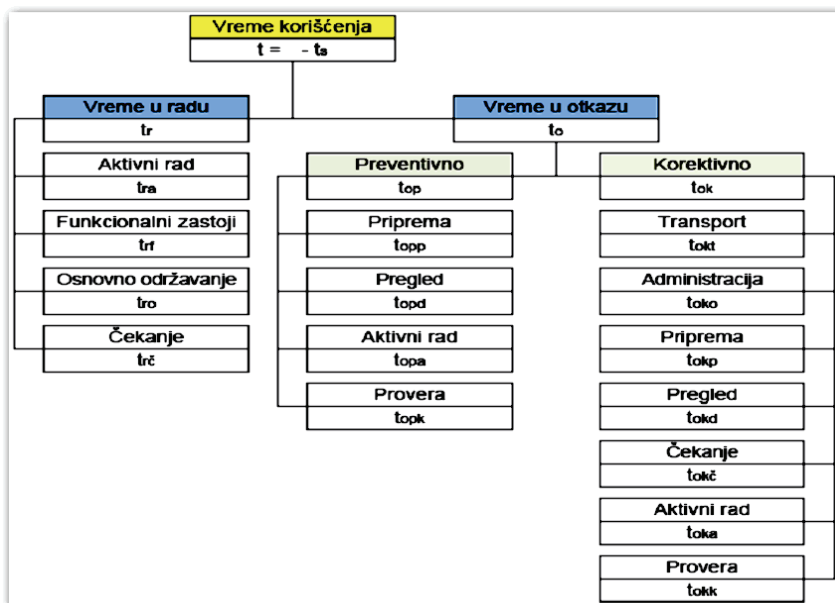
trf – vreme funkcionalnih zastoja,

trč – vreme čekanja.

Vreme stanja u otkazu se deli na vreme planskog (preventivnog) **top** i vreme neplanskog (korektivnog) održavanja **tok**. Planski postupci održavanja odlažu pojavu otkaza. Vreme stanja u otkazu troši se na sprovođenje administrativno-organizacionih priprema – **topp**, na dijagnostiku – **topd**, na neposredno obavljanje postupaka održavanja **topa** i na kraju na proveru kvaliteta izvršenih radova **topk**.

Plansko vreme u otkazu, slika 1.14.:

$$top = topp + topd + topa + topk.$$



Slika 1.14. Vremenske kategorije

Ukoliko su postupci održavanja izazvani otkazom onda se **korektivno održavanje** može predstaviti kao:

$$tok = tokt + toko + tokp + tokd + tokč + toka + tokk$$

gde je:

tokt – vreme transporta,

toka – vreme aktivnog rada,

tokp – vreme pripreme,

t_{okd} – vreme dijagnostike,

$t_{okč}$ – vreme čekanja,

t_{oko} – organizaciono-tehnički poslovi.

Za stanje u radu i stanje u otkazu, se definišu odgovarajuća vremena:

- **Vreme radne nesposobnosti** („disabled time“) odgovara vremenu u kojem je sistem u stanju radne nesposobnosti;
- **Radno vreme ili zahtevano vreme** („required time“) odgovara vremenu u kojem se od sistema zahteva da izvršava svoju funkciju na propisan način;
- **Vreme nerada** („non-required time“) odgovara vremenu u kojem se ne traži da sistem izvršava svoju funkciju, ne postoji potreba da sistem radi;
- **Vreme neplaniranog zastoja** („standby time“);
- **Vreme funkcionalnog zastoja** („idle time“).

Vreme održavanja („maintenance time“) predstavlja interval vremena u kojem se na posmatranom tehničkom sistemu ručno ili automatski sprovode postupci održavanja, obuhvatajući pri tome i tehničke ili logističke zastoje. **Vreme održavanja se deli na:**

- **Aktivno vreme održavanja** („active maintenance time“) je vreme održavanja, ali bez vremena logističkih zastoja;
- **Vreme preventivnog održavanja** („preventive maintenance time“) je vreme sprovođenja postupaka preventivnog održavanja;
- **Vreme korektivnog održavanja** („corrective maintenance time“) je vreme sprovođenja postupaka korektivnog održavanja;
- **Aktivno vreme preventivnog održavanja** („active preventive maintenance time“);
- **Aktivno vreme korektivnog održavanja** („active corrective maintenance time“);
- **Vreme neotkrivenog otkaza** („undetected fault time“) je vreme između pojave otkaza i otkrivanja posledica na rad sistema;
- **Administrativni zastoj** („administrative delay“) je vreme zakašnjenja u sprovođenju korektivnih postupaka održavanja zbog adiministrativnih razloga;
- **Logistički zastoj** („logistic delay“) je vreme zakašnjenja u sprovođenju postupaka održavanja zbog nedostatka nekog od potrebnih elemenata za održavanje, ali bez elemenata administrativnog karaktera;
- **Tehnički zastoj** („technical delay“) je ukupno vreme postupaka održavanja;
- **Vreme otklanjanja otkaza** („fault correction time“) je aktivno vreme korektivnog održavanja u kome se otklanja uočena greška;
- **Vreme prover** („check-out time“) je deo aktivnog vremena održavanja u kojem se proverava funkcija, ispravnost sistema;
- **Vreme dijagnostike** („fault diagnosis time“) je vreme u kojem se utvrđuje uzrok otkaza;
- **Vreme lokacije otkaza** („fault localization time“) je deo aktivnog vremena korektivnog održavanja u kojem se lokalizuje greška koja je uočena;
- **Vreme popravke** („repair time“) je deo aktivnog vremena preventivnog održavanja u kojem se sistem popravlja da ponovo bude u radnom stanju.

1.4. PODELA PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA I STRATEŠKO UPRAVLJANJE TEHNOLOGIJAMA

Prema DIN 8580 izvršena je podela proizvodnih tehnologija na šest glavnih grupa i to s obzirom na [4,9, 17,22,23,29,30,31,34]:

- stvaranje oblika,
- izmenu oblika (forme),
- izmenu svojstva materije, prikazano u tabeli 1.1.

Tabela 1.1.

STVARANJE OBLIKA	IZMENE OBLIKA				IZMENA SVOJSTVA MATERIJE
Glavna grupa 1 PRIMARNO OBLIKOVANJE	Glavna grupa 2 DEFORMISANJE	Glavna grupa 3 RAZDVAJANJE	Glavna grupa 4 SPAJANJE	Glavnagrupa 5 NANOŠENJE ZAŠTITNIH PREVLAKA	Glavna grupa 6 IZMENA SVOJSTVA MATERIJE

Podela proizvodnih tehnologija [DIN 8580] se izvodi na sledećih šest grupa:

1. **Primarno oblikovanje - livenje** je postupak proizvodnje nekog čvrstog tela (obratka ili izratka) iz materije proizvoljnog oblika putem stvaranja zajedničkog sadržaja, npr. klasično livenje, livenje pod pritiskom i dr.
2. **Deformisanje** je tehnološki postupak plastične izmene oblika čvrstog tela uz zadržavanje iste mase i očuvanje kompaktnosti (neprekidnosti) obratka.
3. **Razdvajanje** je postupak izmene oblika iz sirovine, polufabrikata, ili priprema, uz redukciju (umanjenje) zapremine obratka tokom obrade, npr. rezanje, sečenje, probijanje i dr.
4. **Spajanje** je tehnološki postupak trajnog povezivanja dva ili više elemenata u novu celinu, npr. zavarivanje, lepljenje i dr.
5. **Zaštita** je nanošenje trajnog zaštitnog sloja na materijal, npr. laka, keramike i dr.
6. **Izmena svojstva materije** je postupak promene karakteristika nekog postojećeg materijala, npr. žarenje, sinterovanje, kaljenje i dr.

Pravilan izbor tehnološkog postupka izrade je veoma važan i on zavisi od sledećih osnovnih faktora: tolerancija izrade izratka, kvaliteta površine izratka, neophodnosti izbora određene tehnologije, broja komada i ekonomičnosti.

Svi ovi faktori su međusobno povezani i kod izbora određene tehnologije moraju se pažljivo analizirati, a njihovo međudejstvo treba da rezultira optimalnim tehnološkim postupkom.

Razmatrajući probleme upravljanja tehnologijom, pravi se razlika između strateškog i operativnog upravljanja, tako da se kao značajan problem u menadžment praksi ističe balansiranje, uravnoteženje između zadataka vezanih za ova dva kritična domena.

Operativno upravljanje u praksi znači praćenje stanja sistema i uočavanje svih mogućih poremećaja koji mogu da ugroze delovanje sistema van granica njegovog dopuštenog ponašanja.

Strateško upravljanje vodi računa o dugoročnim promenama i kritičnim pravcima promena koje preduzeća treba da usvoje kako bi preživela i napredovala u dinamičnom okruženju izražene konkurencije na razvijenim tržištima.

Paradoks upravljanja tehnologijom se može sagledati kroz određeni stepen konfliktnosti među ciljevima operativnog i strateškog upravljanja, a ovaj paradoks ili dilema rešavaju se stalnim uravnoteženjem ili balansiranjem među njima kao jednim od ključnih zadataka savremenih menadžera. Međutim, ovaj konflikt među ciljevima samo je pojava, površinska kategorija, u suštini među njima konflikta nema, ako se ima u vidu krajnji cilj, a to je preživljavanje preduzeća, razvoj preduzeća i rast dobiti u promenljivoj, dinamičnom okruženju.

Ostvarivanje tehnološke strategije podrazumeva **tri ključne faze**:

- strategija nabavke nove tehnologije,
- smanjivanje rizika i neizvesnosti,
- potpuno usvajanje nove tehnologije.

1.4.1. Proizvodnja kao proces stvaranja materijalnih vrednosti

Osnovni cilj preduzeće (ili funkcija cilja) je:

- za proizvodna preduzeća: proizvodnja i prodaja proizvoda – radi zadovoljavanja potreba kupaca tj. korisnika proizvoda,
- za uslužna preduzeća: pružanje usluga korisnicima - radi zadovoljavanja njihovih potreba.

Proizvodnja se može definisati kao proces stvaranja materijalnih vrijednosti, tj. transformacija materijala, energije i informacija u proizvod. Proces proizvodnje posmatran kao proces transformacije u strukturnom smislu sastoji se od input-a-ulaza, proizvodnog procesa i output-a-izlaza.

Proizvodna funkcija je najvažnija i najsloženija funkcija koja ima zadatak stvaranja materijalnih dobara za zadovoljavanje potreba društva. Proces proizvodnje kao proces transformacije izvodi se transformacijom predmeta rada u proizvode.

Ostvarivanjem ovog osnovnog cilja, preduzeće ostvaruje i posredne ciljeve, kao što su:

- zadovoljenje potreba vlasnika (kroz profit koji se ostvaruje),
- zadovoljenje potreba zaposlenih (kroz obezbeđenje plata i ostalih elemenata životnog standarda),
- zadovoljenje potreba društva,
- opstanak i razvoj preduzeća u vremenu i datim uslovima itd.

Ovakva podela ciljeva preduzeća na osnovne i posredne, kao i nabrojani ciljevi, mogu se prihvatiti uslovno. Apsolutno je prihvatljivo da, na primer, kao osnovni cilj pri osnivanju preduzeća osnivač postavi profit koji želi da ostvari, a da je posredan cilj

način na koji će to ostvariti - proizvodnja i prodaja određenih proizvoda ili pružanje određenih usluga.

Definisanje ciljeva preduzeća je važan posao koji, uz definisanje misije (zašto preduzeće postoji) i vizije (čemu se stremi ili gde sebe vidi u budućnosti), predstavljaju polazne osnove pri osnivanju i razvoju preduzeća.

Delatnost preduzeća

Postoji veoma velik broj delatnosti koje obavljaju preduzeća. Takođe, postoje i različite podele preduzeća s obzirom na delatnosti kojima se bave. Najgrubljom podelom, sva preduzeća se mogu svesti na dve vrste - proizvodna preduzeća, koja u svojoj osnovnoj delatnosti imaju proizvodnju određenih proizvoda namenjenih prodaji kupcima i uslužna preduzeća, koja u svojoj osnovnoj delatnosti pružaju određene usluge korisnicima. Sigurno se može tvrditi da se proizvodna preduzeća i realizacija proizvoda razlikuju od uslužnih preduzeća i realizacije usluga.

Jedna gruba podela na proizvodna i uslužna preduzeća prikazana je /prema *U.S. Department of Commerce Standard Industrial Classification System*/ u tabeli 1.2.

Tabela 1.2.

PROIZVODNA I USLUŽNA PREDUZEĆA	
Primarno proizvodna preduzeća	Primarno uslužna preduzeća
Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo Ratarstvo, stočarstvo, poljoprivredne usluge, šumarstvo, ribarstvo, lov	Transportne i javne službe Železnički, drumski, vodeni i vazdušni prevoz putnika i robe, poštanske usluge, distribucija vode, nafte, gasa, električne energije, komunikacije.
Rudarstvo Vađenje metala, uglja, nafte, gasa, nemetalnih minerala	Trgovina na veliko i malo Trgovina građevinskim materijalom, automobilima, mešovitom robom, hranom, odećom, kućnim aparatima i sredstvima, ugostiteljske usluge.
Izgradnja Niskogradnja, visokogradnja, specijalni građevinski radovi	Finansije, osiguranje i trgovanje nekretnostima Baknkrstvo, kreditni poslovi, trgovanje hartijama od vrednosti, usluge osiguranja, trgovanje nekretnostima.
Prerađivačka industrija Proizvodnja hrane, tekstila, odeće, drvene građe i proizvoda od drveta, kućnih aparata, papira, štampanih proizvoda, hemikalija, proizvoda dobijenih od nafte, gume i gumenih proizvoda, plastike i plastičnih proizvoda, kože i kožnih predmeta, kamena, gline, stakla, primarnih metala, proizvoda od metala, mašina, električne i elektronske opreme, transportnih sredstava, instrumenata i drugih industrijskih proizvoda.	Usluge Hotelske usluge, poslovne usluge, servisne usluge, prikazivanje filmova, zabave, zdravstvene usluge, pravničke usluge, obrazovanje, socijalne usluge, zoološki vrtovi, organizacije sa članstvom.
	Javna administracija

Preduzeća ili proizvode određene proizvode ili pružaju određene usluge i plasiraju ih na tržište kupcima odnosno korisnicima. Proizvodnja određenih proizvoda, odnosno pružanje određenih usluga predstavlja ujedno i osnovnu delatnost preduzeća, delatnost zbog koje je preduzeće osnovano i delatnost za koju je preduzeće registrovano.

Podela na čisto proizvodna i čisto uslužna preduzeća nije tačna. Postoje preduzeća koja se bave samo proizvodnjom, ili preduzeća koja se bave samo uslugama, ali postoji i velik broj preduzeća koje u svojoj delatnosti imaju i proizvodnju i pružanje usluga.

Preduzeća o kojim će biti reč u ovom udžbeniku obavljaju delatnosti koje su, po "*Zakonu o klasifikaciji delatnosti i registru jedinica razvrstavanja*", svrstane u

prerađivačku industriju. Da bismo se upoznali sa tim delatnostima, u nastavku ćemo dati izvod iz pomenutog Zakona. Zakonom su sve delatnosti podeljene u sektore, nabrojane u nastavku:

- Sektor A: Poljoprivreda, lov, šumarstvo i vodoprivreda
- Sektor B: Ribarstvo
- Sektor V: Vađenje ruda i kamena
- Sektor G: Prerađivačka industrija
- Sektor D: Proizvodnja i snabdevanje električnom energijom, gasom i vodom
- Sektor Đ: Građevinarstvo
- Sektor E: Trgovina na veliko i trgovina na malo; opravka motornih vozila, motocikla i predmeta za ličnu upotrebu i domaćinstvo
- Sektor Ž: Hoteli i restorani
- Sektor Z: Saobraćaj, skladištenje i veze
- Sektor I: Finansijsko posredovanje.
- Sektor J: Aktivnosti u vezi sa nekretninama, iznajmljivanje i poslovne aktivnosti
- Sektor K: Državna uprava i odbrana; obavezno socijalno osiguranje
- Sektor L: Obrazovanje
- Sektor LJ: Zdravstveni i socijalni rad
- Sektor M: Ostale komunalne, društvene i uslužne aktivnosti
- Sektor N; Privatna domaćinstva sa zaposlenim licima
- Sektor NJ: Eksteritorijalne organizacije i tela

Naravno da delatnosti iz svih sektora imaju određeni značaj za neku državu. Međutim, posebno važan sektor za svaku državu je prerađivačka industrija. Od nivoa razvijenosti prerađivačke industrije direktno zavisi nivo razvijenosti neke države. Pomenutim zakonom prerađivačka industrije je dalje podeljena na veći broj grana delatnosti, navedenih u nastavku:

- **Proizvodnja prehrambenih proizvoda, pića i duvana:** mlinovi, pekare, fabrike testa, klanice, proizvodnja konzervi, prerada ribe, mlekare, masti i ulja, šećerane, povrće i voće, proizvodnja slada, pivare, mineralna voda, alkohol, čaj, kafa, stočna hrana, prerada duvana, izrada cigareta itd.
- **Proizvodnja tekstila i tekstilnih proizvoda:** tkačnice, predionice, radionice za pletenje, farbanje, sintetička vlakna, veštačka vlakna, celulozni pamuk, konfekcija, krzna, svila itd.
- **Prerada kože i proizvodnja predmeta od kože:** koža, kožna i gumena obuća, predmeti od kože itd.
- **Prerada drveta i proizvodi od drveta:** pilane, proizvodnja nosača, pragovi, impregnirana građa, furnir, šper-ploče, iverica, burad, sanduci, građevinski elementi (prozori, vrata, krovni nosači), nameštaj, muzički instrumenti, dečje igračke, drveno brašno, šibice itd.
- **Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira; izdavačka delatnost i štampanje:** celuloza, papir, kartonaža, proizvodi od papira i kartona, štamparije, izdavanje knjiga, novina, časopisa gramofonskih ploča i kompakt diskova, knjigoveznice itd.
- **Proizvodnja koksa, derivata nafte i nuklearnog goriva:** koks, derivati nafte (benzin, kerozin, ulja, masti, bitumen), nuklearno gorivo itd.

- **Proizvodnja hemikalija, hemijskih proizvoda i veštačkih i sintetičkih vlakana:** osnovni hemijski proizvodi (kiselina, baze, soli, tehnički gasovi), veštačka đubriva, veštačke mase i vlakna, lekovi i drugi farmaceutski proizvodi, prerađivačka hemijska industrija (sapun i kozmetički preparati, uljane boje i lak, pirotehnički materijal, paste za obuću, mastilo) itd.
- **Proizvodnja proizvoda od gume i proizvoda od plastičnih masa:** gume za vozila, gumeni proizvodi, proizvodi od plastičnih masa itd.
- **Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala:** staklo, staklena vlakna, proizvodi od stakla, proizvodi od keramike, opeka, crep, cement, kreč, gips, beton, malter, šljunak, kamen, azbest itd.
- **Proizvodnja osnovnih metala i standardnih metalnih proizvoda:** gvožđe, čelik, cevi, profili, žica, plemeniti metali, glinica, aluminijum, olovo, cink, kalaj, bakar, živa, laki metali, livenje gvožđa, livenje lakih i obojenih metala, metalne konstrukcije, metalni proizvodi za građevinarstvo, cisterne, rezervoari, kotlovi, radijatori, kovanje, presovanje, štancovanje i valjanje metala, sečiva, alati, brave i okovi, burad, žičani proizvodi, vijčani proizvodi, lanci, opruge, metalni proizvodi za domaćinstvo itd.
- **Proizvodnja mašina i uređaja:** motori, turbine, pumpe, kompresori, slavine, ventili, ležajevi, zupčanici, industrijske peći, uređaji za dizanje i prenošenje, rashladna i ventilaciona oprema, mašine i uređaji za proizvodnju, mašine za poljoprivredu i šumarstvo, alatne mašine, mašine za metalurgiju, mašine za rudnike, kamenolome i građevinarstvo, mašine za industriju hrane, pića i duvana, mašine za industriju tekstila, odeće i kože, mašine za industriju papira i kartona, oružje i municija, aparati za domaćinstvo itd.
- **Proizvodnja električnih i optičkih uređaja:** kancelarijske i računске mašine, električne mašine i aparati, oprema za distribuciju električne energije, izolovana žica i kablovi, akumulatori, sijalice i uređaji za osvetljenje, radio, televizijska i komunikaciona oprema, televizijski i radio predajnici, aparati za telefoniju, televizijski i radio prijemnici, medicinska oprema, optički instrumenti, satovi, kontrolni i merni instrumenti i aparati, upravljačka oprema, fotografska oprema itd.
- **Proizvodnja saobraćajnih sredstava:** motori, kamioni i specijalna vozila, automobili, karoserije, delovi i pribori za motorna vozila, izgradnja i opravka brodova, proizvodnja i opravka železničkih i tramvajskih vozila, motocikli i bicikli itd.
- **Prerađivačka industrija, na drugom mestu nepomenuta:** nameštaj, novac, nakit, muzički instrumenti, predmeti za sport, igračke, metle, četke, suncobrani i kišobrani, reciklaža.

1.4.2. Osnovni procesi u preduzeću i funkcionisanje preduzeća

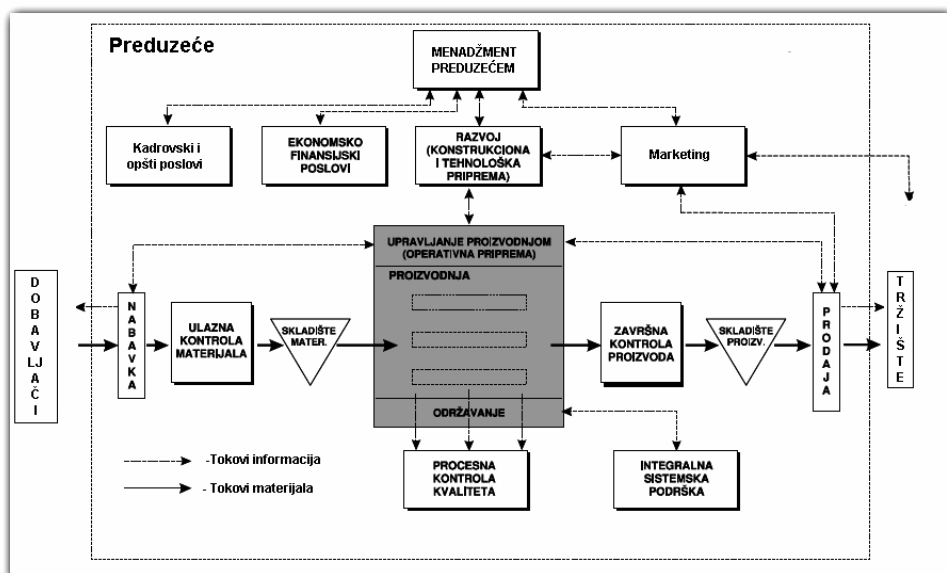
U cilju obavljanja svoje delatnosti, odnosno ostvarenja osnovnog cilja, u okviru preduzeća se vrši velik broj procesa. Svaki od ovih procesa se odnosi na obavljanje određenih poslova neophodnih za funkcionisanje celokupnog sistema. Na slici 1.15. je prikazana opšta šema procesa u jednom proizvodnom preduzeću.

Upravljanje preduzećem obuhvata procese i aktivnosti na najvišem nivou rukovođenja, kao što su:

- utvrđivanje ciljeva poslovanja (dugoročni, srednjoročni, kratkoročni), misije i vizije preduzeća,
- definisanje politike, donošenje strategijskih i taktičkih poteza, planiranje poslovanja,
- obezbeđenje resursa (ljudskih i materijalnih),
- rukovođenje i koordinacija svih drugih procesa u realizaciji poslovanja,
- praćenje realizacije poslovanja i analiza rezultata poslovanja i utvrđivanje mera unapređenja.

Marketing obuhvata procese i aktivnosti koje se odnose na postojeće i potencijalne kupce ili korisnike, kao što su:

- istraživanje tržišta,
- promotivne aktivnosti.



Slika 1.15. Opšta šema procesa u proizvodnom preduzeću

Razvoj proizvoda se odnosi na projektovanje i razvoj, odnosno osvajanje novih proizvoda i on obuhvata sledeće procese:

- utvrđivanje ulaznih zahteva (karakteristika) za proizvod,
- projektovanje proizvoda (izrada konstrukcione dokumentacije),
- projektovanje tehnološke dokumentacije za proces proizvodnje.

Proizvodnja se odnosi na neposrednu realizaciju proizvoda, odnosno transformaciju ulaznog materijala u gotove proizvode. U proizvodnji se mogu svrstati sledeći procesi:

- procesi izrade delova (procesi obrade),
- procesi montaže,
- procesi unutrašnjeg transporta i
- procesi skladištenja (ulaznog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda).

Kontrola proizvoda se odnosi na različita kontrolisanja i ispitivanja u toku realizacije proizvoda i najčešće obuhvata:

- ulaznu kontrolu materijala
- procesnu kontrolu kvaliteta
- završnu kontrolu proizvoda

Upravljanje proizvodnjom se odnosi na upravljačke procese i aktivnosti, neophodne za efektivno i efikasno odvijanje proizvodnje. Tu spadaju:

- planiranje proizvodnje - utvrđivanje operativnog plana na osnovu zahteva prodaje,
- provera kapaciteta, materijala, alata - izdavanje naloga za nabavku materijala i alata,
- terminiranje i lansiranje proizvodnje (izdavanje radnih naloga za proizvodnju i trebovanja materijala i alata),
- praćenje proizvodnje (preko radnog naloga),
- izveštavanje o realizovanoj proizvodnji,
- analiza utrošaka u procesu proizvodnje.

Nabavka se odnosi obezbeđenje materijala i poluproizvoda neophodnih za realizaciju proizvoda, ali i drugih materijalnih resursa (alata, uređaja, opreme, usluga). Tu spadaju:

- ugovaranje nabavke sa dobavljačima,
- realizacija nabavke.

Prodaja se odnosi na neposredni plasman proizvoda kupcima, odnosno:

- ugovaranje prodaje,
- isporuka proizvoda kupcima (tržištu).

Integralna sistemska podrška obuhvata dodatne procese neophodne za realizaciju proizvoda, kao što su:

- spoljašnji transport (transport materijala od dobavljača do preduzeća, transport proizvoda do kupca),
- održavanje objekata, instalacija i sredstava za rad,
- izrada alata, pribora i uređaja,
- snabdevanje energijom itd.

Opšti i kadrovski poslovi obuhvataju dodatne procese koji nisu neposredno neophodni za realizaciju proizvoda, ali su neophodni za funkcionisanje preduzeća:

- praćenje i sprovođenje zakonske regulative (pravni poslovi),
- vođenje evidencija o zaposlenima,
- poslovi na obezbeđenju objekata (portirska služba), zaštiti na radu, protivpožarnoj zaštiti itd.

Ekonomsko-finansijski poslovi obuhvataju procese koji nisu neposredno neophodni za realizaciju proizvoda, ali su neophodni za funkcionisanje preduzeća:

- vođenje materijalnog knjigovodstva,
- vođenje finansijskog knjigovodstva,
- finansijska operativa (plaćanja, naplate, rad blagajne, isplata zarada itd.)

Možda svi nabrojani procesi nisu u svim preduzećima jednako uočljivi, ali obavljaju se. Jednostavno, da bi preduzeće funkcionisalo, svi ovi procesi se moraju obavljati, najveći deo radi realizacije proizvoda, drugi deo radi održanja i razvoja preduzeća, a treći deo zbog zakonske regulative.

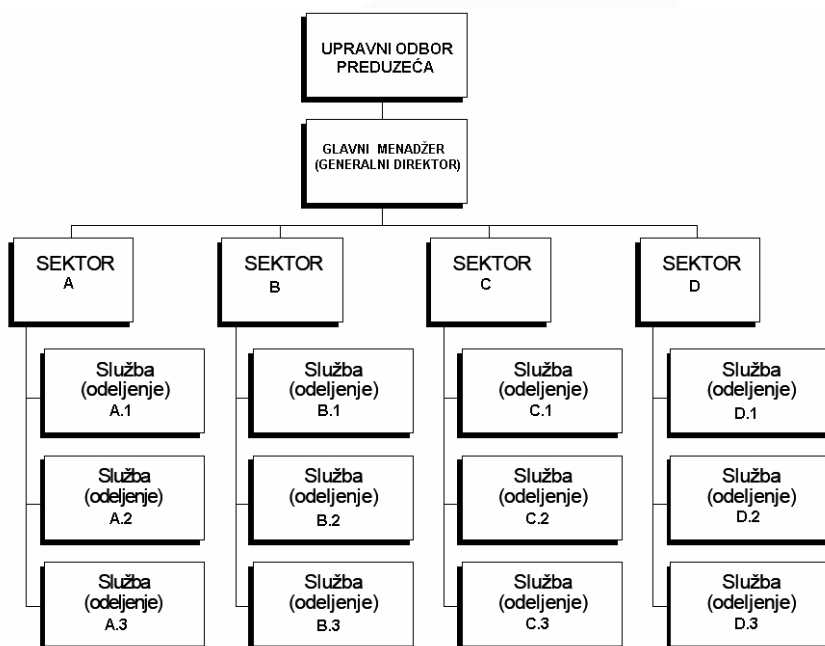
Šta je sa uslužnim preduzećima? Veći deo nabrojanih procesa se obavljaju i u uslužnim preduzećima. Značajna razlika je samo u proizvodnji. Umesto procesa proizvodnje, ovde se obavljaju procesi pružanja usluga. Slika 1.14. u najvećoj

meri odgovara i uslužnom preduzeću. Centralni deo je drugačiji (umesto proizvodnje je pružanje usluga), skladišta ili ne postoje ili su od manjeg značaja, a sve ostalo može da ostane.

Kako preduzeće funkcioniše? Preduzeće funkcioniše tako što obavlja gore nabrojane procese. A ko obavlja te procese? Pa, pojedini organizacioni delovi preduzeća, odnosno pojedini zaposleni.

Svako preduzeće ima svoju organizacionu strukturu, kojom je opisana organizacija preduzeća, odnosno definisani organizacioni delovi preduzeća sa (najčešće hijerarhijskim) vezama između njih. Organizacionu strukturu uspostavlja rukovodstvo preduzeća (direktor). Postoje različiti oblici organizacije preduzeća, zavisno od veličine preduzeća i delatnosti preduzeća.

Primer organizacione strukture koja se često javlja među srednjim i velikim preduzećima dat je na slici 1.16. Ispod direktora, na prvom nižem nivou su sektori koji ispod sebe imaju službe, pogone ili odeljenja.



Slika 1.16. Primer organizacione šeme preduzeća

Ovakvo preduzeće funkcioniše tako što određeni organizacioni delovi obavljaju određene procese. U sektorima se obavljaju grupe procesa.

Čest primer je sa 6 sektora: sektor marketinga i razvoja, sektor proizvodnje, sektor upravljanja kvalitetom, komercijalni sektor, sektor opštih, pravnih i kadrovskih poslova i sektor ekonomsko-finansijskih poslova. Dalje, na primer komercijalni sektor ima službu nabavke, službu prodaje, skladište sirovina i skladište gotovih proizvoda. Na čelu sektora je direktor sektora, na čelu službi ili odeljenja šefovi.

A šta je sa malim preduzećem? I ono funkcioniše tako što obavlja sve gore nabrojane poslove. Međutim, u malom preduzeću sa nekoliko zaposlenih, ili sa

nekoliko desetina zaposlenih, nema sektora, nema službi, nema odeljenja. Ali, i tamo je direktor utvrdio zaduženja i odgovornosti za obavljanje svih gore navedenih procesa.

Na koji način se obavljaju pojedini procesi? Način obavljanja nekog procesa rada je u stvari **tehnologija rada**. Tehnologija rada obuhvata sve ono što se obavlja u nekom procesu - iz kojih aktivnosti se proces sastoji, kojim redosledom se aktivnosti obavljaju, ko obavlja pojedine aktivnosti, na koji način se obavljaju pojedine aktivnosti (sadržaj i redosled zadataka u okviru aktivnosti), koja sredstva rada se koriste za obavljanje aktivnosti (mašine, uređaji, alati itd.) i koji režimi rada

Tehnologija rada je neophodan element za obavljanje bilo kog procesa, a naročito za proces proizvodnje. Tehnologija rada daje neophodne podatke za planiranje procesa, samu realizaciju procesa i praćenje (kontrolisanje) procesa.

Tehnološki postupci za svaki proizvod iz programa proizvodnje preduzeća, predstavljaju pisana dokumenta koja opisuju kompletnu tehnologiju rada na izradi proizvoda. Forma tehnoloških postupaka su različiti od preduzeća do preduzeća i od proizvoda do proizvoda, ali tehnološki postupci u proizvodnim preduzećima uvek postoje, jer se bez njih ne može organizovati proizvodnja. Danas sve više i uslužnih preduzeća svoju tehnologiju rada dokumentuje preko tzv. **procedura**, kojima propisuje način obavljanja pojedinih procesa. Procedurama se definiše način obavljanja svake pojedinačne usluge i to predstavlja određenu sigurnost da će se usluga obaviti na kvalitetan način.

1.4.3. Tehnologija i osnovne organizacione strukture

Primena novih tehnologija, a posebno informacionih u organizacijama uslovljava sledeće četiri promene:

- javljaju se pliće organizacije,
- stvaraju se multifunkcionalni timovi koji će planirati i upravljati promenama,
- veća je fleksibilnost unutar timova i među timovima,
- autoritet je zasnovan na konkretnim doprinosima, a ne po osnovu položaja koji pojedinac zauzima.

Tri osnovna tipa organizacione strukture su:

- *Funkcionalni tip* se najbolje može opisati kao hijerarhijska struktura zasnovana na jednoj funkciji ili disciplini.
- *Projektna struktura* zasniva se na potrebi da se određeni zadatak u određeno vreme završi.
- *Matrična struktura* polazi od toga da ljudi u organizaciji pripadaju funkcionalnoj hijerarhiji, a da istovremeno mogu da učestvuju kao članovi tima u realizaciji određenih projekata.

U praksi postoje razni pojavi oblici navedena tri tipa i često su oni fluidni do te mere da je teško prepoznati bilo koji od navedenih tipova. Tako se u praksi često susrećemo sa projektno-matričnom organizacijom, balansiranom matričnom ili funkcionalnom matričnom organizacijom.

Da bi se prednosti nove, najčešće fleksibilne proizvodne tehnologije mogle u potpunosti da iskoriste, predlaže se nova organizaciona struktura, specifični oblik organizacije proizvodnje – **fleksibilni sistemi upravljanja proizvodnjom (FSUP)**. Osnovna svojstva inovativne organizacije su:

- viziju o kompaniji kao celini i njenoj ulozi i mestu,
- okrenutost ka kupcima i tržištu,
- oslanjanje na tehnologiju kao resurs za postizanje konkurentnosti,

- plitke organizacione strukture (ne više od 5 nivoa odozgo nadole),
- internu konkurenciju među projektantskim timovima kako bi se rizik ublažio i što argumentovanije branili inovacioni projekti,
- prihvatanje neortodoksnih ideja i rešenja,
- pozitivni odnos prema upravljanju promenama,
- sistem nagrađivanja u susret podsticanju inovacija.

U savremeno doba, sve više se, kada je reč o uspešnoj primeni novih tehnologija, govori o organizacionoj kulturi. **Organizaciona kultura** se definiše kao skup vrednosti sudova, stavova i mišljenja, verovanja ljudi koji se nalaze unutar jedne organizacije.

Među menadžment tehnikama koje služe da preduzeća sagledaju, identifikuju, razviju i primene tehnologiju nalazi se i **tehnološka inteligencija**. Tehnološka inteligencija koristi informacije kao ulaz, da bi daljim postupkom sortiranja, analize, interpretiranja, i sinteze izrazila kreativni i korisni rezultat. Tehnološka inteligencija se definiše kao prikupljanje, analiza i primena javno dostupnih informacija o eksternim karakteristikama tehnologije koje bi mogle značajnije da utiču na poslovanje preduzeća.

Tehnološke promene uslovljavaju razvoj i promene organizacije u celini, tako da se pitanja uspešnog upravljanja tehnologijom u preduzeću neposrednu vezuju za faze rasta, životnog ciklusa firme kao celine.

Model životnog ciklusa preduzeća polazi od različitih faza rasta kroz koje prolazi organizacija sve do stepena njene zrelosti. Faze rasta organizacije su:

- novi preduzetnički poduhvat,
- ekspanzija,
- profesionalizacija,
- konsolidacija,
- diversifikacija,
- integracija, i
- opadanje (revitalizacija).

1.5. VRSTE PROIZVODA

Rezultat rada preduzeća je ono što preduzeće nudi i prodaje kupcima tj. korisnicima. Kroz istoriju podela se svodila na dve kategorije [4,9, 17,22,23,29,30,31,34]:

- proizvode, koje neko preduzeće proizvodi i prodaje kupcima,
- usluge, koje preduzeće pruža korisnicima.

Logično, i sva preduzeća se mogu svesti na dve vrste - proizvodna i uslužna preduzeća. Sigurno se može tvrditi da se realizacija proizvoda razlikuje od realizacije usluga.

Danas je sve prisutnija tendencija da se i usluge definišu pod pojmom proizvoda. Svedoci smo da, na primer, banke, koje u suštini pružaju finansijske usluge, u svom portfoliju navode koje sve proizvode nude korisnicima. Izjednačavanju pojma proizvoda i usluga u velikoj meri je doprinela pojava standarda serije ISO 9000 /ISO 9000:2000/, gde su i proizvod i usluga definisani istim terminom - proizvod, kao rezultat rada preduzeća.

Ovakav prilaz je potpuno ispravan, jer, kada se posmatraju proizvodnja proizvoda i pružanje usluga kao procesi transformacije ulaznih veličina u izlazne,

sličnosti su veoma velike. Kod proizvodnje proizvoda, ulazne veličine (sirovine, energija, rad, informacije i kapital) se pretvaraju u izlazne veličine - gotove proizvode u vidu materijalnih dobara (robe), koja preduzeće prodaje kupcima. Kod usluga, iste te ulazne veličine se pretvaraju u izlazne u vidu usluga, koje preduzeće pruža korisnicima.

Proizvodi, kao rezultat rada preduzeća, mogu biti različiti. Kada se uzme u obzir veoma veliki broj delatnosti kojima se preduzeća bave i zamisli se šta je sve rezultat rada tih preduzeća, može se zaključiti da postoji veliki broj različitih vrsta proizvoda, međusobno i sličnih i veoma različitih. Iako se na prvi pogled čiti teškim sistematizovati sve te različite vrste proizvoda u relativno mali broj sličnih, standardi serije ISO 9000 su i to obuhvatili. U standardu ISO 9000:2000 svi proizvodi su, prema osnovnim karakteristikama, podeljeni u četiri kategorije:

- hardverski (pojedinačni) proizvodi,
- procesni proizvodi,
- softverski proizvodi i
- usluge.

Hardverski (komadni) proizvodi su proizvodi koji se koriste za upotrebu u svakodnevnom životu ili kao sredstva rada za obavljanje različitih procesa: tekstilni proizvodi (odevni predmeti, posteljina), predmeti od kože (obuća, odevni predmeti, kožna galanterija), proizvodi od drveta (nameštaj, stolarija, građevinski elementi), proizvodi od gume i plastike, mašine i uređaji (motori, pumpe, poljoprivredne mašine, mašine za proizvodnju, alati, aparati za domaćinstvo), električni i optički uređaji (računari, električne mašine i uređaji, oprema za TV, radio i telefoniju), saobraćajna sredstva (kamioni, automobili, autobusi, šinska vozila, motocikli, bicikli) itd. Hardverski proizvodi su materijalni proizvodi koji imaju definisan oblik i mere i prebrojivi su - iskazuju se u komadima, tako da im odgovara i naziv: komadni proizvodi.

Osnovne karakteristike hardverskih proizvoda su:

- materijalne su prirode (opipljivi),
- imaju definisan oblik i mere,
- prebrojivi su i iskazuju se u komadima,
- najčešće su složeni - sastoje se iz više pojedinačnih delova,
- ponovljivi su, što znači da se mogu proizvoditi u vremenski nezavisnim serijama,
- korisnik proizvoda nije uključen u proces proizvodnje,
- mogu se transportovati, skladištiti i držati na zalihama,
- može da postoji posrednik između proizvođača i korisnika.

Procesni proizvodi su materijalni proizvodi koji nemaju definisan oblik i mere, već su kontinualni. U procesne materijale spadaju proizvodi koji se koriste za dalju preradu, ali koji se koriste i kao finalni proizvodi: rude, električna energija, gas, voda, prehrambeni proizvodi (so, šećer, brašno, jestivo ulje i masti, konditorski proizvodi, alkoholna i bezalkoholna pića, stočna hrana, cigarete i sl.), nafta i naftni derivati, hemikalije i hemijski proizvodi (kiseline, baze, soli, veštačka đubriva, farmaceutski proizvodi, deterdženti, kozmetički preparati i sl.), proizvodi od nemetala (staklo, opeka, crep, cement, kreč, pesak, šljunak, beton i sl.), osnovni metali itd.

Osnovne karakteristike procesnih proizvoda su:

- materijalne su prirode (opipljivi),

- nemaju definisan oblik i mere (u rasipajućem, tečnom ili gasovitom stanju, u trakama, šipkama, vlaknima i sl.),
- nisu prebrojivi - iskazuju se u kg, l, m, m², m³
- neophodna je ambalaža za pakovanje, transport i skladištenje,
- ponovljivi su, što znači da se mogu proizvoditi u vremenski nezavisnim serijama - šaržama,
- korisnik proizvoda nije uključen u proces proizvodnje,
- mogu se transportovati, skladištiti i držati na zalihama,
- može da postoji posrednik između proizvođača i korisnika

Softverski proizvodi su nematerijalni proizvodi koji se sastoje od pisanih ili drugačije zabeleženih informacija. U softverske proizvode spadaju: računarski softver, tehnička dokumentacija za izgradnju objekata, prostorni i urbanistički planovi i ostala urbanistička dokumentacija, projekti različite vrste (studije, analize, biznis planovi, tehničko tehnološka rešenja, ekspertize), knjige i druge publikacije, filmski, video i audio zapisi.

Osnovne karakteristike softverskih proizvoda su:

- u principu su nematerijalne prirode - iako često mogu da budu predstavljeni u materijalnom obliku (ukoričen materijal), proizvod je u stvari sam sadržaj materijala koji se sastoji od informacija,
- neponovljivi su - svaki proizvod je specifičan za sebe i radi se obično po zahtevu naručioca, najčešće nema posrednika između proizvođača i korisnika.

Usluge su rezultat bar jedne aktivnosti koja se vrši u interfejsu između isporučioća i korisnika i u principu su nematerijalne prirode. U usluge spada velik broj delatnosti koje kontinualno ili povremeno koristimo:

usluge u građevinarstvu, usluge trgovine na veliko i malo, hotelske i restoranske usluge, usluge saobraćaja (prevoz putnika i robe, cevovodni transport, poštanske aktivnosti i telekomunikacije), finansijsko posredovanje (bankarski poslovi osiguranje, penzioni fondovi), usluge državne uprave, obrazovanje, zdravstveni i socijalni rad, komunalne usluge, distribucija električne i toplotne energije, gasa i vode, rekreativne, sportske i kulturne aktivnosti itd.

Osnovne karakteristike usluga su:

- nematerijalne su prirode (neopipljive), obavljaju se u cilju zadovoljenja zahteva i potreba korisnika,
- korisnik je najčešće i učesnik u kreiranju i pružanju usluge,
- u većini slučajeva neophodan je kontakt isporučioća usluge i korisnika,
- ponovljive su, pri čemu se prema korisniku mogu pružati jednokratno ili kontinualno,
- pružanje i korišćenje usluge se najčešće odvija na istoj lokaciji,
- usluga se ne može probati pre kupovine.

1.6. KVALITET PROIZVODA

Kvalitet proizvoda se može definisati na razne načine, a vrlo teško je izabrati najpogodniju definiciju. Kvalitet proizvoda treba uvek posmatrati sa stanovišta kupca ili korisnika [29,30,31,34].

Korisnik dosta lako može, upoređujući više proizvoda, da donese sud o tome koji je proizvod kvalitetniji. Svako će vam reći da je mercedes kvalitetniji od domaćeg

juga. Ili da je markirana jakna kvalitetnija od kineske jakne. Ili da je usluga ručavanja u restoranu hotela Hajat kvalitetnija nego u restoranu na železničkoj stanici.

Verovatno je najispravnija definicija kvaliteta preuzeta iz standarda ISO 9000: **Kvalitet - nivo do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahteve.**

Svaki proizvod ima sebi svojstvene karakteristike. Za svaku karakteristiku proizvoda postavljeni su zahtevi koje ta karakteristika treba da ispunjava. Koji su to zahtevi? Može se reći da su zahtevi u stvari zahtevane vrednosti određenih karakteristika (osobina, performansi) koje neki proizvod ima. Sa vrednostima tih karakteristika je kupac ili korisnik proizvoda upoznat. Različite vrste proizvoda imaju različite vrste karakteristika i teško je navesti karakteristike koje bi važile za sve proizvode. Ipak, u nastavku je napravljen pokušaj sistematizacije karakteristika proizvoda i usluga sa stanovišta korisnika.

Sa stanovišta korisnika proizvodi imaju sledeće karakteristike:

- **upotrebne karakteristike** (performanse); odnose se na osnovne karakteristike pri upotrebi određenog proizvoda; za automobil, na primer, to su tehničke karakteristike: maksimalna brzina, ubrzanje, potrošnja goriva, dimenzije itd.; za prehrambene proizvode to mogu da budu: kalorična vrednost, % masti ili % alkohola itd.; za farmaceutske proizvode to mogu da budu: područje delovanja, način upotrebe, kontraindikacije itd.
- **specijalne karakteristike**; odnose se na dodatne ili dopunske karakteristike; za automobil, na primer, to je dodatna oprema;
- **estetske karakteristike**; odnose se na izgled (dizajn), ukus, miris, boja, zvuk; kod nekih proizvoda (odevni predmeti, obuća) ove karakteristike su nekad važnije od svih ostalih;
- **pouzdanost**; odnosi se na nepostojanje mogućnosti lošeg funkcionisanja ili kvara na proizvodu u određenom periodu; neki, na primer električni proizvodi, poseduju znak ovlašćene organizacije da su atestirani kao pouzdani;
- **usaglašenost**; odnosi se na stepen usaglašenosti proizvoda sa postojećim standardima, propisima ili direktivama; neki proizvodi, na primer, poseduju CE znak, koji potvrđuje da su izrađeni u skladu sa određenim direktivama EU;
- **vek trajanja**; odnosi se, po deklaraciji proizvođača, na vreme u kom se proizvod sme bezbedno koristiti ili na vreme u kom će posedovati upotrebne karakteristike;
- **servisiranje**; odnosi se na posleprodajne aktivnosti, kao što su periodični pregledi, održavanje i popravke proizvoda; kod automobila, na primer, može da bude veoma važno da li postoji zadovoljavajuća servisna mreža;
- **korisnikovo poimanje**; odnosi se na subjektivni sud o kvalitetu određenog proizvoda; za neki proizvod se podrazumeva da je kvalitetan jer je jednostavno brend ili firmiran i bez objektivnih dokaza.

Sa stanovišta korisnika usluge imaju sledeće karakteristike:

- **vreme**; odnosi se na to koliko korisnik mora da čeka na uslugu i koliko traje njeno pružanje;
- **pravovremenost**; odnosi se na to da li će usluga biti pružena tačno na vreme;
- **potpunost**; odnosi se na kompletnost izvršenja usluge;

- **ljubaznost**; odnosi se na odnos osoblja koje kontaktira sa korisnikom; mnogi korisnici se vezuju za određenog lekara ili određenu prodavnicu baš zbog ljubaznosti davaoca usluge;
- **postojanost**; odnosi se na to da li se usluga uvek i svakom korisniku pruža na isti način; lako ćemo se iznervirati ako u banci, prodavnici ili kod lekara primetimo da neki korisnici imaju privilegovani tretman u odnosu na nas;
- **dostupnost i pogodnost**; odnosi se na to koliko lako korisnik može da dođe do usluge; nepostojanje neophodnih obaveštenja;
- **tačnost**; odnosi se na to da li je usluga pružena na ispravan način;
- **odziv**; odnosi se na to koliko brzo se reaguje na neočekivane probleme;
- **urednost**; odnosi se na izgled ambijenta u kom se usluga pruža; i ovo može da bude opredeljujuće za nas pri biranju prodavnice ili ustanove u kojoj ćemo želeti da nam se usluga pruži.

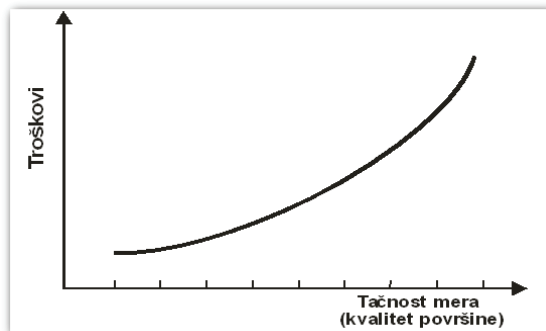
Karakteristike proizvoda (koje on treba da zadovolji) su ulazne veličine za proces projektovanja tj. razvoja proizvoda. U procesu razvoja proizvoda, osnovni zadatak je da se u rezultatu projektovanja proizvoda (kod komadnih proizvoda izrađenom konstrukcionom dokumentacijom) zadovolje svi postavljeni zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda. Dakle, može se zaključiti da se pri razvoju tj. konstruisanju proizvoda definišu zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda. Kada se radi o kvalitetu proizvoda koji spadaju u metalne proizvode, mašine i uređaje, zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda definisani su putem sledećih zahteva koji su sadržani u konstrukcionoj dokumentaciji:

- tačnost mera na predmetu,
- tačnost oblika i odnosa površina na predmetu,
- kvalitet obrađenih površina (površinska hrapavost),
- kvalitet strukture materijala (čvrstoća, tvrdoća) itd.

Dalje, zahtevi u pogledu kvaliteta se na proizvodu ostvaruju u procesu proizvodnje, na taj način što se proizvodi izrađuju prema zahtevima definisanim u konstrukcionoj dokumentaciji.

Konačno, ostvarenje zahteva u pogledu kvaliteta proizvoda se kontroliše u procesu kontrole, na taj način što se proverava da li su u procesu proizvodnje zadovoljeni zahtevi postavljeni konstrukcionom dokumentacijom.

Na slici 1.17. prikazana je zavisnost troškova proizvodnje od zahteva u pogledu kvaliteta - tačnosti mera.



Slika 1.17. Zavisnost troškova proizvodnje od zahteva u pogledu kvaliteta - tačnosti mera (kvaliteta površine)

Zahtevi u pogledu kvaliteta imaju velik značaj na troškove procesa proizvodnje. Nije isto, sa stanovišta troškova, proizvoditi predmete nižih ili viših zahteva u pogledu kvaliteta. Ako se, na primer, na predmetu zahteva visoka tačnost mera i visok kvalitet obrađenih površina, to za posledicu ima potrebu za većim brojem operacija, preciznijim sredstvima rada za operacije obrade i kontrole, obučenijim izvršiocima itd.

Kvalitetu proizvoda se mora pridati velika pažnja pri procesu konstruisanja, proizvodnje i kontrole.

1.7. TEHNOLOGIČNOST PROIZVODA

Pod tehnologičnošću proizvoda podrazumeva se pogodnost proizvoda za proizvodnju. Tehnoličnim proizvodom smatra se onaj proizvod koji je pogodan za proizvodnju, što istovremeno znači i da ima niske troškove proizvodnje. Pri razvoju (konstruisanju) proizvoda mora voditi računa da se zadovolje svi zahteva u pogledu kvaliteta i tehnologičnost proizvoda.

Tehnologičnost proizvoda se može analizirati preko većeg broja tzv. pokazatelja tehnologičnosti, navedih u nastavku:

- **učešće standardnih i već osvojenih elemenata u proizvodu-** tehnoličniji je proizvod koji ima veće učešće standardnih i već osvojenih elemenata, jer traži manja ulaganja u proces razvoja i proizvodnje,
- **oblik elemenata koji ulaze u sastav proizvoda-** tehnoličniji je proizvod koji ima veće učešće jednostavnijih elemenata,
- **tačnost mera i kvalitet obrađenih površina elemenata koji ulaze u sastav proizvoda-** tehnoličniji je proizvod kod kojeg elementi imaju nižu tačnost mera i niži kvalitet obrađenih površina,
- **učešće materijala elemenata koji ulaze u sastav proizvoda-** tehnoličniji je proizvod koji ima veće učešće jeftinijih materijala,
- **učešće pojedinih vrsta procesa rada-** tehnoličniji je proizvod koji ima veće učešće jeftinijih procesa rada.

O navedenim pokazateljima tehnologičnosti mora se voditi računa pri razvoju proizvoda, kako bi se osvojio maksimalno tehnoličan proizvod. U opštem slučaju analiza tehnologičnosti se može obuhvatiti:

- **analizu tehnologičnosti celokupnog programa proizvodnje,** da bi se dobila slika o pojedinim pokazateljima tehnologičnosti za celokupan program proizvodnje i eventualno donele odluke o merama koje treba sprovesti da bi se tehnologičnost poboljšala,
- **analizu tehnologičnosti određenog proizvoda,** da bi se dobila slika o pojedinim pokazateljima tehnologičnosti za taj proizvod i izvelo upoređenje sa sličnim proizvodima drugih proizvođača i eventualno donele odluke o merama koje treba sprovesti na proizvodu da bi se tehnologičnost poboljšala,
- **analizu tehnologičnosti određenog elementa proizvoda** (sklopa ili pojedinačnog dela), da bi se dobila slika o tome koliko je element pogodan za izradu (montažu ili obradu) i eventualno donele odluke o merama koje treba sprovesti na elementu da bi se tehnologičnost poboljšala.

Poglavlje 2

STRUKTURA PROCESA PROIZVODNJE U PREDUZEĆU

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

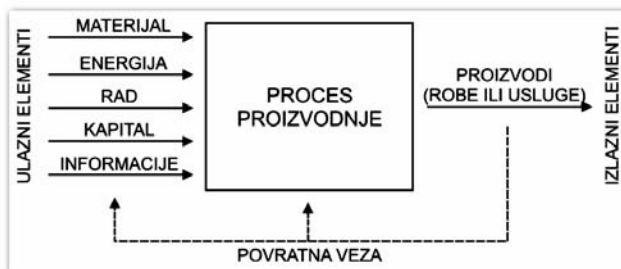
- Razumete strukturu procesa proizvodnje u proizvodnom preduzeću.
- Shvatite osnovne tipove procesa proizvodnje i pružanja usluga.
- Objasnite savremene prilaze u realizaciji proizvodnje.
- Razumete osnovne karakteristike procesa proizvodnje.



2.1. UVOD U PROCES PROIZVODNJE U PREDUZEĆU

Proces proizvodnje je osnovni proces u preduzeću kojim se obezbeđuje obavljanje osnovne delatnosti preduzeća - dobijanje proizvoda ili usluga. Za proces proizvodnje se u potpunosti može prihvatiti opšta definicija procesa, preuzeta iz standarda ISO 9000: *Proces je skup međusobno povezanih i međusobno delujućih aktivnosti koji pretvara ulazne elemente u izlazne* [4,9, 17,22,23,29,30,31,34].

Na slici 2.1 prikazan je proces proizvodnje kao proces pretvaranja ulaznih elemenata u izlazne. U ulazne elemente spada sve ono što je potrebno za obavljanje procesa proizvodnje: materijal (ulazne sirovine, gotove komponente), energija (električna, gas, komprimovani vazduh, para), rad (mašina i ljudi), kapital (finansijska sredstva) i informacije (dokumentacija za proizvodnju), a izlazni elementi su određene vrste proizvoda (hardverski, procesni, softverski proizvodi ili usluge), kao rezultat procesa proizvodnje.



Slika 2.1. Proces proizvodnje kao proces transformacije

Krajnji cilj upravljanja tehnologijom u preduzeću može se pretočiti u više podciljeva, a najčešći su:

- ostvarenje **efikasnosti** tehnologije koja se u preduzeću nalazi,
- ostvarenje **efektivnosti** tehnologije koja treba da obezbedi proizvode za kojima postoji realna tražnja na tržištu.

Ostvarenje efikasnosti tehnologije ogleda se u nastojanju da se tehnologija u primeni u preduzeću učini što racionalnijom i produktivnijom, što se ostvaruje neprekidnim organizacionim i upravljačkim delovanjem na tehnološke sisteme, procese i operacije. Jednostavno, u preduzeću se teži da se sa postojećom tehnologijom uz što niža ulaganja ostvare što veći rezultati.

Cilj ostvarenja efektivnosti tehnologije znači da se tehnologijom u preduzeću upravlja tako da ona bude delotvorna u smislu onoga što kupci traže. Neka tehnologija može se učiniti veoma efikasnom – sa visokokvalitetnim proizvodima, niskih troškova, a da pri tom takva tehnologija nije efektivna.

Uzroci neefektivnosti tehnologija mogu se tražiti u dva slučaja:

- nedovoljno izraženoj tražnji za proizvodima te tehnologije na tržištu,
- postojeća tehnologija je zastarela, prevaziđena, da se na tržištu javljaju novi proizvodi konkurenata koji čine postojeću tehnologiju nedelotvornom.

Ukoliko se upravlja tehnologijom uvažavajući krajnji cilj, ostvarenje efektivnosti, podrazumeva i zadovoljavajući nivo efikasnosti te tehnologije. Ova dualnost ciljeva upravljanja tehnologijom u preduzeću tumači se i kao konfliktnost, "dilema" tehnologije ili "suprotstavljanje efikasnosti i inovativnosti" u preduzeću. Promene u organizaciji uslovljene tehnologijom mogu se podeliti na:

- stvaranje mogućnosti da se u organizaciji radi ono što se ranije nije radilo,
- mogućnosti da se isti posao obavlja na efikasniji način.

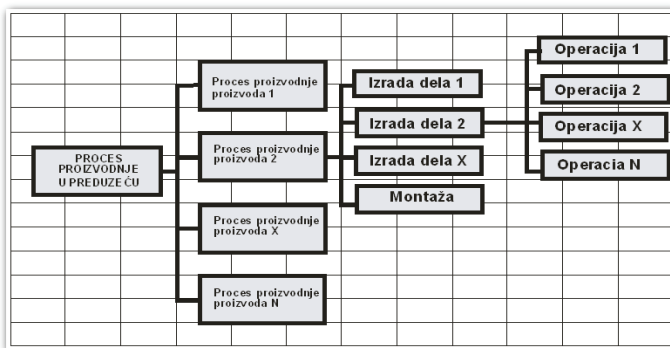
Nova tehnologija se u organizaciji strateški koristi:

- kod kreiranja (ili prvog prodora) novog tržišta proizvoda, potpuno nove ponude,
- radi veće diverzifikacije, obezbeđivanja različitih usluga ili poboljšanja usluga kupcima,
- radi lakše i preciznije komunikacije sa dobavljačima i kupcima,
- radi skraćenja vremena pripreme i ciklusa nabavka – prodaja.

2.2. STRUKTURA PROCESA PROIZVODNJE U PROIZVODNOM PREDUZEĆU

Kod proizvodnih preduzeća osnovna transformacija u procesu proizvodnje je pretvaranje ulaznih materijala u gotove proizvode (robe), uz korišćenje energije, rada, kapitala i informacija [29,30,31,34].

Ako preduzeće proizvodi više različitih proizvoda, celokupan proces proizvodnje u tom preduzeću se može posmatrati kao skup više pojedinačnih procesa koji se odnose na pojedine proizvode iz programa proizvodnje tog preduzeća.



Slika 2.2. Struktura procesa proizvodnje u proizvodnom preduzeću

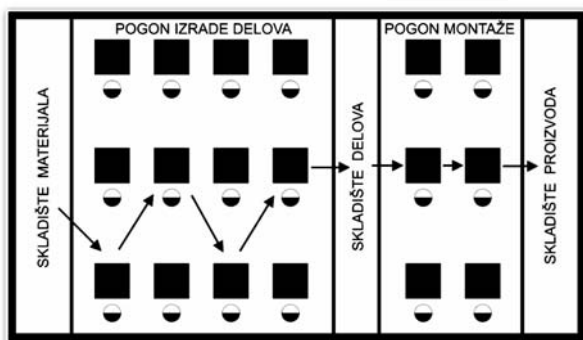
Dalje, proces proizvodnje nekog proizvoda (koji se sastoji iz sastavnih elemenata -delova) se može posmatrati kao skup više procesa:

- *procesa izrade pojedinačnih elemenata - delova*; ovi procesi spadaju u procese obrade;

- *procesa sastavljanja pojedinačnih elemenata u sklopove i ceo proizvod; ovi procesi spadaju u procese montaže.*

Svaki pojedinačni proces, i montaže i obrade, sastoji se iz delova procesa koji se nazivaju operacijama. Pod **operacijom** se podrazumeva zaokruženi deo procesa na predmetu (proizvodu, sklopu ili delu), koji se obavlja na jednom radnom mestu. Saglasno navedenom, celokupan proces proizvodnje u nekom proizvodnom preduzeću može se predstaviti kao na slici 2.2 [4,9, 17,22,23,29,30,31,34].

Fizički, proces proizvodnje se obavlja u organizacionom delu koji se najčešće naziva proizvodni pogon. Izgled jednog proizvodnog pogona prikazan je na slici 2.3. Proizvodni pogon čine radna mesta (označena kvadratom), opremljena sredstvima rada i čovekom kao izvršiocom.



Slika 2.3. Izgled proizvodnog pogona preduzeća

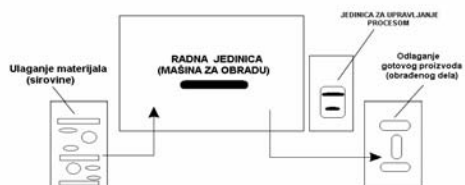
Na slici je prikazan primer dobro postavljenog proizvodnog pogona u kom se celokupan proces proizvodnje obavlja u progresivnom toku, na relaciji skladište materijala - pogon izrade delova - skladište delova - pogon montaže - skladište proizvoda. Pri tome svaki pojedinačni deo ima svoj proces izrade koji ide od skladišta materijala, pa preko pojedinih radnih mesta na kojima se obavljaju neophodne operacije, do skladišta delova. U skladište delova, osim prethodno izrađenih delova u pogonu izrade delova, ulaze i nabavljeni delovi - kupljena gotova roba i delovi proizvedeni kod kooperanata. U pogonu montaže se, nakon uzimanja svih neophodnih delova iz skladišta delova, obavlja sastavljanje proizvoda i predaja u skladište proizvoda.

Radno mesto je osnovni deo proizvodnog pogona. Radno mesto je opremljeno potrebnim sredstvima rada, a na njemu radi jedan ili više izvršilaca. Pod **sredstvima rada** podrazumevaju se sva sredstva postavljena na radnom mestu koja služe za izvođenje određene operacije:

- **tehnološki sistem** (obradni ili montažni), koji prihvata predmet i ostala sredstva rada i omogućava neophodna kretanja u toku operacije; sastoji se (slika 2.4.) iz:
 - osnovne radne jedinice (mašine ili uređaja), koja ostvaruje potrebna kretanja i nosi ostale elemente,
 - upravljačkih komponenti, kojima se naredbe od strane izvršioca ili računara prenose na izvršne organe osnovne radne jedinice,

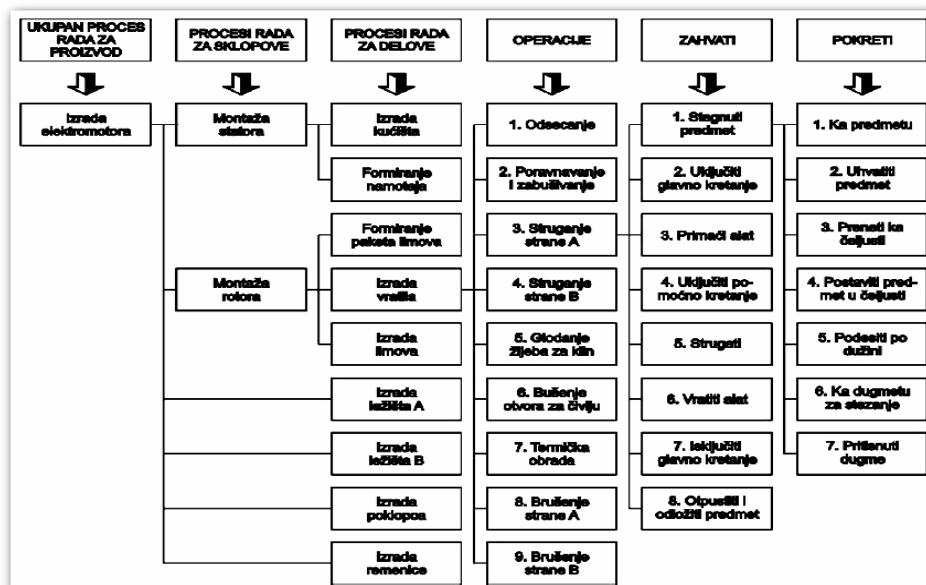
- uređaja za ulaganje i odlaganje, koji dovode predmet u položaj za stezanje na osnovnoj radnoj jedinici i odvođe sa osnovne radne jedinice,
- **alati**, koji se koriste za neposredne zahvate obrade ili montaže u okviru operacije,
- **pribori**, koji se koriste za pozicioniranje i stezanje predmeta i alata na osnovnu radnu jedinicu.

Najčešće radno mesto i dobija naziv po osnovnoj radnoj jedinici - mašini, na primer strug ili bušilica. Upravljačka jedinica može da bude na samoj mašini ili kao posebna jedinica - komandni ormar. Uređaji za ulaganje i odlaganje takođe mogu da budu u sastavu mašine ili kao posebni elementi (palete, kose ravne, vođice i slično).



Slika 2.4. Osnovni elementi tehnološkog sistema

Operacije se dalje mogu raščlaniti na posebne celine, koje se nazivaju zahvati [29,30,31,34].

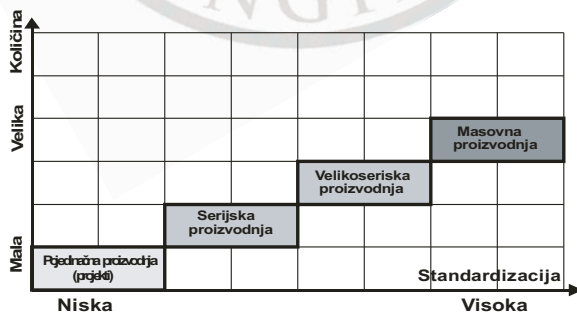


Slika 2.5. Struktura procesa izrade elektromotora

Zahvat predstavlja svaki zaokruženi poseban deo operacije. Zahvati se dele na:

- **osnovne zahvate**, koji predstavljaju delove operacije neposredno vezane

- **pomoćne zahvate**, koji predstavljaju delove operacije koji nisu neposredno vezani za obradu (montažu) predmeta, ali su neophodni za izvršenje operacije; u ove zahvate spadaju: ulaganje i odlaganje predmeta ili alata, stezanje i otpuštanje predmeta ili alata, primicanje i odmicanje alata, pomeranje predmeta u toku operacije itd.



porudžbini kupca - naručioca (projektni biro, građevinska preduzeća, zanatlijske radnje, alatnice, servisirske radionice itd.). U ovaj tip proizvodnje spadaju projekti, odnosno veliki i skupi proizvodi koji se izrađuju po ugovoru sa naručiocem (građevinski objekti, brodovi, avioni, specijalna postrojenja) i proizvodnja specijalnih proizvoda, odnosno proizvoda koji nisu u standardnoj ponudi preduzeća, npr. šivenje garderobe, izrada obuće po zahtevu, izrada specijalnog alata, kao i drugi slični radovi. Ako isključimo projekte, kao posebnu vrstu proizvoda, osnovne karakteristike pojedinačne proizvodnje su:

- lansira se jedan (ili nekoliko komada) proizvod i to tek kada je poručen,
- sredstva rada su fleksibilna i univerzalna (da mogu da se koriste za širok asortiman različitih proizvoda),
- standardizacija postupaka rada je na veoma niskom nivou (pošto je svaki proizvod praktično nov, malo se postupaka u realizaciji proizvoda može unapred definisati, odnosno velik je nivo improvizacije),
- podela rada je na niskom nivou (često jedan izvršilac obavlja sve aktivnosti u realizaciji proizvodnje - i definisanje karakteristika proizvoda, i projektovanje proizvoda i tehnologije rada, i samu izradu proizvoda),
- osposobljenost izvršilaca je na veoma visokom nivou (jedan izvršilac obavlja sve poslove ili velik deo poslova u realizaciji proizvoda; alatničari koji izrađuju specijalne alate, krojačke ili obućarske zanatlije moraju da budu najsposobniji u svojoj struci).

Serijska proizvodnja se odnosi na proizvodnju manjih serija istog proizvoda (nekoliko desetina, nekoliko stotina, pa i nekoliko hiljada proizvoda u seriji). Ovakav tip proizvodnje se pojavljuje kod preduzeća koja u svom programu proizvodnje imaju širok asortiman različitih proizvoda sa relativno malim količinama. Primeri serijske proizvodnje su pekare, mašinske radionice za izradu delova ili proizvoda u manjim serijama, obrazovanje, pravljenje nameštaja i slično. Osnovne karakteristike serijske proizvodnje su:

- lansira se serija proizvoda (ili šarža) i serija prolazi kroz ceo tok proizvodnje,
- sredstva rada treba da su dovoljno fleksibilna i univerzalna, a ne moraju da budu naročito produktivna (da mogu da se koriste za širok asortiman različitih proizvoda),
- standardizacija postupaka rada je na višem nivou (sam proizvod i tehnologija su već osvojeni),
- podela rada je na višem nivou (proizvod u svom procesu proizvodnje prolazi kroz različite operacije, a svaku operaciju obavlja drugi izvršilac na svom radnom mestu),
- osposobljenost izvršilaca je na relativno visokom nivou (jedan izvršilac obavlja određenu vrstu operacije, ali mu dolaze veoma različiti proizvodi, pa mora da ima šira znanja).

Velika serijska proizvodnja se odnosi na proizvodnju velikih količina određenih proizvoda (nekoliko hiljada, desetina hiljada ili čak stotina hiljada proizvoda u seriji). Ovakav tip proizvodnje se pojavljuje kod preduzeća koja u svom programu proizvodnje imaju relativno uzak asortiman proizvoda sa velikim količinama, obično za nepoznatog kupca. Tražnja na tržištu je uglavnom stabilna. U proizvode, koji su rezultat ovakve proizvodnje, spadaju automobili, televizori, kućni

aparati, računari i većina robe široke potrošnje. Osnovne karakteristike veliko serijske proizvodnje su:

- lansira se serija proizvoda (ili šarža) i serija prolazi kroz ceo tok proizvodnje,
- sredstva rada su produktivna i na visokim nivou mehanizacije i automatizacije, a ne moraju da budu fleksibilna (naglasak je na što bržoj realizaciji proizvodnje zbog velikih količina),
- standardizacija postupaka rada je na visokom nivou (sam proizvod i tehnologija su već osvojeni, dokumentacija za proizvodnju je detaljna),
- podela rada je na visokom nivou (proces proizvodnje je raščlanjen na još više operacija, a pojedine operacije su još prostije da bi takt proizvodnje bio kraći),
- osposobljenost izvršilaca je na nižem nivou (jedan izvršilac obavlja određenu vrstu operacije, uvek na istom ili veoma sličnom proizvodu, pa ne mora da ima šira znanja).

Masovna proizvodnja se odnosi na proizvodnju veoma velikih količina jednog ili nekoliko različitih proizvoda (nekoliko stotina hiljada ili nekoliko miliona jedinica). Ovakav tip proizvodnje se pojavljuje kod preduzeća koja u svom programu proizvodnje imaju jedan ili nekoliko proizvoda sa veoma velikim količinama, obično za nepoznatog kupca. Ovakva preduzeća su izgrađena za određeni proizvod i proizvode ih tokom cele godine (rafinerije nafte, cementare, šećerane, hidro i termoelektrane itd.). Osnovne karakteristike masovne proizvodnje su:

- proizvodnja je neprekidna i proces traje 24 časa neprekidno,
- sredstva rada su namenska (namenjena samo za određeni proizvod), veoma produktivna i na veoma visokom nivou automatizacije,
- standardizacija postupaka rada je na veoma visokom nivou (sam proizvod i tehnologija su već osvojeni, dokumentacija je veoma detaljna – postoje detaljne procedure i uputstva za rad i održavanje svakog postrojenja),
- podela rada je na veoma visokom nivou (proces proizvodnje je raščlanjen na još više operacija, a pojedine operacije su još prostije da bi takt proizvodnje bio kraći),
- osposobljenost izvršilaca je na niskom nivou.

2.4. SAVREMENI PRILAZI U REALIZACIJI PROIZVODNJE

Različit je način realizacije procesa proizvodnje od preduzeća do preduzeća i od proizvoda do proizvoda [29,30,31,34]. Principijelno, postoje dva osnovna prilaza, koja su suštinski različita, ali su skoro ravnopravno prisutna:

- sistem vučenja (pull sistem),
- sistem guranja (push sistem).

U nastavku su data objašnjenja za oba ova sistema, odnosno prilaza.

2.4.1. Sistem vučenja

Ovaj način je u potpunosti okrenut zahtevima tržišta ("vuče" podatke sa tržišta) i u osnovi ima prilaz u sledećem: *Proizvodiću samo ono što mogu da prodam*. Prilaz se zasniva na tome da se kreće od prodaje, odnosno da se proizvodnja planira na

osnovu zahteva tržišta, bilo da se radi o neposredno ugovorenim poslovima ili čvrsto zasnovanim predviđanjima. Opravdanje za ovakav prilaz je da je neekonomično proizvoditi gotove proizvode za tzv. lager, odnosno proizvode za koje se ne zna da li će se prodati.

Funkcija prodaje prima zahteve kupaca, preispituje zahteve, obavlja poslove vezane za izradu ponude (zajedno sa funkcijom razvoja ili pripremom proizvodnje) i poslove ugovaranja proizvodnje proizvoda za kupce. Na osnovu ugovorenih poslova, ali i eventualnih predviđanja potreba tržišta, funkcija prodaje dostavlja funkciji proizvodnje **nalog za proizvodnju** određenih proizvoda u određenom periodu (za naredni mesec, za narednu nedelju).

Funkcija pripreme proizvodnje (operativna priprema), na osnovu naloga funkcije prodaje, obavlja poslove planiranja i pripreme proizvodnje. **Plan proizvodnje** je osnovni planski dokument za realizaciju proizvodnje i može se, zavisno od vrste preduzeća i vrste proizvoda, praviti za različit planski period (nedelju, mesec, kvartal, godinu). Pre uvrštavanja proizvoda u plan proizvodnje (za mesec ili nedelju), vrši se provera raspoloživih resursa za proizvodnju: ulaznih materijala (sirovina), sredstava rada (mašina, alata i sl.) i učesnika u procesu.

Za nedostajuće materijale funkcija pripreme proizvodnje daje nalog funkciji nabavke da ih nabavi. Za nedostajuće eventualne alate i pribore organizuje se njihova izrada ili nabavka. **Funkcija nabavke** obezbeđuje potrebne materijale, alate i pribore i prima ih na osnovu unapred definisanog postupka prijema i uz eventualnu ulaznu kontrolu, ako je predviđena za konkretan materijal, alat ili pribor. Ulaznu kontrolu obavlja **funkcija prijemnog kontrolisanja**.

Proizvodnja se realizuje prema utvrđenom planu proizvodnje, a nakon obezbeđenih potrebnih resursa za proizvodnju. Funkcija pripreme proizvodnje lansira proizvodnju izdavanjem pogonske dokumentacije funkciji proizvodnje: radnog naloga, radnih listi i trebovanja.

Radni nalog je osnovni dokument kojim se lansira i prati proizvodnja pojedinačnog proizvoda. Radni nalog sadrži osnovne podatke o proizvodu koji treba proizvesti (naziv, oznaka, količina, rokovi), kao i o redosledu operacija koje treba obaviti. Radni nalog se koristi za praćenje dokle se stiglo u procesu proizvodnje, a ujedno služi kao nosilac troškova proizvodnje.

Funkcija proizvodnje realizuje proces proizvodnje proizvoda na osnovu radnog naloga za taj proizvod, pri čemu se verifikacija pojedinih operacija vrši na unapred definisan način. Verifikaciju pojedinih operacija obavlja **funkcija kontrole u toku procesa**, koja organizaciono može pripadati ili proizvodnji ili zasebnoj organizacionoj celini (funkciji kontrole kvaliteta). Za izvođenje pojedinih operacija na pojedinačnim radnim mestima mogu se izdavati (a i ne moraju) **radne liste**. Radne liste se kasnije koriste za evidentiranje obavljenih poslova za pojedine učesnike u procesu.

Pre startovanja procesa proizvodnje, funkcija proizvodnje obavlja izuzimanje potrebnih materijala, alata i pribora iz odgovarajućih skladišta putem **trebovanja**. Trebovanje predstavlja dokument kojim se zadužuju - razdužuju pojedine organizacione celine materijalom, alatom i priborom. Proces proizvodnje se obavlja po **dokumentaciji za proizvodnju (tehnoškoj dokumentaciji)** za taj proizvod, koja treba da sadrži sve neophodne podatke vezane za način izvođenja pojedinih operacija. Proces proizvodnje za određeni proizvod je završen kada su obavljene i verifikovane sve operacije naznačene na radnom nalogu. Gotove proizvode funkcija

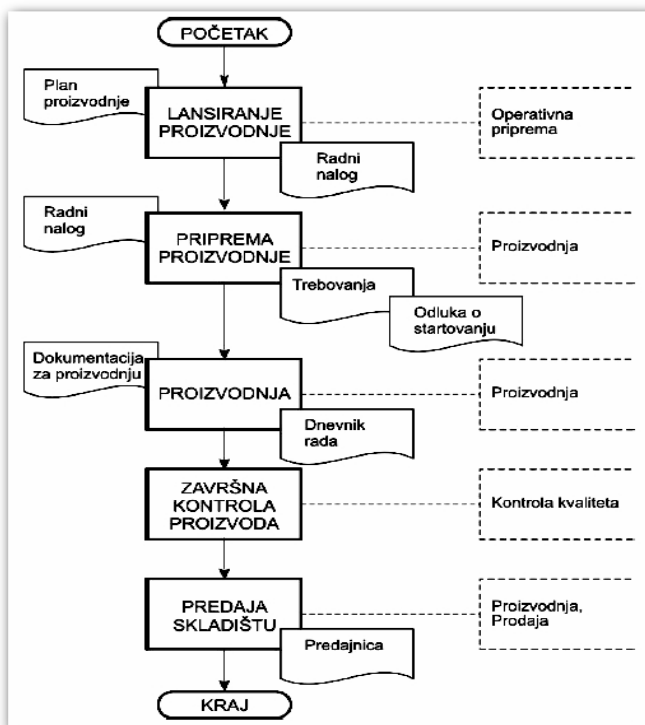
proizvodnje predaje u skladište gotovih proizvoda, koje obično pripada funkciji prodaje. Verifikaciju gotovih proizvoda vrši **funkcija završnog kontrolisanja**. Predaja se vrši putem posebnog dokumenta – **predajnice** proizvoda.

Otpremu proizvoda kupcu obavlja funkcija prodaje preko skladišta gotovih proizvoda, uz obavljanje eventualnih operacija pakovanja i uz odgovarajući dokument - **otpremnicu**. Sistem vučenja je mnogo fleksibilniji od sistema guranja, koji je opisan u nastavku, ali je mnogo komplikovaniji u realizaciji.

2.4.2. Sistem guranja

Ovaj način je okrenut sopstvenim mogućnostima (ono što proizvedem "guraću" tržištu) i u osnovi ima prilaz u sledećem: *Proizvođiću ono za šta imam kapacitete, a trudiću se da to i prodam*.

Polazi se od toga da preduzeće ima instalirane kapacitete za proizvodnju određenih proizvoda i da se u realizaciji procesa proizvodnje polazi od unapred donetog plana proizvodnje, najčešće utvrđenog na osnovu raspoloživih kapaciteta. Ovakav prilaz koriste veliki proizvodni sistemi - proizvodnja i distribucija električne energije, gasa, vode itd. Takođe, veliki broj preduzeća čiji proizvodi spadaju u procesne proizvode (na primer: derivati nafte, šećer, cement, itd.) primenjuju ovaj prilaz.



Slika 2.7. Dijagram toka realizacije procesa proizvodnje sistemom guranja

Sistem guranja, kao način realizacije procesa proizvodnje, je prikazan dijagramom toka na slici 2.7. i opisan u nastavku. Kod ovog sistema, sve se može unapred isplanirati i sa te strane je on mnogo jednostavniji za realizaciju od sistema vučenja [29,30,31,34]

. Proizvodnja se lansira na osnovu unapred utvrđenog plana (godišnji plan, razbijen po mesecima, na primer) izdavanjem radnog naloga, kojim se definiše koji proizvod treba proizvesti i uolikoj količini. S obzirom da se sve unapred planira, prethodno je već obavljena nabavka svih potrebnih materijala, tako da se odmah kreće na pripremu proizvodnje. Na osnovu radnog naloga, proizvodnja vrši pripremu proizvodnje: trebovanje materijala, podešavanje mašina - postrojenja, eventualnu probu procesa i kada je sve spremno donosi se odluka o redovnoj proizvodnji. Proizvodnja se obavlja po dokumentaciji za proizvodnju (tehnološkoj dokumentaciji), pri čemu se obavlja među fazna kontrola ili proizvoda ili parametara procesa.

Na kraju procesa, proizvodi se završno kontrolišu i predaju u skladište. Vrlo čest slučaj je da se nakon završetka procesa obavlja bilansiranje proizvodnje, odnosno izveštavanje o utrošenim materijalima i realizovanim proizvodima.

Poglavlje 3

TEHNOLOŠKI RAZVOJ I MENADŽMENT TEHNOLOGIJAMA

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Shvatite pojam i karakteristike tehnologije.
- Razumete uticaj tehnološkog razvoja na odnos čoveka društva i tehnologija.
- Planirate inovacionu delatnost.
- Objasnite životni ciklus tehnologije.
- Razumete menadžment tehnologijama.



3.1. POJAM I KARAKTERISTIKE TEHNOLOGIJE

U svakodnevnom, stručnom i naučnom razgovoru često se koristi pojam tehnologija. Sadržaj ovog pojma je doživeo evoluciju tako da zavisno od oblasti rada, ugla posmatranja, perioda u kome se koristio i drugih aspekata ima više različitih, često suprostavljenih značenja. Izvorno značenje potiče od reči *tehnos* (veštine) i *logos* (znanje, um, umeće), što kovanici **tehnologija** daje značenje znanje o veštinama, odnosno načinu realizacije određenog zadatka. Već primena ove početne definicije na različite oblasti unosi dosta konfuzije, tako da neki autori govore o tehnologiji kao zagonetki i globalnom rešenju za sve izazove. Neki autori, u nemogućnosti da je precizno definišu, je porede sa lepotom koja je dominantno subjektivna karakteristika [1,3, 5,21,23].

U opštem slučaju tehnologija ima dva osnovna aspekta i to:

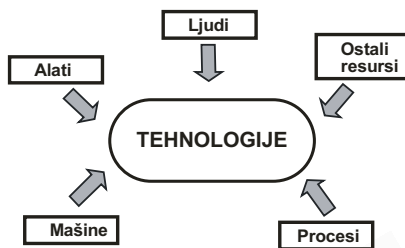
- nosioce tehnologije (određene resurse),
- svrhu.

U mnoštvu različitih definicija autori izdvajaju osam karakterističnih:

- Tehnologija obuhvata angažovanje ljudi, alata, mašina, procesa i ostalih resursa u cilju rešavanja određenog problema ili povećanja mogućnosti određenog sistema.
- Tehnologija podrazumeva sredstva i postupke pomoću kojih se određenom proizvodu u proizvodnom ciklusu povećava vrednost. U tom smislu NC tehnologija podrazumeva primenu NC mašina i odgovarajućih postupaka za njihovo programiranje, upravljanje i održavanje.
- Tehnologija je neposredan proces proizvodnje materijalnih dobara.
- Tehnologija obuhvata postojeću opremu i metode proizvodnje.
- Tehnologija predstavlja sistematsku primenu središnjeg znanja na praktične aktivnosti, a posebno proizvodnju.
- Bez tehnologije nema sredstava za rad kao provodnika čovekovog dejstva na predmet rada.
- Tehnologija ima osnovni zadatak da rešava među dejstva sredstava za rad i materijala.
- Tehnologija je skup znanja o fizikalnim, hemijskim i drugim postupcima obrade i prerade sirovina, poluproizvoda i prerađevina u proizvodnji.

Iz ovih definicija sledi da se pod tehnologijom najčešće podrazumevaju proizvodne tehnologije. Vrlo često se koriste i definicije koje u prvi plan stavljaju tehničku stranu tehnologije (mašine, alati), a zapostavljaju metode i uslove njene primene u konkretnim proizvodnim uslovima. Na slici 3.1. prikazan je aspekt tehnologije sa interakcijom ljudi sa postojećim znanjima, iskustvom i motivacijom za

korišćenje tehnologija i ostale resurse koji obuhvataju sve procedure i organizacione forme.

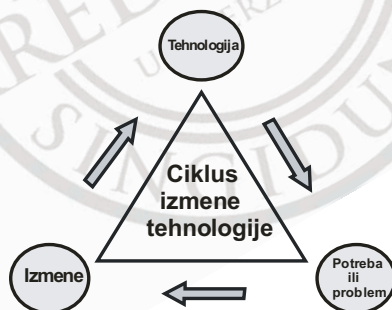


Slika 3.1. Osnovni aspekti tehnologija

Ako se tehnologija posmatra u širem smislu, mogu se izdvojiti sledeći karakteristični primeri tehnologija:

- tehnologija obrade metala rezanjem,
- tehnologija obrazovanja,
- tehnologija ugovaranja,
- tehnologija održavanja opreme,
- tehnologija precizne kontrole,
- NC tehnologija itd.

Savremeni život se ne može zamisliti bez mnogih tehnoloških rešenja i novih tehnologija koje se stalno usavršavaju. Značaj tehnologija je u tome što svojim razvojem izaziva stalne promene, slika 3.2. Najbolji primer za to je usavršavanje transporta.



Slika 3.2. Ciklus izmene tehnologija

Tehnologija je toliko značajna da se ne sme prepustiti tehnolozima, već u njenom dizajniranju i primeni moraju učestvovati političari, etičari, psiholozi, sociolozi i drugi, a sve više, zbog posledica na životnu sredinu, šira društvena zajednica.

Kada se pomene reč **tehnologija** nameću se dva aspekta. Prvi aspekt se odnosi na naučna istraživanja, inženjering ili istraživanje i razvoj (R&D). Drugi aspekt se odnosi na sposobnost da se realizuje zadatak. Ovaj aspekt je toliko značajan da se kod mnogih autora sreće definicija da je tehnologija "znanje kako se rade stvari". Ako se ova radna definicija proširi koristeći sistemski pristup, dolazi se do šire radne

definicije: "tehnologija je sistem pomoću koga društvo zadovoljava svoje potrebe i želje". Iako je ova definicija prilično umirujuća i na prvi pogled suviše uopštena, njena širina omogućuje da se na osnovu iste, precizno definišu sadržaji različitih tehnologija.

Pri tome se polazi od spektra ljudskih aktivnosti u domenu kreiranja i realizacije, slika 3.3.



Slika 3.3. Prostor kreiranja i realizacije

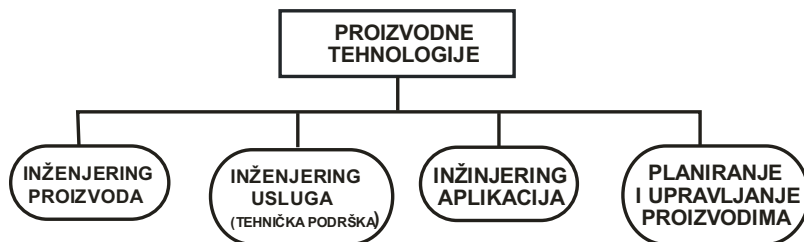
Veza (interfejs) između procesa kreiranja i realizacije je prikazana kao barijera, što, nažalost, postoji kod većine organizacija. Kroz savremeni pristup konkurentnog inženjerstva i menadžmenta tehnologijama, ova barijera se delimično ili potpuno uklanja. Sa prethodne slike može se uočiti fragmentacija prostora, što utiče na specijalizaciju učesnika u ovom procesu i, sa druge strane, potrebu za integracijom u cilju povećanja efektivnosti i efikasnosti razvoja i primene tehnologija. To znači da se mora napustiti pristup izolovanih pojedinaca i specijalizovanih organizacija i ovaj prostor integrisati kao na slici 3.4.

STVARANJE (KREIRANJE)	REALIZACIJA I PROŠIRENJE
NOVIH MOGUĆNOSTI	NOVIH I POSTOJEĆIH MOGUĆNOSTI

Slika 3.4. Nova dimenzija kreiranja i realizacije

U ovom prostoru u svetlu novih dimenzija posebno se izdvajaju tehnologije proizvoda, tehnologije izrade i informacione tehnologije.

Komponente tehnologije proizvoda prikazane su na slici 3.5.



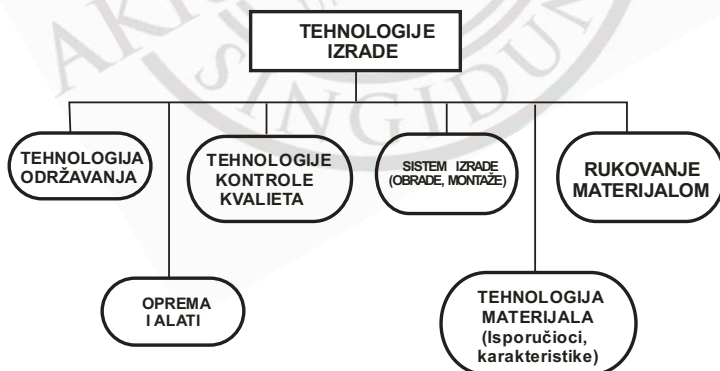
Slika 3.5. Komponente proizvodne tehnologije

Planiranje i upravljanje proizvodima treba da omogući identifikaciju zahteva i želja kupaca i, na osnovu toga, izradu specifikacije karakteristika proizvoda, sa analizom vrednosti, cene i profita. Ova funkcija je organizaciono često smeštena u marketing, ali je deo procesa inženjeringa proizvoda. Inženjering proizvoda pokriva celokupan spektar od razvoja novih znanja i novih i modifikovanih proizvoda do projektovanja proizvoda čijom proizvodnjom treba da se ostvare karakteristike i poslovne performanse (profit, kvalitet, itd.). Zbog toga se koriste mnoge metode, tehnike i alati, kao npr. simulacione tehnike, tehnike proračuna, CAD/CAM itd.

Inženjering aplikacija se odnosi na promociju proizvoda ili zadovoljenje individualnih zahteva kupaca kroz upravljanje varijacijama proizvoda. Ovaj proces se, takođe, organizaciono najčešće locira u marketingu, iako ima blisku vezu sa inženjeringom proizvoda.

Inženjering usluga se odnosi na tehničku podršku instaliranju, održavanju i popravci proizvoda posle prodaje, uključujući obuku korisnika, pripremu tehničke dokumentacije, skladištenje, analizu reklamacija, dijagnosticiranje na terenu itd.

Tehnologije izrade su najbliže inženjerima i tehnolozima i zbog toga oni najčešće pod tehnologijom podrazumevaju tehnologiju izrade. U opštem slučaju tehnologija izrade obuhvata komponente prikazane na slici 3.6.



Slika 3.6. Komponente tehnologije izrade

Tehnologija materijala obuhvata poznavanje procesa dobijanja materijala od kojih se izrađuju proizvodi, uključujući izbor i vrednovanje isporučilaca, načina fabrikacije i inovacija materijala itd.

Oprema i alati su ključna komponenta tehnologije izrade, jer se u cilju povećanja produktivnosti pri izradi proizvoda koriste različite vrste opreme (npr. mašina, uređaja, i sl.) i alata. Ovaj aspekt je u mašinstvu toliko značajan da je raniji pojam "tehnologija mašinogradnje" pretežno se odnosio na opremu i alate. Dodatno, zbog značaja opreme i alata, kao tehničkih sistema, ranije je kod mnogih autora postojao pristup da je tehnički sistem nadređen tehnološkom, tj. da tehničko rešenje diktira tehnološko rešenje. Ovo je tačno ako se polazi od postojeće opreme i alata. Pri tome se zaboravlja da su oprema i alati (tehnički sistem) koncipirani da bi se realizovao željeni zadatak, drugim rečima, određena tehnologija. Ovo je razlog što je vrlo malo tehničkih sistema toliko fleksibilnih da se mogu primeniti različite tehnologije.

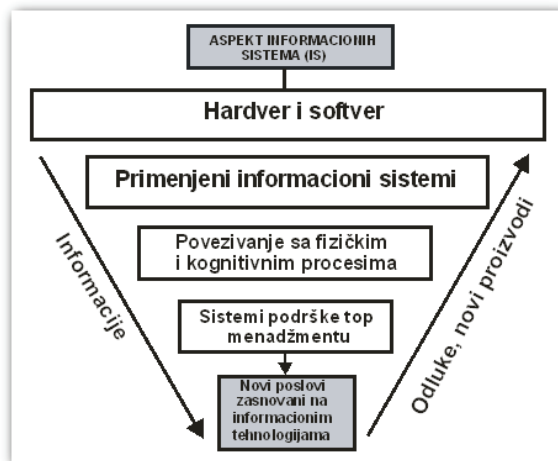
Rukovanje materijalom se odnosi na transport, skladištenje, ulaz i izlaz materijala iz pogona, a na mikro nivou dodavanje polufabrikata i "skidanje" i odlaganje izrađenog dela sa opreme.

Sistem izrade predstavlja integrisane obradne i montažne sisteme uz pomoć informacionog sistema i upravljanja snabdevanjem, proizvodnjom i kontrolom proizvodnje.

Tehnologija kontrole se odnosi na način kontrolisanja ulaznih komponenti (materijala i robe), procesa i izlaznih proizvoda kao rezultata procesa u cilju utvrđivanja da li su ostvarene projektovane karakteristike proizvoda.

Tehnologija održavanja treba da omogućiti kroz raspoloživost opreme, alata i prostora da bi se mogle realizovati aktivnosti izrade. Naglasak je na preventivnom održavanju i, u novije vreme, održavanju prema stanju opreme.

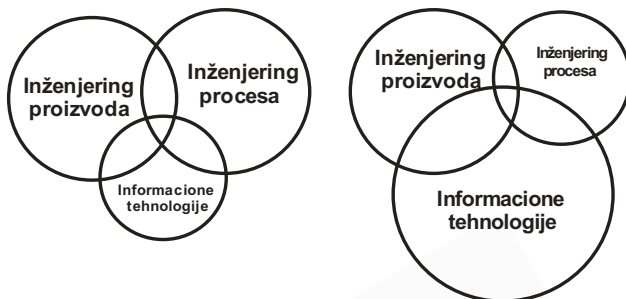
Informaciona tehnologija obuhvata aspekte prikazane na slici 3.7.



Slika 3.7. Aspekti informacionih sistema (IS)

Početna tačka za razvoj i primenu informacionih tehnologija je sagledavanje informacionih potreba i tehnički sistem (hardver i softver) koji to omogućuje. Na ovim osnovama razvijaju se i primenjuju odgovarajući informacioni sistemi (npr. IS za upravljanje proizvodnjom, IS za upravljanje nabavkom itd.) Na višem nivou je

povezivanje informacionih sistema sa fizičkim i kognitivnim procesima, iz čega proizilaze koncepti ekspertnih sistema, veštačke inteligencije itd.



Slika 3.8. Put ka integrisanju tehnologija: prethodno i buduće stanje

Za podršku top menadžmentu, gde dominiraju problemi sa nedovoljno polaznih podataka, razvijeni su sistemi EIS bazirani na teoriji DSS (Decision Support Systems). Na najvišem nivou su novi poslovi zasnovani na primeni savremenih informacionih tehnologija, ili nova organizacija ili kompletan reinženjering poslovnih procesa.

Suštinski zahtev prema informacionim tehnologijama, pored čuvanja, obrade, izveštavanja i sl., je zahtev za integrisanjem poslovnih procesa, a pre svega inženjeringa proizvoda i inženjeringa procesa, slika 3.8.

3.1.1. Životni ciklusi tehnologije proizvoda i procesa i strategija upravljanja

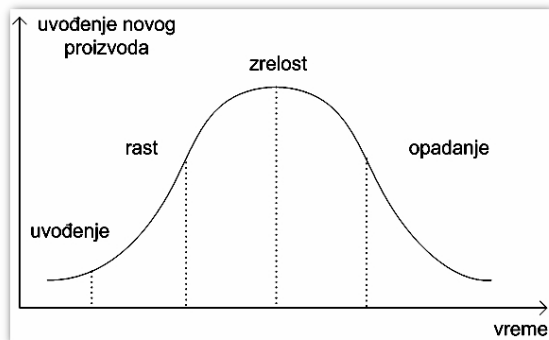
Krive tehnološkog progressa i životnog veka tehnologije i proizvoda, deo su analitičkih tehnika sa kojima savremeni menadžer može lakše da sagleda strateška pitanja upravljanja tehnologijom i da analizira posledice strateških odluka koje donosi.

Životni ciklus proizvoda predstavlja promenu prodaje i profita određene industrijske grane tokom dužeg vremenskog perioda. Najčešće se pominju četiri osnovne faze, slika 3.9.:

- uvođenje,
- rast,
- zrelost,
- opadanje.

U fazi uvođenja posmatra se pojava novog proizvoda na tržištu. Rast prodaje je u početku spor, da bi se vremenom tražnja za proizvodom izrazito povećala i prodaja počela naglo da raste. To se na kraju završava zasićenjem tržišta, tako da će prodaja dostići vrhunac u fazi zrelosti. Kada proizvod izgubi privlačnost za kupca, počinje faza opadanja u kojoj se prodaja smanjuje da bi konačno pala na nulu.

Životni ciklus (vek) tehnologije predstavlja apsolutnu učestalost inovacija proizvoda i procesa u proizvodnoj jedinici. Tehnološke inovacije predstavljaju inovacije proizvoda i inovacije procesa. Strateško upravljanje tehnologijom podrazumeva i određivanje stanja tehnoloških inovacija i odnosa između inovacija proizvoda i inovacija procesa.

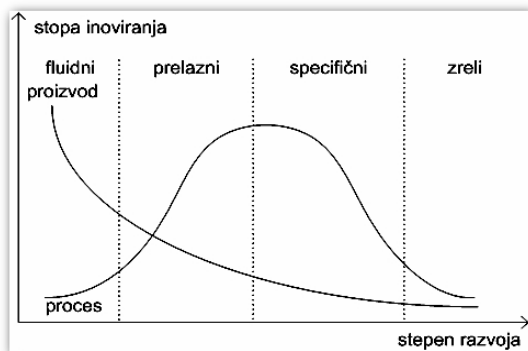


Slika 3.9. životni ciklus proizvoda

Ovim modelom se otkriva veza između proizvoda, procesa i tehnologija tokom životnog veka proizvodne jedinice. Razlikuju se četiri faze, slika 3.10. :

- fluidna,
- tranziciona,
- faza specifičnosti,
- faza zrelosti.

U početnoj, fluidnoj fazi inovacije proizvoda su dominantne jer još uvek je tržište nedovoljno određeno. U fazi tranzicije, naglo rastu inovacije procesa kao posledica jasno određenog zahteva u pogledu proizvoda koje se nametnulo na tržištu. To znači da se jasno izdvojio proizvod sa ključnim osobinama i cenom, koje su potrošači na tržištu spremni da kupe i tako su ga potvrdili. Dalje se može konkurisati cenom, boljim kvalitetom, što prirodno vodi ka naglašavanju značaja rastu inovacija na procesu. Kada inovacije procesa postanu dominantne u odnosu na inovacije proizvoda, smatra se da je proizvodna jedinica došla u specifičnu fazu. U ovoj fazi organizacija je sasvim definisana kroz jasne ciljeve i zadatke. Vremenom, iz ove faze prelazi se u fazu zrelosti kada inovacijska aktivnost u celini opada.



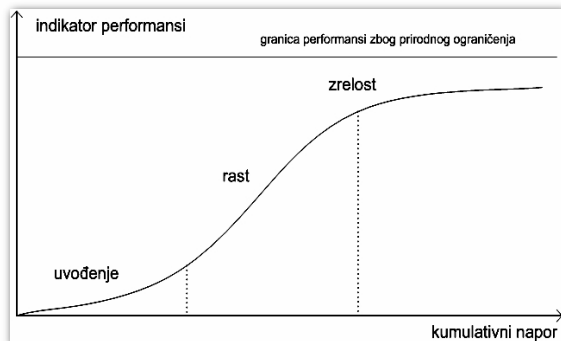
Slika 3.10. Zavisnost stope inoviranja i stepena razvoja

Tehnološka "S" kriva pokazuje promenu odgovarajućih sposobnosti tehnologije u odnosu na uložena sredstva (kumulativne investicije) za istraživanje i razvoj ili u

odnosu na vreme. Ova kriva se naziva još i S-krivom tehnološkog progresa, slika 3.11. Na krivoj se izdvajaju tri faze:

- faza nastanka,
- faza rasta,
- faza zrelosti.

U fazi nastanka, uloženi naponi završavaju se blagim porastom i unapređenjem sposobnosti tehnologije. Vremenom, daljim investiranjem u poboljšanje tehnologije, kada je kritična masa znanja akumulirana, nastupa nagli eksponencijalni rast. Fazu rasta prati faza zrelosti kada je poboljšanje usporeno.



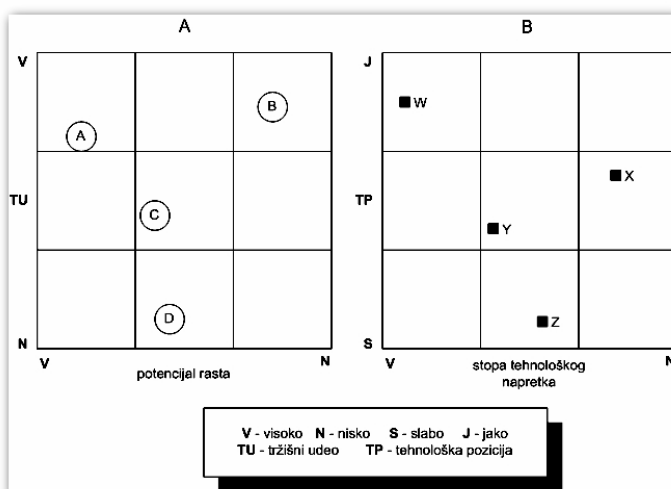
Slika 3.11. Tehnološka „S“ kriva

Neophodno je naglasiti da:

- jedna ista tehnologija se može naći na različitim mestima na tehnološkoj S-krivoj u zavisnosti od toga koji se od tehnoloških parametara te tehnologije posmatra;
- razmatra se rast tehnološke sposobnosti određenog parametra tehnologije, a ne tržišni prodor tehnologije koji je u suštini veoma sličan prodoru proizvoda i predstavljen životnim ciklusom proizvoda;
- kako bi tehnološka S-kriva mogla što kvalitetnije da se iskoristi u okviru strateškog upravljanja tehnologijom, treba nastojati da se tehnološke performanse prate s obzirom na promenu investicija koje su vremenom učinjene u određenu tehnologiju.

Posebnu pažnju treba posvetiti odabiru tehnološkog parametra koji se prati. Taj parametar bi morao da odražava zahteve tržišta u vezi sa specifičnom tehnologijom. Veoma je važno da tehnolozi identifikuju attribute proizvoda koje tržište zahteva i da ih potom dovedu u vezu sa tehnološkim parametrima koji se mogu kvantifikovati.

Da bi se bliže odredila konkurentna sposobnost preduzeća često se koristi matrični prikaz njegovih proizvoda, koji svaki za sebe predstavlja jednu poslovnu jedinicu, slika 3.12. Matrice su veličine 2x2 ili 3x3, a na osama su predstavljeni: učešće na tržištu i mogućnosti rasta. Slična analiza može da se uradi za portfolio tehničkih aktivnosti preduzeća, gde su ose: stopa tehničkog napretka i tehnološka pozicija. Združeno su predstavljeni potencijali rasta - tržišni udeo i stopa tehnološkog napretka – tehnološka pozicija. U slučaju A najpovoljnija je situacija A, a u slučaju B situacija W.



Slika 3.12. Matrice prikaz učešća na tržištu i mogućnost rasta

Tržišni portfolio predstavlja tekuće stanje i očekivani razvoj postojećih i budućih proizvoda na sadašnjem nivou znanja.

Tehnološki portfolio ukazuje na sposobnost i moć preduzeća u odnosu na potencijal neke tehnologije i obuhvata duži vremenski period.

Neophodno je kontinuirano praćenje svih novih mogućnosti da postojeća tehnologija ne bi došla u fazu zrelosti i zastarevanja, a da prethodno pravovremeno nisu uvedene neophodne promene i supstitucija novim tehnologijama. Jedna od najvažnijih strateških odluka vezanih za tehnologiju u preduzeću odnosi se upravo na određivanje trenutka i izbor nove tehnologije koja će da zameni postojeću.

Strateško upravljanje tehnologijom se zbog svih ovih razloga mora stalno baviti uravnoteženjem:

- napora usmerenih ka održavanju željenog nivoa efikasnosti postojećih tehnologija u praksi, i
- napora usmerenih ka zameni, supstituciji tih tehnologija.

Pravovremeno uočavanje, nabavka i usvajanje nove tehnologije dovešće do podudarnosti između trenutka zrelosti i opadanja stare i rasta nove tehnologije.

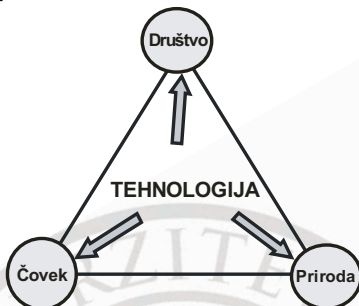
3.2. UTICAJ TEHNOLOŠKOG RAZVOJA NA ODNOS ČOVEKA DRUŠTVA I TEHNOLOGIJA

Prirodno je svojstvo čoveka da razvija sredstva za olakšavanje svog života. Pri ovome čovek je koristio svoju inteligenciju i kreativnost [1,21,23]. Zahtev za stalnim inovacijama je najdublja ljudska osobina. Tehnika je jedan izraz ove inovacije, ali ona ima vrednost samo zavisno od toga u koju svrhu je čovek koristi. Čovek samo određuje "dobro i loše" u vezi njenog uvođenja "for better or for worse". Postoji evolucija u

shvatanju pojma tehnologije koja je ranije isključivo posmatrana kroz procese u materijalnoj proizvodnji. Pojam tehnologije danas ima daleko širi smisao zahvaljujući:

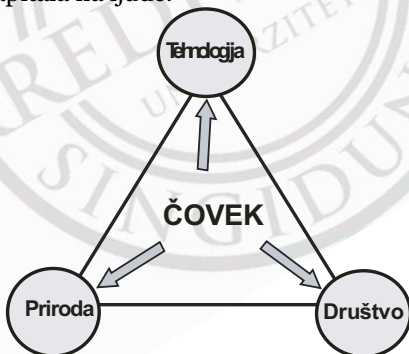
- njenom **prisustvu i delovanju u svim oblicima čovekove delatnosti**, u materijalnoj proizvodnji i van materijalne proizvodnje,
- efektima i **uticajima tehnologije na sve oblasti čovekovog života** i delovanja.

Na osnovu toga, tehnologija u odnosu na čoveka, društvo i prirodu zauzima centralno mesto, slika 3.13.



Slika 3.13. Odnos tehnologija, prirode, društva i čovek

Sa druge strane čovek je taj koji inicira naučno-istraživački rad, sprovodi ga, stvara nove tehnologije, primenjuje ih i krajnji je korisnik rezultata primene novih tehnologija, tako da logično sledi da su njegov značaj i uloga u tom odnosu primarni. **Čovek je u centralnoj ulozi, slika 3.14.** U tom smislu potrebno je da se skrene pažnja sa tehnologije i kapitala na ljude.



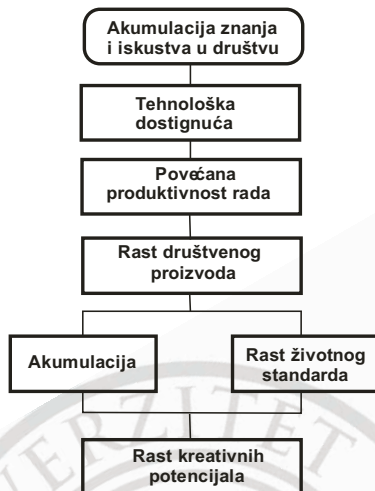
Slika 3.14. Centralna uloga čoveka u odnosu na tehnologije, prirodu i društvo

Kada je reč o odnosu društva i tehnologije situacija je sledeća: akumulacija znanja i iskustva u društvu utiče na tehnološka dostignuća, koja opet utiču na povećanje produktivnosti rada, što opet dovodi do povećanja društvenog bogatstva, slika 3.15. Ovo uvećano bogatstvo opet utiče na veću akumulaciju i rast životnog standarda, što zajedno utiče na uvećanje kreativnih potencijala.

Mogu se uočiti tri povezana zatvorena ciklusa:

- povećanje dohotka po stanovništvu: → rast tehnoloških dostignuća → veća produktivnost rada → rast dohotka.

- viši dohodak: → tehnološki napredak → rast dohotka.
- viši dohodak: → veća štednja stanovništva → tehnološki napredak.



Slika 3.15.

Odnos tehnologije i prirode ogleda se u stalnom naporu čoveka da uz pomoć tehnologije prirodu prilagođava svojim potrebama. Pri tome postoji neophodnost pravilnog korišćenja resursa i očuvanja životne sredine.

Tehnički pronalasci omogućili su prekid sa starim vremenima, izgradili su novim snagama i civilizacijama jedan put kojim se menjaju socijalne strukture i omogućuje istraživanje sveta. Oni su postali baza na kojoj su razvijeni oblici ljudskog zajedničkog života, oni su pretpostavka za bogatu i razvijenu kulturu.

Tehnološka revolucija ide dalje, postala je motor, i ljudi su je rado nesvesno uzeli kao bazu za stanje zdravlja i kao prihvatljivost života. Pre svega ljudi su se oslobodili straha. Oni ne misle o tome, da svaki napredak ima svoju cenu.

Psihološki je potpuno razumljivo da čovek počinje sa zadovoljavanjem važnih materijalnih potreba - kao jelo, stanovanje i odevanje. Tehnički napredak a sa njim i ekonomski zamah, bili su ključ da se može poslovati sa višim vrednostima.

Početkom 60-tih godina otpočeo je jedan ambivalentni stav (držanje) tehnike u odnosu na razvijanje; tehnika je bila podeljena na dobru i lošu:

- **Dobar tehnički napredak** je tamo gde je svakodnevni život učinjen prijatnijim (lista dela prijatnosti: automobil, motocikl, interkontinentalni let avionom, domaćinstva (budžet), stereo uređaja i televizora).
- **Loš je tehnički napredak** tamo gde čovek ne može ili neće uočiti prednosti za sebe (hemijaska industrija za preradu sirovina u polufabrikate, električne centrale i rafinerije itd.).

Neki od tehnoloških razvoja nisu više shvaćeni od mnogih ljudi a ovo posebno važi za nove bazne tehnologije.

Iz ovoga može nastati jedan mehanizam otpora prema tehničkom znanju jer tu količinu informacija koja se javi dodatno svake godine mogu jedva i eksperti savladati.

Neznanje laika će porasti sa većom brzinom koja odgovara opštem tehnološkom znanju ljudskog društva. Posledice ovoga su nelagodnost i strah. Čovek, doduše, očekuje od tehnike kao i pre da osigura "udobnosti" modernog života, ali joj čovek više ne veruje.

Kriza verovanja u tehnologiju koja danas obuhvata i veliku krizu društva izbrisana je sa porastom znanja o riziku koji je bez sumnje povezan sa tehnološkim napretkom. Tako znamo:

- čovek se ponašao vrlo neracionalno i neoprezno sa okolinom i prirodnim resursima,
- sirovine i nosioci energije nisu neograničeni, jeftini i nezavisni od političkih događaja),
- obim svetskog naoružanja sa visoko-tehničkim ratnim sistemima i ideološkim razlikama naroda dovodi do straha.

Sigurno će i u budućnosti biti potrebni specijalisti u tehničkim, ekonomskim i organizacionim oblastima, ali moramo uočiti međuzavisnosti, da je danas svaka kvalifikovana aktivnost integrisana u ukupni društveni "sistem". Samo tako mogu mladi ljudi učiti da aktivnosti i znanje ne služe samo tome da se zadovoljavaju sopstveni zahtevi, već donose dug svakog prema zajednici.

Inženjeri mogu ovde mnogo učiniti, oni mogu i moraju dati pomoć u okviru njihovih mogućnosti i znanja.

Nove tehnologije, zaposlenost i zapošljavanje

Razvojem tehnologije, kroz istoriju, menja se i uloga čoveka, karakter ljudskog rada koji je neophodan da bi se određena aktivnost mogla obaviti. Uticaj informacionih tehnologija na promene u oblasti kadrova mogu se posmatrati na dva nivoa:

- kroz uticaj na zaposlenost i zapošljavanje,
- kroz uticaj na kvalitet ljudskog rada, potrebnih kvalifikacija i promene u toj oblasti.

Promene koje izaziva nova tehnologija u oblasti kadrova odnose se na sledeće pojave:

- potrebu za sve višim kvalifikacijama zaposlenih;
- potrebu za prekvalifikovanjem, za dodatnim, dopunskim sticanjem novih kvalifikacija;
- potrebu za univerzalnijim kvalifikacijama usled potrebe za većom fleksibilnošću kadrova u organizaciji;
- skraćivanje radnog dana, nedelje uz povećanje udela slobodnog vremena zaposlenih;
- pomeranje čovekovih aktivnosti ka sve kreativnijim, složenim poslovima jer rutinske poslove i zadatke preuzimaju nove tehnologije;
- nastanak novog tipa radnog mesta koje nije nužno vezano za boravak u preduzeću.

Osnovni zahtevi u pogledu kvalifikacije i obuke kadrova za rad su:

- pitanje permanentnog obrazovanja kadrova, naročito onih vezanih za rad sa tehnologijom koja se intenzivno menja i razvija,
- njihov kvantitet kao ulaznog elementa tehnološkog sistema; problem zaposlenosti i zapošljavanja s jedne, i kvalifikaciona struktura kadrova, s

druge strane, opredeljuju usvajanje i uspešno funkcionisanje tehnologije u preduzeću.

Paradoks produktivnosti

Činjenica je da je došlo do **usporavanja rasta i razvoja u razvijenim zemljama** što se naziva i "paradoksom produktivnosti". **Ključna pitanja** vezana za izučavanje fenomena ovog paradoksa koja treba analizirati:

- U kojoj je meri opadanje ili usporavanje rasta produktivnosti u stvari problem ili **pitanje kašnjenja**. Poznato je da između trenutka nastanka otkrića i njegovog pretakanja u konkretno novo tehnološko rešenje, tehnološku inovaciju, postoji određeno vremensko kašnjenje. Postoji kašnjenje između trenutka nastanka tehnološke inovacije i njene difuzije u sve oblasti.
- Drugo relevantno pitanje tiče se sagledavanja odnosa između usporenog rasta produktivnosti i izmenjene **prirode investicija** u savremeno doba koje sve više iziskuju uvažavanje nužne komplementarnosti između različitih vrsta investicija.

U praksi **produktivnost** treba sagledavati uvažavajući **dvoznačnost** tog koncepta kroz:

- aspekt efikasnosti (odnos outputa i inputa),
- aspekt efektivnosti (vrednost outputa za kupce).

3.3. INOVACIONA DELATNOST

3.3.1. Osnovni pojmovi o inovacionoj delatnosti

Organizacija primene naučnih saznanja, tehničkih i tehnoloških znanja, inventivnosti i pronalazaštva, u funkciji stvaranja i realizacije, u odnosu na postojeću tehničko-tehnološku osnovu, novih i poboljšanih proizvoda, procesa i usluga su kao pokretača razvoja naše zemlje.

Invecija jeste koncept, ideja i metod za dobijanje novog proizvoda ili procesa, uključujući otkriće nove tehnologije (proizvoda ili procesa) za iskorišćavanje prirodnih resursa.

Inovaciona delatnost jesu aktivnosti koje se preduzimaju radi stvaranja novih proizvoda, tehnologija, procesa i usluga ili značajne izmene postojećih, a u skladu sa potrebama tržišta.

Inovacija jeste uspešna tržišna primena invencije, odnosno primena novog ili značajno poboljšanog proizvoda, procesa ili usluge (uključuje značajna poboljšanja tehničkih karakteristika, komponenti i materijala, ugrađenog softvera, korisničke orijentacije ili drugih funkcionalnih karakteristika) ili marketinške metode ili nove organizacione metode u poslovanju, organizaciji rada ili odnosima pravnog lica sa okruženjem, pa može biti:

- **inovacija proizvoda**, kao primena novog ili značajno poboljšanog proizvoda, koje je novo za odnosno pravno lice (ne mora biti nova za tržište), a nije promena estetske prirode ili isključivo prodaja inoviranih proizvoda koje je proizvelo i razvilo drugo pravno lice;

- **inovacija procesa**, kao primena novog ili značajno poboljšanog načina proizvodnje ili isporuke (uključujući značajne promene u tehnici, opremi ili softveru, ali ne isključivo organizacione i menadžerske promene) koja je nova ili unapređena za posmatrano pravno lice, bez obzira ko je razvio;
- **inovacija organizacije**, kao primena novih ili znatnih promena u strukturi ili metodama menadžmenta, s namerom da se u odnosnom pravnom licu poboljša korišćenje znanja, kvaliteta proizvoda ili usluga, ili poveća efikasnost poslovnih tokova;
- **marketinška inovacija**, kao primena nove marketinške metode, uključujući značajne promene u dizajnu proizvoda, pakovanju, plasmanu i promociji proizvoda i naplaćivanju proizvoda.

Nacionalni inovacioni sistem jeste skup organizacija, institucija i njihovih veza u funkciji generisanja, difuzije i primene naučnih i tehnoloških znanja u našoj zemlji. Subjekt inovacione delatnosti jeste pravno ili fizičko lice koje obavlja inovacionu delatnost, uključujući i pravna lica osnovana radi pružanja usluga u oblasti inovacione delatnosti.

Nosilac realizacije inovacione aktivnosti jeste pravno ili fizičko lice koje objedinjuje i koordinira inovacione aktivnosti sufinansirane sredstvima budžeta jedne zemlje.

Inovacioni projekat jeste dokument kojim se predlaže način realizacije programa inovacione delatnosti, a koji za rezultat ima stvaranje novih proizvoda, tehnologija, procesa i usluga ili značajnu izmenu postojećih u skladu sa potrebama tržišta.

Razvojni projekat jeste dokument kojim se predlaže način realizacije programa inovacione delatnosti, a koji objedinjuje primenjena i razvojna istraživanja u određenoj naučnoj i tehnološkoj oblasti.

Inovaciona infrastruktura jeste okruženje stvoreno u oblasti informacionih i komunikacionih tehnologija, tehničko-tehnološkog opremanja, fizičke infrastrukture (prostorne, transportne, internet i intranet), kao i infrastrukture znanja (resursi naučnoistraživačkih organizacija i drugi obrazovni i konsalting resursi), koje je u funkciji pokretača restrukturiranja poslovnog sektora i umrežavanja subjekata inovacione delatnosti iz akademskog sektora i sektora privrede.

Tehno preduzetništvo jeste delatnost koja obuhvata znanja, veštine i sposobnosti usmerene na pokretanje, organizovanje, razvoj i inoviranje tehnoloških procesa, sa osnovnim ciljem stvaranja novog tržišta i ostvarivanja dobiti.

Novoosnovano privredno društvo jeste privredno društvo od čijeg osnivanja, do momenta podnošenja zahteva za finansiranje sredstvima budžeta naše zemlje, u skladu sa zakonom, nije prošlo više od dve godine.

Inovaciona politika je postavljanje ciljeva i obezbeđenje sistemskih uslova za stvaranje, razvoj i primenu inovacija. Inovacionu politiku, kao strateški dokument, utvrđuje vlada za period od pet godina, na predlog ministarstva nadležnog za inovacionu delatnost, a u skladu sa resursima, ograničenjima i težnjama u tehnološkom razvoju države.

Ministarstvo nadležno za naučnoistraživačku delatnost i tehnološki razvoj (Ministarstvo) odgovorno je za utvrđivanje i realizaciju inovacione politike, podsticanje tehnološkog preduzetništva, transfera znanja i tehnologija u privredu, razvoj i

unapređenje inovacionog sistema u našoj zemlji i propise u oblasti zaštite i prometa prava intelektualne svojine. Ministar nadležan za inovacionu delatnost (ministar) obrazuje Komisiju za praćenje razvoja i komercijalne eksploatacije inovacija (Komisija). Komisija realizuje:

- priprema ekspertske analize u oblasti inovacione delatnosti;
- analizira inostranu praksu u ovoj oblasti;
- inicira izmene važećih zakona i ostalih propisa u ovoj oblasti, s ciljem podsticanja inovacione delatnosti.

Ministarstvo vodi Registar inovacione delatnosti. Registar je deo elektronske i javno dostupne baze podataka koju vodi Ministarstvo, u skladu sa ovim zakonom. Korisnici državnih podsticajnih mera i budžetskih sredstava za razvoj inovacione delatnosti mogu biti samo subjekti koji su upisani u Registar. U Registru se posebno vode podaci o tehnološkim privrednim društvima. Kao tehnološka privredna društva u Registru se evidentiraju ona privredna društva koja primenjuju ili razvijaju tehnologiju kao važnu komponentu svojih poslovnih aktivnosti, a bave se istraživanjem i razvojem, sopstvenim ili naručenim kod drugih privrednih društava, organizacija, ustanova ili pojedinaca.

3.3.2. Organizacije za obavljanje inovacione delatnosti

Radi obavljanja delatnosti istraživanja, stvaranja, razvoja, primene i plasmana inovacija, kao i dobijanja statusa organizacije za obavljanje inovacione delatnosti (u daljem tekstu: inovaciona organizacija), u Ministarstvu se može registrovati:

- razvojno-proizvodni centar,
- istraživačko-razvojni centar,
- inovacioni centar.

Razvojno-proizvodni centar je inovaciona organizacija koja stvara inovacije, primenjuje nove tehnologije, vrši plasman proizvoda, usluga i tehnologija, zasnovanih na sopstvenom inovatorskom radu i razvoju.

Istraživačko-razvojni centar je inovaciona organizacija u kojoj se obavljaju primenjena i razvojna istraživanja, stvaraju inovacije i vrši plasiranje novih znanja i tehnologija, u sopstvenu proizvodnju i usluge ili u proizvodnju i usluge drugih privrednih subjekata.

Inovacioni centar je inovaciona organizacija u kojoj se na originalni i sistematski način primenjuju sopstveni i tuđi naučni rezultati i savremeni tehnološki procesi radi stvaranja inovacija, razvoja prototipa, novih proizvoda, procesa i usluga ili poboljšanja postojećih u određenoj oblasti i istovremeno vrši transfer znanja i tehnologija u proizvodnju i usluge drugih privrednih subjekata.

Privredno društvo osnovano radi pružanja infrastrukturne podrške i povezivanja naučnoistraživačkih, odnosno inovacionih organizacija i privrednih subjekata - u Ministarstvu se može registrovati kao:

- poslovno-tehnološki inkubator;
- naučno-tehnološki park;
- organizacija za podsticaj inovacionih aktivnosti u prioritetnoj oblasti nauke i tehnologije;

- centar za transfer tehnologija.

Poslovno-tehnološki inkubator je privredno društvo čija je osnovna delatnost stavljanje na raspolaganje, uz naknadu, poslovnog prostora, administrativnih, tehničkih i drugih usluga novoosnovanim privrednim društvima, najduže pet godina od njihovog osnivanja.

Naučno-tehnološki park je privredno društvo koje u okviru definisanog prostora pruža infrastrukturne i stručne usluge visokoškolskim ustanovama, naučnoistraživačkim i inovacionim organizacijama, kao i visoko tehnološkim i srednje tehnološkim privrednim društvima u određenoj naučnoj, istraživačko-razvojnoj ili proizvodnoj grupaciji s ciljem njihovog povezivanja i što brže primene novih tehnologija, stvaranja i plasmana novih proizvoda i usluga na tržištu.

Poslovno-tehnološki inkubator i naučno-tehnološki park mogu pružati sledeće usluge:

- korišćenje poslovnog prostora za rad, koji može biti opremljen nameštajem, opremom i instalacijama;
- korišćenje zajedničkih poslovnih prostorija, koje služe za poslovne sastanke, prijeme i druge svrhe;
- sekretarske usluge;
- administrativne usluge;
- knjigovodstvene i računovodstvene usluge;
- usluge reklame i prodaje;
- usluge poslovnog savetovanja;
- telekomunikacione i informacione usluge, koje između ostalog obuhvataju pristup telefonu, telefaksu, elektronskoj pošti i Internetu;
- usluge poslovnog planiranja;
- usluge finansijskog savetovanja;
- usluge obuke i treninga;
- finansijske usluge;
- tehničke i druge usluge, u skladu sa zakonom.

Naučno-tehnološki park svom članu može omogućiti korišćenje dela zemljišta, u okviru naučno-tehnološkog parka, za izgradnju razvojnih i proizvodnih kapaciteta, a u skladu sa osnovnom delatnošću parka.

Organizacija za podsticaj inovacionih aktivnosti u prioritetoj oblasti nauke i tehnologije je privredno društvo osnovano isključivo radi obavljanja delatnosti podsticaja inovacionih aktivnosti u prioritnim oblastima nauke i tehnologije utvrđenim strateškim dokumentom.

Centar za transfer tehnologija je privredno društvo osnovano isključivo radi obavljanja delatnosti transfera tehnologija radi primene tehnoloških inovacija, što obuhvata naročito traganje za idejama i partnerima za transfer tehnologija, procenu komercijalnog potencijala transfera, podsticaje za realizaciju i komercijalizaciju

transfere tehnologija i pomoć u zaštiti intelektualne svojine tehnološkim privrednim društvima koja razvijaju, proizvode i prodaju inovativne proizvode, procese i usluge sa visokim nivoom *know-how* i novih tehnologija.

Radi podrške razvoju inovativnih proizvoda i usluga, podstičaja primene i komercijalizacije naučnoistraživačkih rezultata, podrške korišćenju savremenih tehnologija i izgradnji infrastrukture inovacionih organizacija, Vlada, na predlog ministra, usvaja programe inovacione delatnosti za narednu budžetsku godinu.

3.3.3. Inovacioni, razvojni projekti, prava intelektualne svojine i finansiranje inovacione delatnosti

Privredna društva, visokoškolske ustanove, naučnoistraživačke i inovacione organizacije mogu biti nosioci inovacionih i razvojnih projekata, u skladu sa ovim zakonom. Inovacioni projekti traju do jedne, a razvojni do dve godine. U slučaju kada jedan projekat realizuje više organizacija, međusobnim ugovorom određuju nosioca realizacije projekta. Ministar propisuje:

- uslove konkurisanja na inovacionim i razvojnim projektima i kriterijume za izbor realizatora projekata koji se finansiraju iz budžetskih sredstava i fondova sa većinskim državnim vlasništvom;
- uslove finansiranja projekata ili izgradnje infrastrukture namenjene realizaciji inovacionih i razvojnih projekata;
- postupak evidencije, prezentaciju sadržaja i postignutih rezultata na inovacionim i razvojnim projektima.

Prava intelektualne svojine nad rezultatima inovacionih i razvojnih projekata.

Intelektualna svojina (pronalazak, industrijski dizajn, topografija integriranih kola) koja nastane u toku realizacije inovacionog i razvojnog projekta koji se finansira i sredstvima budžeta naše zemlje pripada organizaciji u kojoj je intelektualna svojina nastala.

Pronalazač, autor dizajna i autor topografije integriranih kola imaju pravo da u tom svojstvu budu navedeni u prijavi za priznanje patenta, malog patenta, industrijskog dizajna i topografije integriranih kola, kao i u spisima, registrima, ispravama i drugim publikacijama.

Finansiranje inovacione delatnosti se realizuje na osnovu ekonomskih instrumenata kojima se obezbeđuje i podstiče inovaciona delatnost jesu:

- sredstva budžeta zemlje i autonomne pokrajine;
- sredstva budžeta jedinice lokalne samouprave;
- sredstva međunarodnih finansijskih organizacija;
- fond za inovacionu delatnost;
- drugi fondovi;
- ekonomske podsticajne mere i druge mere, u skladu sa zakonom.

Radi obezbeđivanja finansijskih sredstava za podsticanje inovativnosti, osniva se Fond za inovacionu delatnost (Fond). Fond ima svojstvo pravnog lica. Fond se upisuje u registar privrednih subjekata. Fond obavlja poslove u vezi sa finansiranjem

pripreme, realizacije i razvoja programa, projekata i drugih aktivnosti u oblasti sprovođenja inovacione politike, a naročito:

- stručne i druge poslove u vezi sa pribavljanjem sredstava Fonda, upravljanjem tim sredstvima i njihovim korišćenjem;
- posredovanje u vezi sa finansiranjem inovacione delatnosti iz sredstava međunarodnih organizacija, finansijskih institucija i tela, kao i domaćih i stranih pravnih i fizičkih lica, naročito u oblastima nauke i tehnologije koje strateški dokumenti utvrde kao prioritete;
- vođenje baze podataka o programima, projektima i drugim aktivnostima u oblasti inovacione delatnosti koje Fond finansira, kao i potrebnim i raspoloživim finansijskim sredstvima za njihovu realizaciju;
- podsticanje, uspostavljanje i ostvarivanje saradnje sa međunarodnim i domaćim finansijskim institucijama i drugim pravnim i fizičkim licima radi finansiranja inovacione delatnosti, u skladu sa inovacionom politikom i drugim strateškim planovima i programima, kao i zaključenim međunarodnim ugovorima za namene utvrđene ovim zakonom.

3.3.4. Sazrevanje i supstitucija tehnologija u preduzeću

Praćenjem svih novih mogućnosti sprečiće se da postojeća tehnologija ne dođe u fazu zrelosti i zastarevanja, a da prethodno pravovremeno nisu uvedene neophodne promene i supstitucija novim tehnologijama.

Najvažnije strateške odluke vezane za tehnologiju u preduzeću odnose se upravo na određivanje trenutka i izbor nove tehnologije koja će da zameni postojeću.

Strateško upravljanje tehnologijom se zbog svih ovih razloga mora stalno baviti uravnoteženjem:

- napora usmerenih ka održavanju željenog nivoa efikasnosti postojećih tehnologija u praksi,
- napora usmerenih ka zameni, supstituciji tih tehnologija.

Pravovremeno uočavanje, nabavka i usvajanje nove tehnologije dovešće do podudarnosti između trenutka zrelosti i opadanja stare i rasta nove tehnologije.

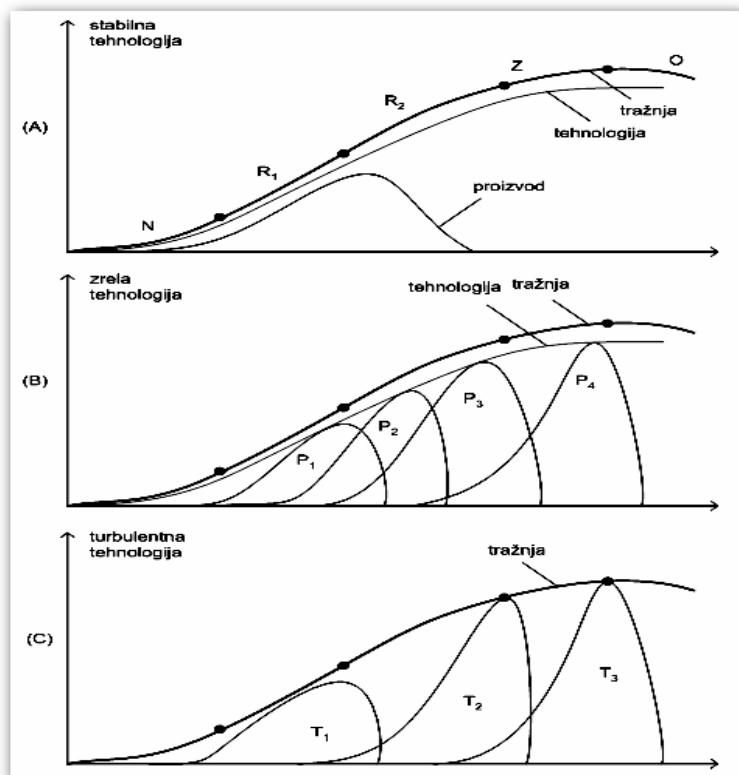
Konkurentsku prednost ostvaruju ona preduzeća u tržišnoj privredi koja uspeju u tome da **razvoj tehnologije i razvoj tržišta** u što kraćem vremenskom intervalu dovedu do stepena što veće **uzajamne harmonije**.

Strategija inovacija se, u izrazito nepredvidivom i turbulentnom okruženju u kome deluju savremene firme, pokazuje kao opravdana i jedino uspešna. U tehnološki intenzivnim granama se čak pokazuje da jedino strategijom "lidera" mogu da se ostvare poslovni uspesi, da je strategija "sledbenika" neuspešna, ne generiše se očekivana dobit usled skraćivanja ciklusa tražnje i životnog ciklusa proizvoda/usluge.

Harmonizacija se odnosi na usklađivanje konkretnih sadržaja ponude, koja je nastala kao rezultat dobro osmišljenog poslovnog plana i strategije razvoja tehnologije, s jedne, i tržišne tražnje, s druge strane. Postignuti stepen harmonizacije se neposredno odražava na poslovni uspeh.

Životni ciklusi tehnologije i tražnje

Karakter tehnologije koji treba ispitati u preduzeću s obzirom na uspostavljanje ispravne poslovne strategije odnose se na identifikovanje ključnih odnosa dinamike tržišne tražnje, dinamike tehnologije proizvoda i dinamike tehnologije procesa. Dinamički aspekti tehnologije strateški se sagledavaju analizom njihovih životnih ciklusa, slika 3.16. U uslovima definisane tržišne tražnje koja se može predstaviti krivom tražnje (A) **stabilna tehnologija** prati u čitavom ciklusu tražnje potrebu tržišta i udovoljava potrebnim promenama. Pri tome stabilna tehnologija može da bude i fleksibilna ukoliko u okviru ciklusa tražnje i životnog ciklusa tehnologije (koje se u slučaju stabilne tehnologije skoro idealno poklapaju) generiše više različitih proizvoda. **Zrela tehnologija** se na slici (B) prikazuje pojavom većeg broja životnih ciklusa proizvoda u okviru jednog životnog ciklusa tehnologije. **Turbulentna tehnologija** na slici (C) označava promene više životnih ciklusa tehnologije u okviru jednog ciklusa tražnje.



Slika 3.16. Dinamički aspekt tehnologije

Ciklus tražnje se može podeliti pet faza:

- **Nastanak (N)** – turbulentni period kada nastaje određena delatnost, u kojoj veliki broj konkurenata nastoji da ostvari vodeću poziciju.

- **Ubrzani rast** (R_1) u okviru koga konkurenti koji su preživeli uživaju plodove svoje inicijalne nadmoći, u ovom periodu rast tražnje obično prevazilazi rast ponude.
- **Usporeni rast** (R_2) kada se javljaju prvi znaci saturacije i ponuda počinje da prevazilazi tražnju.
- **Zrelost** (Z) kada je postignuta saturacija i postoji značajan višak kapaciteta.
- **Opadanje** (O) na niži nivo tražnje (ili na nulu).

Uočene pravilnosti prikazane krivom životnog ciklusa tražnje ukazuju na to da se preduzeća moraju stalno baviti pitanjem **koliko će dug biti ciklus tražnje**, meren od početka nastanka do trenutka saturacije i opadanja. Navedena podela tehnologije na stabilnu, fleksibilnu i turbulentnu omogućuje da se poslovna strategija bliže uskladi sa identifikovanim karakterom tehnologije.

Tehnološka strategija i upravljanje kašnjenjem tehnološke inovacije

Upravljanje kašnjenjem u različitim delovima procesa tehnološke inovacije može se razvrstati na sledeći način:

- upravljanje kašnjenjem između faza istraživanja i razvoja koje dovode do nastanka tehnološke inovacije i strateški fokus firme (lider, sledbenik);
- upravljanje vremenskom sinhronizacijom tržišnih i tehnoloških ciklusa tj. upravljanje kašnjenjem između inovacije tehnologije proizvoda i tehnologije procesa, i odgovarajući poslovni efekti;
- upravljanje kašnjenjem u primeni tehnološke inovacije: krive učenja, kašnjenje u produktivnosti i poslovni fokus.

Tehnološkom strategijom se određuju resursi u vezi sa:

- **Vertikalnim transferom tehnologije** (interna tehnologija) koje za firmu znači sopstveno istraživanje i razvoj – interno kreiranje kompetencija koje stvara kašnjenje i iziskuje značajne investicije.
- **Horizontalnim transferom tehnologije** (eksterna tehnologija) kojim se postižu tri stvari:
 - sporazumi o kooperaciji - udruživanje napora više različitih preduzeća u razvijanju novih tehnologija;
 - kupovina licenci - daje pristup tehnologijama koje su razvili drugi;
 - ugovori o eksternom istraživanju - predviđaju da preduzeće poverava eksternom organizmu (laboratoriji, istraživačkom centru ...) realizaciju razvoja određene tehnologije.
- **Kombinovanim transferom** koji se postiže kupovinom drugog preduzeća koje poseduje traženu tehnologiju i ima interne kompetencije u razvoju tehnologija.

Kada je reč o preduzećima u oblastima visoke tehnologije postoji četiri strategijske opcije:

- prvi na tržište,
- drugi na tržište,
- kasno na tržište,
- segmentacija tržišta.

Rani ulazak na tržište ili strategija lidera znači da se proizvod iznese na tržište pre konkurenata.

Drugi na tržište ili strategija pratioca pretpostavlja ulazak u ranoj fazi rasta u životnom ciklusu i brzu imitaciju inovacije pionira.

Minimiziranje troškova ili strategija "kasno na tržište" omogućava preduzećima koja je koriste relativnu prednost u troškovima putem ekonomije veličine ili putem modifikacija na samim proizvodima i procesima.

Segmentacija tržišta znači orijentaciju na opsluživanje malih tržišta sa specijalnom primenom bazične tehnologije.

Vreme tehnološke inovacije i prednosti strategije lidera

Između značajnih momenata naučnog otkrića, invencije i inovacije **postoje vremenska kašnjenja**, a takođe se beleži kašnjenje između pojave invencije i njene difuzije i dospeća u odgovarajuće proizvodne procese i na tržište. U ciklusu tehnološkog razvoja veoma je važno sagledati značaj smanjivanja kašnjenja između svih navedenih faza, a na nivou preduzeća strategija tehnološkog razvoja i konkurentnosti posebno ističu značaj skraćivanja kašnjenja između pojedinih faza. Tako je izuzetno značajno da se kašnjenje smanji između otkrića i nastanka invencije i između pojave invencije i njenog pretvaranja u inovaciju za preduzeća koja su usvojila strategiju tehnološkog lidera.

Tehnološki lideri izuzetno su zainteresovani da povećaju kašnjenje između trenutka pojave inovacije i njene šire difuzije u ostale firme. Odlazući taj momenat što dalje u budućnost oni nastoje da što duže održe tržišnu ekskluzivnost i primat u svojoj korist.

Savremeni pristup tehnološkoj inovaciji u preduzeću utemeljen je na osnovnoj konstataciji da se dinamika tehnologije čvrsto povezuje sa strateškom dinamikom organizacije kao celine. Empirijski je utvrđeno da kašnjenje u pojavljivanju novog proizvoda na tržištu dovodi do najvećih gubitaka. Ovo znači da ako bi se menadžeri našli pred dilemom da li da povećaju IR troškove ili da odlože lansiranje novog proizvoda, sigurno je bolja opcija skraćivanje vremena razvoja kako bi se ostvarilo prvobitno planirano vreme lansiranja novog proizvoda na tržište čak i po cenu rasta troškova istraživanja i razvoja.

3.4. MENADŽMENT TEHNOLOGIJAMA

Na osnovu uvida u strukturu tehnologija, vidi se da je njihovo kreiranje i primena vrlo složen zadatak koji zahteva specifične veštine menadžmenta. Tako je nastala nova disciplina – menadžment tehnologijama (MOT- Management of Technologies) i novo zanimanje menadžer tehnologija [1,3, 5,21,23].

Za razliku od "klasičnog" menadžmenta sa ulogama koje je postavio još Fayol (planiranje, organizovanje, obezbeđenje resursa, vođenje, odlučivanje, kontrolisanje), menadžment tehnologijama zbog njihove složenosti i zahteva integracije mora da poseduje brojna druga svojstva. Novi poslovni ambijent zahteva primenu novih tehnologija, a time i novog pristupa menadžmentu tehnologijama. To je jedan od razloga što čak i najveće kompanije u U.S.A. stagniraju i gube tržišnu poziciju za samo 15 godina, tabela 3.1. Ključnu ulogu u ovome ima strategijska komponenta menadžmenta, koji treba da "prepozna" nove potrebe tržišta, ulogu novih tehnologija i pokrene proces promena u organizaciji.

Tabela 3.1 Sudbina 25 najvećih kompanija u U.S.A.

Sudbina	Broj kompanija
I dalje u top 25	1
Ostaje u top 25 u drugoj oblasti	7
Bankrot	2
Smanjen obim delatnosti	3
I dalje rade ali ispod top 25	12
Ukupno:	25

Dalji postupak se odvija prenošenjem zadataka srednjem i operativnom menadžmentu. On mora stalno da održava balans između snaga za promene i otpora promenama, posebno ako se intenzivnije uvode nove tehnologije.

Menadžment tehnologijama treba da obezbedi:

- stalno unapređenje tehnologije i procesa,
- spremnost za značajno unapređenje, primenom reinženjeringa poslovnih procesa (BPR – Business Process Reengineering).
- smanjenje i netolerisanje grešaka, što se obezbeđuje primenom tehnologija koje obezbeđuju stalan kvalitet proizvoda i standardnim metodama i procedurama rada,
- niže, tj. konkurentne troškove, što se obezbeđuje primenom optimalne tehnologije u datim uslovima.

Promene zahteva koji se postavljaju pred industriju zahtevaju i novi model obrazovanja. Akademске institucije su do sada bile spore u promeni nastavnih planova i programa i metoda edukacije.

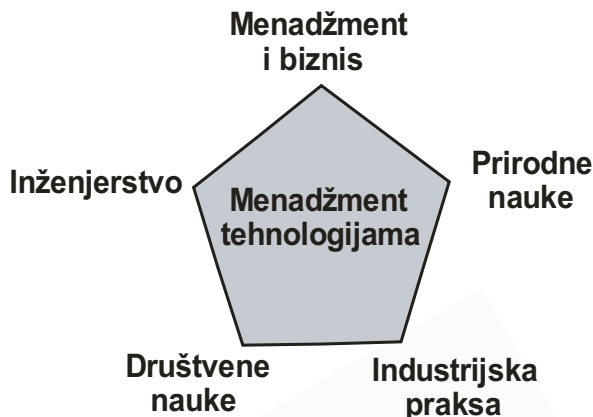
Kvalitet novog obrazovnog procesa ocenjuju korisnici (kupci). Za MOT to su: studenti, poslodavci, top menadžeri, profesionalne organizacije, lideri, tehničko osoblje, preduzetnici, lokalne i druge državne institucije.

Još daleke 1998. godine John Bush je identifikovao sledeće pravce u obrazovanju menadžera tehnologijama. To su:

- **direktna edukacija sadašnjih ili potencijalnih** tehnološki orjentisanih menadžera i zaposlenih "da identifikuju optimalne tehnike za praksu",
- **indirektna edukacija sadašnjih ili potencijalnih menadžera** o korišćenju MOT radi "integracije tehnologije u strategiju organizacije",
- za sve ostale za koje se direktno ne odnosi MOT, **kratka edukacija o važnosti uključivanja MOT u strukture organizacije.**

Za novi pristup obrazovanju za MOT imaju pre svega interes industrijske i obrazovne organizacije. Prve zbog značaja menadžmenta tehnologijama za opstanak i razvoj organizacije. Obrazovne organizacije prepoznaju u MOT novu, propulzivnu akademsku disciplinu, koja prema William Miller-u (1998) ima karakteristike *Knowledge Infrastructure Engineering (KIE)*. Posledica ova dva zahteva, postaje nacionalni interes stimulisanje MOT i obrazovnih centara za MOT specifičnim tehnologijama.

Sadržaj MOT edukacije obuhvata u osnovi discipline prikazane na slici 3.17.



Slika 3.17. Discipline koje učestvuju u MOT

Naravno, u različitim obrazovnim centrima je različit udeo ovih disciplina i oblast primene (industrijska praksa). Khalil (1997.) je definisao MOT kao interfejs između naučnih i inženjerskih disciplina, sa jedne strane, i disciplina poslovne administracije, sa druge strane, tabela 3.2.

Tabela 3.2. Znanja potrebna za menadžere tehnologijama

Menadžment tehnologijama	Naučne i inženjerske discipline	Discipline iz ekonomije, menadžmenta i prava
Strategijske tehnologije. Nauka i tehnološka politika. Proces tehnoloških inovacija. R&D menadžment. Infrastruktura R&D i tehnološke promene. Tehnološko preduzetništvo i novi poslovi. Životni ciklus proizvoda/procesa. Tehnološko predviđanje i planiranje. Tehnološke inovacije i strategijsko planiranje. Međunarodni transfer tehnologija i uloga multinacionalnih korporacija. Analiza i ocena tehnološkog rizika. Tehnološka i ekonomska analiza.	Tehnologija obrade metala Tehnologija mašingradnje Tehnologija obrade drveta Tehnologija materijala Tehnologija obrade keramike Tehnologija zaštite Tehnologija proizvodnje Tehnologija procesa Informacione tehnologije Tehnologije reciklaže Tehnologije zaštite životne sredine	Knjigovodstvo Finansije Menadžment Marketing Ekonomika Poslovno pravo

Na osnovu studije Georga Scott-a (1998) primenom DELPHI metode, utvrđena su 10 najvažnijih problema sa kojima se sreće menadžment u high-tech preduzećima, slika 3.18.



Slika 3.18. Ključni zahtevi za MOT

Iz ovih razloga MOT se pretežno izučava kao specijalistička ili posle diplomska obuka, iako ima primera i do diplomskog obrazovanja ali uz podršku snažne lokalne industrije i njenih zahteva.

Poglavlje 4

OSNOVI PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete osnovne pojmove iz tehnologije mašingradnje.
- Shvatite tehnologije obrade.
- Objasnite obradu metala rezanjem.
- Planirate procese rezanja.
- Razumete osnovna kretanja alata, predmeta obrade i geometriju reznog alata.
- Objasnite tribomehanički sistem u obradi metala rezanjem.
- Shvatite naučne oblasti obrade materijala rezanjem.



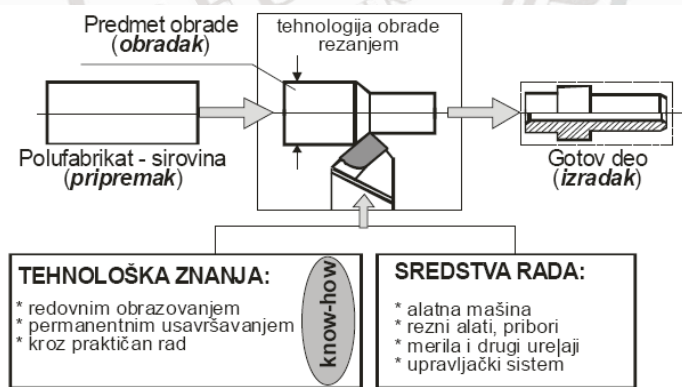
4.1. TEHNOLOGIJE MAŠINOGRADNJE

Prerada materijala (metala i nemetala) i oblikovanje različitih delova (vratilo, zavrtnj, navrtka, zupčanik i sl.), pod sklopova i sklopova (spojnica, kućišta, menjača, prenosnika...) i proizvoda (alatnih mašina, automobila itd.) se ostvaruje primenom različitih tehnologija mašinogradnje. Izučava osobine metala, nemetala i legura i postupke njihove prerade u poluproizvode ili proizvode. Postoji šest osnovnih tehnologija, to su tehnologije [9,10, 12,18,19,27,28]:

- materijala,
- obrade,
- termičke i hemijsko-termičke obrade,
- montaže,
- površinske zaštite,
- modifikovanja površina.

Tehnologija materijala proučava postupke prerade sirovina, problematiku dobijanja materijala, osobine, namenu, sisteme označavanja i metode ispitivanja materijala.

Tehnologija obrade proučava postupke izrade i obrade (oblikovanja) mašinskih delova željenog oblika i dimenzija od polufabrikata, dobijenih livenjem, kovanjem, valjanjem i sl. Pojednostavljeno rečeno obuhvata problematiku izrade i oblikovanja gotovih delova, slika 4.1.



Slika 4.1. Ilustracija postupka obrade

Tehnologija termičke obrade (žarenje, kaljenje, poboljšanje, normalizacija, otpuštanje...) obuhvata postupke promene strukture, hemijskog sastava i mehaničkih osobina (tvrdoća, čvrstoća, žilavost itd.) materijala. **Hemijskotermičkom obradom** (cementacija, nitriranje, cijanizacija...) menjaju se

karakteristike površinskog sloja obrađenih delova. Postupcima **montaže** se, od delova, formiraju podsklopovi, sklopovi i proizvodi različite funkcionalnosti i namene.

Tehnologija površinske zaštite obezbeđuje:

- zaštite metalnih delova i konstrukcija od štetnog dejstva različitih hemijskih uticaja okoline (kiselina, baza, soli, gasova, kiseonika iz vazduha itd.),
- poboljšanje estetskog izgleda delova i proizvoda.

Ostvaruje se:

- **metalom:** cinkovanje, kadmijumizacija, pobakrenje, kalaisanje, niklovanje, hromiranje, posrebrivanje, pozlaćivanje ...,
- **nemetalom:** emajliranje, bojenje, lakiranje, premazivanje sredstvima za konzerviranje... i
- **hemijskim i elektrohemijskim postupcima:** bruniranje, fosfatiranje...

Tehnologijama modifikovanja površina se obezbeđuje poboljšanje karakteristika površinskih slojeva, veka trajanja i pouzdanosti mašinskih delova i tehničkih sistema. Poznate su pod nazivom i površinske tehnologije. Dve osnovne tehnologije su tehnologije:

- nanošenja prevlaka,
- modifikovanja površinskih slojeva.

Tehnologijama nanošenja prevlaka nanose se ili deponuju antihabajuće zaštitne, dekorativne, optičke, regenerativne i druge prevlake na površinu mašinskog dela. Najčešće korišćene tehnologije su:

- CVD - hemijsko taloženje prevlaka,
- PVD - fizičko taloženje prevlaka,
- termalni postupci (gasni, elektrolučni, plazma sprej, laserski),
- galvanizacija,
- elektroforeza (anforeza i kataforeza),
- TD (difuzioni) postupci,
- nanošenja prevlaka čvrstih maziva (molibden disulfid...),
- plastifikacija,
- nanošenja neorganskih prevlaka (oksidne prevlake, fosfatiranje, hromiranje, emajliranje ...),
- nanošenja organskih prevlaka (gumiranje, bojenje i lakiranje).

Tehnologijama modifikovanja površinskih slojeva se menja hemijsko, strukturno i fizičko metalurško stanje materijala u površinskim slojevima. Najčešće korišćene tehnologije modifikovanja su:

1. Termička obrada:
 - Poboljšanje,
 - Kaljenje itd.
2. Termohemijski i hemijski postupci:
 - nitriranje (klasično, plazma ...),
 - cementacija,
 - karbonitriranje,
 - difuziona metalizacija (boriranje, siliciranje, alitiranje ...),
 - bruniranje ...,
 - jonska implantacija,
 - deformaciono otvrdnjavanje

4.2. TEHNOLOGIJE OBRADE

Tehnologija obrade proučava problematiku izrade i oblikovanja gotovih delova. Zavisno od osnovnih principa uklanjanja viška materijala i oblikovanja gotovih delova (korišćenjem mehaničke ili drugih vidova energije) tehnologije obrade se dele na [9,10, 12,18,19,27,28]:

- tehnologije mehaničke obrade,
- nekonvencionalne postupke obrade.

U tehnologije obrade spadaju i novi postupci obrade kao što su postupci: visokoproduktivne obrade, obrade na suvo, bez primene SHP, brze izrade prototipa, mikro obrade, nano obrade i dr.

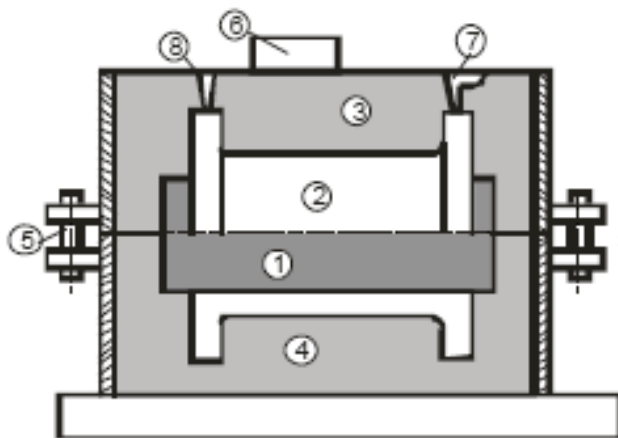
Tehnologija mehaničke obrade proučava problematiku izrade i oblikovanja gotovih delova mehaničkim putem (delovanjem alata na predmet obrade). Postupci mehaničke obrade se dele na postupke:

- sa uklanjanjem viška materijala (sa skidanjem strugotine),
- bez uklanjanja viška materijala (bez skidanja strugotine).

Obrada bez skidanja strugotine obezbeđuje obradu i oblikovanje bez ili sa neznatnim uklanjanjem viška materijala. To su postupci obrade:

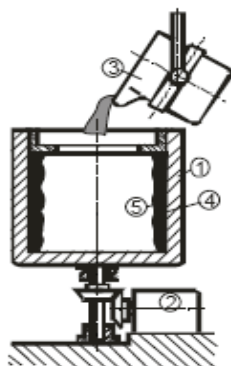
- livenjem,
- spajanjem,
- deformisanjem.

Obrada livenjem, slika 4.2., obuhvata livenje čelika, sivog liva, obojenih metala i nemetala u pesku, kokili, pod pritiskom, u obliku košuljice, centrifugalno i dr.

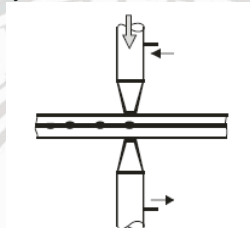


Slika 4.2. Izgled kalupa za livenje u pesku:

1 – jezgro, 2 – gotov deo (izradak), 3 – gornji deo kalupa, 4 – donji deo kalupa, 5 – elementi za vezivanje, 6 – opterećenje, 7 – ulivni sistem, 8 – ispusni otvor

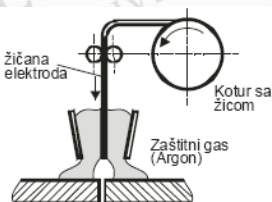


Slika 4.3. Centrifugalno livenje u vertikalnom rotirajućem kalupu:
1 – kalup, 2 - pogonski uređaj, 3 - tečni SL, 4 - zidovi kalupa, 5 - gotov deo (izradak)



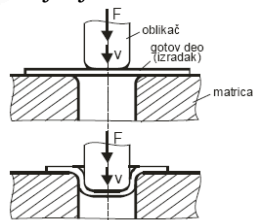
Slika 4.4. Elektrotoporno - tačkasto zavarivanje

Obrada spajanjem obuhvata postupke zakivanja, lemljenja, zavarivanja, lepljenja i dr.

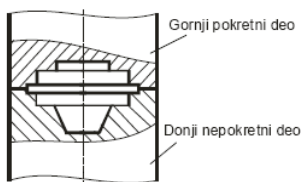


Slika 4.5. MIG postupak zavarivanja u zaštiti argona topljivom metalnom elektrodom

Obrada deformisanjem predstavlja postupke kovanja, prosecanja i probijanja, dubokog izvlačenja, savijanja i dr.



Slika 4.6. Obrada metala deformisanjem: duboko izvlačenje lima

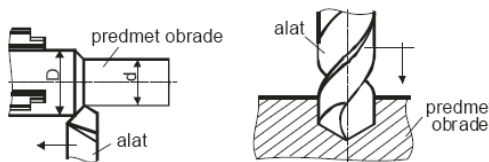


Slika 4.7. Obrada metala deformisanjem: kovanje u kalupu

Obrada sa skidanjem strugotine podrazumeva postupke obrade kod kojih se oblikovanje ostvaruje uklanjanjem viška materijala, slika 4.8. To su:

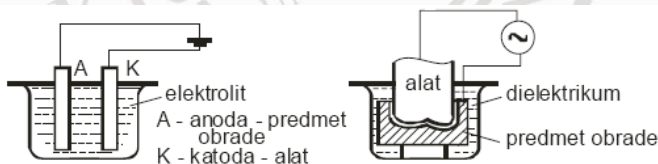
- bravarski radovi - ručna obrada (sečenje, turpijanje ...),
- obrada metala rezanjem.

Obrada metala rezanjem (struganje, bušenje, glodanje...) je postupak oblikovanja uklanjanjem viška materijala mehaničkim putem alatima najčešće znatno veće tvrdoće od tvrdoće materijala predmeta obrade.



Slika 4.8. Obrada metala rezanjem: obrada struganjem, obrada bušenjem

Nekonvencionalni postupci obrade (NPO, elektrohemijska-ECM, elektroeroziona -EDM, laserska obrada ...) su postupci oblikovanja uklanjanjem viška materijala različitim fizičko-hemijskim mehanizmima, korišćenjem električne, hemijske, svetlosne, magnetne i drugih vidova energije.



ECM - elektrohemijska obrada

EDM - elektroeroziona obrada

Slika 4.9. Nekonvencionalni postupci obrade

4.3. OBRADA METALA REZANJEM

4.3.1. Postupci obrade metala rezanjem

Postupci obrade metala rezanjem (OMR) su postupci oblikovanja (promene oblika, dimenzija, hrapavosti obrađene površine i karakteristika površinskog sloja) uklanjanjem viška materijala mehaničkim dejstvom reznog alata na predmet obrade. Najčešće se razvrstavaju na postupke [9,10, 12,18,19,27,28]:

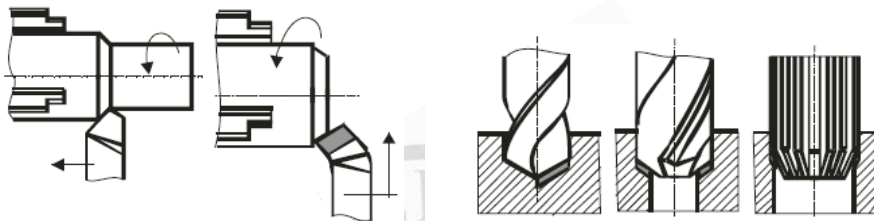
- prethodne - grube obrade,

- završne - fine obrade

Postupci prethodne obrade (struganje, bušenje, glodanje, rendisanje ...) imaju, prvenstveni, cilj da uklone što veću količinu materijala.

Postupcima završne obrade (razvrtanje, provlačenje, brušenje, honovanje, lepovanje ...) se ostvaruje zahtevani kvalitet obrade (tačnost i kvalitet obrađene površine).

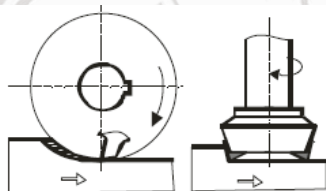
Osnovni postupci OMR su: struganje, bušenje, glodanje, testerisanje (odsecanje), rendisanje, provlačenje, brušenje i glačanje (lepovanje, superfiniš, honovanje i poliranje), slika 4.10.



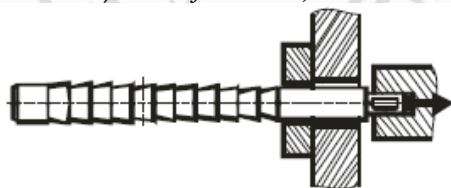
a) Struganje: uzdužno i poprečno

b) Bušenje: bušenje, razvrtanje, proširivanje

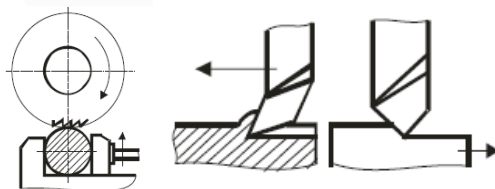
Slika 4.10. Postupci obrade metala rezanjem: alati definisane geometrije



a) Glodanje: obimno, čono

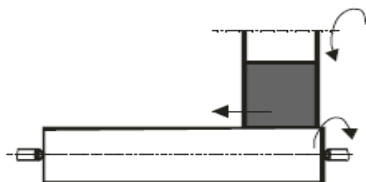


b) Provlačenje



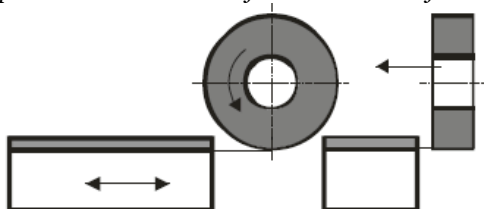
c) Odsecanje i rendisanje

Slika 4.11. Postupci obrade metala rezanjem: alati definisane geometrije



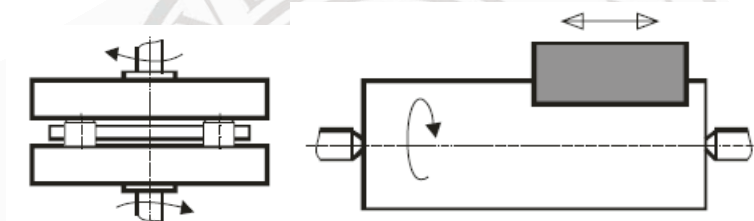
Spoljašnje kružno brušenje

Slika 4.12. Postupci obrade metala rezanjem: alati sa nedefinisanom geometrijom



Ravno brušenje

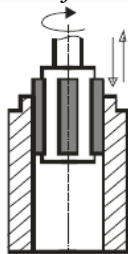
Slika 4.13. Postupci obrade metala rezanjem: alati sa nedefinisanom geometrijom



a) Lepovanje

b) Superfiniš

Slika 4.14. Postupci obrade metala rezanjem: alati sa nedefinisanom geometrijom



Honovanje

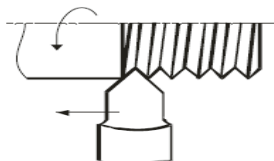
Slika 4.15. Postupci obrade metala rezanjem: alati sa nedefinisanom geometrijom

Poliranje predstavlja obrade metala rezanjem (alati sa nedefinisanom geometrijom) a izvodi se četkama, obrtnim diskovima i elektrohemijskim putem.

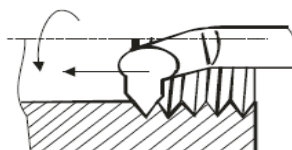
Postupci OMR se razvrstaju i **prema obliku obrađivanog dela** na postupke, slika 4.16:

- obrade rotacionih delova (osovine, vratila ...),
- obrade prizmatičnih površina (kućišta, blokovi motora ...),
- izrade navoja (spoljašnjeg, unutrašnjeg ...),

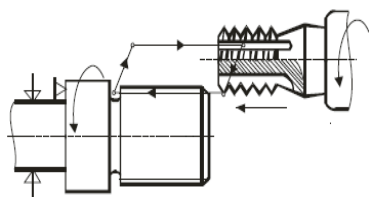
- izrade zupčanika (cilindričnih, koničnih ...),
- izrade ožljebljenih vratila
- obrade prizmatičnih površina (kućišta, blokovi motora ...)
- izrade navoja (spoljašnjeg, unutrašnjeg ...)
- izrade zupčanika (cilindričnih, koničnih ...)
- izrade ožljebljenih vratila i dr.



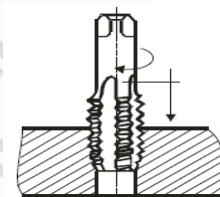
Spoljašnji navoj



Unutrašnji navoj

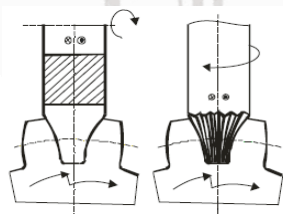


Izrada navoja vretenastim glodalima

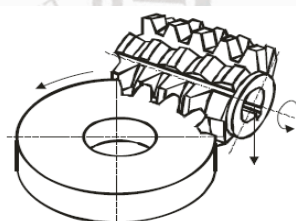


Izrada navoja bušenjem

Slika 4.16. Postupci izrade navoja

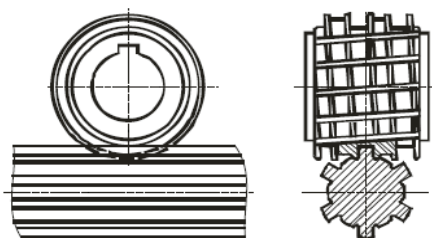


Izrada zuba zupčanika pojedinačnim rezanjem



Izrada zupčanika relativnim kotrljanjem

Slika 4.17. Postupci izrade zupčanika

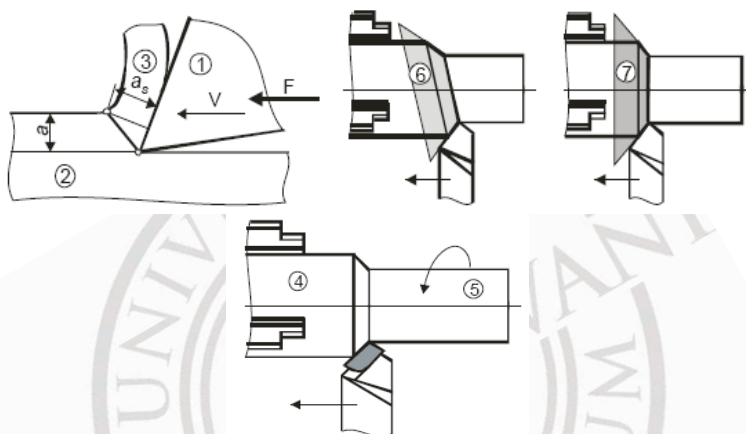


Slika 4.18. Postupci izrade ožljebljenih vratila

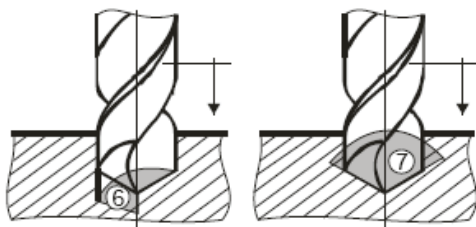
U postupke OMR se često ubrajaju i **kombinovani postupci obrade** kao što su postupci: vibracionog rezanja, obrade u abrazivnoj sredini, obrade na povišenim temperaturama, ojačanja površinskih slojeva deformisanjem, narezivanja i sl. To su različiti postupci kojima se obezbeđuje poboljšanje efekta obrade klasičnih postupaka.

4.3.2. Osnovi procesa rezanja

Proces rezanja nastaje prodiranjem reznog klina alata (1), brzinom v , u materijal predmeta obrade (2), slika 4.19. Prodiranjem reznog klina alata, pod dejstvom spoljašnje sile (sile rezanja F), dolazi do pretvaranja viška materijala debljine a (dubina rezanja) u strugotinu (3) debljine a_s .



Slika 4.19. Osnovi procesa rezanja: obrada struganjem



Slika 4.20. Osnovi procesa rezanja: obrada bušenjem

U procesu rezanja se uočavaju tri osnovne površine:

- obrađivana površina (4),
- obrađena površina (5),
- površina rezanja (6).

Obrađivana površina je površina koja prethodi obradi i nalazi se ispred reznog klina. To je površina koja se potpuno ili delimično uklanja u procesu rezanja.

Obrađena površina je površina nastala kao rezultat procesa rezanja. Nalazi se iza reznog klina i karakteriše je tačnost oblika i dimenzija, površinska hrapavost i veličina i osobine površinskog sloja. Površina rezanja je površina predmeta obrade

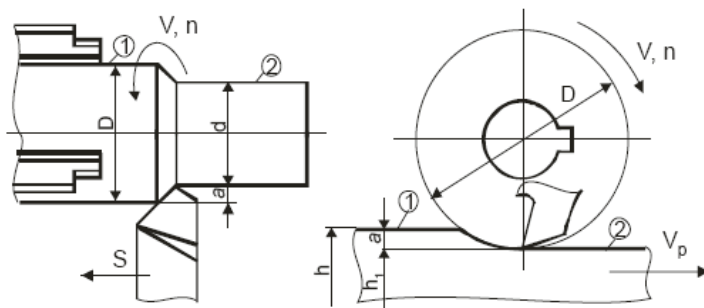
koja se nalazi u direktnom kontaktu sa reznim alatom. To je površina koju obrazuje rezna ivica alata u toku rezultujućeg kretanja.

Dve grupe osnovnih parametara obrade su:

- tehnološki parametri obrade,
- geometrijski parametri obrade.

Tehnološki parametri obrade su, slika 4.21. :

- a , mm - dubina rezanja,
- S , mm/o - korak ili V_p , mm/min - brzina pomoćnog kretanja,
- V , m/min - brzina rezanja ili n , o/min - broj obrta.



Slika 4.21. Osnovi procesa rezanja: struganjem i glodanjem

Dubina rezanja a , mm je vrednost debljine sloja materijala koji se uklanja u procesu rezanja, određena rastojanjem obrađivane (1) i obrađene površine (2):

$$a = \frac{D - d}{2}, \text{ mm pri obradi rotacionih delova i}$$

$$a = h - h_1, \text{ mm pri obradi prizmatičnih delova.}$$

Korak (posmak) S , mm/o je pomeranje alata ili predmeta obrade u pravcu pomoćnog kretanja za jedan obrt alata ili predmeta obrade, za jedan zub alata **S_1 , mm/z** (glodanje), za jedan dupli hod alata ili predmeta obrade **S , mm/dh** (rendisanje) ili jedan hod alata **S , mm/hod** (ravno brušenje).

Brzina pomoćnog kretanja V_p , mm/min je pomeranje alata ili predmeta obrade u jedinici vremena.

Brzina rezanja V , m/min ili **V , m/s** (brušenje) je pređeni put glavne rezne ivice alata u jedinici vremena.

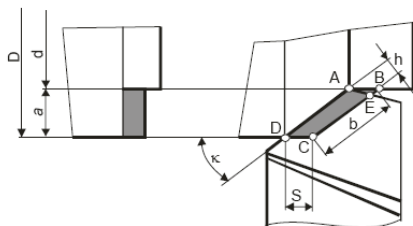
Osnovni geometrijski parametri obrade su:

- širina reznog sloja **b** ,
- debljina reznog sloja **h** ,
- površina poprečnog preseka reznog sloja **A** .

U obradi struganjem, na primer, širina i debljina reznog sloja su, slika 4.22.:

$$b = \frac{a}{\sin \kappa}; h = S \cdot \sin \kappa,$$

gde je κ - napadni ugao.

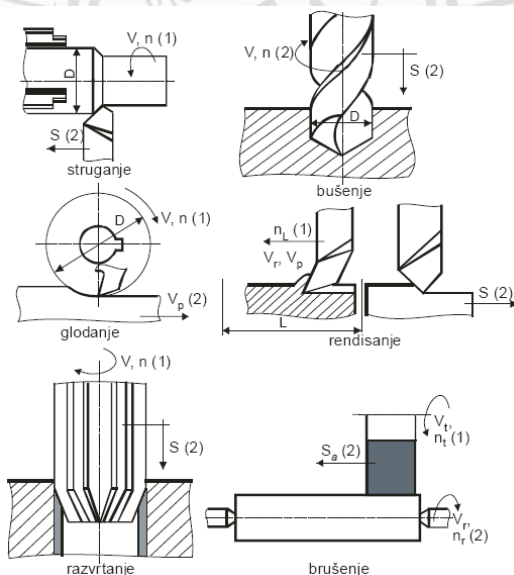


Slika 4.22. Rezni sloj u obradi struganjem

U procesu rezanja veći deo viška materijala CE uklanja glavno sečivo i pretvara u strugotinu. Manji deo obrađivane površine BE, uz obrađenu površinu, koji obrazuje pomoćna rezna ivica AE, ostaje na obrađenoj površini kao sastavni deo mikrogeometrije obrađene površine. Zato je nominalna površina poprečnog preseka reznog sloja ograničena konturom ABCD i iznosi: $A = a \cdot S \approx b \cdot h$.

4.3.4. Osnovna kretanja alata i predmeta obrade

Da bi se proces rezanja ostvario neophodno je da postoje relativna kretanja alata i predmeta obrade. Na mašinama za obradu metala rezanjem se realizuju **osnovna** i **dopunska** kretanja, slika 4.23. Osnovna kretanja se izvode u toku procesa obrade, a dopunska na početku i kraju procesa obrade ili u prekidima. Osnovna kretanja se dele na: **glavna i pomoćna**.



Slika 4.23. Glavna (1) i pomoćna kretanja (2, 3) u obradi metala rezanjem

Glavna kretanja, kretanje 1. su kretanja koja omogućavaju stvaranje strugotine i nastanak procesa rezanja, slika 4.23. Definisana su:

- brzinom rezanja - v , m/min ili m/s (obrada brušenjem),

- brojem obrta n :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{D \cdot \pi}, \text{ o/min}$$

- brojem duplih hodova n_L , dh/min (rendisanje) ili hodova n_L , hod/min (ravno brušenje):

$$n_L = \frac{1000 \cdot v}{L}, \text{ dh/min (hod/min)}.$$

gde su, pored poznatih veličina:

- D , mm - prečnik predmeta obrade ili alata i
- L , mm - dužina hoda alata ili predmeta obrade u pravcu glavnog kretanja.

Pomoćna kretanja (kretanja 2 i 3) obezbeđuju nastavak procesa rezanja.

Definisana su:

- korakom - s , mm/o; mm/dh; mm/hod,
- korakom po zubu s_1 , mm/z: $s_1 = s / Z$,
- brzinom pomoćnog kretanja - sp , mm/min: $V_p = n \cdot S$, mm/min

gde je, pored poznatih veličina, Z - broj zuba alata.

Glavna i pomoćna kretanja mogu biti: obrtna i/ili pravolinijska, a izvode ih: rezni alat, predmet obrade ili rezni alat i predmet obrade.

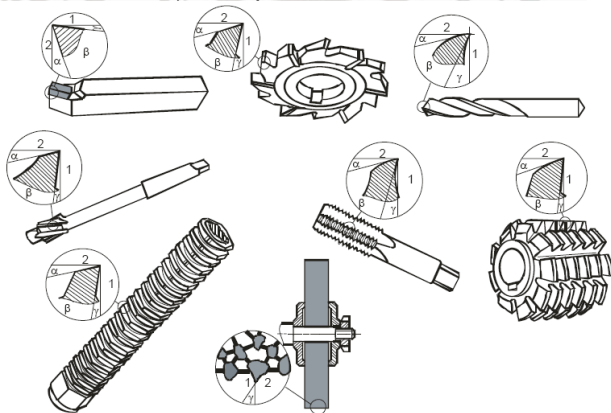
Dopunska kretanja su kretanja kojima se alat i predmet obrade dovode u tačan međusobni položaj (primicanje, odmicanje ili podešavanje položaja alata i sl.).

4.3.5. Osnovna geometrija reznog alata

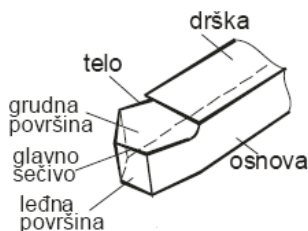
Svi rezni alati se sastoji od najmanje dva dela, slika 4.25.:

- tela alata na kome se nalaze rezni elementi alata (rezni klin),
- drške ili otvora u telu alata, preko kojih se izvodi postavljanje i pričvršćivanje alata na nosač alata i mašinu.

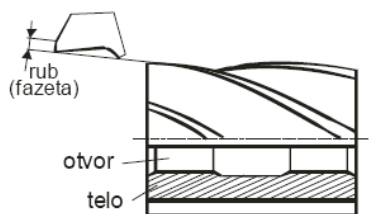
Rezni klin alata ispunjava osnovnu ulogu reznih alata, obezbeđujući rezanje (uklanjanje viška materijala). Rezni alati u svom osnovnom obliku imaju zajednički geometrijski oblik - **rezni klin**, slika 4.28.



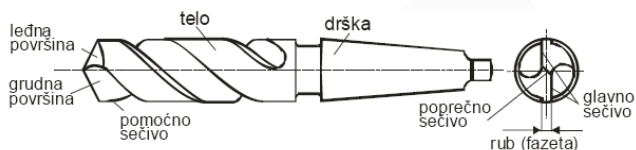
Slika 4.24. Neki od alata u obradi metala rezanjem



Slika 4.25. Osnovni delovi reznih alata: strugarski nož



Slika 4.26. Osnovni delovi reznih alata: valjkasto glodalo JUS K.D2.020

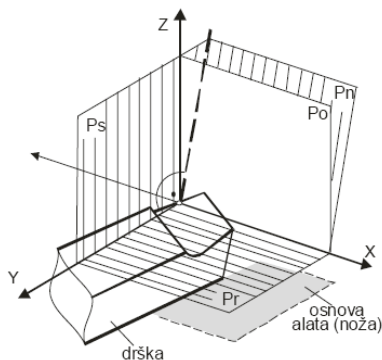


Slika 4.27. Osnovni delovi reznih alata: spiralna burgija

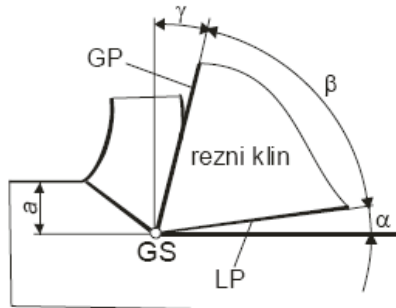
Na reznom klinu alata se uočavaju karakteristične površine, linije i tačke:

- grudna površina, GP - površina po kojoj klizi strugotina,
- leđna površina, LP - površina okrenuta prema površini rezanja,
- pomoćna leđna površina, PLP - površina reznog klina alata okrenuta prema obrađenoj površini predmeta obrade.

Presek grudne i leđne površine reznog klina alata predstavlja glavno sečivo - GS ili glavnu reznu ivicu alata - GRI, a presek grudne i pomoćne leđne površine pomoćno sečivo - PS ili pomoćnu reznu ivicu - PRI. Presek glavnog i pomoćnog sečiva je rezni vrh alata - RV.



a) Tehnološki koordinatni sistem



b) Osnovna geometrija reznog klina alata

Slika 4.28. Koordinatne ravni tehnološkog koordinatnog sistema i osnovna geometrija reznog klina alata

Osnovna geometrija reznog alata je geometrija reznog klina alata, slika 4.28.b. Prema standardu JUS K.A2.010 definisanje i utvrđivanje geometrije se izvodi korišćenjem dva koordinatna sistema:

- **tehnološkog** - definisanje geometrije reznih alata kao geometrijskog tela pri njegovoj izradi, oštrenju i kontroli (osnovna geometrija alata),
- **kinematskog** - definisanje geometrije alata u procesu rezanja (kinematska geometrija alata).

Tehnološki koordinatni sistem čine četiri ravni, 4.28.:

- **osnovna ravan Pr** - ravan koja prolazi kroz posmatranu tačku na sečivu alata i paralelna je ili upravna na neku ravan ili osu alata od značaja za izradu i oštrenje alata ili kontrolu geometrije alata. Može se definisati i kao ravan koja sadrži osu predmeta obrade ili alata i normalna je na vektor brzine u tački u kojoj se posmatra geometrija alata,
- **ravan rezanja Ps** - ravan tangencijalna na glavnu reznu ivicu (sadrži glavnu reznu ivicu alata) i normalna je na osnovnu ravan,
- **normalna ravan Po** - ravan upravna na osnovnu i ravan rezanja,
- **normalna ravan na glavno sečivo Pn** - ravan normalna na glavnu reznu ivicu ili tangentu na sečivo u posmatranoj tački.

Položaj grudne i leđne površine reznog klina alata određen je osnovnom geometrijom alata, koja obuhvata tri ugla, 4.28.b:

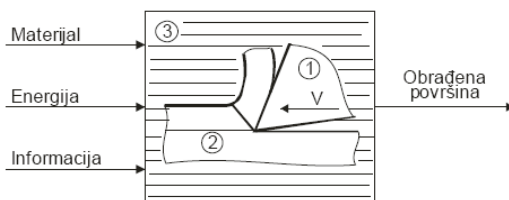
- **leđni ugao α** - ugao između leđne površine reznog klina alata i ravni rezanja,
- **grudni ugao γ** - ugao između grudne površine reznog klina alata i osnovne ravni,
- **ugao klina β** - ugao između grudne i leđne površine reznog klina alata.

Vrednosti uglova reznog klina alata se definišu (mere), najčešće, u normalnoj ravni P_o (osnovni uglovi reznog klina sa ili bez indeksa - $\alpha_o, \gamma_o, \beta_o$). Mogu se definisati i normalni ($\alpha_v, \gamma_v, \beta_v$ - u normalnoj ravni na glavno sečivo P_n), radijalni i aksijalni uglovi reznog klina alata.

4.3.6. Tribomehanički sistem u obradi metala rezanjem

Proces rezanja u svim vrstama obrade metala rezanjem se ostvaruje u tribomehaničkom sistemu (TMS) čiju strukturu čine, slika 4.29.:

- rezni klin alata,
- predmet obrade i
- sredstvo za hlađenje i podmazivanje.



Slika 4.29. Tribomehanički sistem u obradi metala rezanjem:
1 - rezni alat, 2 - predmet obrade, 3 - sredstvo za hlađenje i podmazivanje - SHP

Tribomehanički sistem predstavlja skup međusobno povezanih elemenata u jednu celinu radi ostvarivanja postavljenog cilja: uklanjanje viška materijala i oblikovanje delova uz minimalne troškove izrade i maksimalnu proizvodnost, tačnost i kvalitet obrade.

Pored strukture, TMS karakterišu ulazne i izlazne veličine. **Ulazne veličine** su: materijal, energija i informacija.

Materijal se odnosi na materijal predmeta obrade i pomoćni materijal (sredstva za hlađenje i podmazivanje, ulja za podmazivanje prenosnika i vođica alatnih mašina itd.). Polazni materijal ili polufabrikat se naziva **pripremak**, materijal ili deo u toku obrade **obradak (predmet obrade)**, a gotov deo **izradak**.

Energija se troši na ostvarivanje procesa rezanja, savlađivanje otpora rezanja, otpora kretanju izvršnih organa obradnog sistema i ostvarivanje potrebnih kretanja alata i predmeta obrade.

Informacija obezbeđuje upravljanje procesom rezanja. Predstavljaju skup podataka o mašinama, alatima, priborima, pripremu, mernim i kontrolnim sredstvima, režimima obrade, sistemima upravljanja procesom itd.

Izlazne veličine iz tribomehaničkog sistema su: informacija, energija i materijal.

Izlazne informacije su transformisane ulazne informacije i obuhvataju skupove podataka o: kvalitetu obrade (tačnost oblika, položaja i ostvarenih mera i kvalitet obrađenih površina), proizvodnosti i ekonomičnosti obrade.

Izlazna energija je transformisana ulazna energija, toplotna i kinetička energija elastičnih deformacija i vibracija elemenata tehnološkog sistema (mašina - rezni alat - pribor - predmet obrade).

Izlazni materijal je izradak i otpadni materijal (strugotina, utrošeno sredstvo za hlađenje i podmazivanje, utrošeno ulje za podmazivanje i sl.).

4.3.7. Naučne oblasti obrade materijala rezanjem

Proces rezanja prati pojava otpora kretanju reznog klina alata kroz materijal predmeta obrade, toplote i visokih temperatura u zoni rezanja, trenja u zonama kontakta alata i predmeta obrade i habanja alata.

Mehanika procesa rezanja je deo nauke o obradi metala rezanjem posvećen problematici određivanja vrednosti otpora i brzina rezanja i dinamičkog ponašanja elemenata obradnog sistema.

Termodinamika procesa rezanja je posvećena problemima generisanja i odvođenja toplote iz zone rezanja (obrade), kao i određivanja temperatura rezanja.

Tribologija rezanja obuhvata proučavanje procesa trenja u zonama kontakta alata i predmeta obrade i procesa habanja reznih elemenata alata.

Ekonomika procesa rezanja je oblast nauke o OMR posvećen problematici troškova obrade i obezbeđenja maksimalnih tehno - ekonomskih efekata obrade (minimalne cene koštanja proizvoda, maksimalnog profita i sl.).



Poglavlje 5

OBRADNI SISTEMI I PROCESI

CILJEVI UČENJA

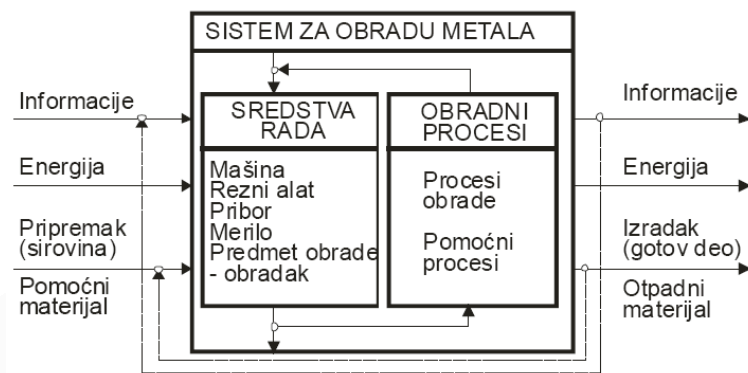
Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Shvatite osnovne pojmove o obradnim sistemima.
- Objasnite obradne procese.
- Koristite mašine pri obradi metala rezanjem.
- Razumete rezne alate, merne i pomoćne pribore.



5.1. OBRADNI SISTEMI

Sistemi za obradu rezanjem ili obradni sistem se sastoji od sredstava rada i obradnih procesa, sa karakterističnim ulaznim i izlaznim veličinama, prikazanim na slici, slika 5.1 [9,10, 12,18,19,27,28].



Slika 5.1. Struktura sistema za obradu rezanjem

Sredstva rada obuhvataju pet podsistema i to podsisteme: mašina, reznih alata, pribora, mernih instrumenata - merila i predmeta obrade. Podsystem mašina čini jedna ili više alatnih mašina sa svim instalacijama i agregatima. Podsystem alata se sastoji od jednog ili više reznih alata za izvođenje procesa obrade. Podsystem pribora obuhvata sve standardne, univerzalne i specijalne pribore za pozicioniranje, vođenje i stezanje alata i obratka. Podsystem merila čine univerzalna i specijalna sredstva merenja i kontrole (prema standardima sistema upravljanja kvalitetom ISO 9001:2001 oprema za merenje, kontrolisanje i ispitivanje). Jedan ili više predmeta obrade čine podsystem predmeta obrade.

5.2. OBRADNI PROCESI

Obradni procesi se sastoje od:

- procesa obrade (direktnih ili efektivnih procesa),
- pomoćnih ili dopunskih procesa.

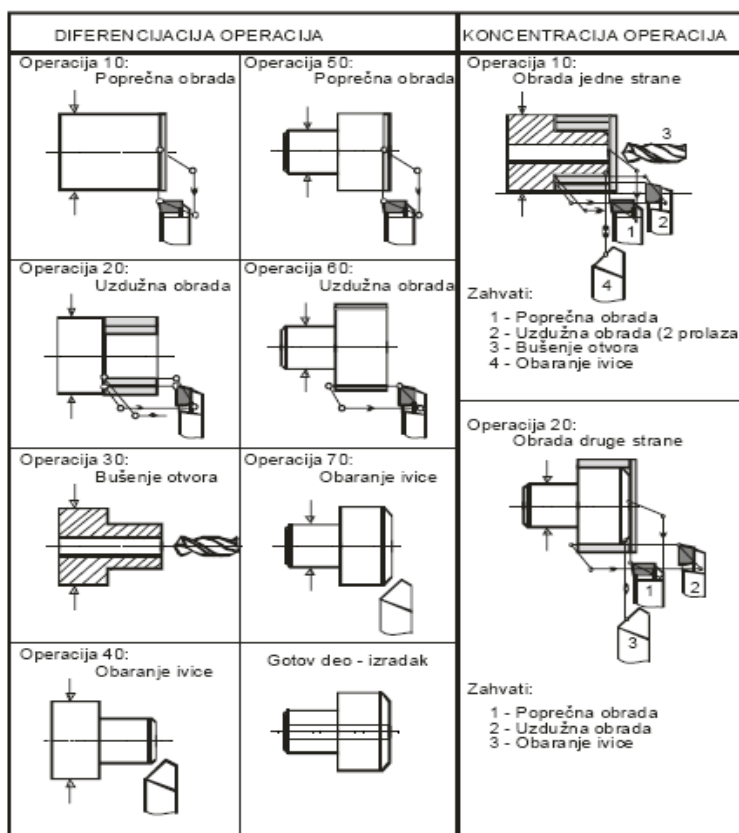
Procesi obrade su procesi direktne transformacije predmeta obrade u gotov proizvod ili poluproizvod za dalju obradu (struganje, bušenje, glodanje...).

Pomoćni procesi omogućavaju izvođenje procesa obrade (pozicioniranje i stezanje alata i predmeta obrade, odlaganje predmeta obrade, uključivanje i isključivanje mašine...).

Tehnološki ili obradni proces (proces izrade delova ili proizvoda) se realizuje kroz tehnološke postupke obrade. Tehnološki postupak je skup svih obrada na

predmetu obrade u toku izrade na odgovarajućim mašinama, uz primenu reznog, steznog i mernog alata. Elementi tehnološkog postupka su tehnološke operacije ili jednostavno operacije.

Operacija je obrada priprema na jednoj mašini (jednom radnom mestu) uz jednu pripremu mašine. Broj operacija je broj priprema ili broj mašina (kada se operacija poklapa sa obradnim procesom) ili broj pozicija obrade. Dva osnovna principa projektovanja tehnoloških procesa su sa diferencijacijom i koncentracijom operacija, *slika 5.2*.



Slika 5.2. Diferencijacija i koncentracija operacija, podela operacija na zahvate i prolaze

Diferencijacija operacija podrazumeva tehnološki proces proizvodnje kod koga su proizvodne operacije svedene na najjednostavnije elemente (zahvate).

Koncentracija operacija je objedinjavanje nekoliko različitih obrada (zahvata) na jednoj mašini i u isto vreme.

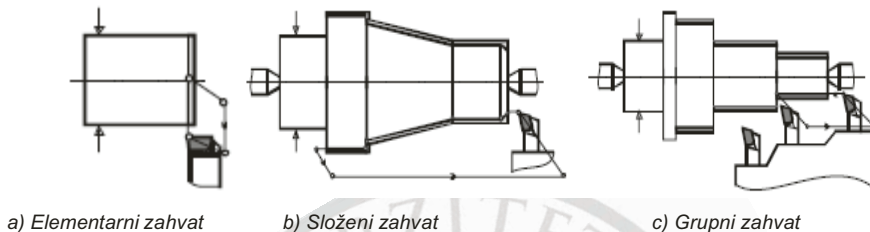
U okviru jedne operacije može da postoji više *podoperacija*.

Podoperacija predstavlja jedan položaj predmeta obrade u odnosu na mašinu i stezni alat ili pribor.

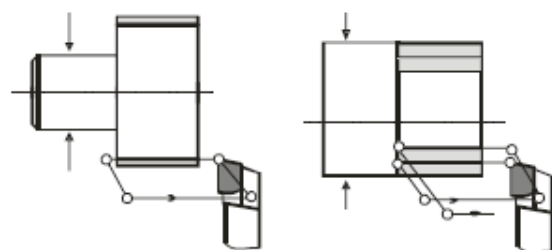
Svaka operacija odnosno podoperacija se sastoji od **zahvata i prolaza**.

Zahvat je proces istovremene obrade jedne ili više površina predmeta obrade korišćenjem jednog ili više alata, bez promene režima obrade. Razlikuje se elementarni, složeni i grupni zahvat. Elementarni zahvat je obrada jedne površine jednim alatom. Složeni zahvat je proces oblikovanja složene površine jednim alatom (kopiranjem ili na NU mašinama), slika 5.3.b. Grupni zahvat čini proces istovremene obrade više površina većim brojem alata, slika 5.3.c.

Prolaz je deo zahvata u kome se jedan sloj materijala uklanja jednim alatom, slika 5.3. Poslednjim prolazom završava se zahvat i proces oblikovanja i obrade posmatrane površine.



Slika 5.3. Složeni (obrada kopiranjem) i grupni zahvat

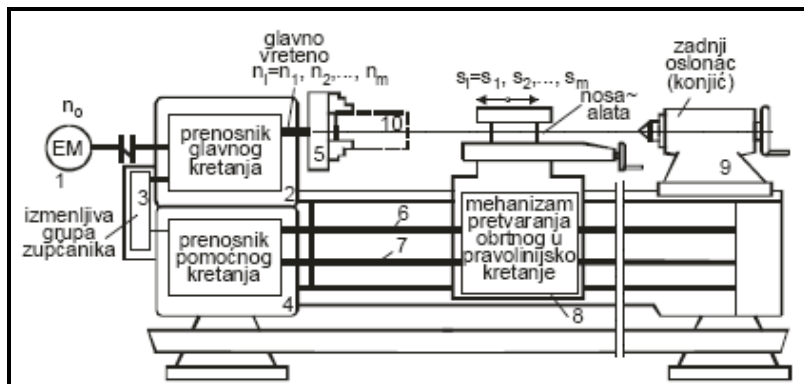


Slika 5.4. Prolazi u obradi struganjem

5.3. MAŠINE U OBRADI METALA REZANJEM

Alatne mašine obezbeđuju izradu i obradu delova različitih oblika i dimenzija, počev od najjednostavnijih (vratila, osovine, osovinice i sl.) do najsloženijih (lopaticе turbina, bregovi i sl.). Alatne mašine se razlikuju po obliku, strukturi i konstrukciji, dimenzijama, eksploatacionim karakteristikama i nameni. Klasifikacija mašina se najčešće izvodi prema nameni, proizvodnoj operaciji, na: strugove, bušilice, glodalice, rendisaljke, testere, brusilice, mašine za provlačenje, obradne centre, fleksibilne tehnološke module, ćelije, centre i sisteme i dr.

Strukturni elementi univerzalnih i specijalnih alatnih mašina se razvrstavaju na glavne ili osnovne, elemente gradnje i montaže i elemente upravljanja (primer struga - slika 5.5). Glavni ili osnovni elementi su: noseći sistem, sistem vođenja i pogonski sistem.



1 - pogonski elektromotor; 2 - prenosnik glavnog kretanja; 3 - izmenljiva grupa zupčanika;
4 - prenosnik pomoćnog kretanja; 5 - stezna glava; 6 - vučno vreteno; 7 - vodeće vreteno;
8 - suport; 9 - konjić; 10 - predmet obrade.

Slika 5.5. Šematski prikaz univerzalnog struga

Pogonski sistemi glavnog obrtnog i pravolinijskog kretanja obezbeđuju neophodne momente i brzine rezanja za **nastanak** procesa rezanja datog spektra materijala i dimenzija predmeta obrade. Sastoje se od pogonskog elektromotora, prenosnika i vreteništa kod glavnog obrtnog kretanja, odnosno pogonskog elektromotora, prenosnika, mehanizma za pretvaranje obrtnog u pravolinijsko kretanje i izvršnog organa kod glavnog pravolinijskog kretanja.

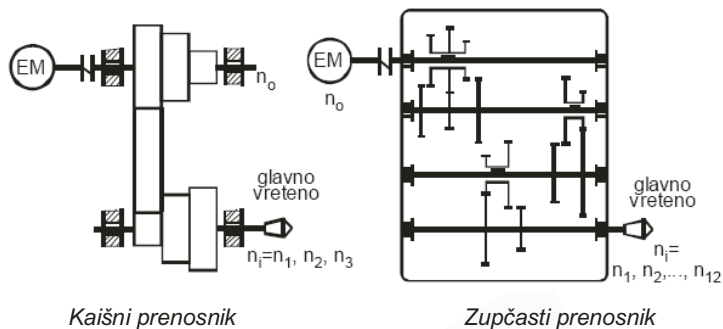
Pogonski sistemi pomoćnog kretanja obezbeđuju neophodne momente i brzine kretanja za **nastavak** procesa rezanja. Zavisno od konceptijskog rešenja i vrste alatne mašine mogu biti zavisni ili nezavisni, kontinualni ili periodični. Sastoje se od prenosnika pomoćnog kretanja, mehanizma pretvaranja obrtnog u pravolinijsko kretanje i izvršnog organa. Kod zavisnih prenosnika pogon se obezbeđuje dopunskim prenosnikom između prenosnika glavnog i pomoćnog kretanja, a kod nezavisnih posebnim elektromotorom.

5.3.1. Prenosnici alatnih mašina

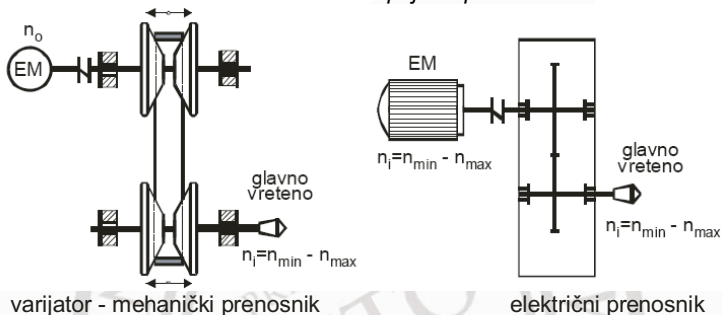
Mehanizmi koji obezbeđuju izmenu parametara kretanja izvršnih organa alatnih mašina (broja obrta, broja duplih hodova, koraka, brzine pomoćnog kretanja i sl.) su **prenosnici alatnih mašina**. Predstavljaju jedan od osnovnih elemenata konstrukcije alatnih mašina i dele se na prenosnike: glavnog kretanja i pomoćnog kretanja, slika 5.5.

Prenosnici alatnih mašina prema principu gradnje mogu biti: **mehanički**, **električni**, **hidraulični** i **pneumatski**, a prema vrednosti izlaznih parametara kretanja odnosno načinu regulisanja izlaznih parametara: **kontinualni** i **stupnjeviti**.

Mehanički stupnjeviti prenosnici, izvedeni najčešće kao kaišni ili zupčasti prenosnici, obezbeđuju diskretne vrednosti parametara kretanja unutar oblasti izmene parametara kretanja (od minimalne do maksimalne vrednosti), slika 5.6.



Slika 5.6. Mehanički stupnjeviti prenosnici



Slika 5.7. Mehanički i električni kontinualni prenosnici

Kontinualni prenosnici se izvode najčešće kao mehanički u vidu varijatora (slika 5.7.a), električni (slika 5.7 b), hidraulični ili kombinovani. Obezbeđuju bilo koju vrednost parametara kretanja unutar oblasti izmene parametara kretanja.

Prenosnici za glavno kretanje se izvode najčešće kao stupnjeviti ili kombinovani (stupnjeviti i kontinualni).

Zakovitosti promene parametara kretanja

Broj obrta alata ili predmeta obrade:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{D \cdot \pi} = f(V, D), \quad \text{o/min}$$

je funkcija brzine (V) i prečnika alata ili predmeta obrade (D). Jedna te ista vrednost brzine rezanja V, pri različitim vrednostima prečnika, se može ostvariti samo različitim brojevima obrta alata ili predmeta obrade.

Kako se prečnik kontinualno menja u granicama Dmin - Dmax, to se utvrđena brzina rezanja može ostvariti prenosnicima sa kontinualnom promenom broja obrta u granicama nmin - nmax. Kontinualnih (mehaničkih) prenosnika ima malo i sreću se najčešće u laboratorijskim uslovima, jer je njihova konstrukcija i izrada veoma složena, a cena visoka. Međutim, pojavom frekventnih regulatora nove generacije primena električnih kontinualnih prenosnika postaje dominantna.

Većina obradnih sistema (mašina) ima prenosnike sa stupnjevitom promenom broja obrta. Prenosnici sa stupnjevitom promenom mogu biti sa: *aritmetičkom, geometrijskom, dvostrukom geometrijskom i logaritamskom promenom*. Najčešće se

koristi **geometrijska promena**. To je promena broja obrta koju karakteriše konstantan odnos dva susedna broja obrta:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_3}{n_2} = \dots = \frac{n_m}{n_{m-1}} = \varphi = \text{const.}$$

Odnos brojeva obrta (koraka ili brzina pomoćnog kretanja) se naziva **geometrijskim faktorom promene prenosnika mašine** φ . Za unifikaciju i standardizaciju mašina i prenosnika za glavno i pomoćno kretanje koriste se standardne vrednosti brojeva obrta i parametara pomoćnog kretanja. Standardne vrednosti se formiraju za geometrijsku promenu korišćenjem osnovnog reda zasnovanog na geometrijskom faktoru promene prenosnika:

$$R20 \therefore \varphi = \sqrt[20]{10} = 1,12.$$

Pored osnovnog reda najčešće se koriste izvedeni redovi:

$$R10 \therefore \varphi = \sqrt[10]{10} = 1,25, \quad \text{ i } \quad R20/3 \therefore \varphi = \sqrt[20/3]{10} = 1,4,$$

a ređe

$$R5 \therefore \varphi = \sqrt[5]{10} = 1,6 \quad \text{ i } \quad R10/3 \therefore \varphi = \sqrt[10/3]{10} = 2.$$

Na osnovu navedenih vrednosti geometrijskih faktora promene formiraju se tabele standardnih vrednosti brojeva obrta i koraka.

5.4. REZNI ALATI

5.4.1. Klasifikacija reznih alata

Osnovne oblici reznih alata, dimenzije, namena i tehnički zahtevi **standardnih reznih alata** su definisani odgovarajućim standardima, odnosno tehničkim uslovima kojima je određen kvalitet i rezna sposobnost alata.

U masovnoj i visokoserijskoj proizvodnji, posebno u uslovima visoke automatizacije i fleksibilne proizvodnje, racionalnije je koristiti tzv. **specijalne rezne alate**. To su alati specijalno projektovani i izrađeni za konkretne uslove obrade i konkretnu proizvodnu opremu.

Klasifikacija reznih alata se može vršiti na različite načine. Opšta podela reznih alata je na: **ručne i mašinske**.

Podela mašinskih alata se izvodi na bazi različitih kriterijuma i to prema vrsti obrade, materijalu predmeta obrade, vrsti alatnog materijala, broju reznih ivica, obliku alata i položaju površina obrade, tipu alata, načinu postavljanja alata itd.

Najčešća podela alata je prema **vrsti obrade** i to na rezne alate za: struganje, bušenje, proširivanje i razvrtanje, glodanje, rendisanje, brušenje i glačanje, provlačenje, izradu zupčanika, ožljebljenih vratila, navoja i sl.

Prema **vrsti materijala predmeta obrade** razlikuju se rezni alati za obradu metala, drveta, plastičnih masa, nemetala (kamen, staklo, mermer, hartiju, grafit i sl.).

Prema **vrsti alatnog materijala** alati se dele na alate od alatnog čelika, brzoreznog čelika, tvrdih metala, keramičkih materijala, dijamantske alate, alate od super tvrdih materijala i sl. Pored ovim alata i alatnih materijala postoje alati od brzoreznih čelika i tvrdih metala sa tvrdim prevlakama.

Prema **broju reznih ivica** razlikuju se jednosečni (noževi za rendisanje, struganje, bušenje, rezanje navoja i sl.), dvosečni (spiralne i ravne burgije i sl.),

više-sečni (proširivači, razvrtači, upuštači, glodala, ureznici, ...) i mnogosečni alati (alati za brušenje - točila).

Prema **obliku alata** razlikuju se alati za obradu spoljašnjih površina, izradu otvora, izradu navoja, ožljebljenih vratila i zupčanika.

Prema **tipu** alati se razvrstavaju na alate izrađene iz jednog od alatnog materijala (integralni alati), sa umetnutim reznim elementima (zubima), alati sa lemljenim i mehanički pričvršćenim pločicama.

Prema **načinu postavljanja** na mašinu razlikuju se alati sa drškom i nasadni alati ili alati sa otvorom.

Najvažnije karakteristike reznih alata su:

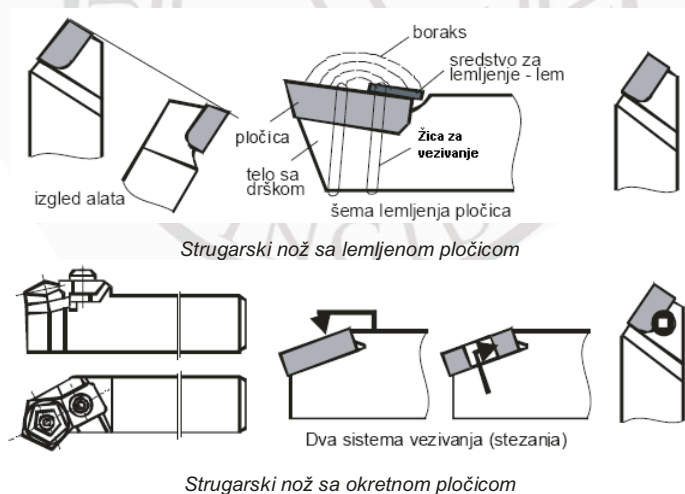
- geometrijski oblik, koji je određen postupkom obrade kome je namenjen,
- rezna geometrija, koju čine osnovna geometrija i geometrija specifična za pojedine alate,
- materijal alata, materijal od koga je rezni alat izrađen.

5.4.2. Oblik i osnovni konstruktivni elementi reznih alata

Svi rezni alati se sastoje od najmanje dva osnovna dela, slika 4.25.:

- tela alata na kome se nalaze rezni elementi alata (reznih klinova),
- drške ili otvora u telu alata, preko kojih se izvodi postavljanje i stezanje alata na nosač alata i mašinu.

Rezni klin alata ispunjava osnovnu ulogu reznih alata, obezbeđujući rezanje odnosno uklanjanje viška materijala. Sastoji se od jedne ili više reznih ivica (glavnih i pomoćnih sečiva), utvrđene osnovne geometrije.



Slika 5.8. Oblik alata sa lemljenim i mehanički pričvršćenim pločicama

Telo alata sa reznim klinom alata čini jedinstvenu konstruktivnu i funkcionalnu celinu formiranu na različite načine i to kao alat: iz jednog komada (integralno) - slika 4.25, sa umetnutim reznim elementima (zubima), lemljenom ili mehanički pričvršćenom pločicom, slika 5.8.

Drugi deo, **držka** odnosno **prihvatni i stezni deo**, obezbeđuje pravilno postavljanje -baziranje, prihvatanje i pouzdano stezanje alata u odgovarajući pribor mašine. U nizu slučajeva držka se koristi i za centriranje alata.

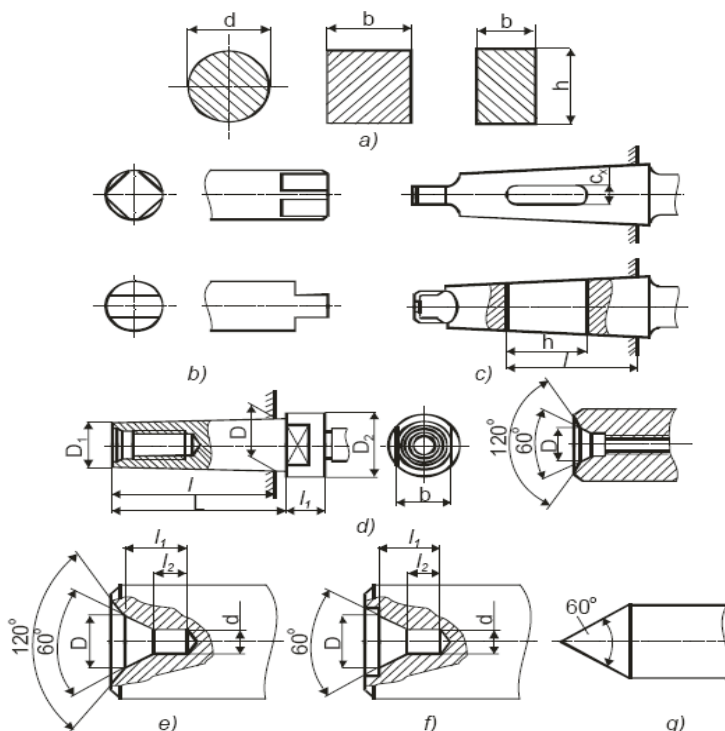
Oblik držke zavisi od tipa alata. Kod strugarskih noževa držka je kružnog, pravougaonog ili kvadratnog poprečnog preseka, slika 5.9.a. Kod cilindričnih alata (burgije, razvrtači, vretenasta glodala i sl.) oblici držke se razvrstavaju na, slika 5.9.b-d.: cilindrične i sa Morze konusom i to: sa i bez ušica. Završeci cilindričnih držki su prikazani na slici 5.9.e-g.

Nasadni alati imaju cilindrične ili konične otvore, preko kojih se ostvaruje postavljanje, centriranje, baziranje i stezanje alata. Uzdužni ili poprečni klin sprečava proklizavanje alata i obezbeđuje prenošenje obrtnog momenta sa vratila mašine na alat.

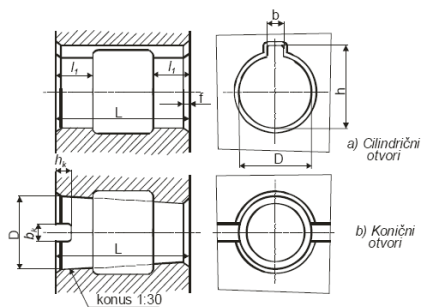
Oblici i karakteristike reznih pločica

Rezne pločice se izrađuju od brzoreznog čelika, tvrdog metala, rezne keramike, dijamanta i kubnog nitrda bora, a za nosač alata se vezuju:

- lemljenjem (lemljene pločice),
- mehaničkim pričvršćivanjem (okretne ili izmenjive pločice).

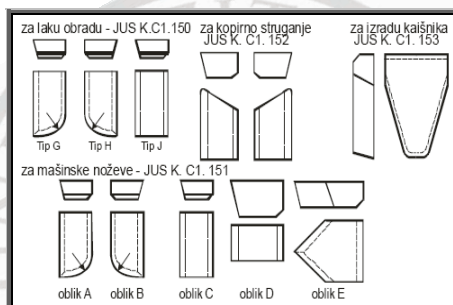


Slika 5.9. Oblici držke strugarskih noževa i cilindričnih alata

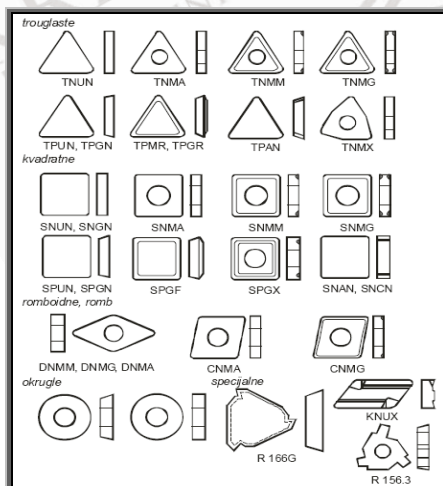


Slika 5.10. Oblici otvora kod nasadnih alata

Lemljenje pločice od brzoreznog čelika ili tvrdog metala se koriste za izradu strugarskih noževa, burgija, razvrtača, glodala i sl. Retko se sreću u savremenim proizvodnim uslovima, slika 5.11.



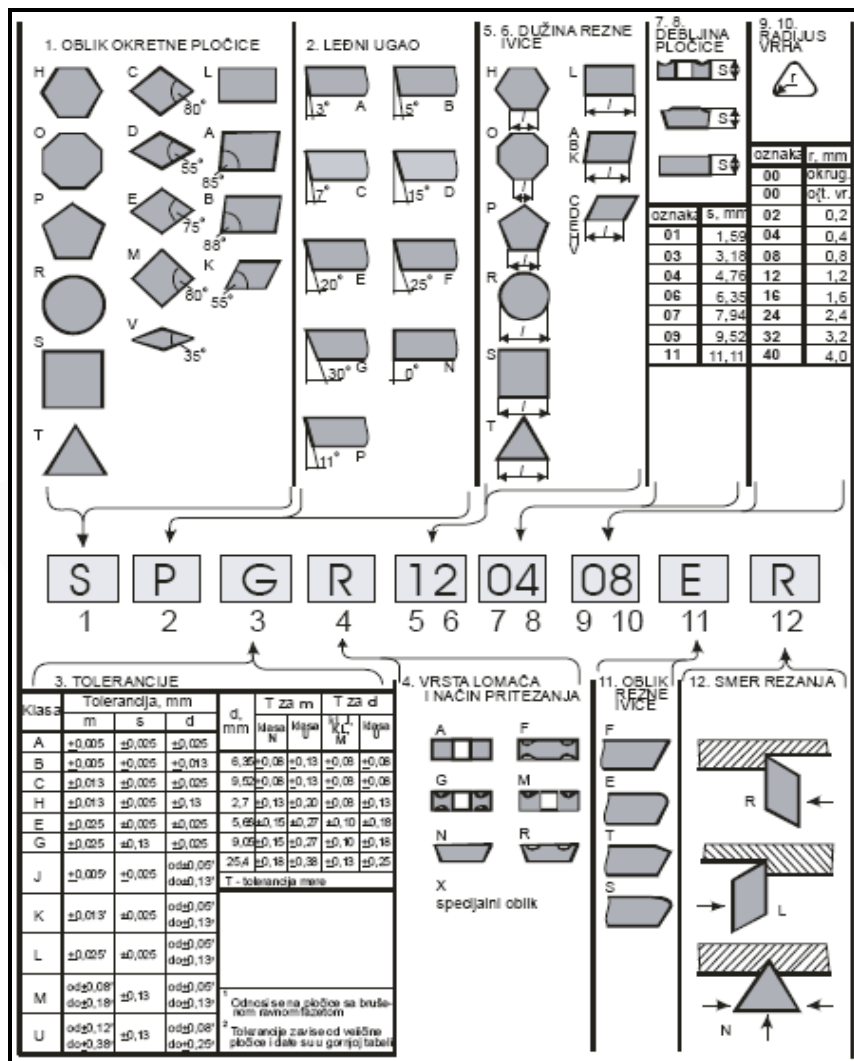
Slika 5.11. Neki oblici lemljenih pločica



Slika 5.12. Neki oblici izmenjivih (okretnih) pločica

Okretne - izmenjive ili višesečne pločice se mehanički vezuju za nosač alata. Nakon habanja jednog sečiva menja se sečivo, a nakon habanja pločice menja se pločica, slika 5.12. Pohabane pločice se skupljaju i vraćaju na reciklažu.

Okretne pločice su različitog oblika, dimenzija, geometrije, tačnosti izrade i sl. Prema JUS K.A9.030 oznaka pločica je usklađena sa ISO standardima, slika 5.13.

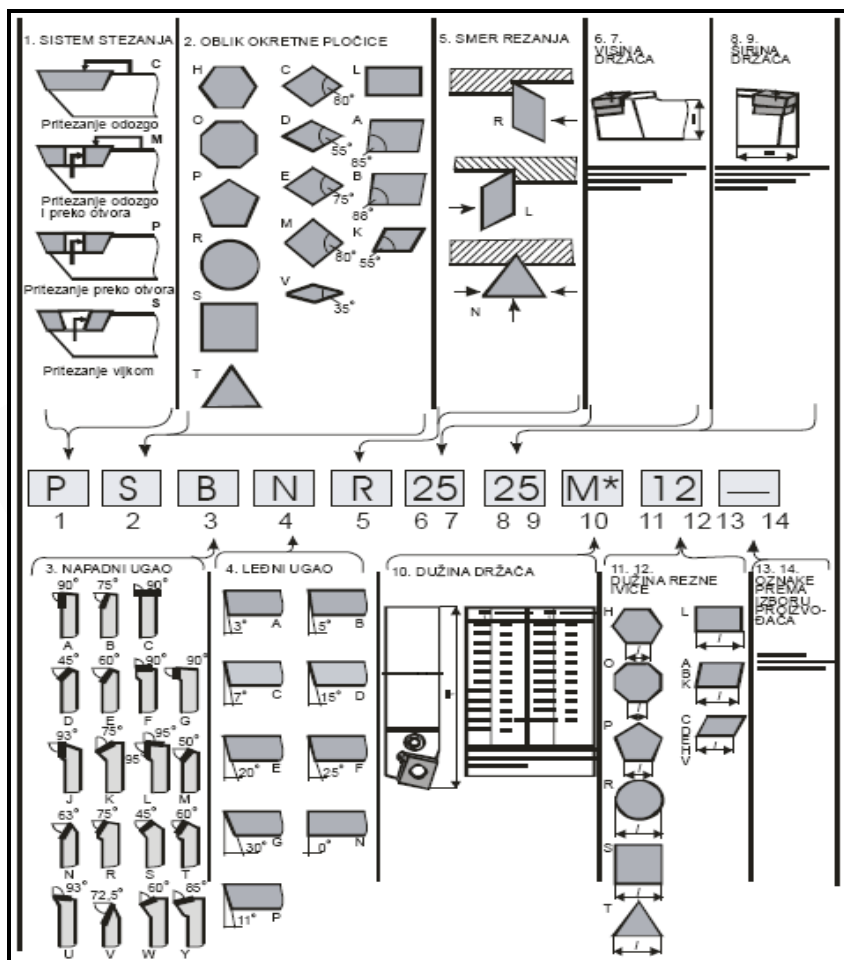


Slika 5.13. Sistem označavanja okretnih pločica za strugarske noževe po ISO standardu

Pločice od alatne keramike imaju iste oblike kao i pločice od tvrdog metala. Izrađuju se bez centralnog otvora, imaju veću debljinu i leđni ugao im je θ_0 . Često se izrađuju sa rubom - fazetom duž glavnog sečiva u cilju povećanja čvrstoće.

Mehaničko pričvršćivanje pločica i nosači alata

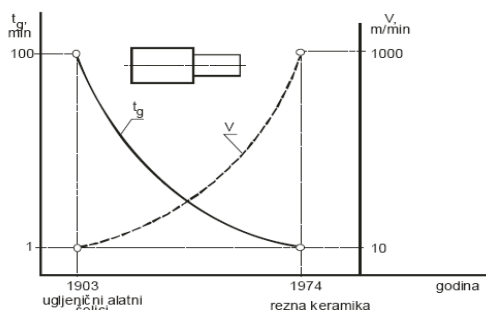
Mehaničko učvršćivanje pločica za nosač pločica (alata) se ostvaruje na različite načine (preko poluge, klina i zavrtnja ili držača i zavrtnja itd.). Mehaničko učvršćivanje pločica predstavlja osnovu gradnje savremenih reznih alata, a sistem učvršćivanje je standardizovan. Nosači alata su različite konstrukcije i izrađeni su od konstruktivnih materijala. Prema ISO standardu oznaka nosača ima 14 simbola (12 obaveznih i dva dopunska), slika 5.14.



Slika 5.14. Sistem označavanja nosača reznih pločica za spoljašnju obradu po ISO standardu

5.4.3. Alatni materijali

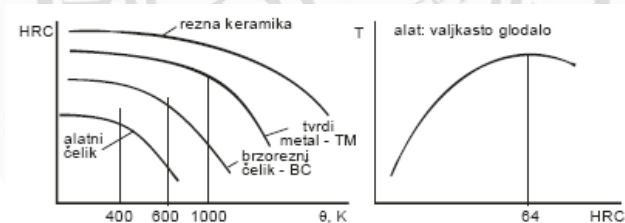
Početkom XX veka brzina rezanja se kretala u granicama 10 - 20 m/min, da bi u savremenim proizvodnim uslovima dostigla vrednost i do 1.000 m/min, pa i više, u proizvodnim operacijama struganja i čeonog glodanja, slika 5.15.



Slika 5.15. Uticaj vrste alatnog materijala na brzinu i vreme obrade

U skladu sa razvojem alatnih materijala i porastom brzine rezanja menjala se i konstrukcija reznih alata i alatnih mašina i obradnih sistema, čime su stvoreni uslovi za korišćenje raspoloživih mogućnosti savremenih alatnih materijala, kako u pogledu povećanja brzine rezanja, tako i u pogledu proizvodnosti, ekonomičnosti, tačnosti i kvaliteta obrade.

Sve vrste savremenih alatnih materijala su nastale kao rezultat stalne težnje da se obezbedi alatni materijal što veće tvrdoće i žilavosti, odnosno otpornosti na habanje, udarna opterećenja i vibracije, posebno u uslovima visokih temperatura rezanja. Sa porastom temperature rezanja opadaju vrednosti mehaničkih karakteristika alatnih materijala, slika 5.16. Smanjenje tvrdoće alatnog materijala dovodi do smanjenja otpornosti na habanje i postojanosti alata.



Slika 5.16. Uticaj temperature na mehaničke karakteristike alatnog materijala i uticaj promene tvrdoće alatnog materijala na postojanost glodala

Istovremeno rešenje suprotnih zahteva, posebno zahteva za visokom tvrdoćom i žilavošću, dovelo je do razvoja spektra alatnih materijala kao što su: ugljenični i legirani alatni čelici, brzorezni čelici, tvrdi metali, alatna ili rezna keramika, super tvrdi materijali.

Sem ovih alatnih materijala koriste se i materijali nedefinisane geometrije namenjeni izradi alata za brušenje, poliranje, honovanje i sl. To su različiti brusni materijali tipa korunda, silicijum karbida i sl. Danas se za izradu reznih alata najčešće koriste: **brzorezni čelik i tvrdi metal**.

Pored alatnih materijala za izradu alata koriste i **pomoćni materijali**. To su materijali za izradu drške, tela, nosača, nastavaka i sl. Kao pomoćni materijali koriste se: konstruktivni čelici, sivi liv, čelični i aluminijumski liv itd.

Ugljenični alatni čelici pripadaju grupi alatnih čelika istorijskog značaja. Koriste se za izradu alata namenjenih obradi metala malim brzinama rezanja (ručni ureznici, razvrtači i sl.) i obradi drveta.

Legirani alatni čelici su čelici poboljšanih karakteristika, posebno u pogledu otpornosti na visokim temperaturama i otpornosti na habanje. Koriste se, uglavnom, za izradu alata koji rade sa malim opterećenjima i malim brzinama rezanja. Češće se koriste za izradu alata za isecanje i oblikovanje lima, kao i izradu mernih alata i pribora.

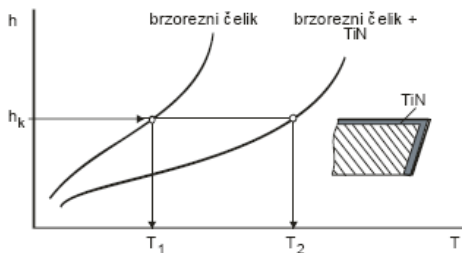
Prema osnovnom legirajućem elementu dele se na: hrom, volfram, hrom - volframove, hrom - silicijumove i hrom - vanadijumove legirane alatne čelike. To su, na primer, čelici tipa Č4140, Č4141, Č4143, ..., Č4149, prokron čelici (Č4170 ... Č4176), merilo čelici (Č3840, Č4840, Č6440, ...), OCR čelici (Č4150, Č4650, Č4750 ...) i dr.

Brzorezni čelik se pretežno koriste za izradu alata za bušenje, glodanje, rendisanje, provlačenje i sl., alata koji pretežno rade u uslovima prekidnog rezanja. Predstavljaju najvažniji i najčešće primenjivani visokolegirani alatni čelik sa većim sadržajem legirajućih elemenata, pre svih: hroma, volframa, molibdena, vanadijuma i kobalta. Variranjem sadržaja legirajućih elemenata menjaju se tvrdoća i otpornost na habanje, žilavost i otpornost na udarna - dinamička opterećenja, otpornost na povišenim temperaturama i sl. Brzorezni čelici sa povećanim sadržajem volframa (18 % W, 4 % Cr i 1 % V) su **klasični brzorezni čelici**. U savremenim proizvodnim uslovima sve više se ko-riste molibdenski brzorezni čelici sa smanjenim sadržajem volframa (5 % Mo, 6 % W i 2 % V). Brzorezni čelici povećane postojanosti na visokim temperaturama sadrže veći procenat vanadijuma (do 4 %), a brzorezni čelici visoke otpornosti na povišenim temperaturama sadrže veći procenat molibdena, vanadijuma i kobalta. To su tzv. **super brzorezni čelici**.

Povećanjem sadržaja volframa povećava se i osetljivost brzoreznog čelika na pojavu defekata pri brušenju - oštrenju. Povećanjem sadržaja kobalta smanjuje se žilavost brzoreznog čelika.

Prema osnovnim legirajućim elementima brzorezni čelici se dele na:

- **volframove brzorezne čelike:** Č6880, Č6881, Č6882, Č6883, Č9782 ...namenjene izradi normalno opterećenih reznih alata,
- **volfram - molibdenske brzorezne čelike:** Č7680, Č9780, Č9783... namenjene izradi alata povećanog opterećenja,
- **molibdenske brzorezne čelike:** Č7880, ... namenjene izradi alata za prekidno rezanje, jer se odlikuju povećanom žilavošću,
- **vanadijumske brzorezne čelike:** Č8780, Č9681, Č9683, Č6981, Č9880, ... koje odlikuje povećana otpornost na habanje i visoke temperature, a namenjeni su izradi alata za završnu obradu,
- **kobaltske brzorezne čelike:** Č6980, Č9682, Č9780, ... koje karakteriše otpornost na visokim temperaturama i namenjeni su izradi jače opterećenih alata.



Slika 5.17. Uticaj prevlake na postojanost alata od brzoreznog čelika

Savremeni brzorezni čelici sa prevlakama, najčešće titan - nitrida (TiN) poskupljuju alat za 20 - 40 %, ali obezbeđuju i povećanje postojanosti alata za 2 - 3 pa i nekoliko puta, slika 5.17. Prevlake se izrađuju kao jednoslojne ili višeslojne od TiC, TiN, Al₂O₃, kubnog nitrida bora ili dijamanta.

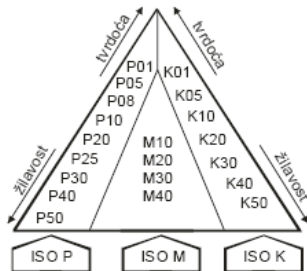
Tvrdi metali se koriste za izradu strugarskih noževa, čeonih glodala i sl., alata koji pretežno rade u uslovima neprekidnog rezanja. Tvrdi metali su fizičko - metalurška smeša tvrdih (osnovni materijal tipa karbida WC, TiC, TaC, NbC, ...) i žilavih komponenti - vezivnog materijala (metali Co, Ni, ...).

Variranjem sadržaja osnovnog i vezivnog materijala prilagođavaju se tvrdoća i žilavost tvrdih metala širokom području primene. Tvrde metale odlikuju visoka postojanost i tvrdoća na povišenim temperaturama (i do 1250 °C), što obezbeđuje povećanje brzine rezanja i proizvodnosti. Međutim, manja žilavost dovodi do smanjenja otpornosti na udarna, dinamička opterećenja. Prema sadržaju volfram - karbida WC razlikuju se:

- tvrdi metali sa velikim sadržajem WC i neznatnim dodatkom ostalih karbida TiC, TaC. Namenjeni su obradi tvrdih i krutih materijala, kada se formira kidana strugotina,
- tvrdi metali na bazi WC, TiC i TaC (sa povećanim sadržajem TiC i TaC).

Namenjeni su obradi žilavih materijala, kada se formira neprekidna strugotina. Prema ISO i JUS standardima oznaka tvrdog metala sadrži: slovni i brojni deo.

Slovni deo oznake ukazuje na osnovnu grupu tvrdih metala. Prema slovnoj oznaci tvrdi metali se razvrstavaju u tri grupe, slika 5.18: grupa P (plava) - namenjena obradi čelika, čeličnog i temper liva, grupa M (žuta) - namenjena obradi čelika, čeličnog, temper i sivog liva, grupa K (crvena) - namenjena obradi krutih materijala.

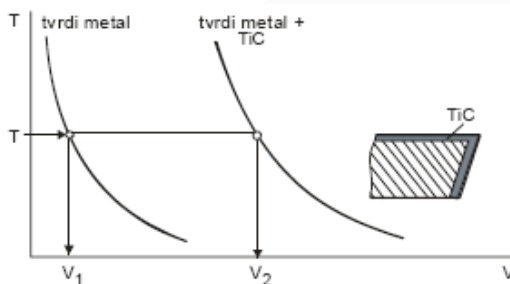


Slika 5.18. Klasifikacija i označavanje tvrdih metala

Brojni deo oznake određuje kvalitet tvrdog metala i sužava oblast njegove primene. Tako, na primer, otpornost na habanje (tvrdoća) tvrdog metala raste sa porastom sadržaja karbida TiC i TaC (niža brojna oznaka). U tim slučajevima opada žilavost, raste osetljivost na mehanička i termička naprezanja. Otuda se, na primer, kvalitet P tvrdog metala sa većim sadržajem TiC i TaC (P01 - P10) koristi za izradu alata namenjenih završnoj obradi, velikim brzinama rezanja i pri malim presecima strugotine.

Kvalitet P tvrdog metala sa većim sadržajem WC i Co (P20 - P50) se koristi za izradu alata namenjenih gruboj obradi, manjim brzinama rezanja i pri većim presecima strugotine, jer se odlikuje povećanom žilavošću i otpornošću na dinamička opterećenja.

Tehnologijom nanošenja prevlaka nanose se: jednoslojne i višeslojne prevlake od TiC, TiN, Al₂O₃, kubnog nitrida bora, dijamanta i sl., slika 5.19.



Slika 5.19. Prevlake i uticaj prevlake na postojanost alata od TM

Nanošenjem prevlaka se obezbeđuje povećanje tvrdoće površinskih slojeva (otpornosti na habanje) pri nepromenjenoj žilavosti, koja zavisi od kvaliteta osnovnog materijala - tvrdog metala. Time se obezbeđuje značajno povećanje brzine rezanja ili postojanosti alata. Nedostaci prevlaka se ogledaju u nemogućnosti oštrenju alata i obrade malim dubinama i koracima zbog relativno većeg radijusa vrha. Zato se koriste alati sa višesečnim izmenjivim okretnim pločicama.

Rezna ili alatna keramika

Rezna keramika se, najčešće, javlja u tri varijante - tipa kao:

- mineralna (čista ili oksidna) keramika, Al₂O₃,
- mešana (oksidno - karbidna) keramika se sastoji od 60 % Al₂O₃ i 40 % WC, Mo₂C ili TiC,
- silicijumnitridna keramika Si₃N₄.

Presovanjem i sinterovanjem na temperaturi od 1600 – 1800 °C izrađuju se pločice različitog oblika, koje se isključivo mehanički učvršćuju za nosač alata. Prednosti rezne keramike u odnosu na tvrde metale su veća tvrdoća, otpornost na habanje i otpornost na visokim temperaturama. Nedostaci su niska žilavost i visoka osetljivost na dinamička opterećenja i promenu termičkih naprezanja.

Rezna keramika se koristi za izradu alata namenjenih neprekidnom rezanju na mašinama veće krutosti i stabilnosti i to obradu konstruktivnih čelika (ugljeničnih i legiranih), visokokvalitetnih čelika, sivog i temper liva, legura obojenih metala i nemetala. Nije pogodna za obradu lakih metala i njihovih legura zbog porasta intenziteta difuzionog habanja.

Supertvrđi alatni materijali su: prirodni dijamant, kubni nitrid bora - CBN (borozan i elbor) i sintetički dijamant - PKD. Odlikuju se vrlo visokom tvrdoćom i otpornošću na habanje, niskom žilavošću i otpornošću na dinamička opterećenja.

5.5. POMOĆNI PRIBORI

5.5.1 Uloga i klasifikacija pribora

Pribori su dopunski uređaji koji se koriste pri obradi, montaži i kontroli delova, sklopova i proizvoda. U toku izvođenja procesa obrade i realizacije pomoćnih operacija, pribori se koriste za pozicioniranje i stezanje predmeta obrade i alata.

U mnogim slučajevima obezbeđuju i potrebno vođenje alata u odnosu na predmet obrade. Prema nameni dele se na: univerzalne i specijalne.

Univerzalni pribori su namenjeni obradi različitih priprema. Predstavljaju standardni pribor svake alatne mašine.

Specijalni pribori su namenjeni obradi određenih priprema ili izvođenju određenih operacija obrade na jednom ili više delova. Pravilno koncipiranje pribora, projektovanje i konstrukcija, podrazumeva poznavanje i analizu baznih površina dela koji se izrađuje.

Pri projektovanju konstrukcije i tehnologije obrade delova, posebno projektovanju tehnoloških procesa, najpre se vrši izbor **baznih površina (baza)**. Baze su tačke, linije ili površine u odnosu na koje se orijentišu drugi delovi ili površine delova u procesu obrade, merenja ili montaže. **Dele se na: konstrukcione, tehnološke, merne i montažne.**

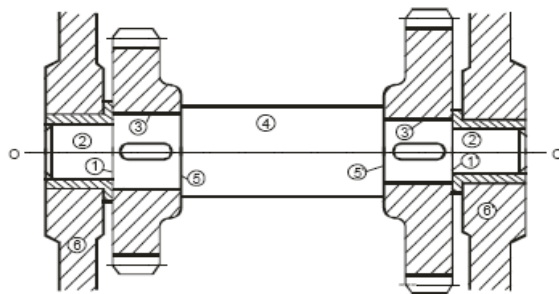
Grupu **konstruktivnih baza** čine: osnovne i pomoćne baze, koje, pri konstruisanju (izboru oblika površina, njihovog položaja, utvrđivanju dimenzija i normi tačnosti i sl.), imaju suštinski značaj. U fazi konstrukcije se identifikuju i: funkcionalne i slobodne površine.

Osnovne površine (baze) su površine u odnosu na koje se određuje položaj dela u proizvodu (sklopu). Po pravilu položaj dela u sklopu se određuje kompletom od dve ili tri baze. Osnovne baze vratila prikazanog na slici 5.20 su cilindrična površina čaura 2(2'), osa vratila OO i stepenaste površine 1(1'), jer određuju položaj vratila u kućištu 6(6'). Stepenaste površine sprečavaju pomeranje vratila duž ose vratila.

Pomoćna površina (baza) određuje položaj montiranih delova podsklopova. Za vratilo, na primer, se javljaju dva kompleta pomoćnih površina za postavljanje zupčanika, sa tri elementa: rukavac 3(3'), stepenica 5(5') i klin, slika 5.20.

Funkcionalne površine su površine preko kojih se ostvaruje funkcija zadatog sklopa. To su, u pomenutom slučaju, bočne površine zuba zupčanika.

Slobodne površine su površine povezuju osnovne i pomoćne površine. To je površina valjka (4).



Slika 5.20. Karakteristične površine delova sklopa

Tehnološka baza je površina koja određuje položaj dela u procesu izrade (obrade) u odnosu na rezni alat i/ili pribor.

Merne baze se koriste u procesu merenja i kontrole gotovog dela. Merna baza je površina koja određuje relativni položaj dela ili sklopa i sredstva merenja.

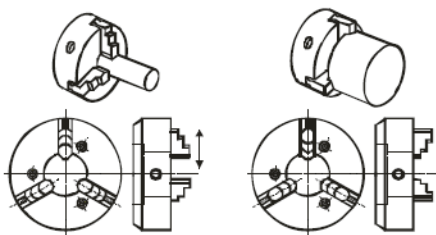
Montažne baze se koriste za orijentaciju i postavljanje delova pri montaži. To su baze koje lišavaju deo ili sklop tri stepena kretanja, na primer pomeranja duž jedne ose i obrtanja oko druge dve ose.

5.5.2 Univerzalni (stezni) pribori

Univerzalni pribori ili stezni pribori su namenjeni prvenstveno pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji za postavljanje i stezanje predmeta obrade i alata **različitih oblika i dimenzija**. Kao univerzalni pribori koriste se: univerzalna glave za stezanje, šiljci, univerzalni stezač za alate sa cilindričnom drškom, brzi stezač za alate sa cilindričnom drškom, mašinske stege, obrtni stolovi, trnovi (vratila), odstojni prstenovi, obrtni prstenovi, stezne čaure, elastične stezne čaure, magnetne ploče i sl.

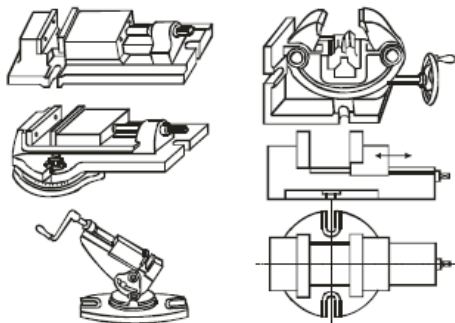
Univerzalni pribori su najčešće i standardizovani, pa se nazivaju i standardnim priborima alatnih mašina (isporučuju se uz mašinu).

Univerzalna glava za stezanje sa tri (četiri, retko dve) čeljusti je standardni pribor strugova, glodalica i brusilica, slika 5.21. Služi za stezanje okruglih (često i prizmatičnih) delova ili alata sa drškom (burgije, vretenasta glodala ...). Razlikuju se po stepenu univerzalnosti, konstrukciji mehanizma za samocentriranje i stezanje. Postoje i druge konstrukcije univerzalnih glava, sa ručnim i mehanizovanim (pneumatskim, hidrauličnim ili elektromehaničkim) stezanjem.



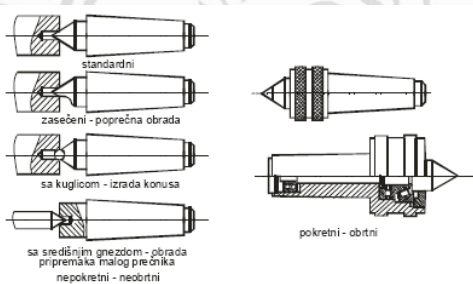
Slika 5.21. Univerzalna glava za stezanje

Mašinske stega se koriste za ručno stezanje različitih delova na rendisalkama, bušilicama, glodalicama i dr., slika 5.22. Različite konstrukcije stega, okretne u ravni ili prostoru, omogućujući orijentaciju dela za obradu površina pod uglom. Pored ručnih, postoje i stega sa mehanizovanim stezanjem, najčešće hidrauličnim.



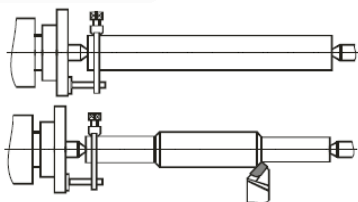
Slika 5.22. Neki tipovi mašinskih stega

Šiljci se koriste za pozicioniranje i stezanje cilindričnih delova većih dužina (odnos dužine i prečnika L/d iznad 4 do 10), najčešće na strugovima i brusilicama za okruglo brušenje, slika 5.23.



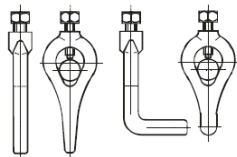
Slika 5.23. Šiljci

Delovi se pozicioniraju i oslanjaju sa jedne ili obe strane, primenom nepokretnih (neobrtnih) ili pokretnih (obrtnih) šiljaka, slika 5.24. Oslanjanju na šiljke prethodi izrada središnjih gnezda na delovima.



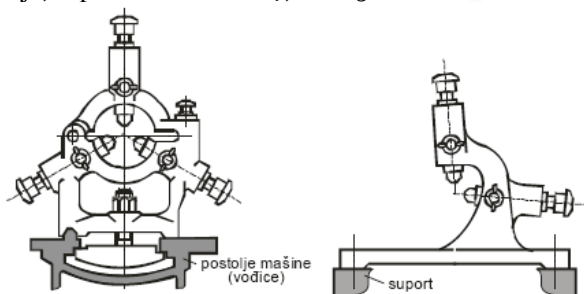
Slika 5.24. Pozicioniranje pomoću šiljaka

Obrtači (srca) služe za prenos obrtnog kretanja sa glavnog vretena na predmet obrade, kod pozicioniranja pomoću šiljaka, slika 5.25.



Slika 5.25. Osnovne konstrukcije obrtača (srca)

Linete se koriste za oslanjanje predmeta obrade u toku rezanja sa ciljem sprečavanja i smanjenja deformacija dužih delova, nastalih dejstvom spoljašnjih sila (sila i otpora rezanja, sopstvene mase i sl.), slika 5.26.



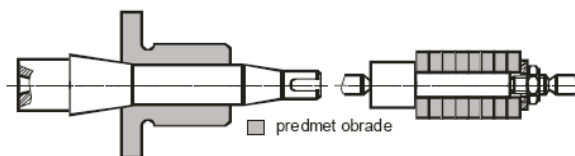
a) Nepokretna lineta

b) Pokretna lineta

Slika 5.26. Pokretne i nepokretne linete

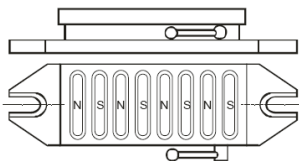
Dva osnovna tipa lineta su: pokretne i nepokretne. Pokretne se postavljaju na uzdužni nosač alata, a nepokretne na vođice nosača alata odnosno nosača šiljka.

Trnovi se primenjuju za postavljanje i stezanje predmeta sa centralnim otvorom većeg prečnika i manje debljine zida, odnosno stezanje alata, slika 5.27.



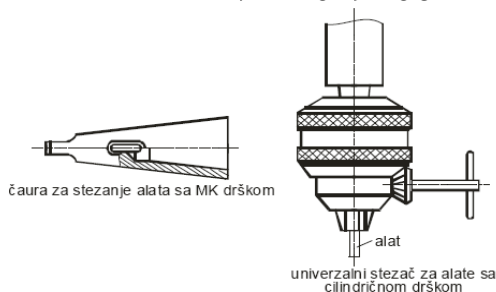
Slika 5.27. Trnovi

Magnetne ploče se koriste za postavljanje i stezanje predmeta od feromagnetnih materijala sa ravnim površinama, kod brusilica za ravno brušenje, slika 5.28. Mogu biti sa permanentnim magnetima ili elektromagnetima. Obezbeđuju ravnomernu silu stezanja po oslonoj, baznoj površini obratka, imaju visoku krutost i jednostavno i brzo stezanje (prebacivanjem ručica ili isključivanjem jednosmerne struje).

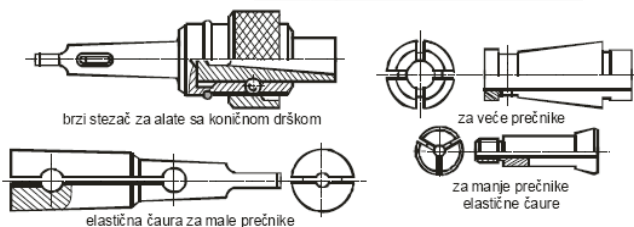


Slika 5.28. Magnetna ploča

Za stezanje alata sa drškom (burgije, upuštači, proširivači, razvrtači, vretenasta glodala...) koriste se **univerzalni stezači**, slike 5.29. i 5.30.



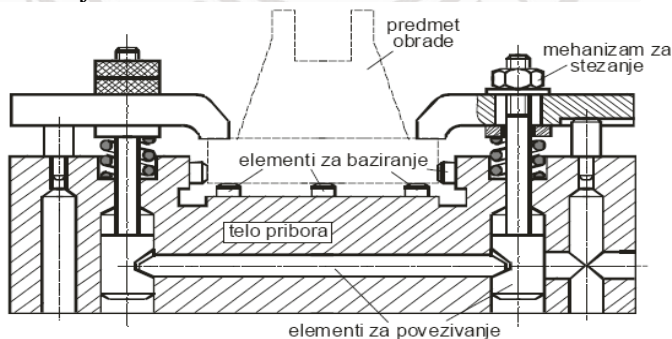
Slika 5.29. Stezanje alata sa drškom



Slika 5.30. Brzi stezač i stezne čaure

5.5.3. Specijalni pribori

Specijalni pribori ili pomoćni pribori se, prvenstveno, koriste u serijskoj i masovnoj proizvodnji.



Slika 5.31. Šematski prikaz mogućeg rešenja pribora u obradi glodanjem

Sastoje se od: tela pribora, elemenata za postavljanje (baziranje), mehanizama za pritezanje (stezanje) i elemenata za povezivanje (čivija, zavrtnanj i sl.), slika 5.31.

5.6. MERNI PRIBORI (MERILA)

5.6.1. Osnovi merenja i kontrole

Prema standardima sistema upravljanja kvalitetom serije ISO 9001: 2001 standardima QMS) tehnička kontrola kvaliteta izrade proizvoda (merenje, kontrolisanje i ispitivanje) obuhvata, između ostalog, i kontrolu [9,19,27,28]:

- kvaliteta izrade proizvoda,
- sposobnosti tehnoloških procesa i proizvodne opreme.

Kontrola kvaliteta izrade proizvoda je provera stepena bliskosti - "poklapanja" pokazatelja kvaliteta izrade sa zahtevima definisanim konstruktivno – tehnološkom dokumentacijom.

Kontrola sposobnosti tehnoloških procesa (proizvodne opreme) podrazumeva identifikovanje:

- indeksa potencijala (preciznosti):

$$C_p = \frac{T}{T_p} \geq 1,33$$

- indeksa sposobnosti (tačnosti):

$$C_{pk} = \frac{2 \cdot \Delta}{T_p} \geq 1,33$$

- gde su (slika 2.33):
- **T = X_g - X_d, mm** - konstruktivnom dokumentacijom propisana tolerancija izrade;
- **T_p = 6 σ, mm** - prirodna tolerancija koja se obezbeđuje datim procesom izrade;
- **σ, mm** - standardna devijacija rasipanja rezultata višestruko ponovljene procedure merenja posmatrane dimenzije:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

- **$\bar{X}$, mm** - srednja aritmetička vrednost rezultata merenja:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i$$

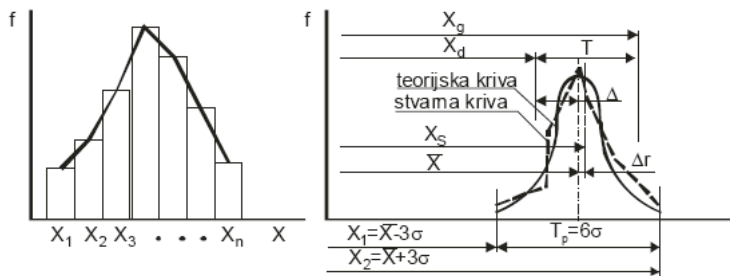
- **X_i, mm** - vrednosti pojedinačnih merenja;
- **n** - broj merenja;
- **Δ, mm** - minimalno rastojanje srednje aritmetičke vrednosti rezultata merenja i granica specifikacije (X_d, X_g);
- **Δr, mm** - veličina podešavanja:

$$\Delta r = |\bar{X} - X_s|$$

- **X_s, mm** sredina tolerantnog polja:

$$X_s = \frac{X_g - X_d}{2}$$

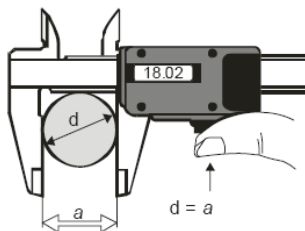
Kontrola sposobnosti, očigledno, predstavlja kontrolu: tačnosti i stabilnosti tehnoloških procesa, prema unapred utvrđenim kriterijumima.



Slika 5.32. Ilustracija postupka kontrole sposobnosti procesa

Osnovni strukturni elementi sistema kvaliteta u oblasti ispitivanja, kontrolisanja i proveravanja kvaliteta (tehničke kontrole kvaliteta), prema standardima sistema upravljanja kvalitetom serije ISO 9000, su: *funkcija kvaliteta u proizvodnji, kontrola proizvodnje i verifikacija kvaliteta proizvoda (klasična kontrola kvaliteta proizvoda: ulazna ili prijemna, međufazna ili operacijska i završna kontrola.*

Merenje je eksperimentalno određivanje numeričke vrednosti fizičke veličine. Vrednost se očitava na indikatorskoj jedinici mernog pribora, slika 5.33.



Slika 5.33. Ilustracija postupka merenja

Kontrola je postupak kojim se izvodi provera da li se kontrolisana dimenzija (veličina) nalazi unutar propisanih granica tolerancije (maksimalnog i minimalnog odstupanja), slika 5.34. Vrednost kontrolisane veličine je određena atributima: u granicama, iznad gornje granice i ispod donje granice.

Na osnovu rezultata kontrole delovi se razvrstavaju na **usaglašene** (u granicama) i **neusaglašene** (van granica). Neusaglašeni delovi se mogu doraditi ako je kontrolisana dimenzija iznad gornje granice kod spoljašnje odnosno ispod donje granice kod unutrašnje dimenzije.

5.6.2. Sredstva merenja i kontrole

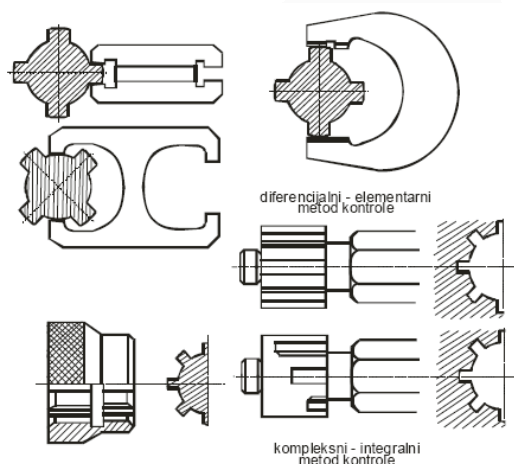
Sredstva merenja i kontrole ili merila (oprema za merenje, kontrolisanje i ispitivanje prema QMS - standardima) predstavljaju tehničke uređaje namenjene formiranju merne informacije o izvršenim merenjima i kontrolama.

Prema nameni merila se dele na: etalone, merke, kontrolnike ili tolerancijska merila, univerzalna merna sredstva, merna sredstva specijalne namene, kontrolne uređaje (poluautomate i automate) i merne sisteme.

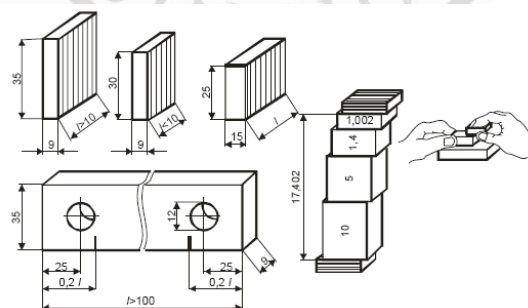
Etaloni (primarni, sekundarni i radni) su merila i merni pribori kojima se identifikuje (materijalizuje), čuva i reprodukuje jedinica mere neke fizičke veličine u odgovarajućem opsegu. Primarni etalon je nacionalni etalon jedinice mere i nalazi se u Saveznom zavodu za mere i dragocene metale.

Merke su mehanička jednostruka (granična merila, šabloni, kalibri i sl.) ili višestruka merila (merni lenjiri, pomična merila, mikrometarska merila i sl.) za merenje ili kontrolu jedne ili više vrednosti fizičkih veličina.

Granična merila se razvrstavaju uglavnom na granična merila za dužine i uglove. Za merenje i kontrolu dužina najčešće se koriste paralelna granična merila - PGM, kod kojih rastojanje dve paralelne ravni predstavlja nominalnu vrednost, slika 5.35. Formiranje slogova različite nominalne vrednosti dužine se vrši lepljenjem, odnosno slaganjem merki.

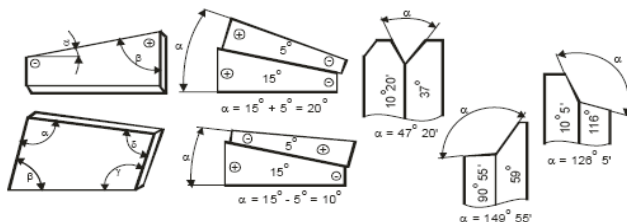


Slika 5.34. Šematski prikaz operacija kontrole



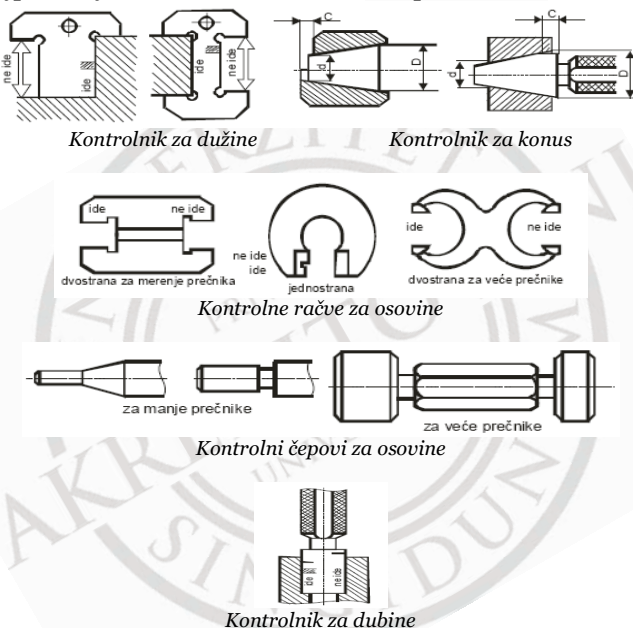
Slika 5.35. Paralelna granična merila

Granična merila za uglove po svom obliku mogu biti veoma različita (trougona, četvorougona i sl.), slika 5.36. Obezbeđuju formiranje slogova različite nominalne vrednosti ugla (lepljenjem - slaganjem merki).



Slika 5.36. Granična merila za uglove

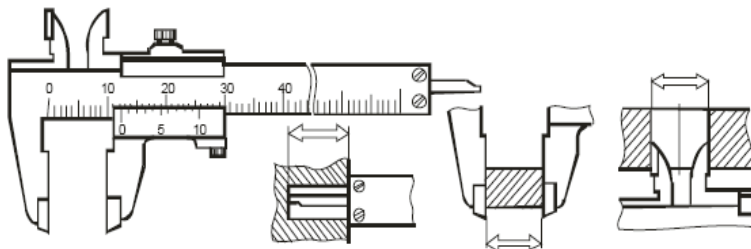
Kontrolnici ili tolerancijska merila se koriste za kontrolu dimenzija, jer obezbeđuju proveru da li se kontrolisana dimenzija nalazi u granicama dozvoljenih odstupanja. Najpoznatiji kontrolnici su kontrolni čepovi i kontrolne račve, slika 5.37.



Slika 5.37. Kontrolnici ili tolerancijska merila

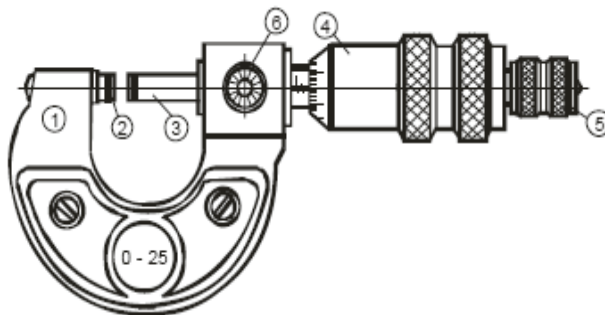
Univerzalna merna sredstva su instrumenti i pribori sa indikatorom za očitavanje vrednosti mernih veličina u obliku: skale, brojčanika, štampača, plotera (uređaja za crtanje dijagramskih zavisnosti) ili signalizatora (uređaja za signalizaciju usaglašenih i neusaglašenih proizvoda, kao i proizvoda koji se mogu doraditi). Nezavisno od namene dele se na: instrumente sa nonijusom (kljunasta ili pomična merila, univerzalni uglomeri i sl.), mikrometarska merila, komparatore, merne mašine, merne projektore i mikroskope, interferometre, numerički upravljane merne mašine, merno kontrolne robote itd.

Pomična ili kljunasta merila spadaju u grupu najčešće korišćenih merila u industriji prerade metala, za merenje spoljašnjih i unutrašnjih mera (prečnici, dužine, širine, dubine i sl.), visina, među osna rastojanja itd., slika 5.38.



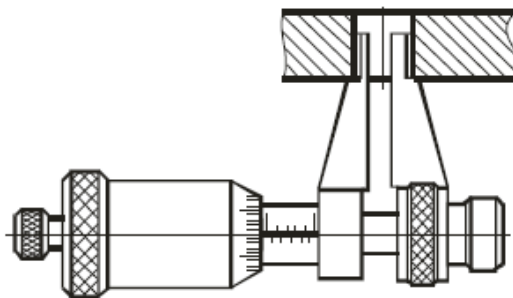
Slika 5.38. Standardno pomično merilo

Mikrometri za spoljašnja i unutrašnja merenja koriste za iste namene kao i pomična merila, slika 5.39 i 5.40. Obezbeđuju znatno tačnija merenja i najčešće se primenjuju u operacijama završne obrade.



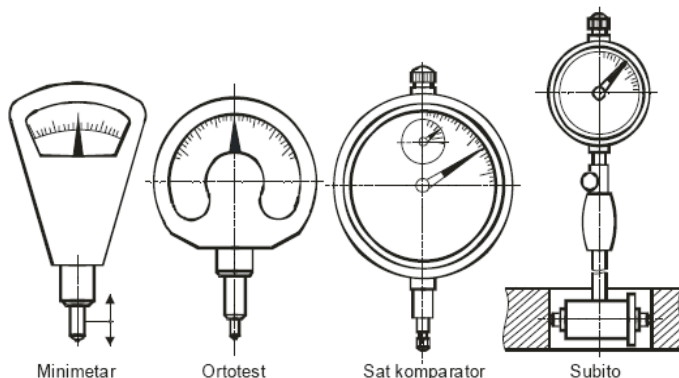
1 - račva; 2 - nepokretni pipak; 3 - pokretni pipak; 4 – doboš sa dopunskom skalom;
5 - mehanizam sa skakavicom; 6 – končić.

5.39. Mikrometar za spoljašnja merenja



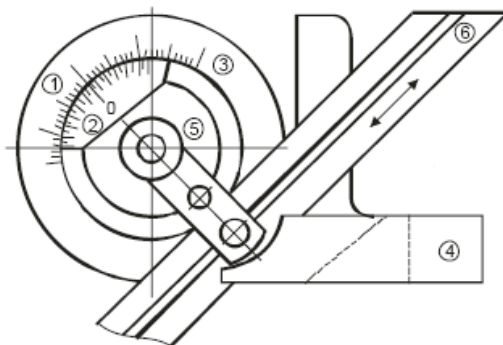
5.40. Mikrometar za unutrašnja merenja

Komparatori ili merni pretvarači su merni instrumenti za merenje i identifikovanje odstupanja merene veličine, slika 5.41. Mogu biti različitog tipa i konstrukcije, a najčešće korišćeni su sat komparatori i subito za kontrolisanje unutrašnjih dimenzija.



Slika 5.41. Neki tipovi komparatora

Univerzalni mehanički uglomer se koristi za merenje uglova u rasponu od 0 - 3600 sa tačnošću $\pm 5'$, slika 5.42.



- 1 - osnovna skala; 2 - dopunska skala; 3 - nepokretni disk;
4 - nepokretni lenjir; 5 - pokretni disk; 6 - pokretni lenjir.

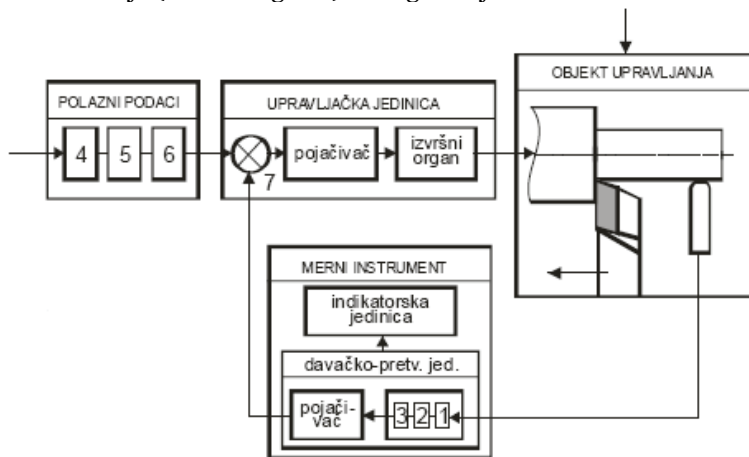
Slika 5.42. Univerzalni mehanički uglomer

Merna sredstva specijalne namene su merila za merenje i kontrolu: dužina i uglova (kalibri, šabloni, tolerancijska i granična merila, merni projektori i mikroskopi, merila sa nonijusom i mikrometerska merila, interferometri, merne mašine i sl.), parametara hrapavosti površina (dvojni mikroskopi, profilografi, profilometri, interferometri itd.), parametara navoja (šabloni, tolerancijska merila, mikrometri, merni mikroskopi, specijalni merni uređaji itd.), parametara zupčanika (šabloni, modulna merila, kompleksna merila, specijalni uređaji i sl.).

Kontrolni uređaji su uređaji sa nizom funkcionalno povezanih mernih sredstava i pomoćnih pribora namenjenih merenju i kontroli objekata složene konfiguracije (blokovi motora, kolenasta vratila itd.).

Merni sistemi su skup tehničkih uređaja i/ili instrumenata međusobno povezanih u jednu konstruktivnu i funkcionalnu celinu, slika 5.43. Sistem se povezuje sa objektom merenja, kontrole, analize, upravljanja, istraživanja ili drugim objektima

radi generisanja, pretvaranja, memorisanja, prikazivanje ili korišćenja mernih rezultata i informacija (mernih signala) za odgovarajuće namene.



Slika 5.43. Tok informacija za obezbeđenje kvaliteta izrade proizvoda primenom aktivnog mernog sistema

Merni ili metrološki sistemi najviše klase tačnosti su fleksibilni metrološki sistemi kao što su fleksibilni metrološki moduli, ćelije, centri, stanice i informacioni metrološki sistemi (CIQ, CAQ i sl.), računarom integrisani sistemi. Osnovu gradnje fleksibilnih mernih sistema čine **numerički upravljane merne mašine** i merno kontrolni roboti.



Poglavlje 6

OBRADA BUŠENJEM

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

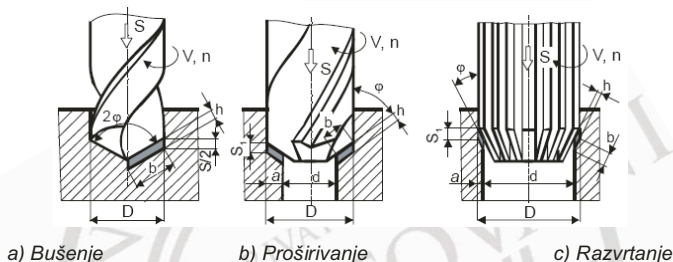
- Razumete proizvodne operacije u obradi bušenjem.
- Planirate alate u obradi bušenjem.
- Objasnite otpore i snagu pri rezanju.
- Planirate režime obrade u obradi brušenjem.
- Razumete rad mašina u obradi bušenjem.



6.1. PROIZVODNE OPERACIJE I ALATI

6.1.1. Osnovna kretanja

Bušenje je postupak izrade i obrade otvora i rupa [9,10, 12,18,19,27,28]. Glavno obrtno i pomoćno pravolinijsko kretanje izvodi alat, slika 6.1. Glavno kretanje je definisano brzinom rezanja (V , m/min) ili brojem obrta (n , o/min), a pomoćno korakom (S , mm/o – aksijalnim pomeranjem alata za jedan obrt alata) ili brzinom pomoćnog kretanja ($V_p = n \cdot S$, mm/min).



Slika 6.1. Osnovna kretanja i rezni sloj u obradi bušenjem

Geometrijski parametri obrade

Širina i debljina reznog sloja pri **bušenju** su, slika 6.1.a:

$$b = \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi} \quad i \quad h = \frac{S}{2} \cdot \sin \varphi,$$

tako da je površina poprečnog preseka reznog sloja:

$$A = b \cdot h = \frac{D \cdot S}{4}, \text{ mm}^2.$$

Kod **proširivanja** i **razvrtanja** širina i debljina reznog sloja su, slika 6.1.b,c.:

$$b = \frac{a}{\sin \varphi} = \frac{D-d}{2 \cdot \sin \varphi} \quad i \quad h = S_1 \cdot \sin \varphi = \frac{S}{Z} \cdot \sin \varphi,$$

dok je površina poprečnog preseka reznog sloja:

$$A = b \cdot h = \frac{(D-d) \cdot S}{2 \cdot Z}, \text{ mm}^2$$

gde je Z - broj zuba (reznih ivica) alata za proširivanje ili razvrtanje.

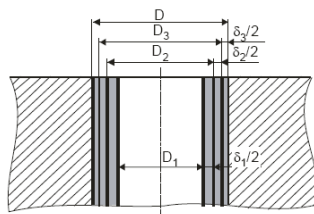
Dubina rezanja u obradi proširivanjem i razvrtanjem je:

$$a = \frac{D-d}{2}, \text{ mm}$$

dok su dodaci za obradu, slika 6.2.:

- δ_1 - dodatak za obradu proširivanjem,
- δ_2 - dodatak za obradu grubim razvrtanjem i

- δ_3 - dodatak za obradu finim razvrtanjem.

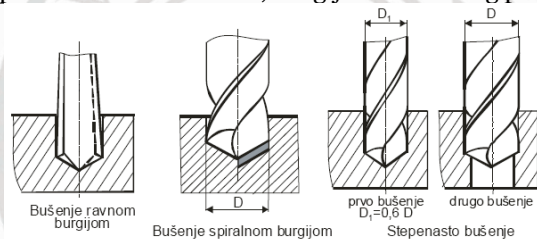


Slika 6.2. Dodaci za obradu u obradi bušenjem

6.1.2. Proizvodne operacije u obradi bušenjem

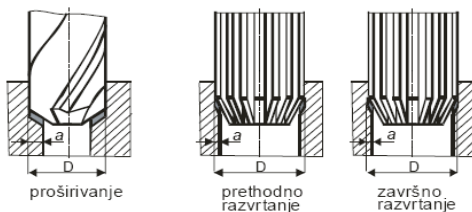
Pored osnovnih operacija (**bušenja, proširivanja, upuštanja i razvrtanja**) bušenjem se mogu realizovati i druge operacije izrade i obrade otvora i rupa kao što su: **zabušivanje, bušenje dubokih otvora (duboko bušenje) i izrada navoja.**

Bušenje otvora i rupa se izvodi u punom materijalu jednim alatom ili, kod većih prečnika, stepenasto u nekoliko faza, burgijama različitog prečnika, slika 6.3.



Slika 6.3. Proizvodne operacije bušenja

Bušenje otvora spiralnim burgijama je efikasno kod otvora manje dubine (odnosa dubine i prečnika otvora $l/D \leq 5$).

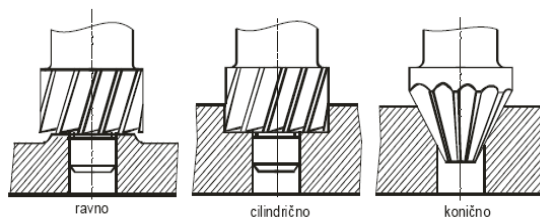


Slika 6.4. Proizvodne operacije proširivanja i razvrtanja

Za otvore veće dubine primenjuje se postupak **dubokog bušenja**, korišćenjem burgija za duboko bušenje (topovske burgije). Naknadna i konačna obrada otvora ostvaruje se operacijama **proširivanja i razvrtanja**, slika 6.4., koje obezbeđuju ostvarenje zadatih dimenzija otvora i propisanog kvaliteta površina.

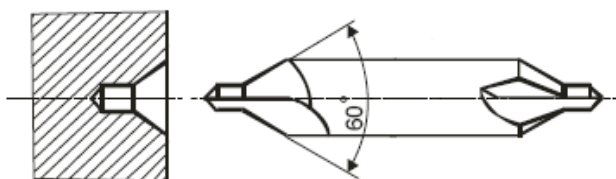
Obrada krajeva otvora se izvodi **upuštanjem**, slika 6.5. Sve operacije upuštanja imaju za cilj obezbeđenje pravilnog naleganja vijaka različitog tipa

(poravnavanje čelone površine i upuštanje glave vijaka). Ravno upuštanje se primenjuje za obradu čelone površine otvora kroz koji prolazi vijak sa ravnim sedištem (šestougaone glave i sl.), cilindrično za imbus vijak, a konično za vijak sa konusnom glavom.

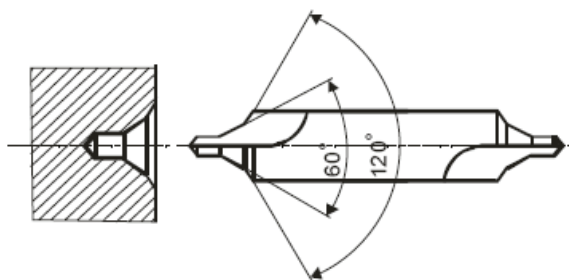


Slika 6.5. Proizvodne operacije upuštanja

Zabušivanje pre bušenja otvora ili gnezda za centriranje se koristi pre bušenja ili pre obrade osovina i vratila, slika 6.6. Zabušivanje pre bušenja obezbeđuje centriranje i pravilno vođenje spiralne burgije. Izvodi se zabušivačima sa jednostrukim konusom, slika 6.7. Zabušivanje gnezda za centriranje, na vratilima i osovinama, obezbeđuje pravilno centriranje i stezanje osovina i vratila u obradi struganjem i brušenjem.



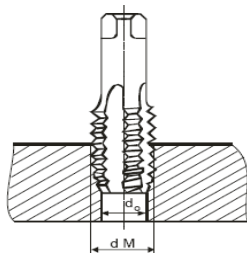
Zabušivanje pre bušenja



Zabušivanje gnezda

Slika 6.6. Proizvodne operacije zabušivanja

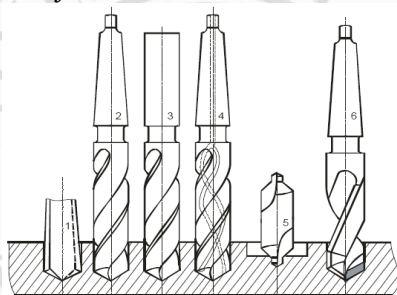
Izrada unutrašnjeg navoja se ostvaruje korišćenjem jednostrukih ureznika, slika 6.7. Pre izrade navoja buši se otvor čiji prečnik odgovara unutrašnjem prečniku navoja.



Slika 6.7. Izrada unutrašnjeg navoja na bušilici

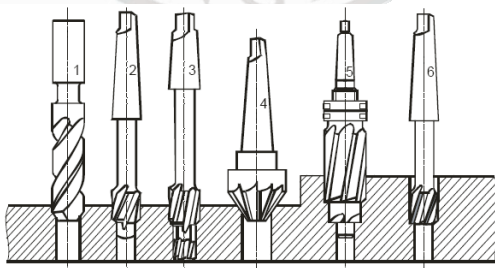
6.1.3. Alati u obradi bušenjem

Za bušenje otvora i rupa koriste se **burgije**, **zabušivači** i **burgije za duboko bušenje**. Burgije su definisane standardima JUS K.D3.001 - 063. Prema obliku dele se na ravne i spiralne (sa cilindričnom i koničnom drškom), specijalne i sl., slika 6.8. Prema vrsti alatnog materijala burgije se dele na burgije od brzoreznog čelika i sa pločicama od tvrdog metala, prema postupku izrade na burgije izrađene glodanjem, valjanjem i brušenjem.



1-ravna burgija; 2-spiralna burgija sa koničnom drškom; 3-spiralna burgija sa cilindričnom drškom; 4-specijalna spiralna burgija za dovod SHP; 5-zabušivač; 6-spiralna burgija sa pločicom od tvrdog metala.

Slika 6.8. Alati za bušenje

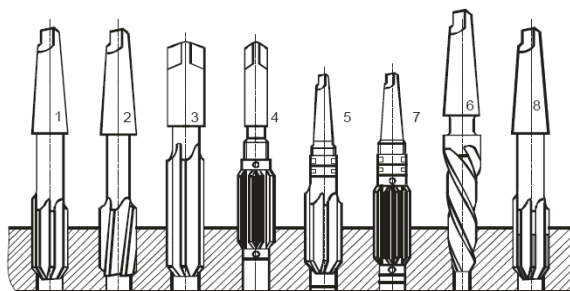


1- sa cilindričnom drškom; 2- sa koničnom drškom; 3-vratni proširivači; 4-konični upuštač; 5-nasadni proširivač; 6-proširivač sa pločicom od tvrdog metala.

Slika 6.9. Alati za proširivanje i upuštanje otvora

Za proširivanje i upuštanje otvora koriste se **proširivači** i **upuštači** (JUS K.D3.280 - 342, slika 6.9). Prema obliku razvrstavaju se na: spiralne proširivače sa cilindričnom i koničnom drškom, vratne, sa vođicama, nasadne, sa pločicom od tvrdog metala, specijalne i sl. odnosno cilindrične, konične, specijalne upuštače itd.

Razvrtači (JUS K.D3.100 - 201) se dele na ručne i mašinske, prema konstrukciji na podešljive i nepodešljive, vrsti alatnog materijala na razvrtače od brzoreznog čelika i sa pločicama od tvrdog metala, prema obliku na cilindrične i konične, slika 6.10.

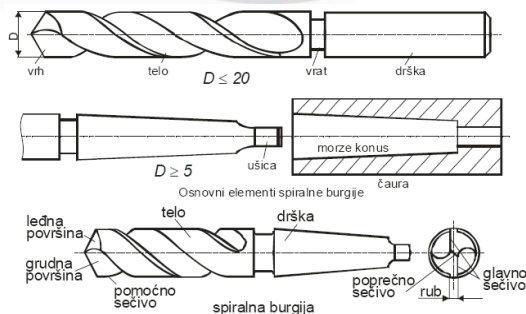


1-razvrtač sa koničnom drškom; 2-razvrtač sa zavojnim zubima; 3-ručni razvrtač; 4-ručni podešljivi razvrtači; 5 i 7-nasadni razvrtači; 6-konični razvrtač; 8-razvrtač sa pločicom od tvrdog metala.

Slika 6.10. Alati za razvrtnje

U savremenim proizvodnim uslovima sve češće se koriste burgije (alati) sa izmenjivim pločicama od tvrdog metala, rezne keramike i super tvrdih materijala ili burgije (alati) poboljšanih karakteristika, sa prevlakama, slika 6.11.

Svi alati za obradu otvora se od **drške**, **vrata**, **tela** i **vrha**, slika 6.11. **Drška** obezbeđuje pozicioniranje, centriranje i stezanje burgije. Može biti cilindrična (za burgije prečnika do 20 mm) ili konična (za burgije prečnika preko 5 mm). **Vrat** se koristi za upisivanje osnovnih karakteristika burgije (materijal i prečnik). **Telo** čini cilindrični deo, koji odgovara nominalnom prečniku burgije. Na telu se nalaze dva naspramna zavojna žljeba za odvođenje strugotine. Zavojni žljebovi su složenog profila izrađeni tako da obrazuju konično centralno jezgro zamišljenog prečnika od oko $2/15 D$ na vrhu burgije, sa povećanjem prečnika ka vratu burgije.



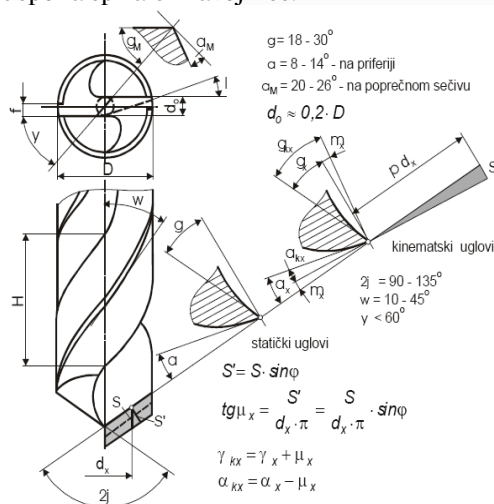
Slika 6.11. Osnovni konstruktivni elementi

Vrh burgije se formira pomoću dva konusa brušenjem na specijalnom uređaju za oštrenje burgija. Na reznom vrhu se uočavaju **dve grudne i dve leđne površine**. Grudne površine se poklapaju sa površinama zavojnih žljebova.

Leđne površine ne obrazuju centralni konus sa uglom 2φ , jer bi u tom slučaju došlo do direktnog kontakta sa materijalom. Zbog toga se leđne površine obrazuju pomoću dva konusa, kao presek konusa i tela burgije. Presekom leđnih i grudnih površina nastaju **dva glavna sečiva**. Glavna sečiva su povezana **pomoćnim sečivom** nastalim presekom leđnih površina.

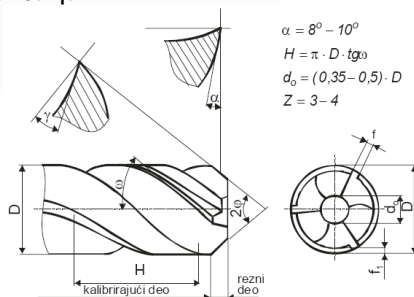
Reznu geometriju spiralne burgije, kao dvosečnog alata, pored uglova reznog klina (α , β i γ), definišu i uglovi, slika 6.12.:

- φ - ugao vrha spiralne burgije,
- ψ - ugao nagiba pomoćnog sečiva,
- ω - ugao uspona spirale - zavojnice.



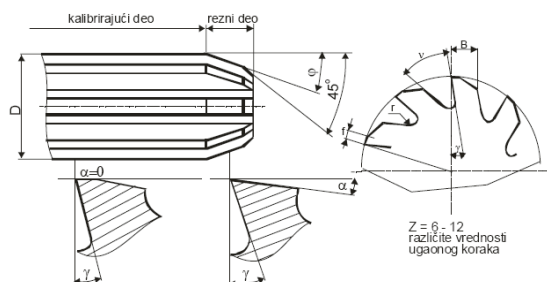
Slika 6.12. Rezna geometrija spiralne burgije

Radni deo **proširivača i razvrtača** se sastoje od dva dela: reznog i kalibrirajućeg, slika 6.13 i 6.14.



Slika 6.13. Geometrija alata za proširivanje

Rezni deo, u vidu konusa sa uglom vrha 2φ , obezbeđuje uklanjanje viška materijala, a kalibrirajući vođenje alata, kalibrisanje otvora i održavanje dimenzija (prečnika) alata nakon oštrenja (pomeranjem reznog dela prema dršci alata).



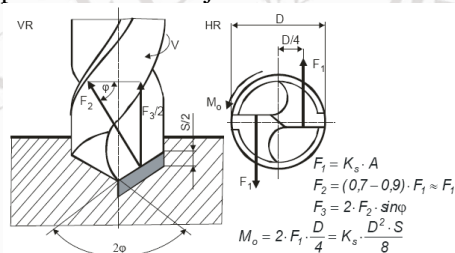
Slika 6.14. Geometrija alata za razvrtanje

6.2. OTPORI I SNAGA REZANJA

6.2.1. Obrada bušenjem

Rezultujući otpor rezanja u obradi bušenjem se razlaže na tri komponente, slika 6.15.:

- F_1 - glavni otpor rezanja,
- F_2 - otpor prodiranja,
- F_3 - otpor pomoćnom kretanju.



Slika 6.15. Otpori rezanja u obradi bušenjem

Međutim, analiza uticaja glavnog otpora rezanja i otpora prodiranja je pokazala da su osnovne komponente rezultujućeg otpora rezanja, slika 6.15:

- otpor pomoćnom kretanju:

$$F_3 = C_f \cdot D^{x_1} \cdot S^{y_1}, N$$

- obrtni moment (moment uvijanja):

$$M = C_m \cdot D^x \cdot S^y, Nmm$$

gde su:

- C_f , C_m , x_1 , y_1 , x i y - konstanta i eksponenti otpora,
- D , mm - prečnik burgije i S , mm/o - korak.

Snage mašine

Na osnovu obrtnog momenta u obradi bušenjem:

$$M = C_m \cdot D^x \cdot S^y = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P \cdot \eta}{n}, \text{ Nmm}$$

definiše se snaga mašine:

$$P = \frac{C_m \cdot D^x \cdot S^y \cdot n}{9,55 \cdot 10^6 \cdot \eta}, \text{ kW}$$

pri čemu su: η - mehanički stepen iskorišćenja snage mašine i n , o/min - broj obrta alata. Snaga mašine se orijentaciono može proveriti i na osnovu specifične snage rezanja preko izraza:

$$P = \frac{q \cdot p}{\eta}, \text{ kW}$$

gde su, pored poznatih veličina: q , cm³/min - specifična proizvodnost obrade i p , kW/cm³ min - prosečna specifična snaga rezanja.

6.3. REŽIM OBRADE U OBRADI BUŠENJEM

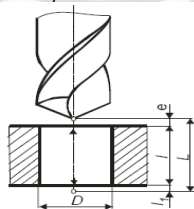
Režim obrade u obradi bušenjem je određen **brzinom rezanja**, slika 6.16:

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \approx \frac{D \cdot n}{320}, \text{ m/min}$$

odnosno **brojem obrta alata**:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{D \cdot \pi} \approx \frac{320 \cdot V}{D}, \text{ o/min}$$

korakom S , mm/o - pomeranjem alata za jedan obrt alata, a rede i **brzinom pomoćnog kretanja**: $V_p = n \cdot S$, mm/min.



Slika 6.16. Osnovni elementi proračuna glavnog vremena obrade

Na osnovu parametara režima obrade proračunava se i **glavno vreme obrade**:

$$t_g = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ min}$$

gde su, pored poznatih veličina:

- **$L = l + e + l_1$, mm** - hod alata, slika 6.16;
- **l , mm** - dubina obrade;

- $e = 2 - 5 \text{ mm}$ - prilaz alata i $l_1 \approx D/3, \text{ mm}$ - izlaz alata.

Preporučena vrednost koraka bira se u zavisnosti od prečnika burgije, materijala predmeta obrade i alata i drugih parametara, na osnovu preporuka proizvođača alata za bušenje ili iz drugih literaturnih izvora (priručnici, fabrički normativi i sl.).

Provera koraka se izvodi obzirom na:

- otpornost spiralne burgije,
- mogućnost odvođenja strugotine,
- vrednost kinematskog lednog ugla.

Pod **brzinom rezanja** u obradi bušenjem podrazumeva se obimna brzina alata na spoljašnjem prečniku. Izbor brzine rezanja se vrši na bazi: preporuka ili proračunom.

Proračun (provera) brzine rezanja se izvodi s obzirom na iskorišćenje: postojanosti alata i snage mašine.

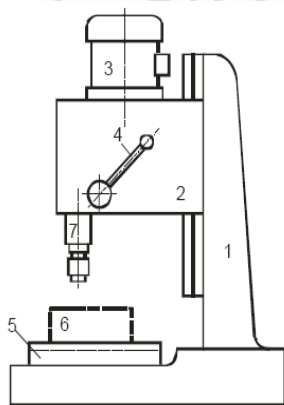
6.4. MAŠINE U OBRADI BUŠENJEM

Mašine u obradi bušenjem - bušilice se mogu razvrstati na različite načine. Prema položaju glavnog vretena na: horizontalne i vertikalne bušilice, a prema broju glavnih vretena na: jednovretene i viševretene bušilice.

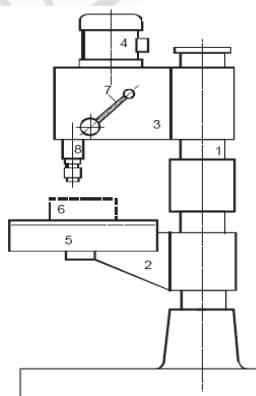
6.4.1. Jednovretene bušilice

Jednovretene bušilice su namenjene pojedinačnoj i serijskoj proizvodnji. Ovoj grupi bušilica pripadaju: **stone, stubne, radijalne, univerzalne radijalne i koordinatne bušilice** [9,19,27,28].

Stona bušilica se sastoji od nosećeg stuba (1), konzole (2) sa pogonskim agregatom (ektromotor - 3 i prenosnik za glavno kretanje) i radnog stola (5). Ručicom (4) se ostvarivanje ručno aksijalno pomoćno pravolinijsko kretanje radnog vretena (7) sa reznim alatom. Predmet obrade (6) se postavlja na radni sto bušilice (5), slika 6.17.



Slika 6.17. Šema stona bušilice



Slika 6.18. Šema stubne bušilice

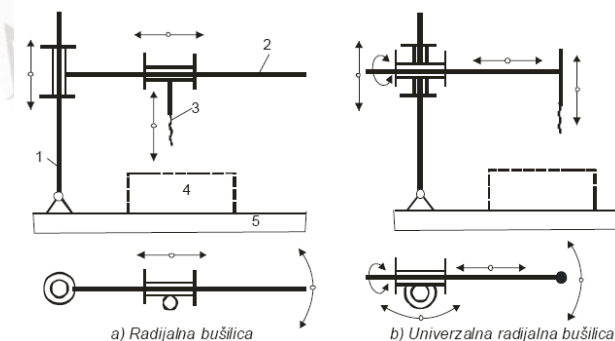
Stubna bušilica je bušilica kod koje se na nosećem stubu (1) nalaze konzola radnog stola (2) i konzola pogonskog agregata (3), sastavljenog od elektromotora (4) i prenosnika za glavno i pomoćno kretanje, slika 6.18. Posredstvom ručice (7) se obezbeđuje automatsko ili ručno pravolinijsko pomoćno kretanje radnog vretena (8) sa alatom. Radni predmet (6) se postavlja na radni sto mašine (5).

Radijalna bušilica se sastoji od nosećeg stuba (1) na kome se nalazi vertikalno pomerljiva konzola (2) sa pogonskim agregatom (elektromotorom, prenosnicima za glavno i pomoćno kretanje i radnim vretenom - 3), slika 6.19.a. Bušilica obezbeđuje zakretanje konzole u horizontalnoj ravni, vertikalno pomeranje konzole duž nosećeg stuba i horizontalno pomeranje pogonskog agregata duž konzole, čime je obezbeđeno dovodenje alata u radnu poziciju pri bušenju predmeta obrade (4) postavljenog na radni sto mašine (5). To je posebno značajno kod bušenja predmeta većih gabarita.

Univerzalna radijalna bušilica je slična radijalnoj bušilici, s tom razlikom što obezbeđuje i zakretanje konzole oko svoje ose, čime je obezbeđeno bušenje otvora pod uglom, slika 6.19.b.

Koordinatna bušilica obezbeđuje bušenje odnosno obradu prema zadatim koordinatama centra otvora, u skladu sa programom utvrđenim koordinatama. Zahteva posebne uslove, u pogledu mikro klime, i obezbeđuje visok kvalitet obrade. Osnovne eksploatacijske karakteristike jednovretenih bušilica (značajne i pri izboru i nabavci mašina) su:

- koeficijent preciznosti C_{mp} i tačnosti mašine C_{mpk} ,
- pogonska snaga mašine P i mehanički stepen iskorišćenja snage ,
- raspon brojeva obrta $n_{min} - n_{max}$ i geometrijski faktor promene prenosnika glavnog kretanja φ_n ,
- raspon koraka $S_{min} - S_{max}$ i geometrijski faktor promene prenosnika pomoćnog kretanja φ_S ,
- gabariti predmeta obrade (maksimalni prečnik i dubina bušenja) i sl.



Slika 6.19. Šematski prikaz radijalne i univerzalne radijalne bušilice

6.4.2. Viševretene bušilice

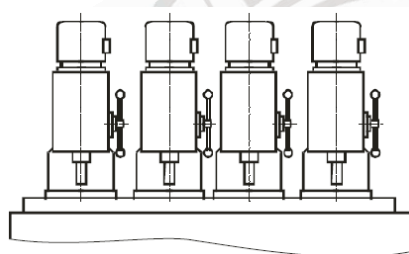
Viševretene bušilice su namenjene masovnoj proizvodnji. To su: redne, bušilice sa viševretenom glavom i viševretene bušilice.

Redne bušilice su bušilice sa većim brojem radnih jedinica (pozicija) za istovremenu obradu, u skladu sa tehnološkim postupkom izrade i obrade otvora (na primer, na prvoj bušenje otvora, drugoj proširivanje, trećoj razvrtanje, četvrtoj izrada navoja itd.), slika 6.20.

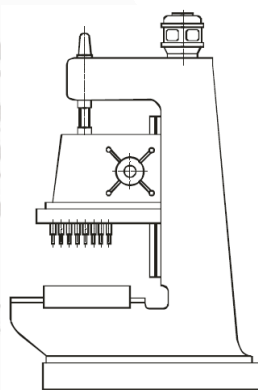
Bušilice sa viševretenom glavom su bušilice koje obezbeđuju istovremenu izradu i/ili obradu većeg broja otvora. Na radno vreteno bušilice postavlja se viševretena glava, sa većim brojem radnih vretena raspoređenih u skladu sa rasporedom otvora na predmetu obrade.

Viševretene bušilice su bušilice sa većim brojem radnih vretena raspoređenih u zavisnosti od namene (konfiguracije predmeta obrade), slika 6.21. Posebna grupa viševretenih bušilica su **agregatne bušilice** sa većim brojem različito postavljenih agregata (jednovretenih i/ili viševretenih), slika 6.22.

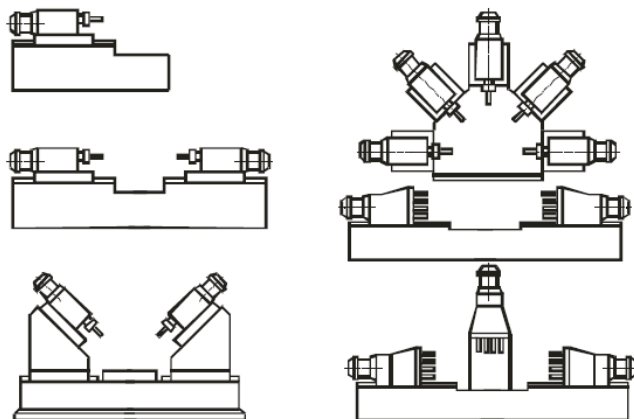
U osnovne eksploatacione karakteristike viševretenih bušilica se, pored karakteristika jednovretenih bušilica, ubrajaju i broj radnih vretena, broj agregata itd.



Slika 6.20. Šematski prikaz redne bušilice



6.21. Šema viševretene bušilice



Slika 6.22. Neke od šema agregatnih bušilica



Poglavlje 7

OBRADA GLODANJEM

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

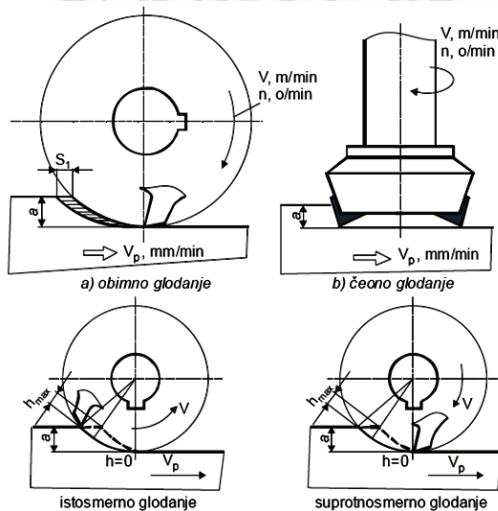
- Razumete proces obrade glodanjem.
- Pojmovno odredite proizvodne operacije i alate.
- Objasnite osnovna kretanja u toku procesa glodanja.
- Planirate mašine u obradi glodanjem.
- Objasnite operacije obrade glodanjem.
- Razumete otpore rezanja i snagu mašine.



7.1. PROIZVODNE OPERACIJE I ALATI

7.1.1. Osnovna kretanja

Obrada glodanjem je postupak obrade ravnih površina, žljebova, profilisanih (fazonskih) kontura, površina specijalnog i složenog oblika. Glavno kretanje je obrtno kretanje alata definisano brzinom rezanja V , m/min, slika 7.1 [9,10,12,18,19,27,28]. Pomoćno kretanje je pravolinijsko kretanje predmeta obrade i/ili alata i određeno je brzinom pomoćnog kretanja ($V_p = n \cdot S$, mm/min - aksijalnim pomeranjem u jedinici vremena), a može biti definisano korakom po zubu (S_1 , mm/z - aksijalnim pomeranjem za jedan zub alata) i korakom (S , mm/o - aksijalnim pomeranjem za jedan obrt alata).



Slika 7.1. Osnovni postupci obrade glodanjem

Prema rasporedu reznih elemenata alata razlikuju se dva postupka obrade glodanjem, slika 7.1:

- **obimno glodanje i čeono glodanje**, pri čemu su zubi glodala za obimno glodanje raspoređeni po obimu cilindra, a kod glodala za čeono glodanje na čeonoj strani diska.

Prema smeru međusobnih kretanja alata i predmeta obrade razlikuju se dva postupka obrade glodanjem i to obrada, slika 7.1:

- **istosmernim glodanjem i suprotno smernim glodanjem.**

Kod obrade istosmernim glodanjem smerovi glavnog i pomoćnog kretanja se poklapaju, dok kod suprotno smernog glodanja to nije slučaj. Pored toga kod

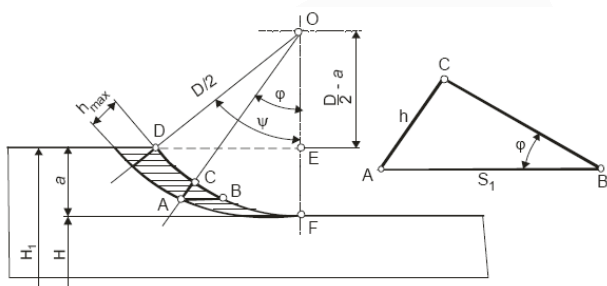
istosmernog glodanja debljina strugotine se menja od maksimalne vrednosti do nule, a kod suprotno smernog od nule do maksimalne vrednosti h_{max} .

Osnovni geometrijski parametri obrade glodanjem, pored dubine rezanja (a) i širine glodanja (B), su: ugao kontakta ψ , ugao zahvata φ , širina (b) i debljina reznog sloja - strugotine (h), trenutna, srednja i maksimalna.

Ugao kontakta ψ je centralni ugao koji odgovara luku (FD) dodira alata i predmeta obrade, dok **ugao zahvata** φ definiše trenutni položaj zuba glodala u zahvatu, slika 7.2.

Kod **obimnog glodanja širina** reznog sloja (strugotine) je jednaka širini glodanja b , dok trenutna debljina strugotine za proizvoljni ugao zahvata sledi iz trougla ABC, slika 7.2:

$$h = S_1 \cdot \sin\varphi, \text{ gde je } S_1, \text{ mm/z - korak po zubu.}$$

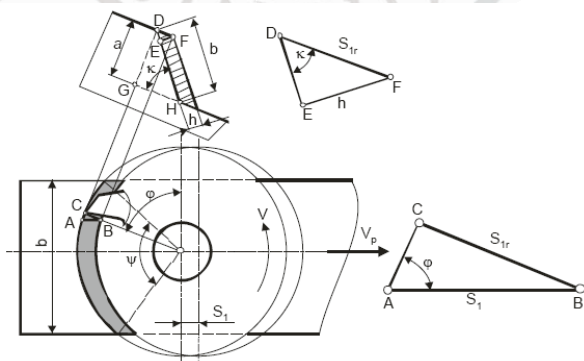


Slika 7.2. Osnovni geometrijski parametri procesa rezanja pri obimnom glodanju

Maksimalna debljina strugotine odgovara uglu kontakta i iznosi $h_{max} = S_1 \cdot \sin\psi$. Trenutna površina poprečnog preseka reznog sloja:

$$A = h \cdot b = S_1 \cdot b \cdot \sin\varphi, \text{ za obimno,}$$

$$A = h \cdot b = S_1 \cdot a \cdot \sin\varphi, \text{ za čeonu glodanje.}$$



Slika 7.3. Osnovni geometrijski parametri procesa rezanja pri čeonom glodanju

Kod **čeonog glodanja** širina reznog sloja sledi iz trougla GHD, slika 7.3.:

$$b = \frac{a}{\sin \kappa},$$

gde je κ - napadni ugao zuba čeonog glodala.

Dubina rezanja pri obradi ravnih površina glodanjem iznosi:

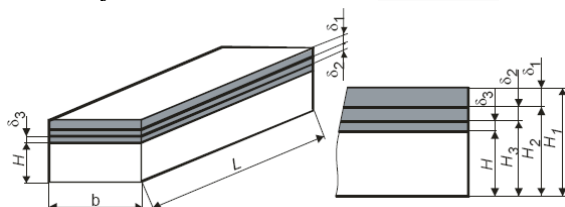
$$a = h_1 - h,$$

gde su h_1 i h , mm - dimenzije pre i nakon obrade, dok su dodaci za obradu, slika 7.2. i slika 7.3.:

δ_1 - dodatak za grubu obradu glodanjem,

δ_2 - dodatak za finu obradu glodanjem,

δ_3 - dodatak za brušenje.



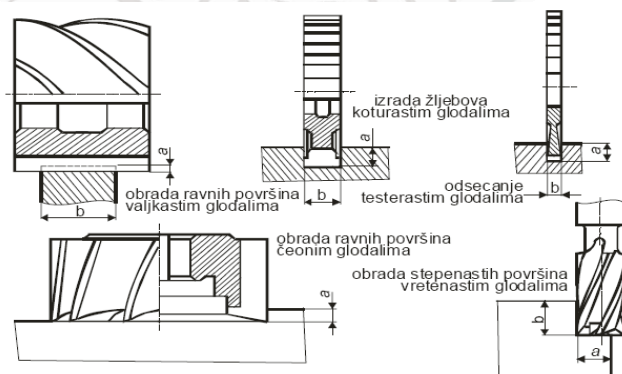
Slika 7.4. Dodaci za obradu u obradi glodanjem

7.1.2. Proizvodne operacije obrade glodanjem

Osnovne operacije u obradi glodanjem su obrada:

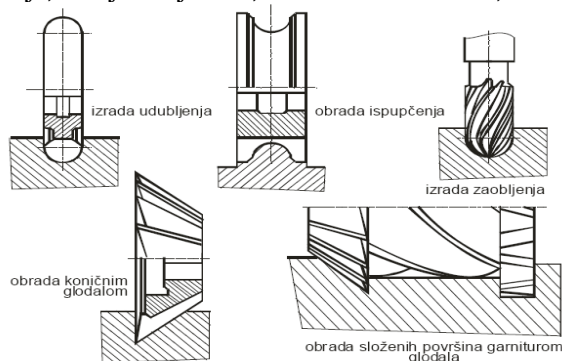
- ravnih površina,
- krivolinijskih kontura,
- površina specijalnog oblika i
- površina složenog oblika.

Obrada **ravnih površina** je obrada horizontalnih, vertikalnih ili nagnutih površina, izrada kanala i žljebova na ravnim i cilindričnim površinama (žljebova za klin), usecanje i odsecanje, obrada stepenastih površina i sl., slika 7.5.



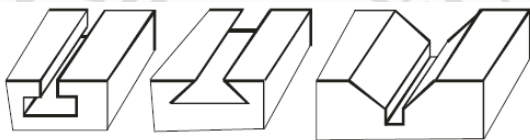
Slika 7.5. Neke proizvodne operacije obrade ravnih površina glodanjem

Obrada **krivolinijskih kontura** je obrada profilisanih površina, ispupčenja, udubljenja, zaobljenja, zavojnih žljebova, složenih kontura i sl., slika 7.6.



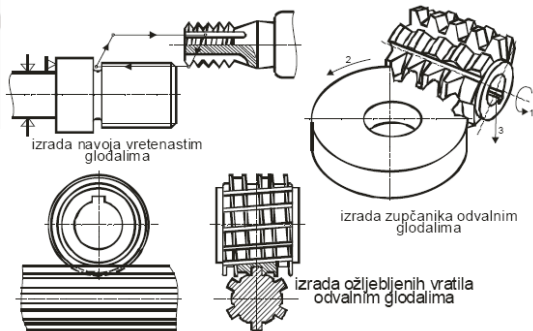
Slika 7.6. Neke proizvodne operacije obrade krivolinijskih kontura glodanjem

Izrada i obrada **površina specijalnog oblika** glodanjem je izrada T - žljebova, profila prizmi, žljebova u vidu "lastinog repa", površina sa većim brojem stepenica, pravolinijskih i krivolinijskih žljebova itd., slika 7.7.



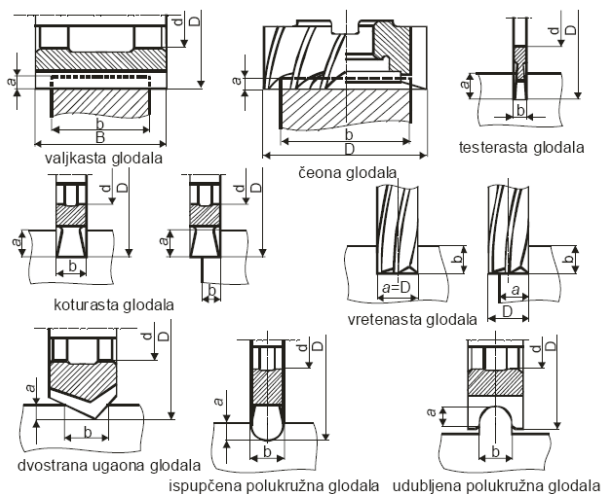
Slika 7.7. Neke proizvodne operacije obrade površina specijalnog oblika glodanjem

Izrada i obrada **površina složenog oblika** glodanjem je izrada zupčanika, navoja, ožljebljenih vratila, gravura alata za kovanje, livenje u kokilama, presovanje itd., slika 7.8.



Slika 7.8. Neke proizvodne operacije obrade površina složenog oblika glodanjem

Proizvodne operacije obrade glodanjem se često razvrstavaju i prema **vrsti i obliku** glodala koje se koristi pri obradi na glodanje: valjkastim glodalima, čeonim glodalima, vretenastim glodalima, koturastim glodalima itd., slika 7.9.

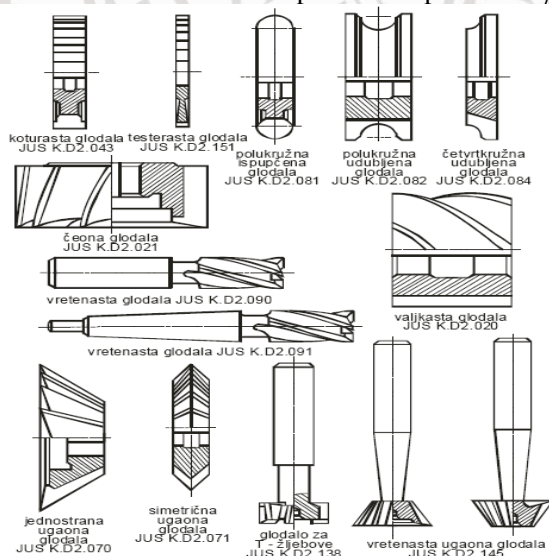


Slika 7.9. Proizvodne operacije obrade glodanjem prema obliku alata

Sa aspekta kvaliteta obrade razlikuju se proizvodne operacije: **grube obrade glodanjem i fine obrade glodanjem.**

7.1.3. Alati u obradi glodanjem

Alati u obradi glodanjem - glodala pripadaju grupi višesečnih alata cilindričnog oblika sa reznim elementima raspoređenim po obimu i/ili čeonj površini.



Slika 7.10. Tipovi glodala prema obliku

Glodala se razvrstavaju primenom različitih kriterijuma. Prema konstrukciji glodala mogu biti:

- jednodielna (integralna) glodala - glodala iz punog materijala i
- višedelna glodala i to sa:
 - umetnutim zubima,
 - lemljenim pločicama od tvrdog metala,
 - mehanički pričvršćenim pločicama alatnih materijala.

Prema načinu postavljanja na mašinu glodala su, slika 7.10.:

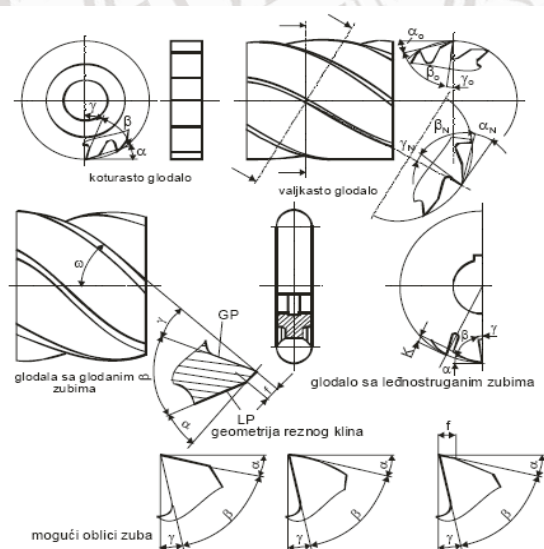
- sa koničnom ili cilindričnom drškom,
- otvorom - nasadna glodala,

a prema vrsti i obliku: **valjkasta, čeon, koturasta, vretenasta, testerasta, profilna, vretenasta za T - žljebove, konična** i sl., garniture glodala različitog oblika i namene, slika 7.11., itd.



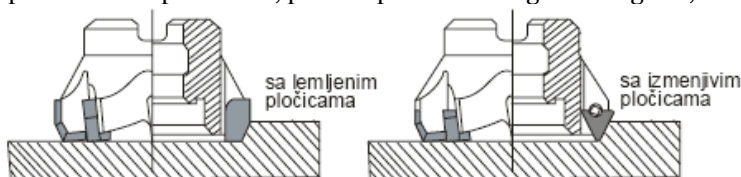
Slika 7.11. Garnitura glodala za obradu složenih površina

Glodala spadaju u grupu višesečnih alata, što znači da imaju veći broj reznih elemenata (zuba), a time i veći broj reznih ivica. Geometriju alata u obradi glodanjem čine osnovne dimenzije (prečnik - D , širina - B , prečnik otvora ili drške - d), broj zuba glodala i geometrija reznog klina (α , β i γ), slika 7.12.



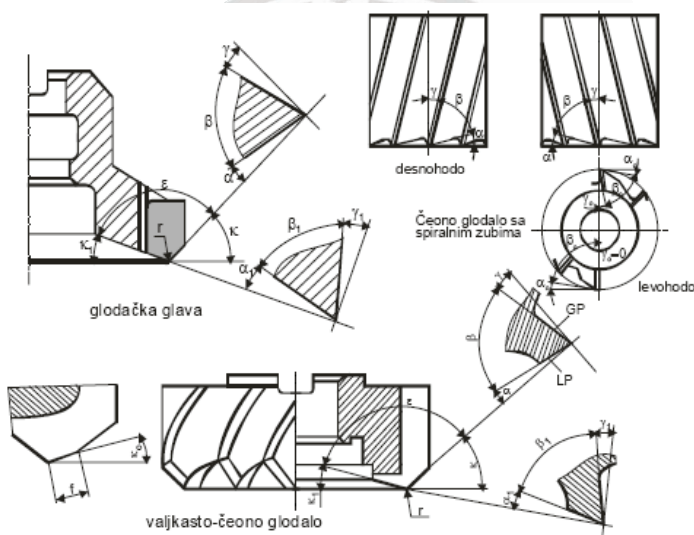
Slika 7.12. Geometrija reznih elemenata glodala za obimno glodanje

Za obradu ravnih površina posebno su značajni alati sa lemljenim ili mehanički pričvršćenim pločicama, poznati pod nazivom glodačke glave, slika 7.13.



Slika 7.13. Glodačke glave

Kod **čeonih glodala** geometrija reznog klina je definisana napadnim (κ) i pomoćnim napadnim uglom (κ_1), uglom vrha zuba (ϵ), uglom nagiba sečiva (λ), radijusom vrha zuba (r) i geometrijom pomoćnog reznog klina (α_1 , β_1 i γ_1). Pored geometrije reznog klina geometrija ovih alata je određena i uglom uspona spirale glodala ω , slika 7.14.



Slika 7.14. Geometrija reznih elemenata glodala za čeono glodanje

7.2. OTPORI I SNAGA REZANJA

7.2.1. Otpori rezanja i snaga mašine

U opštem slučaju rezultujući otpor rezanja u obradi glodanjem se može, u koordinatnom sistemu glodala, razložiti na tri komponente [9,10, 12,18,19,27,28]:

- F_o - glavnu ili obimnu - tangencijalnu silu, koja deluje u pravcu brzine rezanja tangencijalno na glodalo,
- F_r - radijalnu ili silu prodiranja, koja deluje u radijalnom pravcu,
- F_a - aksijalnu silu, koja deluje u pravcu ose glodala.

Obimna komponenta se koristi za definisanje snage mašine i deformacija predmeta obrade, alata i elemenata mašine. Radijalna komponenta ima važnu ulogu pri proračunu elemenata mašine i alata, kao i identifikovanju vibracija u procesu rezanja.

Obimna sila jednog zuba

$$F_{01}: F_{01} = K_{sm} \cdot A = K_{sm} \cdot b \cdot h, N$$

je proizvod površine poprečnog preseka strugotine (A , mm²) i srednjeg specifičnog otpora rezanja (K_{sm} , MPa). Kako se debljina strugotine povećava od nule do svoje maksimalne vrednosti kod suprotno smernog glodanja to glavni otpor rezanja raste od nule do maksimalne vrednosti, odnosno smanjuje se od maksimalne vrednosti do nule kod istosmernog glodanja to glavni otpor rezanja opada od maksimalne vrednosti do nule.

Za praksu proučavanje i izračunavanje obimne sile jednog zuba nema praktičnog značaja. Zato se utvrđuje obimna sila nastala kao rezultat rezanja zuba glodala koji su istovremeno u zahvatu. To je **srednja obimna sila** ili kraće obimna sila.

Snaga mašine u obradi glodanjem proizilazi iz izraza za brzinu rezanja i glavni otpor rezanja:

$$P = \frac{F_o \cdot V}{6 \cdot 10^4 \cdot \eta}, kW$$

gde je η - mehanički stepen iskorišćenja snage mašine.

7.3. MAŠINE U OBRADI GLODANJEM

Mašine u obradi glodanjem ili **glodalice** se, prema konstruktivnom rešenju, dele na:

- konzolne (horizontalne, vertikalne i univerzalne, slika 7.15,
- bezkonzolne (posteljne) - horizontalne, vertikalne i univerzalne i
- glodalice specijalne namene (alatne, kopirne, agregatne, programske, odvalne, glodalice za navoj i sl.).

U zavisnosti od sistema upravljanja razlikuju se: konvencionalne i programske glodalice.

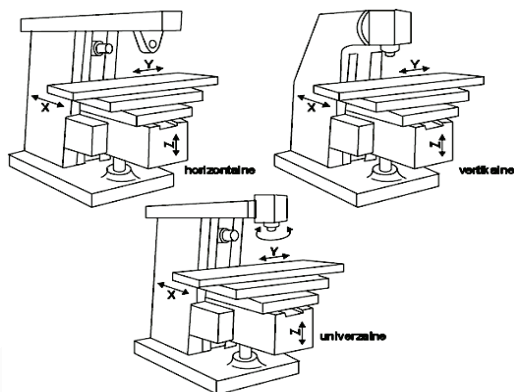
Prema položaju glavnog vretena glodalice se dele na: horizontalne i vertikalne, a prema broju glavnih vretena na: jednovretene i viševretene. Posebnu grupu čine **univerzalne glodalice** koje mogu raditi kao horizontalne i vertikalne.

Kod **konzolnih glodalica** kretanja u uzdužnom, poprečnom i vertikalnom pravcu (pravcu osa X, Y i Z) izvodi radni sto, tako da je krutost i stabilnost radnog stola, predmeta obrade relativno niska.

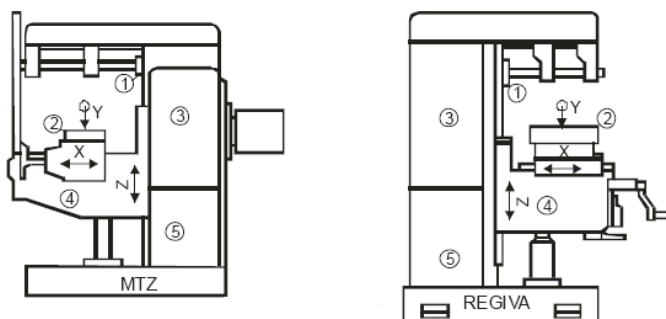
Bezkonzolne (posteljne) glodalice obezbeđuju visoku krutost i stabilnost radnog stola, jer isti izvodi dva kretanja (u uzdužnom i poprečnom ili vertikalnom pravcu, pravcu osa Y i X ili Z), dok nosač alata izvodi jedno kretanja u vertikalnom ili poprečnom pravcu, pravcu ose Z ili X. Međutim, najnoviji tipovi glodalica se izrađuju sa jednim kretanjem radnog stola, uzdužnim kretanjem, dok ostala dva kretanja izvodi nosač alata.

Horizontalne glodalice se koriste za obradu ravnih površina, površina specijalnog oblika, izradu zupčanika pojedinačnim rezanjem, izradu dugohodih

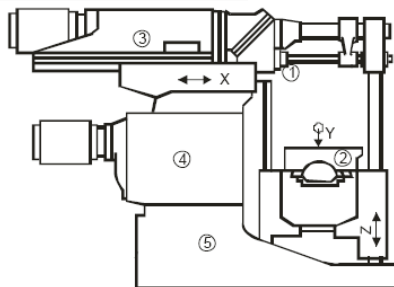
zavojnica i sl., slika 7.16 i slika 7.17.. Osnovni elementi horizontalnih glodalica su radno vreteno (1), radni sto (2), jedinica za glavno kretanje (pogonski elektromotor i prenosnik glavnog kretanja - 3), jedinica za pomoćno kretanje (pogonski elektromotor, prenosnik pomoćnog kretanja i sistem prenosnika tipa navojno vreteno - navrtka, 4), postolje (5), sistem upravljanja (komandna tabla, ručice, poluge i sl.), sistem za podmazivanje, sistem za hlađenje i podmazivanje i sl.



Slika 7.15. Konzolne glodalice



Slika 7.16. Konzolne glodalice



Bezkonzolna glodalica - HURON

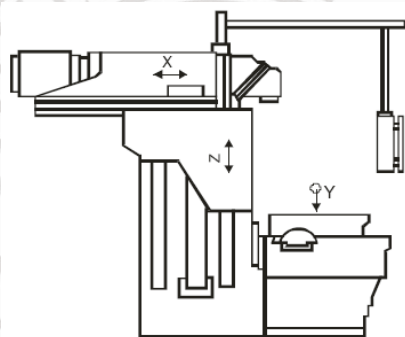
Slika 7.17. Neki tipovi horizontalnih glodalica

Osnovne eksploatacione karakteristike glodalica su:

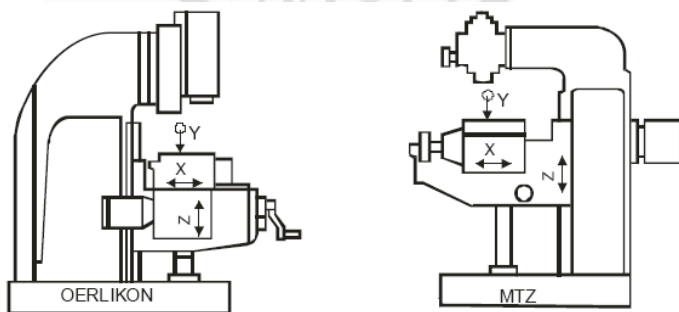
- pogonska snaga mašine P i mehanički stepen iskorišćenja snage,
- raspon brojeva obrta $n_{min} - n_{max}$ i geometrijski faktor promene prenosnika glavnog kretanja ϕ_n ,
- raspon brzina pomoćnog kretanja $V_{pmin} - V_{pmax}$ i geometrijski faktor promene prenosnika pomoćnog kretanja ϕ_S ,
- maksimalna dužina hoda radnog stola u pravcu sve tri ose,
- koeficijent preciznosti C_{mp} i tačnosti mašine C_{mpk} ,
- gabariti predmeta obrade,
- broj radnih vretena kod viševrtenih glodalica i sl.

Kod vertikalnih glodalica položaj radnog vretena je vertikalan, mada se sve češće izrađuju glodalice sa radnim vretenima koja se zakreću za odgovarajući ugao, slika 7.18.

Univerzalne glodalice su konceptijski tako oblikovane da mogu raditi kao horizontalne ili vertikalne. Pored toga većina univerzalnih glodalica obezbeđuju i zakretanje radnog stola. Time se stvaraju uslovi za realizaciju velikog broja proizvodnih operacija, pa i za izradu zavojnih žljebova i dugohodih zavojnica primenom podeonog aparata.



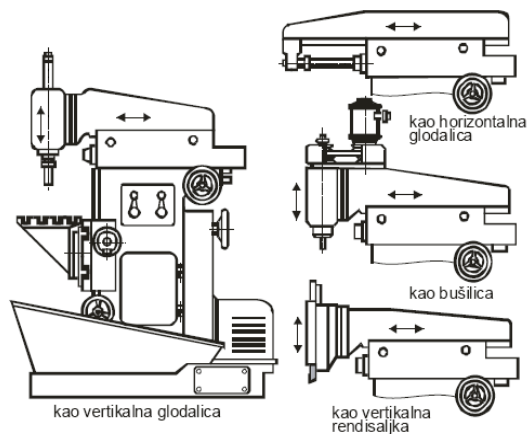
Bezkonzolna glodalica – HURON



Konzolne glodalice

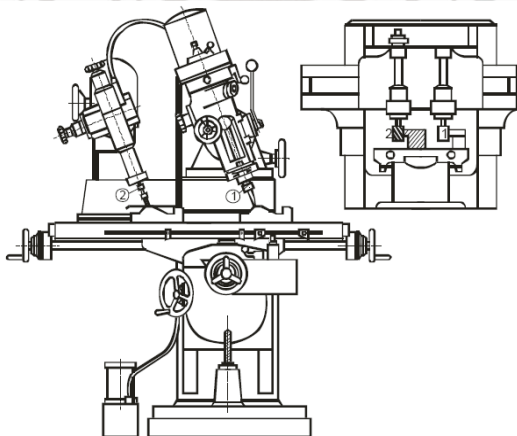
Slika 7.18. Neki tipovi vertikalnih glodalica

Univerzalne alatne glodalice, sa horizontalnim i vertikalnim radnim vretenom, se koriste za izradu reznih alata, alata za kovanje, presovanje i sl., slika 7.19. Konstruktivno su tako formirane da obezbeđuju obrtanje radnog stola oko jedne ili dve ose i obrtanje nosača alata (glavnog vretena) u cilju postavljanja vertikalnog radnog vretena pod određenim uglom. Snabdevene su i uređajima za bušenje i rendisanje, tako da mogu raditi i kao bušilice ili rendisaljke, što znatno proširuje nomenklaturu proizvodnih operacija.



Slika 7.19. Univerzalna alatna glodalica

Kopirne glodalice su namenjene su za obradu krivolinijskih kontura i profilisanih površina. Poseduju dva paralelna vretena od kojih je vreteno (1) glavno vreteno sa glodalom, a vreteno (2) se koristi za smeštaj kopirnog šiljka, slika 7.20. Kopirni uređaj radi na hidrauličnom ili električnom principu i obezbeđuje prenos kretanja od kopirnog šiljka do alata, tako da alat izvodi ista kretanja kao i kopirni šiljak.



Slika 7.20. Kopirna glodalica

Sušтина **programskog upravljanja** se sastoji u automatskom upravljanju radnim organima mašine po unapred zadatom redosledu kretanja, bez učešća radnika. Redosled rada pojedinih organa mašine je definisan programom koji se unosi u upravljačku jedinicu glodalice.



Poglavlje 8

OBRADA TESTERISANJEM

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete proces obrade testerisanjem.
- Planirate mašine u obradi testerisanjem.
- Pojmovno odredite proizvodne operacije i alate.
- Objasnite osnovna kretanja u toku procesa testerisanjem.
- Planirate operacije obrade testerisanjem.

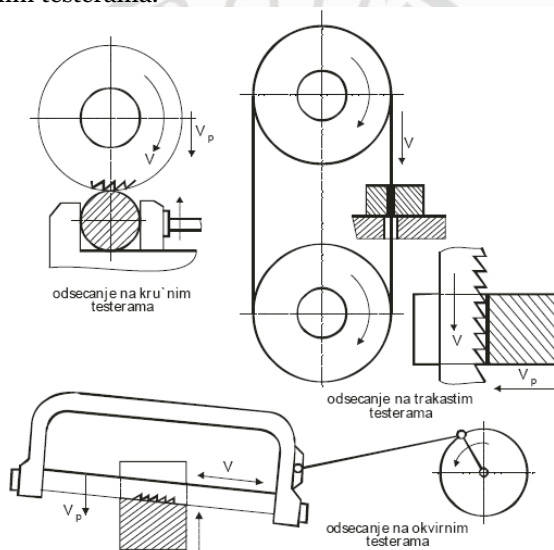


8.1. OSNOVNE OPERACIJE I ALATI

8.1.1. Proizvodne operacije u obradi testerisanjem

Obrada testerisanjem se koristi prvenstveno za realizaciju proizvodnih operacija **odsecanja (sečenja) materijala**, mada se može koristiti i za izvođenje operacija isecanja i usecanja, slika 8.1 [9,10, 12,18,19,27,28]. Prema osnovnim kretanjima alata i predmeta obrade, kao i tipu mašine za obradu testerisanjem, razlikuju se postupci obrade na:

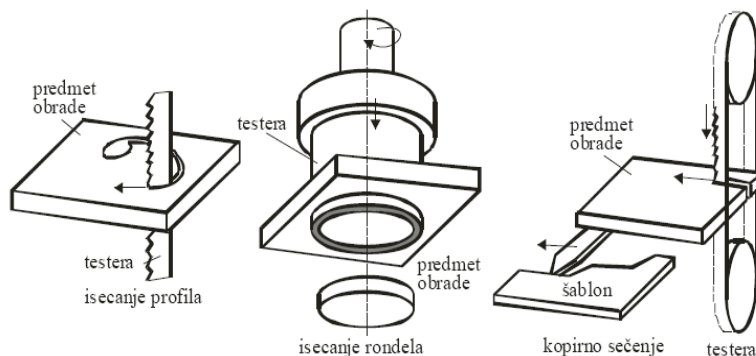
- kružnim,
- trakastim,
- okvirnim testerama.



Slika 8.1. Osnovni tipovi obrade na testerama

Kod obrade na kružnim testerama alat izvodi glavno obrtno kretanje (brzina rezanja V , m/min ili broj obrta testere n , o/min) i pomoćno pravolinijsko kretanje (korak S , mm/o). Pri obradi na trakastim testerama alat izvodi glavno kretanje brzinom rezanja V , m/min, a predmet obrade pomoćno pravolinijsko kretanje brzinom V_p , mm/min.

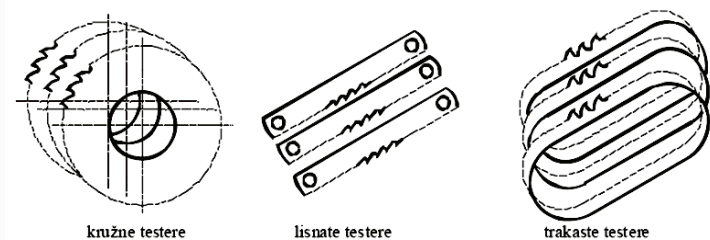
U obradi testerisanjem na okvirnim testerama alat izvodi glavno pravolinijsko oscilatorno (brzinom V , m/min - brojem duplih hodova nL , dh/min) i pomoćno pravolinijsko kretanje brzinom V_p , mm/min ili korakom S , mm/dh. Posebnu grupu proizvodnih operacija obrade testerisanjem čine i operacije isecanja različitih kontura, kopirnog sečenja i sl., slika 8.2.



Slika 8.2. Proizvodne operacije isecanja i kopirnog sećenja na testerama

8.1.2. Alati u obradi testerisanjem

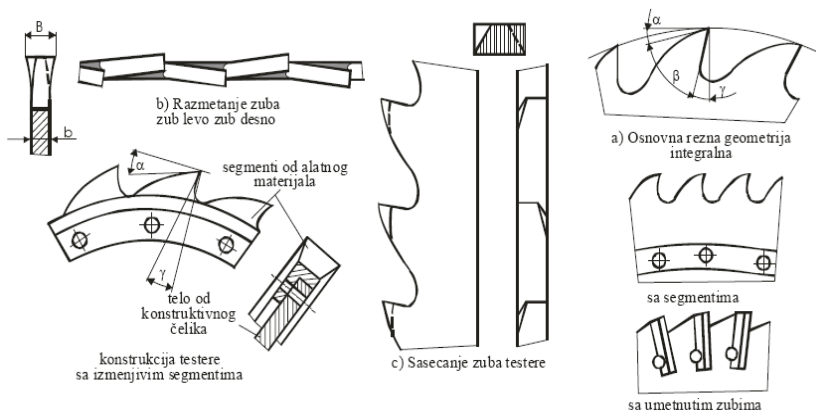
Osnovni alati u obradi testerisanjem su **testerasta glodala** (kružne testere), **trakaste testere** i **trakasti listovi** (lisnate testere), slika 8.3.



Slika 8.3. Tri osnovna tipa alata u obradi testerisanjem

Kružne testere se izrađuju u vidu tankog diska sa zubima po obimu, tako da u suštini predstavljaju testerasta glodala. Na slici 8.4. prikazana je geometrija zuba kružne testere. U cilju smanjenja trenja između bočnih površina testere i površina predmeta obrade izvodi se razmetanje, bočno povijanje zuba naizmenično na jednu i drugu stranu, slika 8.4. Pri sećenju većih preseka reznog sloja, u cilju smanjenja preseka strugotine po zubu, izvodi se naizmenično sasećanje zuba testere, slika 8.4. Time se postiže i ravnomerniji rad mašine.

Kružne testere velikih prečnika (iznad 250 mm) se retko izrađuju iz jednog komada, integralno. Umetnuti zubi ili zubi u vidu segmenata od brzoreznog čelika ili tvrdog metala mehanički se pričvršćuju za telo testere od konstruktivnog čelika, slika 8.4. U novije vreme se izrađuju testere sa izmenjivim pločicama od tvrdog metala, sa i bez prevlaka, keramike, kubnog nitrda bora ili super tvrdih materijala, naročito dijamanta.



Slika 8.4. Geometrija zuba testere

Lisnate testere imaju sitne zube, obično trouglastog oblika. Novije konstrukcije lisnatih testera su bimetalne lisnate testere, kod kojih je uska traka sa zubima izrađena od brzoreznog čelika, a ostali deo od konstruktivnog čelika. Spajanje se izvodi laserskim zavarivanjem, uz naknadno minimalno doterivanje, poravnavanje, brušenjem. Lisnate testere se mogu oplemeniti, presvlačenjem prevlakama od TiN.

Kod **trakastih testera** oblik zuba je takođe trouglast. Kod njih se posebna pažnja poklanja izboru materijala. Naime testere treba da su elastične, jer su izložene neprekidnom savijanju i ispravljanju.

8.2. MAŠINE U OBRADI TESTERISANJEM

Brzina rezanja u obradi testerisanjem je obimna brzina testere (kod kružnih), brzina pravolinijskog kretanja (kod trakastih) i brzina oscilatornog kretanja (kod okvirnih testera). Brzina rezanja se najčešće definiše na bazi preporuka datih u prospektnoj dokumentaciji proizvođača alata i/ili literaturi:

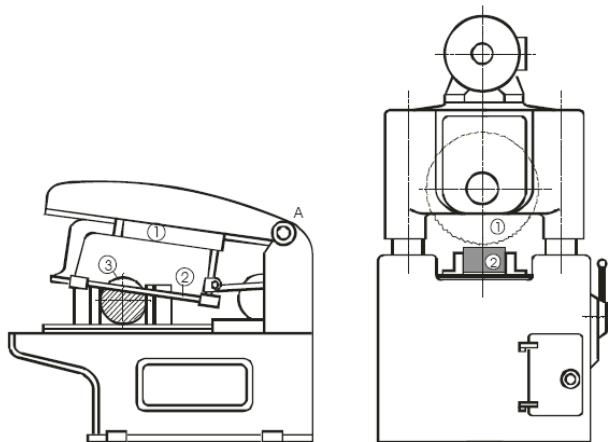
- $V = f(S, b)$, i zavisi od koraka (S) i širine rezanja (b).

Mašine u obradi testerisanjem (testere) se dele na:

- okvirne - lisnate,
- kružne,
- trakaste testere.

Okvirne - lisnate testere su testere kod kojih se alat (2) postavlja na nosač alata (1), slika 8.5.a. Alat izvodi pravolinijsko oscilatorno glavno kretanje i istovremeno visinsko pomeranje, kao i odizanje pri povratnom hodu, okretanjem oko osovine A.

Time se ostvaruje pomoćno kretanje alata ka predmetu obrade (3), uz istovremeno smanjenje trenja materijala i alata pri povratnom hodu. Kod **kružnih testera** alat (1) izvodi glavno obrtno i pomoćno pravolinijsko kretanje, čime se ostvaruje primicanje alata predmetu obrade (2), slika 8.5.b.



a) Okvirna - lisnata testera

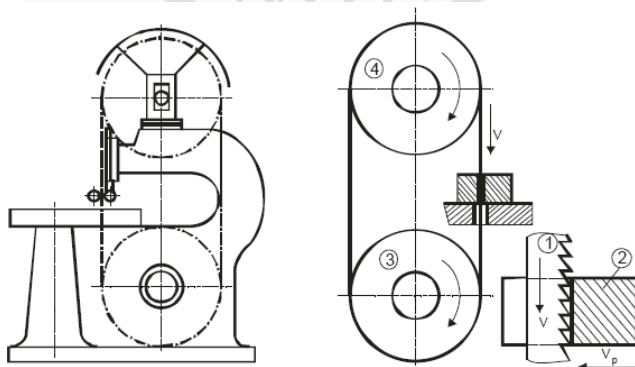
b) Kružna testera

Slika 8.5. Okvirna - lisnata i kružna testera

Trakasta testera ima pogonski (3) i vođeni točak (4), preko kojih je prebačena testera (1) u vidu beskonačne trake, slika 8.6. Pomoćno pravolinijsko kretanje se ostvaruje pomeranjem predmeta obrade (2) prema testeri.

Osnovne eksploatacijske karakteristike mašina u obradi testerisanjem su:

- pogonska snaga mašine P i stepen iskorišćenja snage mašine η ,
- brojevi obrtaja n_{min} - n_{max} , duplih hodova n_{Lmin} - n_{Lmax} ili brzine kretanja trake V_{min} - V_{max} i geometrijski faktor promene prenosnika mašine za glavno kretanje ϕ_n ,
- raspon koraka S_{min} - S_{max} ili brzina pomoćnog kretanja V_{pmin} - V_{pmax} geometrijski faktor promene prenosnika za pomoćno kretanje ϕ_s ,
- koeficijent preciznosti C_{mp} i tačnosti mašine C_{mpk} ,
- maksimalni hod alata odnosno predmeta obrade,
- gabariti predmeta obrade i sl.



Slika 8.6. Trakasta testera

Poglavlje 9

OBRADA RENDISANJEM

CILJEVI UČENJA

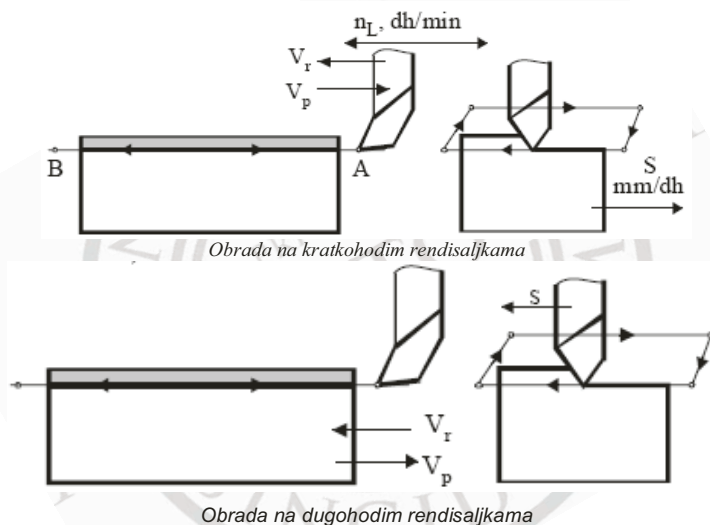
Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete proizvodne operacije rendisanjem.
- Planirate mašine u obradi rendisanjem.
- Pojmovno odredite alate u obradi rendisanjem.
- Objasnite osnovna kretanja i otpore utoku procesa obrade rendisanjem.
- Razumete režime u obradi rendisanjem.



9.1. PROIZVODNE OPERACIJE

Obrada rendisanjem se koristi za obradu horizontalnih, vertikalnih, nagnutih i profilisanih površina, izradu žljebova u glavčini i sl., slika 9.1 [9,10, 12,18,19,27,28]. Izvodi na mašinama sa glavnim i pomoćnim pravolinijskim kretanjem. Glavno kretanje je definisano brzinom rezanja (V_r , m/min) ili brojem duplih hodova (n_L , dh/min), a pomoćno korakom S , mm/dh (aksijalno pomeranje alata ili predmeta obrade za jedan dupli hod, nakon povratnog hoda).



Slika 9.1. Šema obrade rendisanjem na kratkohodnoj i dugohodnoj rendisaljci

U procesu obrade razlikuju se: radni i povratni hod alata ili predmeta obrade. Radni hod je hod alata ili predmeta obrade u toku koga se izvodi proces obrade, od tačke A do tačke B, dok se u toku povratnog hoda od tačke B do tačke A proces rezanja ne odvija, slika 9.1. U zavisnosti od toga da li alat ili predmet obrade izvodi glavno kretanje dva osnovna postupka obrade su obrada na, slika 9.1:

- kratkohodnoj,
- dugohodnoj rendisaljci.

Obrada rendisanjem je analogna obradi struganjem, jer se ravna površina predmeta obrade može smatrati kružnom površinom beskonačno velikog poluprečnika krivine, slika 9.2.

Površina poprečnog preseka strugotine je, slika 9.2:

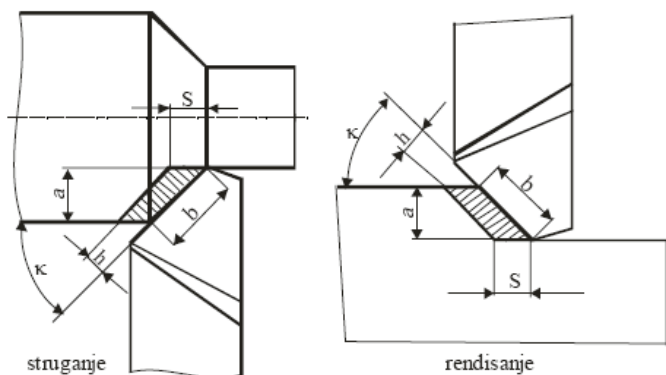
$$A = a \cdot S = b \cdot h ,$$

pri čemu su **širina i debljina reznog sloja**:

$$b = \frac{a}{\sin \kappa} \quad h = S \cdot \sin \kappa,$$

gde je:

- κ - napadnu ugao;
- mm - dubina rezanja i S, mm/dh - korak.

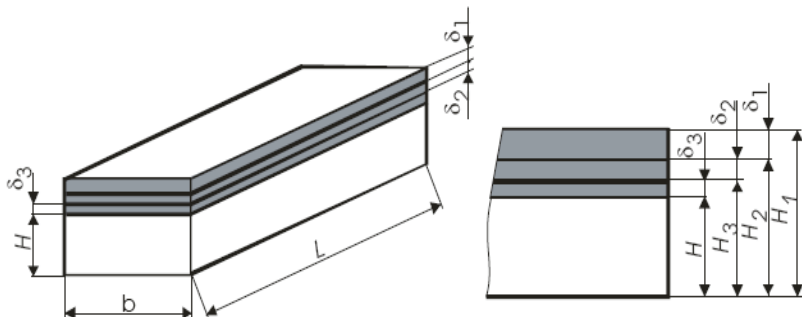


Slika 9.2. Površina poprečnog preseka strugotine u obradi rendisanjem

Dubina rezanja je:

$a = H_1 - H$, dok su **dodaci za obradu rendisanjem**, slika 9.3:

- δ_1 - grubu obradu rendisanjem,
- δ_2 - finu obradu rendisanjem,
- δ_3 - brušenje.

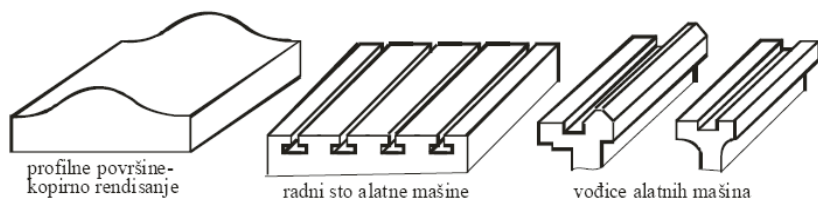


Slika 9.3. Dodaci u obradi rendisanjem

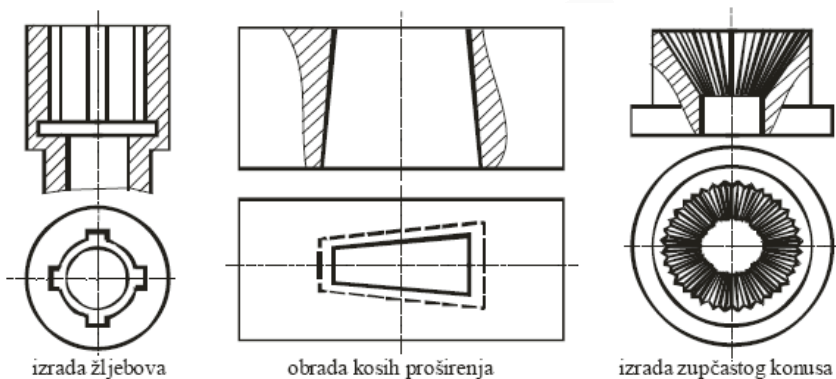
U zavisnosti od tipa mašine i pravca kretanja razlikuju se postupci obrade i proizvodne operacije obrade rendisanjem na:

- horizontalnoj, slika 9.4,
- vertikalnoj rendisaljci, slika 9.5.

a u zavisnosti od kvaliteta obrađene površine operacije grube i fine obrade rendisanjem.

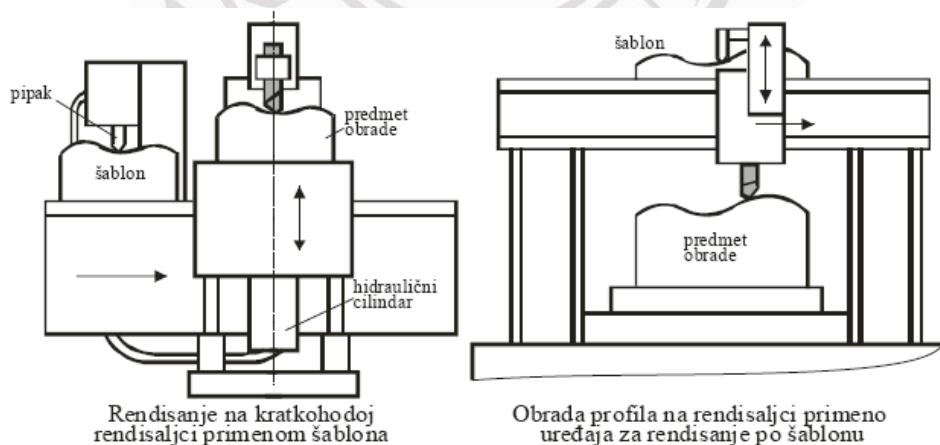


Slika 9.4. Proizvodne operacije obrade na horizontalnoj rendisaljci



Slika 9.5. Proizvodne operacije obrade na vertikalnoj rendisaljci

Posebnu grupu proizvodnih operacija u obradi rendisanjem čine proizvodne operacije izrade i obrade profilisanih površina - kopirno rendisanje, slika 9.6.

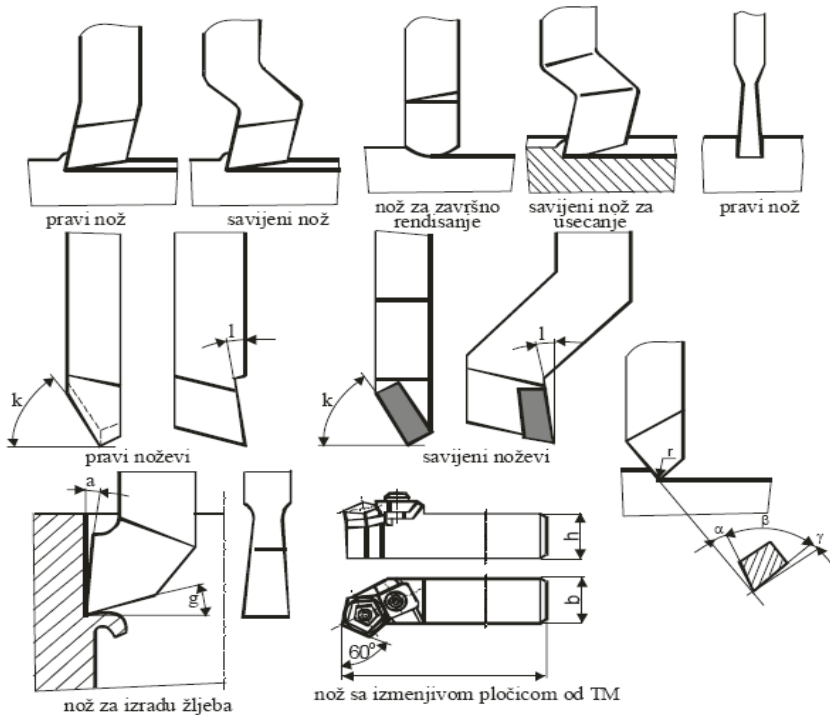


Slika 9.6. Kopirno rendisanje

9.2. ALATI U OBRADI RENDISANJEM

Alati za rendisanje ili **noževi za rendisanje** su slični strugarskim noževima, po obliku, geometriji i drugim karakteristikama, slika 9.7.

Noževi za rendisanje su pri ulasku u zahvat izloženi jakim udarnim opterećenjima, da bi pri izlasku iz zahvata nastupilo njihovo rasterećenje. Takvo skokovito opterećenje mogu izdržati samo žilavi materijali. Zato se za izradu noževa za rendisanje koriste **brzorezni čelici** i neke žilave vrste tvrdog metala (P40, P50, M20, K10, K20 itd.). Kod noževa većih dimenzija drška alata se izrađuje od konstruktivnog čelika, a rezni deo u vidu pločica od brzoreznog čelika ili tvrdog metala. Pločice se postavljaju na dršku noža lemljenjem ili mehaničkim vezivanjem.



Slika 9.7. Alati (noževi) u obradi rendisanjem

9.3. OTPORI I SNAGA REZANJA

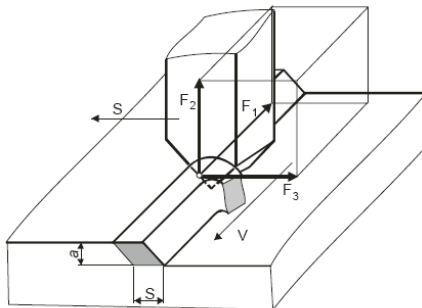
Kao i u obradi struganjem, rezultujući otpor rezanja u obradi rendisanjem se može razložiti na tri komponente, slika 9.8:

- F_1 - glavni otpor rezanja,

$$F_1 = C_K \cdot a^{x_1} \cdot S^{y_1}, N$$

- F_2 - otpor prodiranja,

- F_3 - otpor pomoćnom kretanju.
- u kome su:
- C_k, x i y - konstanta i eksponenti otpora rezanja,
 - a , mm - dubina rezanja,
 - S , mm/dh - korak.



Slika 9.8. Komponente otpora rezanja

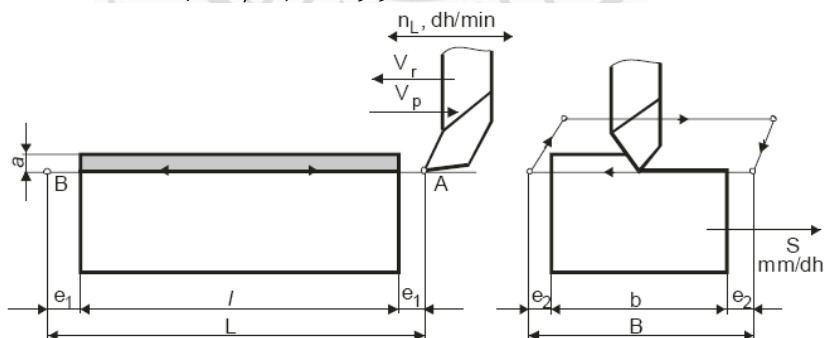
Na osnovu brzine radnog hoda (V_r , m/min) i glavnog otpora rezanja (F_1 , N) snaga mašine je:

$$P = \frac{F_1 \cdot V_r}{1000 \cdot 60 \cdot \eta} = \frac{1+k}{k} \cdot \frac{C_k \cdot a^{x_1} \cdot S^{y_1} \cdot n_L \cdot L}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta}, \text{ kW}$$

9.4. REŽIM OBRADE U OBRADI RENDISANJEM

Režim obrade u obradi rendisanjem je određen:

- brojem duplih hodova alata ili predmeta obrade n_L , dh/min,
- korakom S , mm/dh, slika 9.9.



Slika 9.9. Osnovni elementi za proračun glavnog vremena izrade

Na osnovu parametara režima obrade proračunava se i glavno vreme izrade korišćenjem relacije:

$$t_g = i \cdot \frac{B}{S \cdot n_L}, \text{ min}$$

u kojoj su, pored poznatih elemenata:

- $i = \delta / a$ - broj prolaza;
- δ , mm - dodatak za obradu;
- a , mm - dubina rezanja;
- $B = b + 2 e_2$ - hod alata ili predmeta obrade u pravcu pomoćnog kretanja;
- $e_2 = 2 - 5$ mm - prilaz i izlaz alata u pravcu pomoćnog kretanja i b - širina obrade.

Utvrđivanje **koraka** u obradi rendisanjem obuhvata:

- proučavanje proizvodne operacije,
- izbor preporučene vrednosti koraka,
- provera koraka i izbor merodavnog koraka.

Preporučena vrednosti koraka se bira na osnovu preporuka datih u prospektima proizvođača alata ili specijalizovanim priručnicima, literaturi i sl. u zavisnosti od dubine rezanja, materijala alata i predmeta obrade i drugih uslova obrade.

Provera koraka u obradi rendisanjem se izvodi korišćenjem tri osnovna kriterijuma: uslova nastanka strugotine, otpornosti drške noža za rendisanje i kvaliteta obrađene površine.

9.5. MAŠINE U OBRADI RENDISANJEM

Mašine u obradi rendisanjem (rendisaljke) se prema dužini hoda (načinu ostvarivanja kretanja) dele na [9,10, 12,18,19,27,28]:

- kratkohode,
- dugohode,

a prema pravcu glavnog kretanja na: **horizontalne i vertikalne**.

Posebnu grupu rendisaljki čine rendisaljke za izradi zupčanika, specijalnih alata i sl.

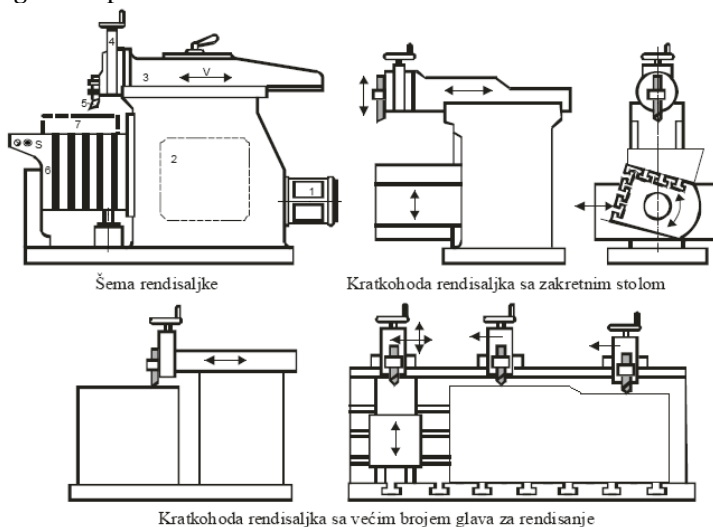
9.5.1 Kratkohode rendisaljke

Kod kratkohodih rendisaljki od pogonskog elektromotora (1) kretanje se, posredstvom prenosnika (2) i mehanizma za pretvaranje obrtnog u pravolinijsko kretanje, prenosi na noseću konzolu (3), slika 9.10. Na konzoli se nalazi nosač alata (4) koji prihvata rezni alat (5). Time je obezbeđeno glavno pravolinijsko kretanje. Na radnom stolu (6), koji posredstvom mehanizma pomoćnog kretanja obezbeđuje izvođenje pomoćnog kretanja, nalazi se predmet obrade (7).

Osnovne eksploatacijske karakteristike rendisaljki su:

- pogonska snaga mašine P i stepen iskorišćenja snage mašine η ,
- raspon broja duplih hodova $n_{Lmin} - n_{Lmax}$ i geometrijski faktor promene prenosnika mašine za glavno kretanje ϕ_n ,
- raspon koraka $S_{min} - S_{max}$ i geometrijski faktor promene prenosnika za pomoćno kretanje ϕ_s ,

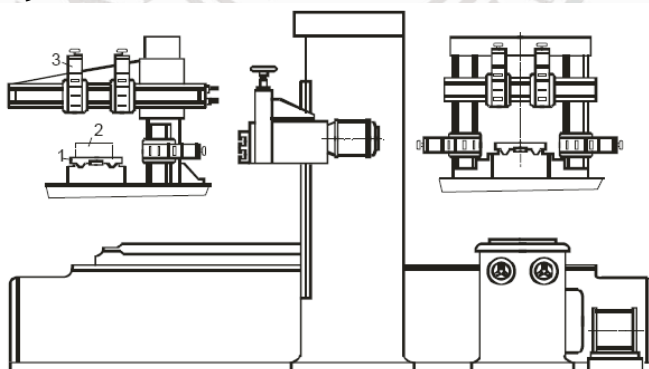
- koeficijent preciznosti C_{mp} i tačnosti mašine C_{mpk} ,
- maksimalni hod alata odnosno predmeta obrade,
- gabariti predmeta obrade i sl.



Slika 9.10. Šema kratkohode rendisaljke

9.5.2. Dugohode rendisaljke

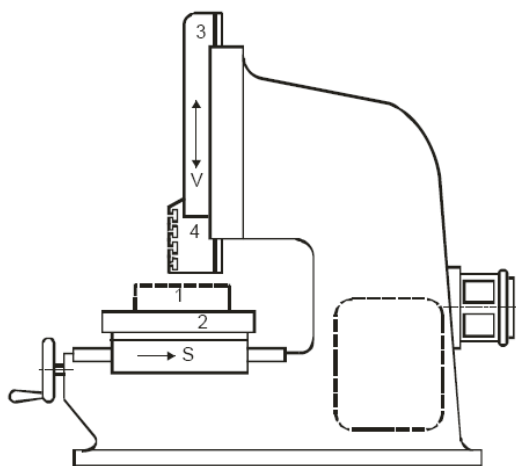
Kod dugohodih rendisaljki princip rada je sličan, s tom razlikom što glavno pravolinijsko kretanje izvodi radni sto (1) sa predmetom obrade (2), a pomoćno nosač alata (3), slika 9.11.



Slika 9.11. Šema dugohode rendisaljke

9.5.3. Vertikalne rendisaljke

Vertikalna rendisaljka spada u grupu kratkohodih rendisaljki. Nosač alata (4) sa alatom se, posredstvom klizača (3), kreće naniže, pri radnom, i naviše pri povratnom hodu, slika 9.12. Predmet obrade (1) se postavlja na radni sto (2), koji je najčešće izveden kao obrtni sto na klizaču sa mogućnošću uzdužnog i poprečnog pomeranja.



Slika 9.12. Šema vertikalne rendisaljke

Poglavlje 10

OBRADA PROVLAČENJEM

CILJEVI UČENJA

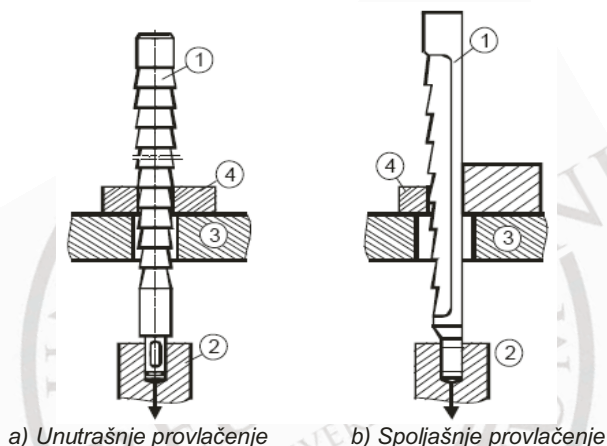
Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete proizvodne operacije i alate za obradu provlačenjem.
- Planirate geometrijske parametre obrade.
- Razumete režime u obradi provlačenjem.
- Objasnite osnovna kretanja, otpore i vučnu silu mašine.
- Planirate mašine u obradi provlačenjem.



10.1. PROIZVODNE OPERACIJE I ALATI

Obrada provlačenjem predstavlja savremeni postupak obrade metala rezanjem visoke proizvodnosti, tačnosti i kvaliteta obrade [9,10, 12,18,19,27,28]. Koristi se samo u serijskoj i masovnoj proizvodnji, jer su alati veoma skupi i strogo namenski projektovani i izrađeni.



Slika 10.1. Principijelna šema obrade provlačenjem:

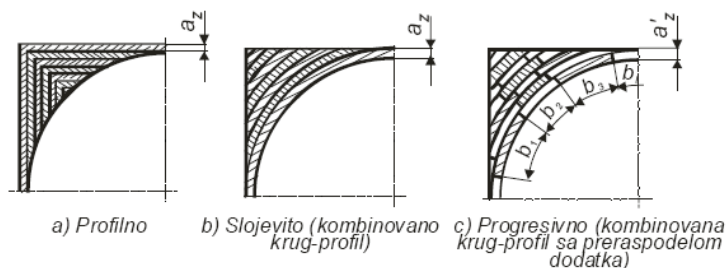
1 – provlakač; 2 – vodica; 3 – radni sto; 4 – predmet obrade.

Proces rezanja ostvaruje se samo jednim kretanjem i to pravolinijskim glavnim kretanjem alata – provlakača, slika 10.1. Pravolinijskim povlačenjem alata (1), postavljenog u prednji prihvatni deo (2), obezbeđuje se uklanjanje viška materijala na predmetu obrade zahvaljujući postepenom povećanju dimenzija alata. Proces rezanja karakteriše:

- postepeno rezanje zadanog dodatka za obradu u obliku posebnih slojeva male debljine i velike širine,
- istovremeno rezanje većim brojem reznih elemenata alata,
- ne postoji pomoćno kretanje kao samostalno kinematsko kretanje, jer povećanje dimenzija narednog zuba u odnosu na prethodni određuje debljinu sloja materijala (dubinu rezanja po zubu) koji uklanja rezni element (zub). Izuzetak su proizvodne operacije izrade zavojnih žljebova (npr. kod cevi naoružanja) kada postoji pomoćno obrtno kretanje u skladu sa korakom zavojnice,
- male brzine rezanja 15 - 18 m/min, a kod novijih konstrukcija mašina u obradi provlačenjem i do 30 m/min i sl.

Geometrijski parametri obrade

Postepeno odvajanje strugotine pri provlačenju, u cilju pretvaranja polaznog kružnog u željeni profil, može biti profilno, slojevito i progresivno, slika 10.2.



Slika 10.2. Šeme rezanja pri provlačenju

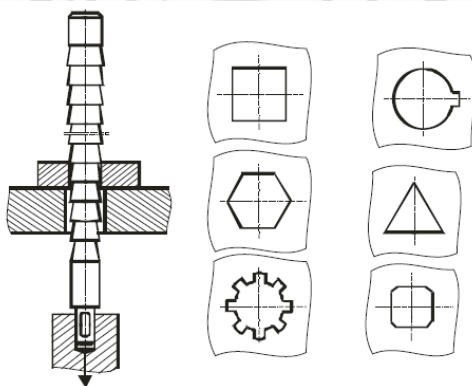
Profilno provlačenje karakteriše uklanjanje zadatog dodatka za obradu δ u slojevima debljine a_z , čija konfiguracija odgovara konfiguraciji profila predmeta obrade.

Slojevito provlačenje odlikuje uklanjanje dodatka u ravnim slojevima debljine a_z ili koncentričnim krugovima lučnog oblika pri proizvoljnom profilu obratka.

Progresivno provlačenje je provlačenje kod koga svaki zub uklanja deo dužine sloja $b_1, b_2, \dots$, dok debljina strugotine po zubu raste $a_z' > a_z$.

Proizvodne operacije obrade provlačenjem se razvrstavaju na dve grupe i to proizvodne operacije: unutrašnjeg provlačenja i spoljašnjeg provlačenja.

U proizvodnim operacijama **unutrašnjeg provlačenja** prethodno se izrađuje cilindrični otvor (bušenjem, struganjem i sl.), u cilju obezbeđenja pravilnog vođenja alata i stvaranja uslova za konačno oblikovanje otvora provlačenjem, (slika 7.3. Kretanjem provlakača kroz otvor obezbeđuje se oblikovanje otvora u skladu sa profilom reznih elemenata alata (formiranje otvora visoke tačnosti i kvaliteta, različitog oblika - kružni, trougaoni, kvadratni i sl.).

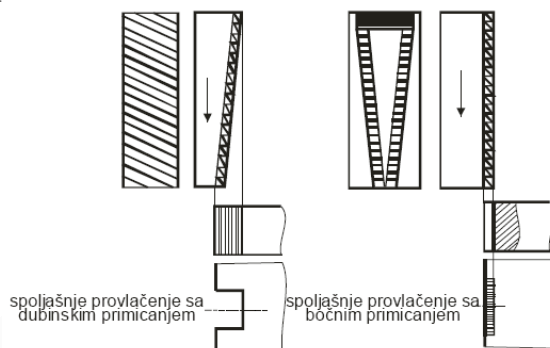


Slika 10.3. Proizvodne operacije unutrašnjeg provlačenja

Proizvodne operacije **spoljašnjeg provlačenja** su operacije obrade površina različite konfiguracije primenom višedelnih alata za provlačenje, slika 10.4. Dva osnovna postupka provlačenja su sa:

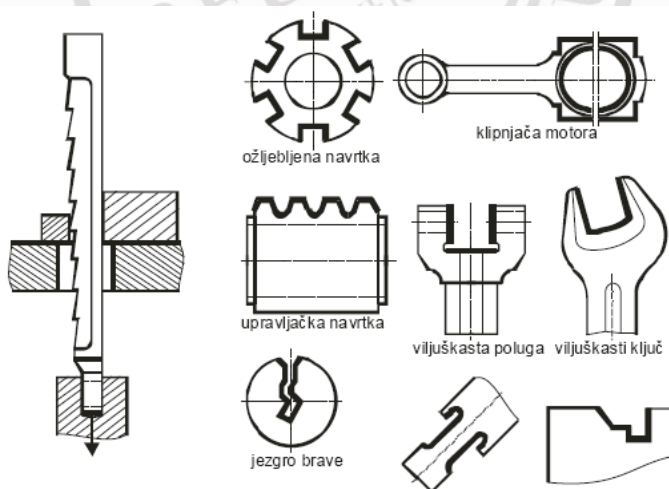
- dubinskim primicanjem,
- bočnim primicanjem.

Kod spoljašnjeg provlačenja sa dubinskim primicanjem alati obezbeđuju postepeno oblikovanje profila po dubini, dok kod bočnog primicanja oblikovanje se postepeno odvija po širini.



Slika 10.4. Osnovni postupci obrade spoljašnjim provlačenjem

Spoljašnjim provlačenjem se mogu formirati profili površina različite konfiguracije i dimenzija, slika 10.5. Postupak se može primeniti i kao zamena za proizvodne operacije glodanja i rendisanja, posebno u uslovima obrade površina složene konfiguracije, visokog kvaliteta i tačnosti obrade.



Slika 10.5. Proizvodne operacije spoljašnjeg provlačenja

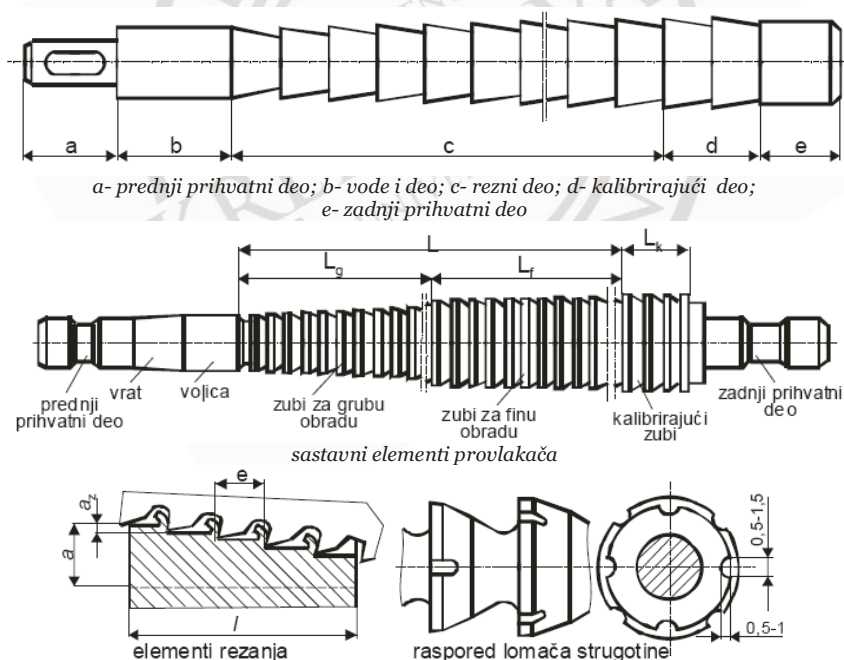
Alati za provlačenje (provlakači) spadaju u grupu specijalnih alata, zbog svoje složenosti, tačnosti izrade i drugih specifičnosti. Dele se na provlakače za:

- **unutrašnje i spoljašnje provlačenje.**

Provlakači za unutrašnje provlačenje se najčešće izrađuju kao integralni alati od brzoreznog čelika. Mogu biti oplemenjeni prevlakama od TiN. Sastoje od pet karakterističnih delova: prednjeg prihvatnog dela, vodećeg dela, reznog dela, kalibrirajućeg dela i zadnjeg prihvatnog dela, slika 10.6.

Prednji prihvatni deo obezbeđuje prihvatanje alata i prenos potrebne sile za provlačenje sa pogonskog sistema mašine na alat. Vodeći deo obezbeđuje vođenje alata na početku procesa rezanja. Reznim delom alata se uklanja višak materijala (dodatak za obradu) i vrši oblikovanje željenog profila u skladu sa profilom alata, dok se kalibrirajućim delom stvaraju uslovi za kalibrisanje profila odnosno postizanje visokog kvaliteta i tačnosti oblika i dimenzija profila. Nakon završetka procesa provlačenja preko zadnjeg prihvatnog dela alat se prihvata i dovodi u početnu poziciju, poziciju pre obrade. Prednji i zadnji prihvatni delovi provlakača su standardizovani. Njihov oblik i dimenzije zavise od namene provlakača i vrste provlačenja. Ostali delovi provlakača se izrađuju u zavisnosti od oblika i dimenzija profila koji se izrađuje.

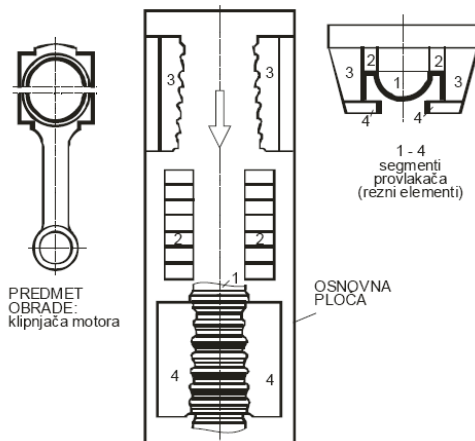
Pri provlačenju zatvorenih kontura nastaje zatvorena strugotina, koja se po izlasku zuba iz zahvata zadržava u međuzublju. Da bi se olakšalo uklanjanje strugotine na zubima se izrađuju žljebovi za lomljenje (sitnjenje) strugotine.



Slika 10.6. Provlakač za unutrašnje provlačenje

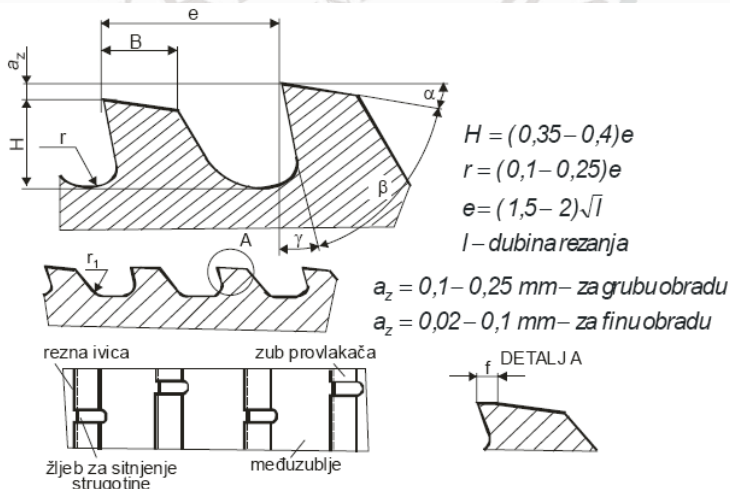
Provlakači za spoljašnje provlačenje se izrađuju od brzoreznog čelika ili sa segmentima od tvrdog metala, slika 10.7. Provlakači od brzoreznog čelika, izrađeni

integralno ili sa segmentima, se mogu oplemeniti i prevlakama od TiN. Po konstrukciji su znatno složeniji od provlakača za unutrašnje provlačenje i sastoje se od više segmenata, namenjenih obradi pojedinih delova konture predmeta obrade. Segmenti se sastoje od reznog dela sa zubima za grubu i finu obradu i montiraju se na osnovnu ploču.



Slika 10.7. Provlakač za spoljašnje provlačenje

Geometrija reznih elemenata alata za provlačenje (zuba) je određena oblikom i dimenzijama reznih elemenata (zuba) provlakača, geometrijom reznog klina (α , β i γ), korakom zuba provlakača (e), visinom (H) i širinom zuba (B), oblikom i radijusom međuzublja (r), porastom po zubu (dubinom rezanja - a_z) i dužinom provlakača (L), koju čine dužine pojedinih delova provlakača, slika 10.8.



Slika 10.8. Osnovni elementi geometrije provlakača i oblici međuzublja

10.2. OTPORI REZANJA I SNAGA MAŠINE

10.2.1. Otpori rezanja i vučna sila mašine

Na svaki zub provlakača deluje rezultujuća sila rezanja FR koja se, u opštem slučaju, razlaže na [9,10, 12,18,19,27,28]:

- glavni otpor rezanja F_1 ,
- otpor prodiranja F_2 , kod nesimetričnih alata (izrada žljeba za klin, alati za spoljašnje provlačenje),
- aksijalni otpor rezanja $F_3 = F_a$, kada su zubi provlakača sa uglom nagiba rezne ivice $\lambda \neq 0$.

Glavni otpor rezanja definisan je relacijom:

$$FR = C \cdot K_s \cdot A \cdot Z, N$$

u kojoj su:

- $C = 1,1 - 1,3$ - koeficijent koji uzima u obzir trenje između zuba provlakača i zidova otvora;
- K_s , MPa - specifični otpor rezanja;
- A , mm² - površina poprečnog preseka strugotine,
- Z - broj zuba u zahvatu.

Vučna sila mašine se određuje za maksimalnu vrednost površine strugotine po zubu (A_{max}) i iznosi:

$$F_m = C \cdot K_s \cdot A_{max} \cdot Z, N$$

Vučna sila pri provlačenju je promenljiva zbog periodičnog ulaska i izlaska zuba iz zahvata. Na početku procesa rezanja dolazi do stepenaste, teorijski posmatrano, promene otpora rezanja do trenutka kada prvi zub provlakača izađe iz zahvata sa materijalom predmeta obrade (nakod dostizanja hoda alata h koji odgovara dužini provlačenja l). Pogonska snaga mašine je:

$$P = \frac{F_m \cdot V}{1000 \cdot 60 \cdot \eta}, kW$$

gde su:

- η - mehanički stepen iskorišćenja snage mašine,
- V , m/min - brzina rezanja.

10.2.2. Režim obrade u obradi provlačenjem

Režim obrade u obradi provlačenjem je određen **brzinom kretanja provlakača-brzinom rezanja V** . Na osnovu brzine rezanja definiše se **glavno vreme izrade**:

$$t_g = \frac{L}{1000 \cdot V}, min$$

gde je:

- $L = LR + l + 2e$, mm - hod alata;

- LR, mm - dužina reznog dela provlakača;
- l, mm - dubina provlačenja,
- $e = 2 - 3$ mm - prilaz i izlaz zuba provlakača iz zahvata.

Izbor brzine rezanja se može izvesti na bazi preporuka i proračunom.

Preporučena brzina rezanja se bira iz prospektne dokumentacije proizvođača alata u funkciji materijala predmeta obrade i alata, vrste provlačenja, dubine rezanja po zubu i sl.

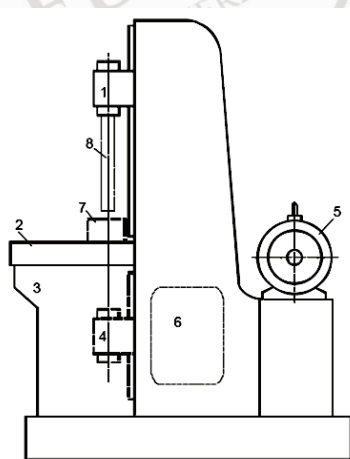
10.3. MAŠINE U OBRADI PROVLAČENJEM

Mašine u obradi provlačenjem - **provlakačice** se razvrstavaju, prema nameni (vrsti proizvodne operacije provlačenja) na provlakačice za [9,10, 12,18,19,27,28]:

- unutrašnje,
- spoljašnje provlačenje.

Prema pravcu kretanja alata i nameni dele se na: horizontalne i vertikalne provlakačice.

Vertikalne provlakačice za unutrašnje provlačenje su najčešći vid konstrukcije mašina za unutrašnje provlačenje, slika 10.10. Predmet obrade (7) se postavlja na radni sto mašine (2), a alat se u početnoj fazi obrade, pre obrade, postavlja u zadnji vodeći deo mašine (1). Alat se, posredstvom zadnjeg vodećeg dela, dovodi u radnu poziciju, kada prednji prihvatni deo (4) prihvata alat. Zahvaljujući pogonskom sistemu mašine (elektromotoru - 5, prenosnom sistemu - 6 i mehanizmu za pretvaranje obrtnog u pravolinijsko kretanje) prednji vodeći deo mašine dobija neophodna kretanja i vučnu silu mašine potrebnu za realizaciju procesa obrade. Po završetku procesa rezanja (dostizanju donje tačke hoda alata), predmet obrade se skida sa radnog stola i alat vraća u početnu poziciju.

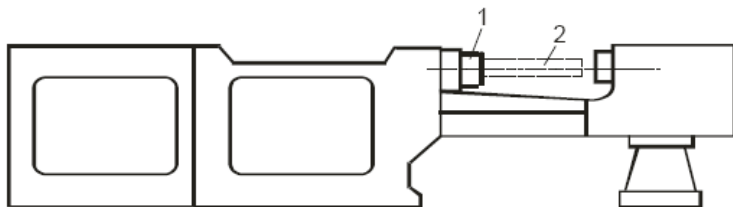


Slika 10.10. Šema vertikalne provlakačice za unutrašnje provlačenje

Horizontalne provlakačice za unutrašnje provlačenje rade na sličnom principu, s tom razlikom što je kretanje alata (2) u horizontalnom pravcu i što je

neophodno obezbediti odgovarajući sistem za prihvatanje i stezanje predmeta obrade (1), slika 10.11.

Horizontalne mašine za provlačenje obezbeđuju mogućnost kontinualnog rada nepokretnim alatom, ako se predmeti obrade postave na obrtni sto ili beskonačnu traku.



Slika 10.11. Šema horizontalne provlakačice za unutrašnje provlačenje

Osnovne eksploatacione karakteristike mašina u obradi provlačenjem su:

- koeficijent preciznosti C_{mp} i tačnosti mašine C_{mpk} ;
- maksimalna vučna sila mašine;
- maksimalna brzina provlačenja;
- maksimalni hod alata;
- gabariti predmeta obrade i sl.

Poglavlje 11

OBRADA BRUŠENJEM

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete proizvodne operacije obrade brušenjem.
- Predvidite alate u obradi brušenjem.
- Shvatite otpore i snagu rezanja.
- Planirate režim obrade u obradi brušenjem.
- Objasnite i pravilno planirate rad na mašinama u obradi brušenjem.

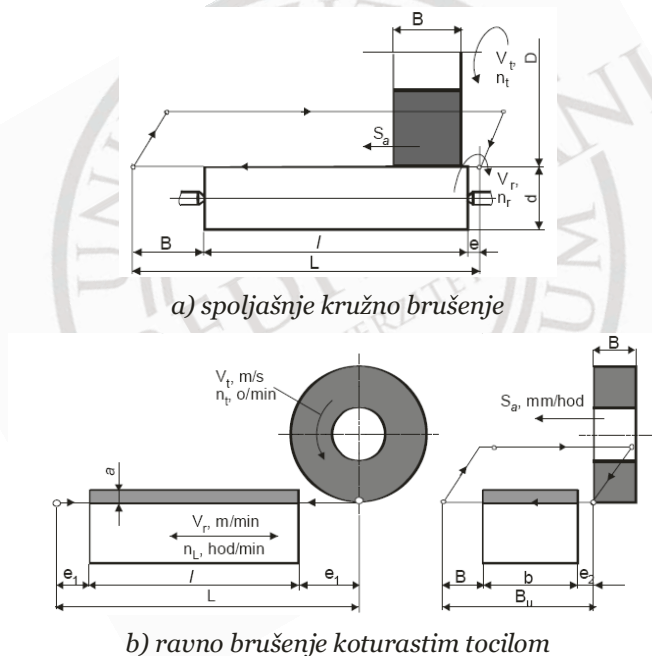


11.1. PROIZVODNE OPERACIJE

Brušenje je jedna od najznačajnijih proizvodnih operacija završne obrade, jer obezbeđuje, slika 11.1 [9,10, 12,18,19,27,28]:

- visoku tačnost mera,
- visok kvalitet obrađene površine.

Izvodi se nakon termičke obrade tako da ostvaruje i uklanjanje grešaka nastalih usled toplotnih deformacija pri termičkoj obradi. Raspored glavnog i pomoćnog kretanja zavisi od vrste proizvodne operacije i alata.



Slika 11.1. Proizvodne operacije kružnog i ravnog brušenja

Glavno kretanje je obrtno kretanje alata (brusne ploče) definisano brzinom rezanja V_t , m/s:

$$V_t = \frac{D \cdot \pi \cdot n_t}{1000 \cdot 60},$$

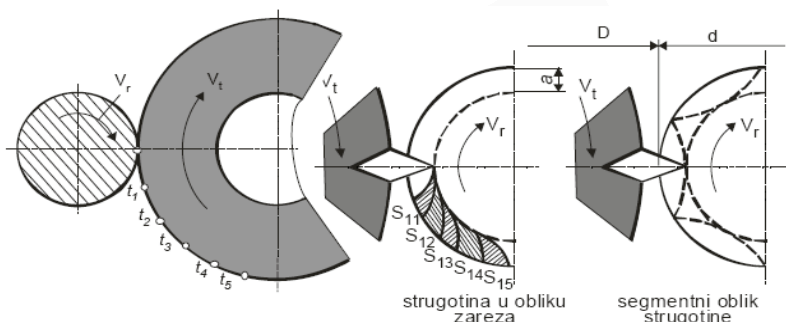
odnosno brojem obrta točila n_t , o/min:

$$n_t = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_t}{D \cdot \pi}.$$

Pomoćno kretanje je obrtno i pravolinijsko (kod kružnog) ili pravolinijsko kretanje predmeta obrade (kod ravnog brušenja).

Obrtno i pravolinijsko pomoćno kretanje je određeno brzinom V_r , m/min odnosno brojem obrta nr, o/min i brojem hodova nL, hod/min kod kružnog brušenja. Kod ravnog brušenja pomoćno pravolinijsko kretanje predmeta obrade ili alata određeno je aksijalnim i radijalnim korakom (S_a ili S_r , mm/o).

Rezni elementi tocila (zrna brusnog materijala) su raspoređeni po obimu tocila i po unutrašnjosti mase tocila sa nejednakim rastojanjem $t_1 \neq t_2 \neq \dots \neq t_n$, slika 11.2. Raspored zrna brusnog materijala je nepravilan što, pri konstantnim obimnim brzinama tocila V_t i predmeta obrade V_r ima za posledicu različite dubine rezanja $a_1 \neq a_2 \neq \dots \neq a_n$ i različite vrednosti koraka po reznom elementu S_{ii} .



Slika 11.2. Osnovni oblici strugotine u obradi brušenjem

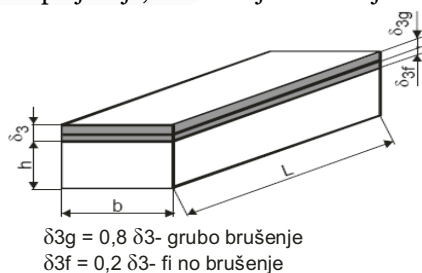
Analizom procesa obrazovanja strugotine kod brušenja, može se uočiti elementarna strugotina, nastala kao posledica uklanjanja viška materijala jednim zrnom. **Ukupni dodatak za obradu brušenjem δ_3** , se uklanja u više prolaza razvrstanih na prolaze, slika 11.3:

- **grubog brušenja**, kada se uklanja 80 % dodatka ($\delta_g = 0,8 \delta_3$),
- **finog brušenja** kada se uklanja 20 % dodatka ($\delta_f = 0,2 \delta_3$).

Osnovne proizvodne operacije brušenja su proizvodne operacije:

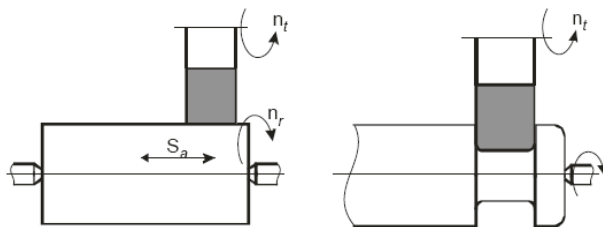
- kružnog brušenja,
- ravnog brušenja,
- brušenja bez šiljaka,
- brušenja složenih površina.

Kružno brušenje može biti spoljašnje, unutrašnje i brušenje čeonih površina.



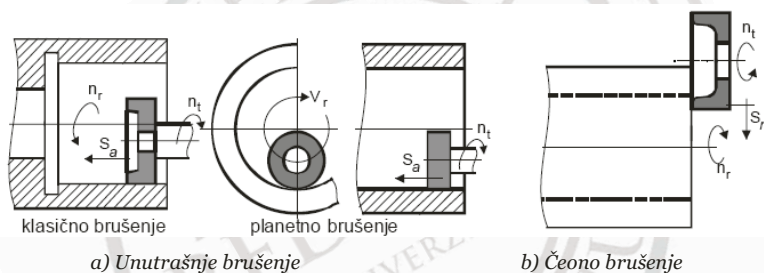
Slika 11.3. Dodatak pri obradi brušenjem

Spoljašnje kružno brušenje je brušenje spoljašnjih površina najčešće aksijalno nepomičnim točilom i spoljašnje radijalno brušenje površina, slika 11.4.



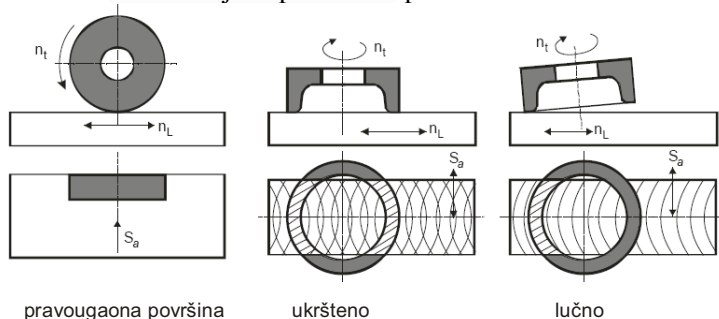
Slika 11.4. Spoljašnje kružno aksijalno i radijalno brušenje

Unutrašnje brušenje se izvodi tocilima sa drškom i može biti klasično ili planetarno. Planetarno brušenje se izvodi kod teških i velikih predmeta, slika 11.5.a. Predmeti obrade, pričvršćeni na radni sto, ne izvode nikakva kretanja, dok točilo izvodi sva potrebna kretanja u skladu sa šemom na slici 11.5.a. Čeono brušenje se najčešće ostvaruje lončastim tocilima, slika 11.5.b.



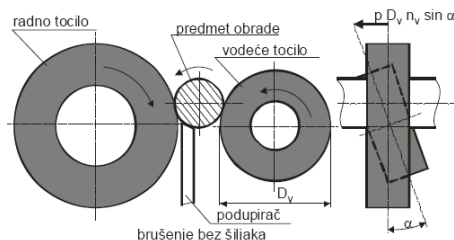
Slika 11.5. Unutrašnje i čeo brušenje

Ravno brušenje se može izvesti koturastim tocilima ili lončastim tocilima slika 11.6. Ravno brušenje lončastim tocilima može biti sa: ukrštenim ili lučnim tragovima. Kod ukrštenog brušenja točilo potpuno naleže na obrađivanu površinu, čime se tačnost obrade povećava, ali su toplotna opterećenja točila i predmeta obrade veća. Lučno brušenje obezbeđuje manja opterećenja točila i predmeta obrade, ali i manju tačnost obrade. Ostvaruje se perifernim površinama točila.



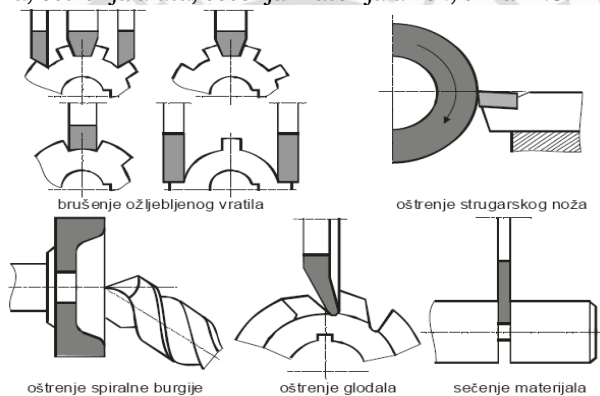
Slika 11.6. Ravno brušenje koturastim i lončastim točilom

Brušenje bez šiljaka je brušenje kod koga je predmet obrade naslonjen na podupirač i postavljen između radnog i vodećeg tocila (slika 11.7). Radno tocilo ostvaruje proces obrade, a vodeće vođenje (obrtanje) predmeta obrade. Aksijalno pomoćno kretanje se ostvaruje naginjanjem vodećeg tocila za ugao α .



Slika 11.7. Brušenje bez šiljaka

U proizvodne operacije **brušenja složenih površina** spadaju proizvodne operacije završne obrade (u novije vreme i izrade) navoja, zupčanika, brušenja ožljebljenih vratila, oštrenja alata, sečenja materijala i sl., slika 11.8.



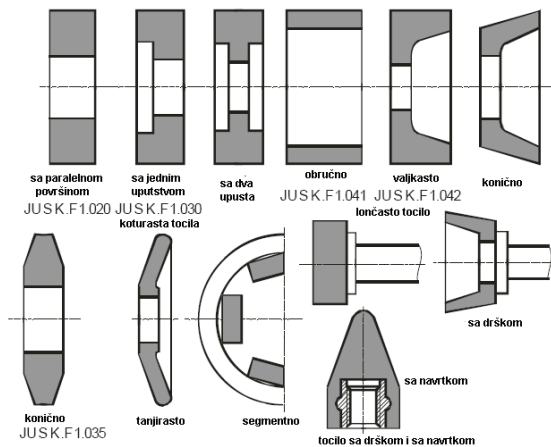
Slika 11.8. Proizvodne operacije brušenja složenih površina

Najfinija obrada brušenjem, površina kvaliteta N1 - N3, se postiže specijalnim postupcima brušenja poznatim pod nazivom **glačanje**. Postupci spoljašnjeg i unutrašnjeg glačanja se razvrstavaju na: lepovanje, superfiniš, honovanje i poliranje.

11.2. ALATI U OBRADI BRUŠENJEM

Alati u obradi brušenjem - brusne ploče ili tocila se mogu razvrstati prema obliku i nameni. Prema obliku tocila se dele na: koturasta, lončasta, konična, tanjirasta, tocila sa drškom ili navrtkom i segmentna – višedelna, slika 11.9.

Prema nameni se dele na tocila za: spoljašnje kružno brušenje (koturasta, lončasta i sl.), unutrašnje brušenje (nasadna ili sa drškom), ravno brušenje (koturasta ili lončasta), sečenje, oštrenje alata, brušenje glodala, brušenje navoja, brušenje zupčanika itd.



Slika 11.9. Osnovni oblici tociла

Za izradu tociла koriste se dva osnovna materijala: **brusni i vezivni materijali**.

Brusni materijali su sitna zrnca, različitog oblika, prirodnog (kvarc SiO_2 , granit, prirodni korund Al_2O_3 , šmirgla, dijamant) ili veštačkog porekla (elektrokorund, silicijum karbid, karbid bora, kubni nitrid bora, borozan, sintetički dijamant). Broj zrna brusnog materijala je ogroman tako da brusne ploče predstavljaju mnogosečne alate.

Vezivni materijal obezbeđuje povezivanje zrna brusnog materijala u jednu kompaktnu i funkcionalnu celinu - tociло. Definiše čvrstoću i tvrdoću tociла, kao i oblast primene.

Prema poreklu vezivni materijal se razvrstava na:

- **organski** (keramička, silikatna i magnezitna veziva),
- **neorganski** (gumena veziva, kaučuk, prirodna smola itd.),
- **metalna** (čelična i bronzana) - za dijamantska tociла.

Osnovne karakteristike tociла su:

- oblik i dimenzije,
- vrsta brusnog i vezivnog materijala,
- finoća brusnog materijala,
- tvrdoća,
- struktura tociла.

Finoća (granulacija) brusnog materijala je merilo veličine (dimenzija) zrna brusnog materijala. Meri se brojem otvora na dužini jednog cola sita kroz koje zrna brusnog materijala još uvek propadaju. Broj otvora sita, po pravilu od 8-220, definiše i oznaku finoće. Prema finoći brusnog materijala tociла se razvrstavaju u 6 klasa: vrlo gruba, gruba, srednje fina, fina, vrlo fina i naročito fina.

Tvrdoća tociла predstavlja otpor vezivnog materijala prema ispadanju zrna brusnog materijala pod dejstvom spoljašnjih sila pri brušenju (centrifugalnih, otpora rezanja i sl.). Definisana je kvalitetom vezivnog materijala. Sa aspekta tvrdoće tociла se dele na: vrlo meka, meka, srednje tvrda, tvrda, vrlo tvrda i naročito tvrda.

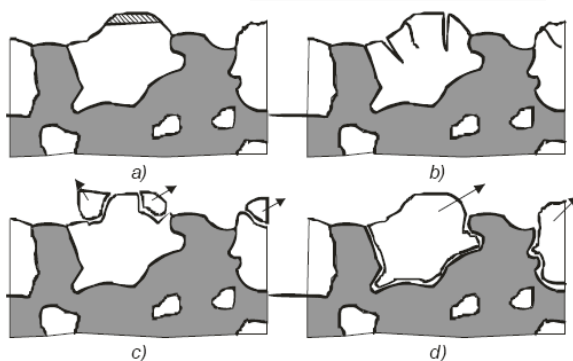
Pod strukturom tociла podrazumeva se odnos zapremine brusnog i vezivnog materijala prema zapremini pora - šupljina u tociлу. To znači da se ukupna zapremina

tocila sastoji od zapremine brusnog materijala (B), vezivnog materijala (V) i pora - šupljina (P). Prema strukturi tocila se dele na: zatvorena, otvorena i visokoporozna.

Habanje tocila

Kontakt tocila i predmeta obrade praćen je veoma visokim specifičnim toplotnim i mehaničkim opterećenjima reznih elemenata tocila. Rezultat toga, je slika 11.10:

- istiranje vrha reznih elemenata tocila i pojava površine habanja i čestica obrađivanog materijala na površini habanja tocila,
- pojava mikro i makropukotina u zrnu brusnog materijala, kao posledica dinamičkog karaktera opterećenja zrna, uz postepeno odvajanje vrlo sitnih kristala,
- pojava ispadanja kompletnog zrna brusnog materijala.



a) površina habanja (gnječenje zrna); b) mikro i makropukotine u zrnu (krzanje zrna); c) odvajanje sitnih kristala (lom zrna); d) ispadanje kompletnog zrna.

Slika 11.10. Habanje reznih elemenata tocila

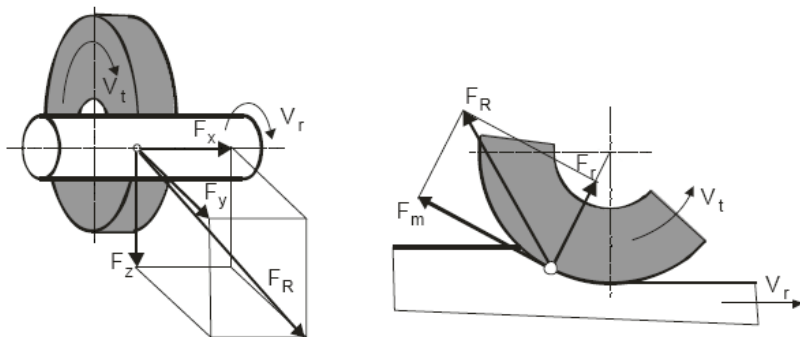
Ovakvi oblici habanja (pojava sitnih kristala i ispadanje kompletnog zrna) dovode do pojave **samooštrenja tocila**, jer obezbeđuju pojavu novih oštih reznih ivica (odvajanje sitnih kristala) i pojavu novih oštih zrna brusnog materijala (ispadanje kompletnog zrna). Pojavom samooštrenja tocila obezbeđena je visoka rezna sposobnost tocila u toku relativno dugog vremenskog perioda.

11.3. OTPORI I SNAGA REZANJA

Rezultujući otpor rezanja u obradi brušenjem se razlože na tri komponente, slika 11.11:

- F_z (F_o) - tangencijalnu (obimnu),
- F_y (F_r) - radijalnu i
- F_x (F_a) - aksijalnu komponentu.

Tangencijalnim ili obimnim otporom rezanja određena je snaga mašine, radijalnim veličina elastičnih deformacija predmeta obrade i tocila, a aksijalnom snaga pogonskog sistema pomoćnog kretanja.



Slika 11.11. Komponente rezultujućeg otpora rezanja u obradi brušenjem

Na osnovu poznavanja rezultujućeg otpora rezanja F_o , N i brzine rezanja V_t , m/s može se izračunati snaga mašine:

$$P = \frac{F_o \cdot V_t}{1000 \cdot \eta}, \text{ kW}$$

gde je η - mehanički stepen iskorišćenja snage mašine.

11.4. REŽIM OBRADE U OBRADI BRUŠENJEM

Režim obrade je određen, slike 11.12 i 11.13:

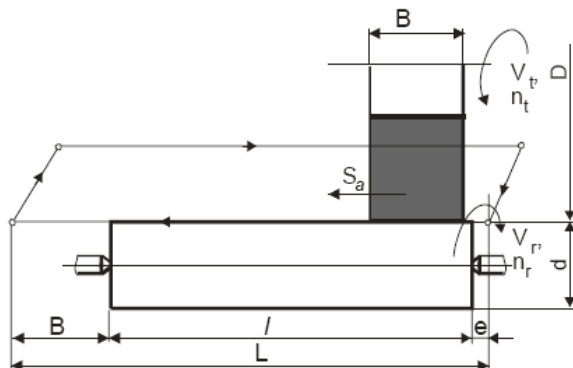
- brojem obrta tocila n_t , o/min,
- aksijalnim (S_a , mm/o ili mm/hod) ili radijalnim korakom (S_r , mm/o),
- brojem obrta (n_r , o/min) ili brojem hodova predmeta obrade (n_r , hod/min).

Glavno vreme obrade za operacije **kružnog brušenja** u opštem slučaju, je određeno relacijom, slika 11.12.:

$$t_g = i \cdot \frac{L \cdot k}{n_r \cdot S_a}, \text{ min}$$

u kojoj su:

- i - broj prolaza;
- $k = 1,2 - 1,7$ - koeficijent trošenja tocila;
- $L = l + B + e$ - hod alata;
- l - dužina brušenja;
- B - širina tocila i $e = 2 - 5$ mm - prilaz alata.

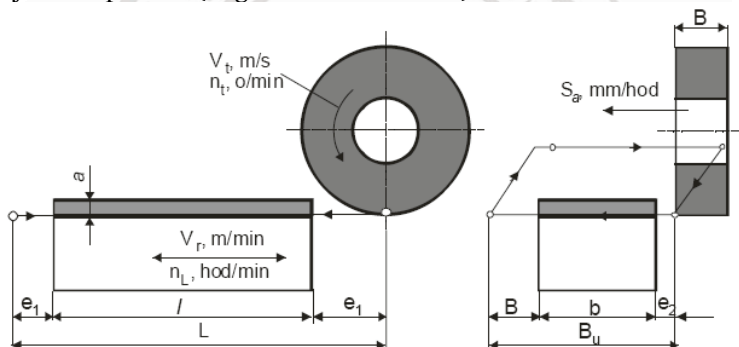


Slika 11.12. Osnovni parametri režima obrade kod kružnog brušenja

Broj prolaza obuhvata prolaze grubog i finog brušenja ($i = i_g + i_f$). Pri tome broj prolaza za pojedine zahvate iznosi:

$$i_j = \frac{\delta_j}{a_j}$$

brušenja u jednom prolazu (i - gruba ili fina obrada).



Slika 11.13. Osnovni parametri režima obrade kod ravnog brušenja

Za proizvodne operacije **ravnog brušenja** koturastim točilom glavno vreme obrade je:

$$t_g = i \cdot \frac{B_u \cdot k}{n_L \cdot S_a}, \text{ min}$$

gde je, pored poznatih veličina, $B_u = b + B + e_2$ - hod alata u poprečnom pravcu i b - širina brušenja.

Aksijalni korak se najčešće određuje u funkciji vrste proizvodne operacije brušenja i širine točila (B).

Radijalni korak (mm/o - kod kružnog i mm/hod - kod ravnog brušenja) odgovara dubini rezanja u jednom prolazu i bira se u zavisnosti od vrste proizvodne operacije, kvaliteta obrade i vrste materijala predmeta obrade.

Brzina predmeta obrade V_r se može odrediti na osnovu: preporuka i proverom (proračunom) preko: proširenih izraza ili maksimalne debljine strugotine.

Broj obrta predmeta obrade za proizvodne operacije kružnog brušenja se određuje na osnovu brzine predmeta obrade iz izraza oblika:

$$n_r = \frac{1000 \cdot V_r}{d \cdot \pi}, \quad \text{o / min.}$$

Broj hodova predmeta obrade kod proizvodnih operacija ravnog brušenja se određuje iz izraza oblika:

$$n_L = \frac{1000 \cdot V_r}{L}, \quad \text{hod / min}$$

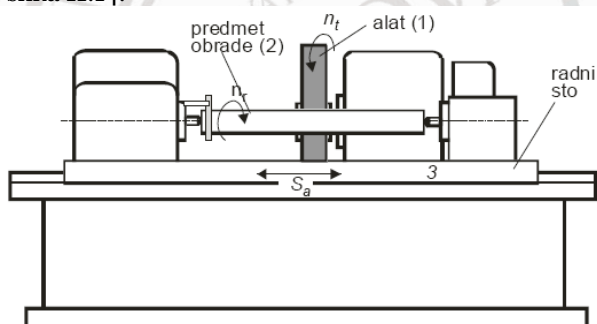
u kome je $L = l + 2 e_1$ - hod predmeta obrade u uzdužnom pravcu.

11.5. MAŠINE U OBRADI BRUŠENJEM

Mašine u obradi brušenjem (**brusilice**) se najčešće dele prema nameni na brusilice za:

- spoljašnje i unutrašnje kružno brušenje,
- ravno brušenje,
- brušenje bez šiljaka,
- specijalna brušenja (oštrjenje alata, i dr.).

Kod **brusilica za kružno spoljašnje brušenje** točilo (1) se nalazi na nosaču glavnog vretena, slika 11.14.

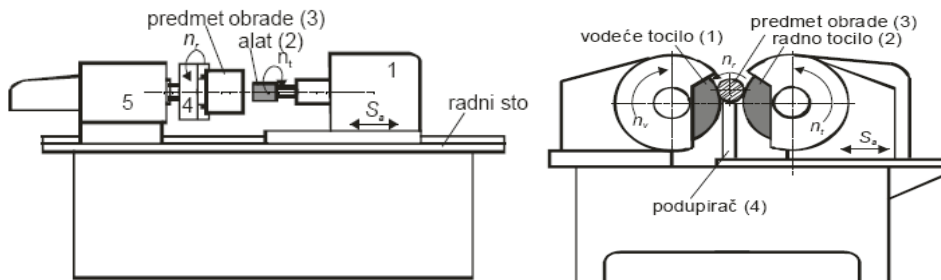


Slika 11.14. Brusilica za spoljašnje kružno brušenje

Točilo izvodi glavno obrtno kretanje i ima mogućnost radijalnog primicanja ka predmetu obrade (2). Predmet obrade se steže između šiljaka, pri čemu nosač levog šiljaka ima ugrađen prenosnik za promenu broja obrta predmeta obrade. Nosači šiljaka se nalaze na uzdužnom klizaču radnog stola (3), koji ostvaruje aksijalno pomoćno kretanje. Uzdužni klizač ima mogućnost zakretanja u horizontalnoj ravni, čime je obezbeđeno brušenje i koničnih površina. Brusilice ovakvog tipa obezbeđuju kružno spoljašnje brušenje sa aksijalnim i radijalnim pomeranjem (korakom).

Kod **brusilica za unutrašnje brušenje** na nosaču (1) nalazi se glavno vreteno sa točilom (2), dok se predmet obrade (3) postavlja u steznu glavu (4) prenosnika za pomoćno kretanje (5), slika 11.15. Kod ovog tipa brusilica predmet obrade izvodi pomoćno obrtno kretanje, a nosač glavnog vretena pomoćno pravolinijsko kretanje.

Brusilica za brušenje bez šiljaka je brusilica za spoljašnje kružno brušenje. Radno točilo (1) obezbeđuje uklanjanje viška materijala, dok vodeće točilo (2) obezbeđuje potrebnu brzinu (koči predmet obrade da se ne bi okretao brzinom točila) i aksijalno pomeranje predmeta obrade (3), slika 11.16. Predmet obrade je postavljen između radnog i vodećeg točila na podupirač (4).



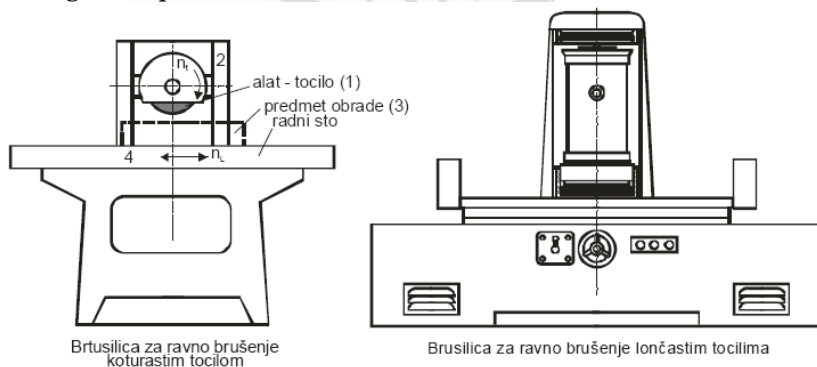
Slika 11.15. Brusilice za unutrašnje brušenje Slika 11.16. Brusilice za brušenje bez šiljaka

Brusilica za ravno brušenje koturastim točilom ima točilo (1) postavljeno na nosač alata (2), koji obezbeđuje vertikalno pomeranje točila radi primicanja točila predmetu obrade (3) i regulisanja dubine rezanja, slika 11.17. Na uzdužnom klizaču (4) nalazi se radni sto sa predmetom obrade, postavljenim obično na elektromagnetni stezač.

Brusilice za oštrenje alata - oštrilice spadaju u specijalne brusilice namenjene brušenju novih i oštrenju pohabanih alata. Kod univerzalne brusilice za oštrenje alata.

Osnovne eksploatacijske karakteristike brusilica su:

- koeficijent preciznosti C_{mp} i tačnosti mašine C_{mpk} ,
- pogonska snaga mašine i mehanički stepen iskorišćenja snage mašine η ,
- brojevi obrta točila n_t ,
- raspon aksijalnog ili radijalnog koraka $S_{amin} - S_{amax}$ ($S_{rmin} - S_{rmax}$),
- raspon brojeva obrta ($n_{rmin} - n_{rmax}$) odnosno broja hodova predmeta obrade ($n_{Lmin} - n_{Lmax}$),
- gabariti predmeta obrade itd.



Slika 11.17. Brusilice za ravno brušenje

Poglavlje 12

NOVI POSTUPCI OBRADJE

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Objasnite ciljeve i razumete nove postupke obrade.
- Pojmovno odredite visokoproduktivni postupke obrade.
- Objasnite elektrohemijsku, elektroerozionu i ultrazvučnu obradu.
- Razumete obrade laserom, plazmom i hemijskim sredstvima.
- Planirate hidromehaničke metode obrade.



12.1. VISOKOPRODUKTIVNI POSTUPCI OBRADE

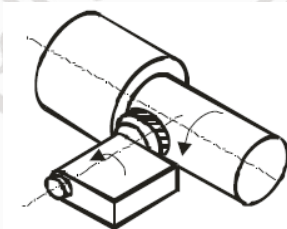
Nove postupke obrade obuhvataju [19,27]: visokoproduktivni i nekonvencionalni postupci obrade. Savremene proizvodne uslove sve više karakteriše razvoj i uvođenje visokoproduktivnih postupaka obrade rezanjem, kao što su postupci obrade, slika 12.1.:

- na povišenim temperaturama,
- struganjem alatima za glodanje,
- visokim brzinama rezanja.

Posebno su značajni postupci obrade **visokim brzinama rezanja** (visokobrzinski postupci obrade). To su, uglavnom, postupci obrade struganjem i glodanjem sa brzinama rezanja preko 1000 m/min (i do 10000 m/min).

Razvoj avionske, raketne, nuklearne i drugih tehnika i industrija zahteva primenu novih materijala velike čvrstoće, tvrdoće i otpornosti na visokim temperaturama. Obrada ovih materijala je otežana, skoro nemoguća. To je i bio razlog za pojavu postupaka obrade **rezanjem na povišenim temperaturama** sa ciljem da se zagrevanjem materijala smanji čvrstoća i olakša proces obrade.

Zagrevanjem predmeta obrade se, pored smanjenja čvrstoće i tvrdoće, postiže i smanjenje sklonosti ka otvrdnjavanju, koeficijenta trenja, abrazivnog delovanja, sile i snage rezanja i intenziteta habanja. Istovremeno se obezbeđuje i povećanje plastičnosti materijala, debljine oksidnog sloja (sloja manje čvrstoće i koeficijenta trenja) i poboljšanje kvaliteta obrade.



Slika 12.1. Obrada struganjem alatom za glodanje

Obrada struganjem alatima za glodanje se odlikuje povoljnijim oblicima strugotinom (zbog prekidnog rezanja), malim brzinama predmeta obrade i mogućnošću optimizacije (značajnog povećanja) brzine rezanja, slika 12.1. Alat (vretenasto ili čeonogloдалo) izvodi glavno obrtno i pomoćno pravolinijsko kretanje, a predmet obrade pomoćno obrtno kretanje.

Visoko brzinska obrada

Istraživanja uticaja brzine rezanja na efekte procesa obrade metala rezanjem su pokazala da sa povećanjem brzine rezanja dolazi do značajnog smanjenja otpora

rezanja i temperature predmeta obrade i alata. Naime, i do 98 % generisane količine toplote se odvodi strugotinom, tako da su i predmet obrade i alat skoro potpuno hladni.

Istovremeno se značajno poboljšava i kvalitet obrađene površine (izuzetno sjajna površina) i tačnost obrade, jer se obrada odvija izvan oblasti pojave vibracija. Visoko brzinska obrada zahteva razvoj odgovarajućih alatnih mašina i reznih alata. Reč je o mašinama alatkama visoke krutosti i stabilnosti, kod kojih se posebna pažnja posvećuje podsistemima vreteništa (glavno kretanje sa vrlo velikim brojem obrta i do 100.000 o/min), pogona radnog stola (sistema pomoćnog kretanja), upravljačke jedinice, sistema zaštite i sl. Kod reznih alata osnovni zahtevi su u pogledu konstrukcije (velika krutost, malo radijalno bacanje, maksimalna uravnoteženost ...), postavljanja i stezanja (tačno pozicioniranje i ponovljivost položaja, laka i brza izmena alata ...) i materijala i geometrije alata (tvrđi metali, rezna keramika, bornitrid ili polikristalni dijamant, optimalna geometrija, najčešće pozitivan grudni ugao, velika vrednost leđnog ugla itd.).

Zavisno od vrednosti brzine rezanja visoko brzinski postupci obrade se dele na postupke sa:

- visokim brzinama rezanja (600 - 1.800 m/min),
- vrlo visokim brzinama rezanja (1.800 - 18.000 m/min),
- ultravisokim brzinama rezanja (preko 18.000 m/min).

Obrada visokim brzinama, odnosno visoko brzinsko glodanje je sve više prisutno, njime se obezbeđuje istovremeno visoka produktivnost i visok kvalitet završne obrade, što je posebno značajno kod obrade složenih konfiguracija (gravure alata za kovanje, livenje i presovanje, matrice...). Izvodi se specijalnim glodalima za visoko brzinsku obradu. Zavisnosti postojanosti alata i parametara obrade ukazuju na različit uticaj parametara obrade (koraka po zubu, širine glodanja, brzine rezanja i materijala alata) na smanjenje otpora rezanja, poboljšanje kvaliteta površina i tačnosti obrade, povećanje produktivnosti i uštede u vremenu obrade. Zato je neophodno adekvatno proučavanje problematike i projektovanje optimalnih uslova kako bi se dostigli željeni efekti.

12.2. NEKONVENCIONALNI POSTUPCI OBRADE

Obrada novih materijala klasičnim postupcima obrade je veoma otežana, često i nemoguća. Zbog toga se, paralelno sa razvojem novih materijala, razvijaju, usavršavaju i uvode novi progresivni postupci obrade, veće produktivnosti i ekonomičnosti prerade metala. Novi, nekonvencionalni postupci obrade (NPO), su postupci kod kojih se uklanjanje viška materijala, izmena oblika, dimenzija i strukture materijala ostvaruje korišćenjem električne, hemijske, svetlosne, magnetne, nuklearne i drugih vidova energije dovedenih neposredno u proces - zonu rezanja.

Klasifikacija nekonvencionalnih postupaka obrade je moguća prema: vrsti energije i radnog (prenosnog medijuma), osnovnim mehanizmima uklanjanja viška materijala, tipu izvora energije i slično.

Najčešće se nekonvencionalni postupci razvrstavaju prema vrsti energije i tipu uklanjanja viška materijala i to na postupke:

- ECM - elektrohemijske obrade,
- EDM - elektroerozione obrade,
- EUS - ultrazvučne obrade,
- EBM - obrade elektronskim snopom,
- LBM - obrade laserom,
- PJM - obrade plazmom,
- CM - hemijske obrade,
- WJM - obrade vodenim mlazom,
- AJM - obrade abrazivnim mlazom,
- anodnomehaničke obrade,
- obrade u elektromagnetnom polju,
- elektrohidraulične obrade,
- obrade eksplozijom,
- elektromehaničke obrade,
- kombinovani postupci obrade i sl.

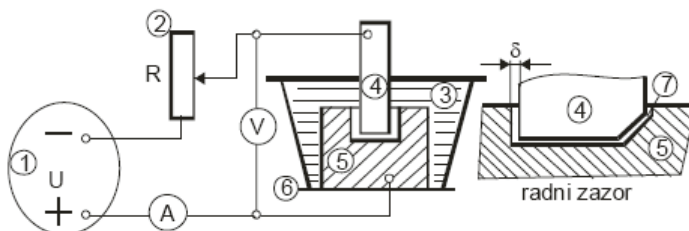
12.2.1. Elektrohemijska obrada

Elektrohemijska obrada (Electrochemical Machining, ECM) obrada se zasniva na hemijskim procesima, koji nastaju pri prolasku jednosmerne struje kroz električno kolo između elektroda potopljenih u elektrolit. Prolaskom jednosmerne struje na anodi (predmetu obrade) dolazi do anodnog rastvaranja metala i njegovog prelaska u elektrolit, slika 12.2.

Intenzivnim kretanjem elektrolita rastvoreni metal se uklanja iz zone obrade, a predmet obrade poprima oblik alata - katode.

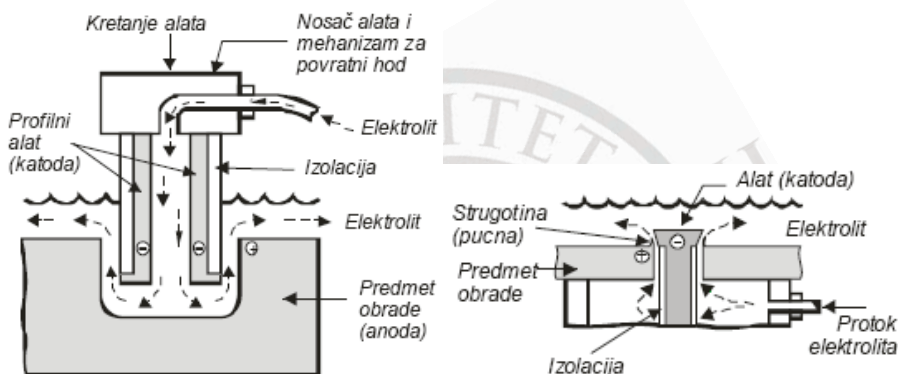
Osnovu procesa obrade čine procesi lokalnog anodnog rastvaranja pri prolasku jednosmerne struje visoke gustine (od nekoliko desetina do nekoliko stotina A/cm²), kroz elektrolit (vođeni rastvori kiselina, baza i soli, najčešće natrijum hlorida) koji cirkuliše. Anodno rastvaranje površinskih slojeva predmeta obrade dovodi do izmene konfiguracije zazora (veličine 0,05 - 1 mm) između elektroda, preraspodele gustine električne struje, izmene hidrodinamičkih i drugih parametara procesa. Intenzivnim kretanjem elektrolita obezbeđuje se odnošenje produkata anodnog rastvaranja iz zone obrade i kopiranje profila katode na površini anode, stabilnost i visoka proizvodnost obrade, odvođenje toplote i odgovarajuća vrednost ostalih parametara procesa.

Elektrohemijska obrada se koristi za izradu delova složene konfiguracije i male krutosti, obradu nepristupačnih površina i visokokvalitetnih materijala sklonih obrazovanju pukotina (silicijum, germanijum, berilijum i sl.), kao i realizaciju drugih proizvodnih operacija. ECM postupcima obrade se realizaciju operacije bušenja otvora različitih profila, izrade površina složenih konfiguracija (gravure alata za kovanje, livenje, probijanje, prosecanje, presovanje, kompresorske i turbinske lopatice) i sl.



a) Princip obrade:

1 - izvor napajanja; 2 - potencijometar; 3 - elektrolit; 4 - alat – katoda;
5 - anoda – predmet obrade; 6 – kada; 7 - radni zazor.



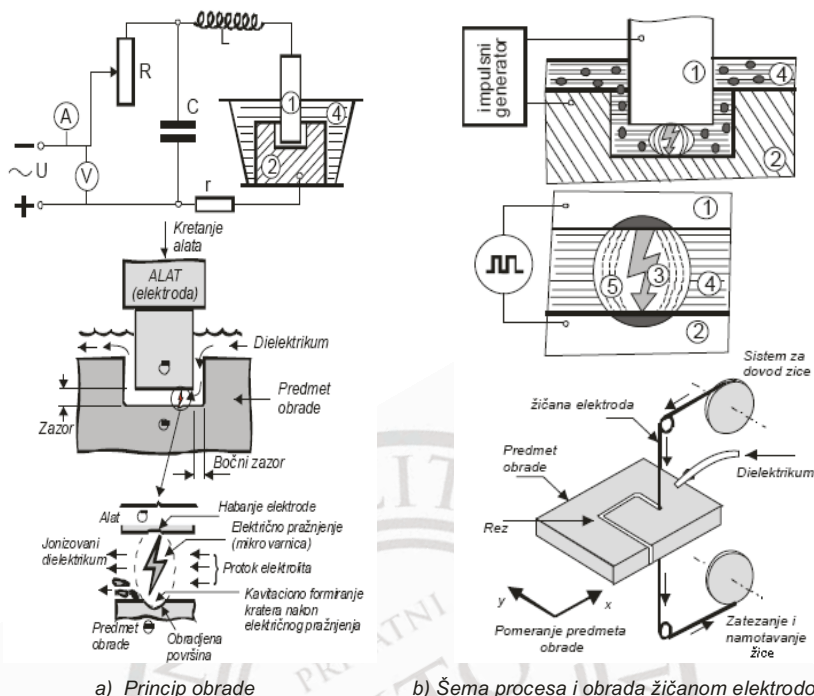
b) Elektrohemijsko čišćenje i brušenje

Slika 12.2. Šematski prikaz postupka ECM obrade

12.2.2. Elektroeroziona obrada

Elektroeroziona obrada (Electric Discharge Machining, EDM) obrada obuhvata postupke obrade metala kod kojih se uklanjanje viška materijala ostvaruje serijom električnih pražnjenja periodičnog karaktera, nastalih između alata (katode 1 - slika 12.3) i predmeta obrade (anode 2). Pri odgovarajućem rastojanju alata i predmeta obrade (0,005 - 0,5 mm) uspostavlja se električni luk ili iskra (3). Pojava luka ili iskre dovodi do jonizacije radne tečnosti (dielektrikuma 4), formiranja stuba pražnjenja (jonizujućeg stuba 5), topljenja i isparavanja čestica materijala predmeta obrade.

Prekidom pražnjenja (prekidom strujnog kola) dolazi do pucanja jonizujućeg stuba, izbacivanja rastopljenog materijala i njegovog odnošenja iz zone obrade. Hlađenje rastopljenog materijala i odnošenje se ostvaruje dielektrikumom (dejonizovana voda, petrolej, mineralno ulje,...) koji cirkuliše. Naizmenično impulsno pražnjenje obezbeđuje razaranje materijala, prodiranje alata i formiranje profila koji odgovara profilu alata.



Slika 12.3. Osnovni elementi elektroerozionne obrade

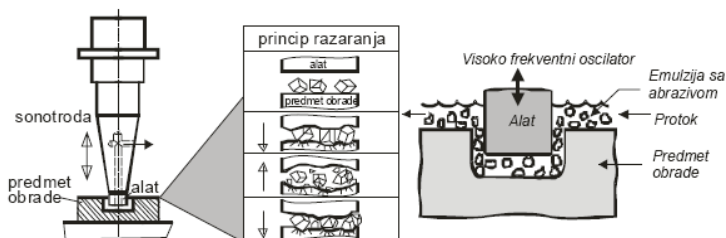
Elektroerozionim postupcima obrade je moguće realizovati veliki broj proizvodnih operacija korišćenjem profilisanog ili neprofilisanog alata u vidu pune ili žičane elektrode slika 12.3. Otuda se EDM postupci obrade dele na:

- EDM postupke obrade punim,
- EDM postupke obrade žičanim elektrodama.

Oblikovanje površina ostvaruje se kopiranjem oblika alata ili uzajamnim kretanjem alata i predmeta obrade i neprofilisanog alata (žičane elektrode). EDM obrada se koristi u slučajevima kada je mehanička obrada nemoguća ili krajnje otežana, pri obradi tvrdih materijala (čelika otpornih na visoke temperature, koroziju i sl.), izradi otvora malog prečnika (0,1 - 1 mm), otvora i proizvoda složene konfiguracije itd.

12.2.3. Ultrazvučna obrada

U savremenim proizvodnim uslovima postupci ultrazvučne obrade (Electric Ultrasonic Machining, EUS) se koriste za izradu proizvoda bilo koje konfiguracije, posebno proizvoda od tvrdih i super tvrdih materijala (izolacioni materijali, elementi elektronike itd.), čišćenje, zavarivanje i lemljenje, itd., slika 12.4. Ultrazvučno oscilovanje alata se može iskoristiti za uklanjanje viška materijala (dimenzionalna obrada) ili poboljšanje efektivnosti konvencionalnih i nekonvencionalnih postupaka obrade (obrade rezanjem i deformisanjem, elektrohemijske, elektroerozione, hemijske i drugih postupaka obrade).



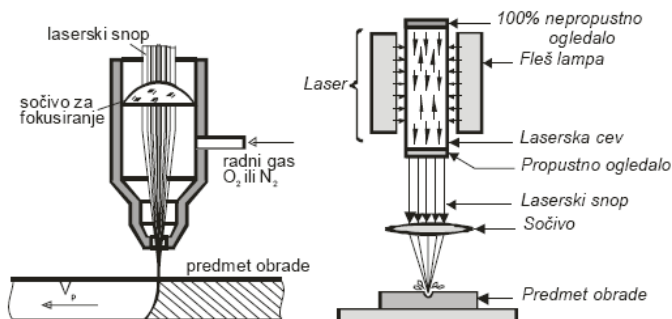
Slika 12.4. Principijelna šema ultrazvučne obrade

Ultrazvučna obrada je proces obrade kod kojeg se koriste zrna brusnog materijala (abraziva). Energija potrebna za proces obrade se formira preko izvora vibracija i prenosi na abrazivna zrna, koja udarom o predmet obrade, postavljen u kadu sa abrazivnom suspenzijom (najčešće vodeni rastvor brusnog materijala), dovode do razaranja površinskih slojeva i formiranja konfiguracije predmeta obrade u skladu sa konfiguracijom alata. Relativno visok intenzitet procesa obezbeđuje se visokom frekvencijom oscilovanja alata (18 - 25 kHz) i velikom količinom zrna brusnog materijala koja se nalaze u procesu (30000 - 100000 zrna/cm²). Prodiranjem zrna abraziva, pod dejstvom ultrazvučnih vibracija, u materijal predmeta obrade dolazi do nastanka i širenja mikro i makropukotina koje se međusobno presecaju formirajući mehanički oslabljen sloj koji se relativno lako razara, uz pojavu produkata obrade.

Ultrazvučna obrada se koristi pri realizaciji proizvodnih operacija kao što su: sečenje, glodanje, struganje, bušenje, brušenje, izrada navoja i obrada delova složenih konfiguracija (gravure alata za kovanje i presovanje) itd. Pored realizacije pomenutih operacija ultrazvuk se koristi i za povećanje efikasnosti drugih postupaka obrade i izvođenje drugih operacija kao što su zavarivanje, lemljenje, ispitivanje materijala, identifikacija i defektoskopija različitih parametara i procesa itd.

12.2.4. Obrada laserom

Razvojem lasera stvoreni su uslovi za razvoj različitih postupaka obrade laserom (Laser Beam Machining - LBM).



Slika 12.5. Principijelna šema formiranja laserskog snopa

Usmeravanjem laserskog snopa na predmet obrade moguće je izvesti veliki broj proizvodnih operacija, kao što su **bušenje, sečenje, otvrdnjavanje,**

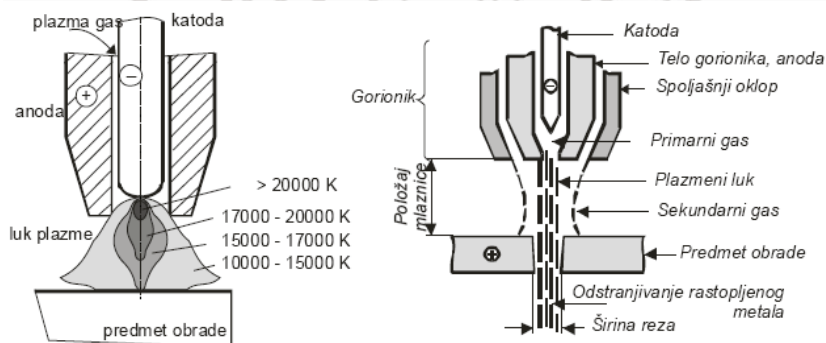
nanošenje prevlaka, zavarivanje itd., slika 12.5. Zahvaljujući isključivo visokom usmerenju - fokusiranju snopa (na površinu reda 10-6 mm²), visokoj gustini energije snopa (do 108 kW/mm²), mogućnosti jednostavnog upravljanja laserskim snopom i obrade u različitim sredinama, obrada laserom dobija sve veći značaj i ima niz prednosti.

Za realizaciju proizvodnih operacija obrade laserom najčešće se koriste čvrsti rubinski i gasoviti (CO₂) laserski uređaji.

12.2.5. Obrada plazmom

Obrada plazmom (*Plasma Jet Machining, PJM*) se koristi za realizaciju proizvodnih operacija koje zahtevaju visoku koncentraciju toplotne energije, slika 12.6. To su procesi topljenja, zavarivanja, sečenja metala i nemetala, nanošenja prevlaka, topljenje itd. Propuštanjem plazma gasova (radnih gasova kao što su argon, vodonik, kiseonik i sl.) preko električnog luka, stvorenog između anode i katode, formira se buktinja - plazma. Plazma je, u suštini, svaka materija zagrejana na visoku temperaturu dovoljnu da se pretvori u jonizovano gasno stanje (četvrto agregatno stanje). U takvom stanju materija se ponaša po zakonima karakterističnim za normalne gasove, a njene osnovne karakteristike su: veoma visoka temperatura pojedinih zona, energetska nestabilnost, elektroprovodljivost, vrlo velika brzina kretanja čestica koje sačinjavaju plazmu itd.

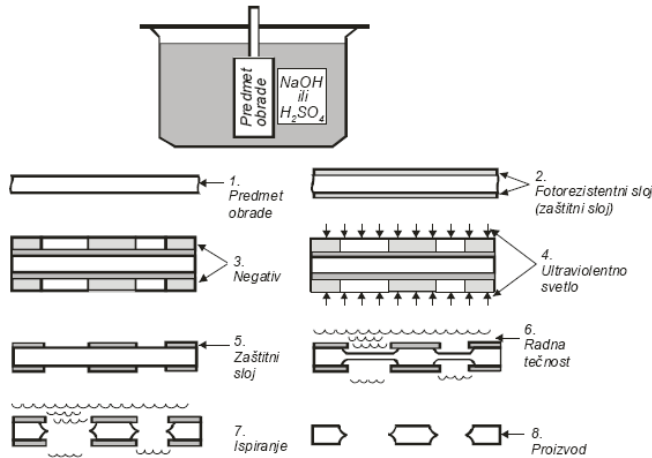
Pri nanošenju prevlaka dodatni materijal (materijal prevlake) se, u vidu praha, dovodi u specijalno oblikovani gorionik ili u obliku žice na vrh mlaznice gorionika. Prah se, u struji plazme, pretvara u tečno stanje i pada u vidu kapljica na osnovni materijal, razliva po njemu i formira prevlaku koja može biti naneta na metale i nemetale.



Slika 12.6. Šematski prikaz luka plazme i temperaturnih zona

12.2.6. Hemijska obrada

Hemijske metode obrade materijala (Chemical Machining, CM) su metode zasnovane na uklanjanju viška materijala međudejstvima materijala predmeta obrade i radne tečnosti (vođeni rastvori sumporne, fosforne, azotne, sone i drugih kiselina, baza ili soli) unutar kupatila, slika 12.7.



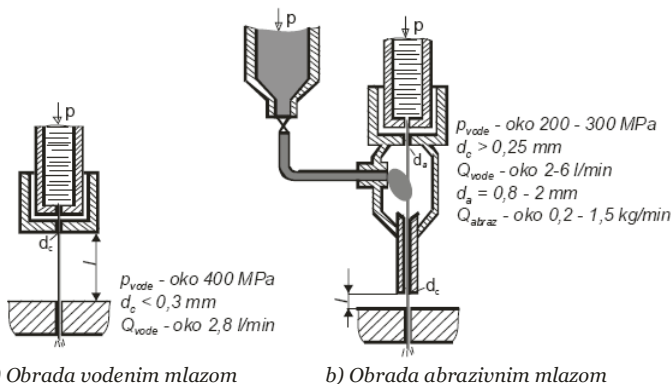
Slika 12.7. Principijelna šema hemijske obrade

Površine koje se ne obrađuju (nagrizaju) štite se zaštitnim slojem (različite vrste boja i lakova, specijalne lepljive trake, gumene ili galvanske prevlake itd.).

Očišćen i zaštićen predmet obrade se stavlja u kadu sa radnom tečnošću. Na nezaštićenim delovima površine dolazi do rastvaranja materijala i njegovog uklanjanja. Hemijska obrada se koristi za izvođenje proizvodnih operacija kao što su duboko konturno nagrizanje ili hemijsko glodanje, hemijsko poliranje i olakšanje predmeta obrade na neopterećenim ili slabo opterećenim delovima, bez promene mehaničkih karakteristika (krutosti, stabilnosti i sl.), itd.

12.2.7. Hidromehaničke metode obrade

Hidromehaničke metode obrade, **obrade abrazivnim (AJM) ili vodenim mlazom (WJM)**, se koriste za hidromehaničko rezanje i oblikovanje lima.



Slika 12.8. Hidromehaničke metode obrade, obrade abrazivnim (AJM) ili vodenim mlazom (WJM)

Predstavljaju progresivne metode zasnovane na korišćenju energije razaranja koju poseduje mlaz tečnosti velike brzine i visokog pritiska. Primenom hidrauličnih instalacija snage 8 – 80 kW visokog pritiska (150 - 1000 MPa i više) i brzine strujanja tečnosti (vode sa ili bez abraziva) stvaraju se uslovi za sečenje i isecanje različitih konfiguracija na predmetima izrađenim od metala i nemetala, slika 12.8.

12.2.8. Ostali NPO obrade

U grupu ostalih nekonvencionalnih postupaka se mogu ubrojati anodnomehanička obrada, obrada u elektromagnetnom polju, elektrohidraulična obrada, oblikovanje eksplozijom, elektromehanička obrada, vibraciona obrada, obrada rezanjem sa zagrevanjem, oblikovanje gumom, kombinovani postupci obrade (hemijskomehanička, ultrazvučnoelektro-hemijska, elektroeroziono-hemijska, elektroerozionomehanička i sl.), itd.





Poglavlje 13

OBRADA METALA LIVENJEM

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete proces obrade metala livenjem.
- Pojmovno odredite livenje u kalupima u pesku.
- Objasnite livenje u kalupima od školjki.
- Shvatite mehanizme livenja u kokilama i pod pritiskom.
- Objasnite ciljeve centrifugalnog livenja.
- Planirate livenje isparljivim modelom.



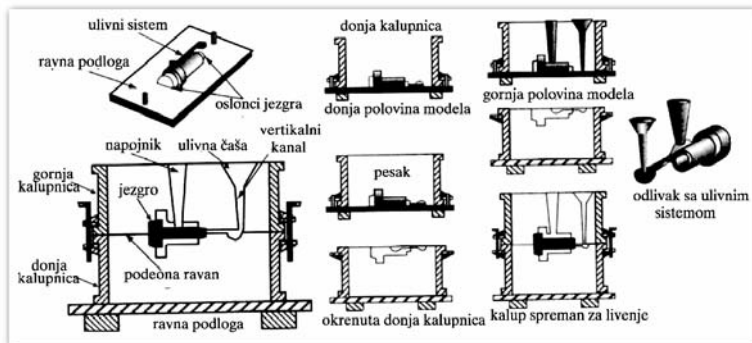
13.1. LIVENJE U KALUPIMA U PESKU

U obradu metala livenjem spadaju procesi kod kojih se rastopljeni metal uliva u šupljinu kalupa, u njemu očvršćava i dobija oblik gotovog predmeta - odlivka. Najčešće, predmeti dobijeni livenjem predstavljaju poluproizvod koji se naknadno obrađuje obradom skidanjem strugotine da bi se dobio završni oblik i dimenzije. U nastavku su opisani najčešće primenjivane vrste livenja.

Polazni materijal za livenje u kalupima u pesku je rastopljeni metal: sivi liv (SL), čelik, laki i obojeni metali. Tokom livenja olova, kalaja, cinka, vatrootpornih čelika mogu se pojaviti neke teškoće.

Opis procesa livenja u kalupima u pesku prikazan je na slici 13.1:

- vlažna smeša pesak - vezivni materijal se sabija oko modela u kalupu; model se uklanja i rastopljen metal se uliva u šupljinu kalupa; nakon očvršćavanja metala, kalup se rastavlja i vadi odlivak;
- kalupovanje može da bude ručno ili mašinsko; obavezno se predviđaju ulivni sistem (za ulivanje rastopljenog metala) i napojnik (za snabdevanje rastopljenim metalom tokom očvršćavanja);
- modeli mogu da budu: drveni ili metalni (sve češće i od čvrste plastike), jednodelni ili rastavljivi, sa ili bez jezgara.



Slika 13.1. Livenje u kalupima u pesku

Primenjuje se za izlivanje kućišta, blokovi motora, postolja mašina, cevovodi, glave cilindara. Osnovne karakteristike procesa livenja su:

- produktivnost: od 1-60 kom/h, zavisno od veličine odlivka,
- priprema procesa: nekoliko dana do nekoliko nedelja,
- veliki je gubitak materijala (20-50%), ali se otpadak može iskoristiti,
- koristi se i za pojedinačnu i maloserijsku (drveni modeli), srednje serijsku i veliko serijsku proizvodnju (metalni modeli),

- troškovi alata: niski,
- cena opreme: niska
- troškovi radnika: umereni do visoki, rad je naporan,
- naknadna obrada: po pravilu ide čišćenje odlivka i mašinska obrada.

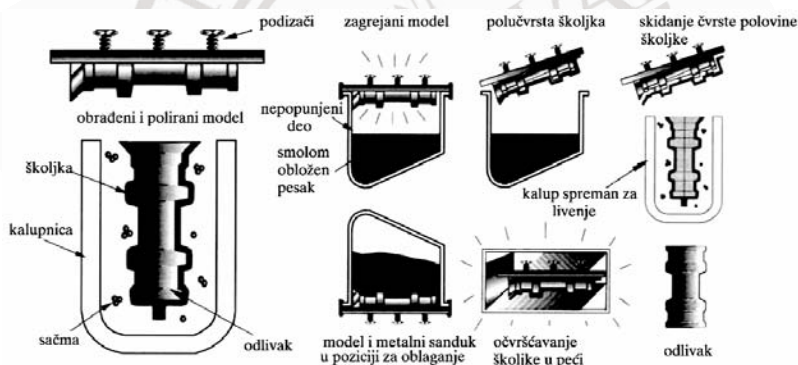
Konstrukcione karakteristike dobijenog predmeta:

- veoma složeni predmeti,
- važno je pravilno oblikovanje ulivnog sistema i postavljanje podeone ravni,
- dodaci za mašinsku obradu: 1,5-6 mm,
- težina odlivaka: od 20 g do 400 t,
- kvalitet površine: loš, srednja površinska hrapavost: 3,2-50 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,5$ mm do nekoliko mm, zavisno od dimenzija odlivka i vrste materijala.

13.2. LIVENJE U KALUPIMA OD ŠKOLJKI

Osnovne karakteristike procesa livenja u kalupima od školjki, slika 13.2. su:

- produktivnost: od 1-60 kom/h, zavisno od veličine odlivka,
- priprema procesa: nekoliko dana do nekoliko nedelja,
- veliki je gubitak materijala (20-50%), ali se otpadak može iskoristiti,



Slika 13.2 Livenje u kalupima od školjki

- koristi se i za pojedinačnu i malo serijsku (drveni modeli), srednje serijsku i veliko serijsku proizvodnju (metalni modeli),
- troškovi alata: niski,
- cena opreme: niska
- troškovi radnika: umereni do visoki, rad je naporan,
- naknadna obrada: po pravilu ide čišćenje odlivka i mašinska obrada.

Konstrukcione karakteristike dobijenog predmeta:

- veoma složeni predmeti,
- važno je pravilno oblikovanje ulivnog sistema i postavljanje podeone ravni,
- dodaci za mašinsku obradu: 1,5-6 mm,
- težina odlivaka: od 20 g do 400 t,

- kvalitet površine: loš, srednja površinska hrapavost: 3,2-50 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,5$ mm do nekoliko mm, zavisno od dimenzija odlivka i vrste materijala.

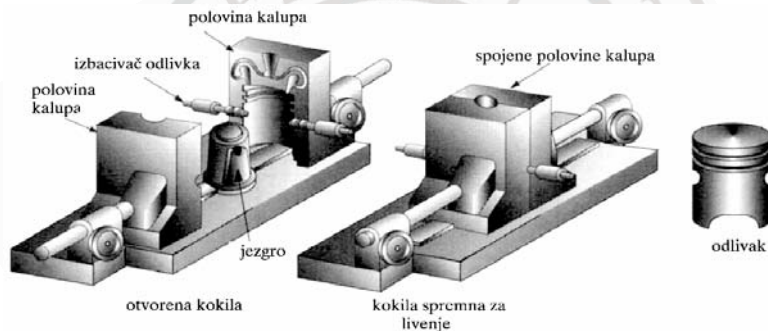
13.3. LIVENJE U KOKILAMA

Livenje u kokilama naziva se još i gravitaciono livenje. Polazni materijal za livenje u kokilama je rastopljeni metal. Najčešće su to obojeni metali: legure bakra, aluminijuma, magnezijuma.

Opis procesa livenja u kokilama je prikazan na slici 13.3.:

- kokila je metalni kalup (može i grafitni), bez podele ili sa vertikalnom/horizontalnom podelom;
- rastopljen metal se pod dejstvom gravitacione sile uliva u prethodno zagrejani kalup - kokilu, gde očvršćava;
- kokila se tada otvara i odlivak se izbacuje.

Livenje u kokilama se primenjuje pri izlivanju klipa, klipnjača, glava cilindra i zupčanici.



Slika 13.3 Livenje u kokilama

Osnovne karakteristike procesa livenja u kokilama su:

- produktivnost: od 5-100 kom/h,
- priprema procesa: nekoliko nedelja,
- iskorišćenost materijala visoka, malo je otpadnog materijala,
- koristi se za veliko serijsku proizvodnju; najmanje količine su 500-1000 komada,
- troškovi alata: srednji
- cena opreme: srednja,
- troškovi radnika: niski do srednji,
- naknadna obrada: mala do srednja.

Konstruktivne karakteristike dobijenog predmeta su:

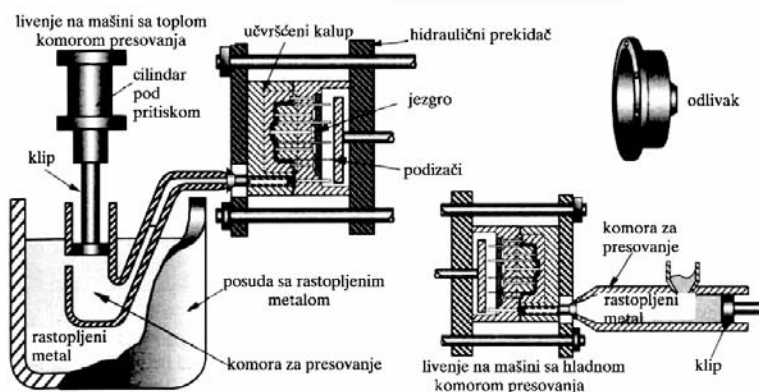
- složenost oblika ograničena mogućnošću lakog vađenja iz kokile,
- dodaci za mašinsku obradu: 0,8-1,5 mm,
- težina odlivaka od 100 g do 300 kg, najpovoljniji su mali odlivci do 5 kg,
- kvalitet površine dobar, srednja površinska hrapavost: 0,8-6,3 $\mu\text{m Ra}$,

- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,25$ mm do nekoliko mm, zavisno od dimenzija odlivka i vrste materijala.

13.4. LIVENJE POD PRITISKOM

Polazni materijal za livenje pod pritiskom je rastopljen metal, najčešće laki i obojeni metali: legure cinka, aluminijuma, magnezijuma, olova, kalaja i bakra. Proces se odvija tako što se rastopljeni metal pod pritiskom dovodi u metalni alat (kalup) za livenje, gde očvršćava. Posle očvršćavanja metala alat se otvara i odlivak se izbacuje.

Ovim postupkom se izlivaju elektro-delovi (razvodne kutije, utičnice), delovi za igračke, delovi za nameštaj, kućišta menjača, delovi motora, delovi pumpi, slika 13.4:



Slika 13.4 Livenje pod pritiskom

Karakteristike livenja pod pritiskom su:

- produktivnost: do 200 kom/h,
- priprema procesa: nekoliko meseci,
- iskorišćenost materijala visoka, otpadni materijal se može pretopiti,
- koristi se za velikoserijsku proizvodnju; najmanje količine su 10.000 komada,
- proces je složen, visoka temperatura topljenja nekih metala može izazivati teškoće u procesu i povećano habanje alata,
- troškovi alata: visoki,
- cena opreme: visoka,
- troškovi radnika: niski do srednji,
- naknadna obrada: mala.

Konstrukcione karakteristike dobijenog predmeta:

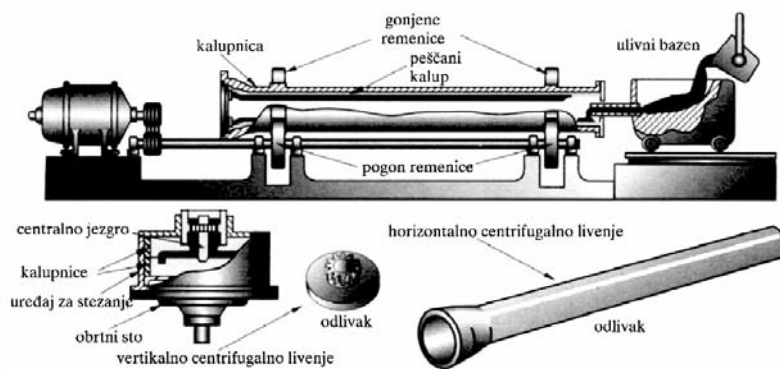
- složenost oblika velika,
- važno je pravilno postaviti podeonu ravan,
- mehaničke osobine dobre,
- težina odlivaka: od 10 g do 50 kg, obično do 5 kg,
- kvalitet površina odličan, srednja površinska hrapavost: $0,4-3,2 \mu\text{m Ra}$,

- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,05$ mm do 1 mm, zavisno od dimenzija odlivka i vrste materijala.

13.5. CENTRIFUGALNO LIVENJE

Polazni materijal za centrifugalno livenje je rastopljeni metal: SL, čelik, laki i obojeni metali. Pored navedenog može se liti i staklo, plastika i keramika.

Proces se odvija tako što se rastopljeni metal uliva u metalni kalup koji se obrće. Pod dejstvom centrifugalne sile metal se raspoređuje po unutrašnjoj površini kalupa i očvršćava, slika 13.5.



Slika 13.5 Centrifugalno livenje

Osa obrtanja može da bude horizontalna (za duge odlivke) ili vertikalna (za kratke odlivke). Primenjuje se na livenje cevi većih dimenzija, doboši kočnica, remenice, topovske cevi, čaure, prstenovi, valjci, ležajevi, zupčanici, košuljice cilindra motora, posude pod pritiskom. Karakteristike ovog procesa su:

- produktivnost: i do 50 kom/h,
- priprema procesa: nekoliko nedelja,
- iskorišćenost materijala visoka, jer nema ulivnog kanala i napojnika,
- koristi se za velikoserijsku proizvodnju, ali može i za manje serije,
- troškovi alata: srednji,
- cena opreme: srednja do velika,
- troškovi radnika: niski do srednji,
- naknadna obrada mala, obavezna obrada unutrašnjih površina.

Konstruktivne karakteristike dobijenog predmeta:

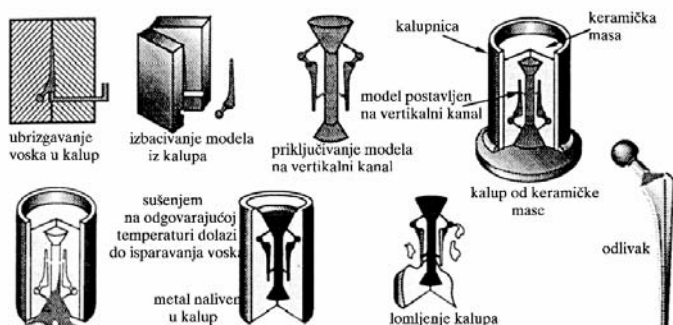
- složenost oblika ograničena,
- dodaci za obradu: 1,5-6 mm,
- dobre mehaničke osobine,
- veličina odlivka: od $\varnothing 0,25$ m do $\varnothing 1,8$ m,
- kvalitet površine dobar, srednja površinska hrapavost: 1,6-12,5 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,1$ mm do ± 1 mm, zavisno od dimenzija odlivka.

13.6 LIVENJE ISPARLJIVIM MODELOM

Polazni materijal za livenje isparljivim modelom je rastopljeni metal: svi metali, uključujući i legure plemenitih i radioaktivnih metala.

Proces se odvija tako što se kalup koristi da oblikuje model od voska u zahtevani oblik. Voštani model se oblaže keramičkom masom. Pri livenju vosak isparava, a liveni metal popunjava šupljinu keramičkog kalupa. Da bi se izvadio odlivak, kalup se mora razbiti, slika 13.6.

Livenje isparljivim modelom se primenjuje na pri izlivanju: lopatica turbina, delovi mašina alatki, delovi automobilskih i avionskih motora, kućišta pumpi, figurice, nakit; pogodno je tamo gde je teška i skupa mašinska obrada.



Slika 13.6 Livenje isparljivim modelom

Osnovne karakteristike procesa livenja isparljivim modelom su:

- produktivnost: preko 1000 kom/h,
- priprema procesa: nekoliko nedelja,
- iskorišćenost materijala visoka,
- obično se koriste modelni sklopovi ("grozdovi") za mnogo malih odlivaka,
- koristi se i za malo serijsku i za veliko serijsku proizvodnju,
- troškovi alata: srednji, zavise od složenosti alata,
- cena opreme: niska do srednja,
- troškovi radnika: visoki,
- naknadna obrada mala.

Konstruktivne karakteristike dobijenog predmeta:

- veoma složeni oblici, mogu se odliti i navoj i složene unutrašnje površine,
- dodaci za obradu: 0,3-2 mm,
- velika čvrstoća odlivka,
- težina odlivaka: od 0,5 g do 100 kg, najpovoljnije do 5 kg,
- kvalitet površine: dobar do odličan, srednja površinska hrapavost: 0,4-6,3 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,1$ mm do $\pm 0,5$ mm, zavisno od dimenzija odlivka.

Poglavlje 14

OBRADA METALA DEFORMISANJEM, RAZDVAJANJEM, OBLIKOVANJEM I OBRADA PLASTIČNIH MATERIJALA

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete obradu metala deformisanjem, razdvajanjem, oblikovanjem i obradu plastičnih materijala.
- Objasnite obradu metala deformisanjem: toplo i hladno kovanje i hladno istiskivanje.
- Shvatite obradu lima razdvajanjem i oblikovanje lima i žice.
- Planirate obradu plastičnih materijala: ubrizgavanjem, presovanjem, vakuumskim oblikovanjem, duvanjem, rotacionim oblikovanjem i istiskivanjem.



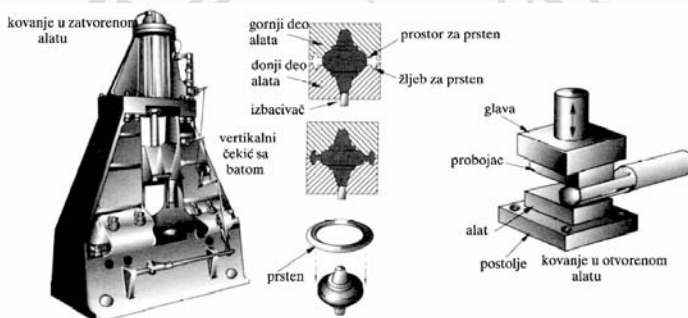
14.1. OBRADA METALA DEFORMISANJEM

U obradu metala deformisanjem spadaju procesi kod kojih se potrebni oblik i dimenzije predmeta dobijaju plastičnim deformisanjem polaznog materijala-pripremkama. Kod svih vrsta obrade deformisanjem zajedničko je da moraju postojati alat i mašina. Alat, koji se najčešće izrađuje kao specijalni za određeni predmet, daje geometrijski oblik predmetu, a mašina ostvaruje potrebne sile i kretanja. U nastavku su opisane najčešće korišćene vrste obrade deformisanjem.

14.1.1. Toplo kovanje

Polazni materijal za toplo kovanje je prethodno odsečen pripremak; ugljenični, legirani, nerđajući i vatrootporni čelik, aluminijum, legure bakra, magnezijuma, titanijuma, nikla; veoma je bitna kovljivost metala (tegljivost na temperaturi kovanja).

Proces toplog kovanja se odvija tako što se, slika 14.1.:



Slika 14.1. Toplo kovanje

- zagrejan pripremak se postavlja u donji deo alata (kalupa) i onda se udarom ili pritiskom gornjim delom alata (kalupa) predmet oblikuje;
- mašine: kovački čekići ili mehaničke prese (ekscentar, frikcione, kolenaste) ili hidraulične prese;
- kod kovanja na čekićima koristi se otvoreni alat; kraća je priprema, jeftiniji alat, ali je veća naknadna obrada i potrebna veća umešnost radnika; koristi se samo za pojedinačnu proizvodnju;
- kod kovanja na presama koristi se zatvoreni alat, što je mnogo češće.

Toplo kovanje se primenjuje za izradu obrtnih ili ne obrtnih predmeta različitog oblika: klipnjače, kolenasta vratila, osovine, poluge, glavčine, ventili.

Karakteristike procesa toplog kovanja su:

- produktivnost: od 1 do 300 kom/h, zavisno od veličine otkovka,
- priprema procesa: nekoliko nedelja,

- važno je dobro postaviti podeonu ravan alata; teži se da se sa obe strane podele ostavi približno ista količina materijala,
- iskorišćenje materijala srednje, potrebno je dosta naknadne obrade skidanjem strugotine, proces je najpogodniji za količine preko 10.000 komada, ali se nekad ide i na manje količine; minimalna količina iznosi oko 1000 komada,
- troškovi alata: visoki,
- cena opreme: dosta visoka, najviše zavisi od nominalne sile prese,
- troškovi radnika: srednji,
- naknadna obrada: po pravilu je potrebna; nakon kovanja uvek ide otklanjanje pucni i čišćenje otkovka.

Konstrukcione karakteristike dobijenih predmeta postupkom toplog kovanja:

- složenost otkovka je ograničena zbog mogućnosti tečenja materijala kroz alat,
- otvori se obično samo započnu, a obrađuju se kasnije bušenjem,
- dodaci za obradu: 0,8-6 mm,
- visoka čvrstoća otkovka,
- težina dobijenog otkovka: od 10 g do 250 kg,
- kvalitet površine: zadovoljavajući, srednja površinska hrapavost: 1,6-25 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,5$ mm do ± 6 mm, zavisno od dimenzija otkovka i vrste materijala.

14.1.2. Hladno istiskivanje

Polazni materijal za hladno istiskivanje je prethodno odsečen pripremak. Može se kovati materijali tegljivi na sobnoj temperaturi: aluminijum, bakar, cink, legure olova i kalaja i nisko ugljenični čelici. Mogu se obrađivati, ali teško i legirani i nerđajući čelici, legure nikla i titanijuma.

Proces hladnog istiskivanja se odvija tako što se pripremak u hladnom stanju se stavlja u alat i silom se istiskuje u šupljine alata. Istiskivanje može da bude istosmerno, protiv smerno ili kombinovano. Mašine koje se koriste su: prese veće snage i kontrolisanog hoda (najčešće hidraulične), slika 14.2.

Hladno istiskivanje se primenjuje za izradu obrtnih osno simetričnih predmeta: osovine, glavčine, ventili, šuplji komadi, telo svećice za SUS motore.

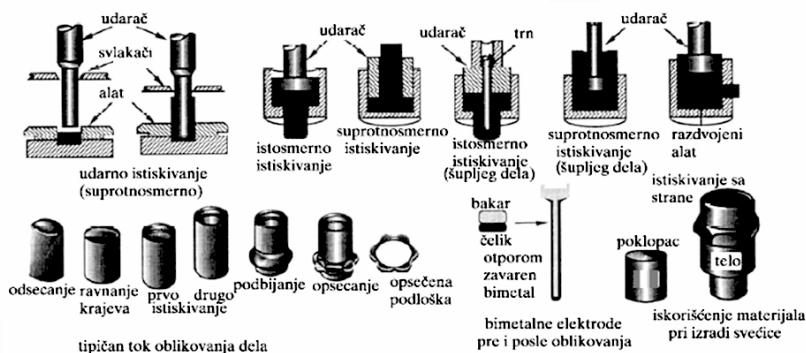
Karakteristike procesa hladnog istiskivanja:

- produktivnost: do 2000 kom/h,
- priprema procesa: nekoliko nedelja,
- iskorišćenje materijala visoko, vrlo malo je potrebno naknadne mašinske obrade,
- veoma je važno podmazivanje površina alata (koriste se sredstva na bazi fosfata) da bi se smanjilo trenje,
- proces je najpovoljniji za količine preko 100.000 komada, ali može da bude isplativo i za manje količine; minimalna količina je oko 5.000 komada,
- troškovi alata: visoki,
- cena opreme: visoka,

- troškovi radnika: niski,
- naknadna obrada: mala.
-

Konstrukcione karakteristike predmeta dobijenih hladnim istiskivanjem:

- složenost oblika ograničena, važna je simetričnost predmeta,
- jako dobre mehaničke osobine,
- dimenzije predmeta: od $\varnothing 1,3$ do $\varnothing 150$ mm.
- kvalitet površine: visok, srednja površinska hrapavost: $0,1-1,6 \mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,01$ mm do $\pm 0,25$ mm, zavisno od dimenzija otkovka.



Slika 14.2. Hladno istiskivanje

14.1.3. Hladno kovanje

Polazni materijal za hladno kovanje je šipka, žica. Pogodni su žilavi materijali: ugljenični čelik, aluminijum, bakar i legure olova. Mogu se kovati i legure čelika, nerđajući čelik, cink, magnezijum i legure nikla.

Proces hladnog kovanje se odvija isto kao toplo kovanje, samo na hladno. Alat obično na jednom kraju ima otvor a zona deformisanja je ograničena. Osim kovanja može da bude uključeno i sečenje. Za hladno kovanje koristi se horizontalna kovačka mašina, slika 11.3.

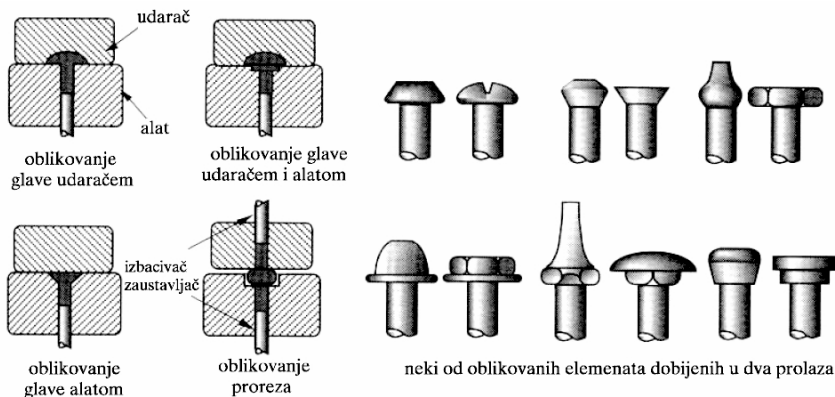
Hladnog kovanje se primenjuje pri izradi vijaka, eksera, zakovica, osovica, mala vratila, komponente u elektronici i sl. Karakteristike procesa hladnog kovanja su:

- produktivnost: 35-120 kom/min,
- priprema procesa: kratka,
- iskorišćenje materijala visoko, praktično nema otpada,
- troškovi alata: srednji,
- cena opreme: mala do srednja,
- troškovi radnika: niski, proces je visoko automatizovan,

Konstrukcione karakteristike predmeta dobijenih hladnim kovanjem:

- oblici ograničeni: jednostavni, cilindrični, osnosimetrični,
- mehaničke osobine odlične,
- dimenzije od $\varnothing 0,8 \times 1,5$ mm do $\varnothing 50 \times 250$ mm,

- kvalitet površine zadovoljavajući, srednja površinska hrapavost: 0,8-6,3 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,01$ mm do $\pm 0,25$ mm, zavisno od dimenzija otkovka i vrste materijala.
- naknadna obrada mala, uglavnom je i nema.



Slika 14.3. Hladno kovanje

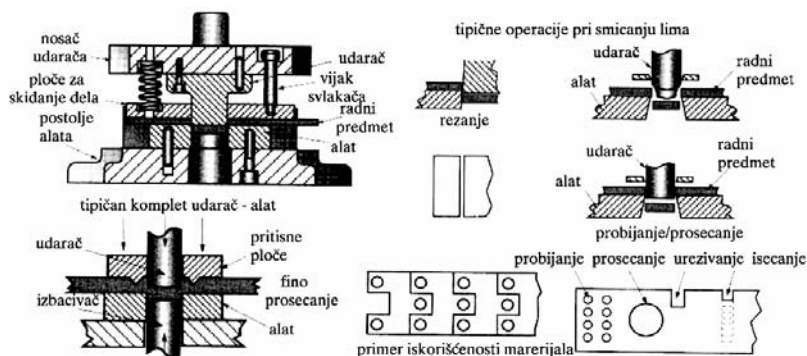
14.2. OBRADA LIMA RAZDVAJANJEM

Obrada lima razdvajanjem (smicanjem) se realizuje sa polaznim materijalom hladno valjan lim, u tablama ili trakama, slika 14.4. Najčešće korišćeni materijali: ugljenični, niskolegirani i nerđajući čelici, legure aluminijuma i legure bakra. Mogu se obrađivati i legure nikla, titanijuma, cinka i magnezijuma.

Proces obrade lima razdvajanjem:

- lim se dovodi u donji deo alata i onda se gornjim delom alata vrši razdvajanje smicanjem;
- ovde spadaju: sečenje, prosecanje, isecanje, probijanje, fino razdvajanje.
- mašine: makaze za lim (sečenje), mehaničke prese (imaju brže dejstvo i bolja kontrola pomeranja lima) i hidraulične prese (imaju veću silu i mogućnost kontrole hoda alata - važno kod finog razdvajanja); česte su CNC prese za probijanje, prosecanje i isecanje.

Proces obrade lima razdvajanjem se primenjuje za izradu raznih delova od lima manjih, srednjih i velikih dimenzija: na aparatima za domaćinstvo, delovi u vazduhoplovstvu i automobilskoj industriji, podloške, zupčanici, delovi mašina.



Slika 14.4. Obrada lima razdvajanjem

Karakteristike procesa obrade lima razdvajanjem:

- produktivnost: do 5.000 kom/h,
- priprema procesa: nekoliko nedelja,
- moguć visok stepen automatizacije,
- iskorišćenost materijala različita, zavisi od krojne šeme,
- troškovi alata: srednji do veliki,
- cena opreme: od niskih do veoma velikih,
- troškovi radnika: od niskih do umerenih, zavisno od stepena automatizacije,
- naknadna obrada: veoma mala, obično samo čišćenje.

Konstrukcione karakteristike predmeta dobijenih procesom obrade lima razdvajanjem:

- ograničeni oblici,
- debljina lima: od 0,1 - 13 mm,
- kvalitet površine dobar, srednja površinska hrapavost: 0,1-12,5 $\mu\text{m Ra}$,
- ostvarene tolerancije mera: od $\pm 0,02$ mm do ± 1 mm, zavisno od dimenzija
- otkovka, kod finog razdvajanja se mogu ostvariti tolerancije $\pm 0,005$ mm.

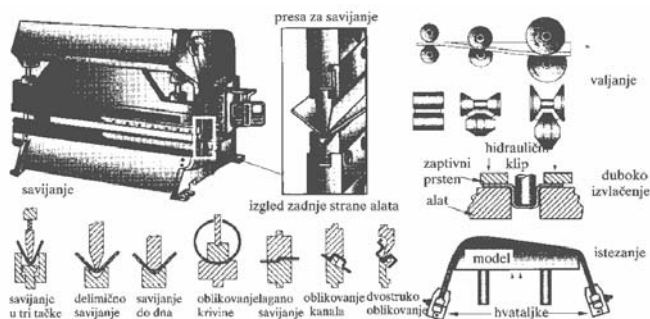
14.3. OBLIKOVANJE LIMA I ŽICE

Oblikovanje (savijanje) lima i žice realizuje se polaznim materijalima: traka, odsečak i žica. Najčešće su to ugljeni, niskolegirani i nerđajući čelici, legure aluminijuma i legure bakra. Mogu se obrađivati i legure nikla, titanijuma, cinka i magnezijuma.

Proces oblikovanja lima i žice se realizuje tako što (slika 14.5.) se materijal postavlja pod alat koji ga deformiše savijanjem, izvlačenjem ili istezanjem. Postoje različiti postupci:

- savijanje lima na kant presi (ramovi, profili),
- savijanje odsečka na mehaničkoj ili hidrauličnoj presi u alatu, savijanje trake valjcima na rotacionoj mašini,
- savijanje žice,
- duboko izvlačenje,

- istezanje.



Slika 14.5. Oblikovanje (savijanje) lima i žice

Oblikovanje (savijanje) lima i žice se primenjuje pri izradi ramova, sudova, konzervi, delova aparata za domaćinstvo, razni sitni savijeni delovi.

Karakteristike procesa oblikovanja (savijanja) lima i žice:

- produktivnost: do 3.000 kom/h,
- priprema procesa: od nekoliko časova do nekoliko nedelja,
- moguć visok stepen automatizacije,
- iskorišćenje materijala visoko (kod savijanja nema otpada),
- troškovi alata: umereni do visoki,
- cena opreme: od niskih do visokih,
- troškovi radnika: niski do umereni,
- naknadna obrada: mala, eventualno opsecanje i čišćenje.

Konstrukcione karakteristike predmeta dobijenih oblikovanjem lima i žice:

- moguća izrada delova složenog oblika, kombinovanjem više postupaka,
- debljina lima: kod dubokog izvlačenja 0,1-12 mm, kod savijanja do 25 mm, kod oblikovanja valjeima i istezanja do 6 mm,
- dimenzije predmeta kod dubokog izvlačenja: $\varnothing 2 - \varnothing 600$ mm,
- dimenzije predmeta kod ostalih postupaka: od 10 mm do 1,5 m,
- problem je promena debljine lima pri savijanju,
- kvalitet površine dobar (nasleden od polaznog materijala).

14.4. OBRADA PLASTIČNIH MATERIJALA

Obrada plastičnih materijala obuhvata procese kod kojih se potrebni oblik i dimenzije gotovog predmeta dobijaju iz polaznog materijala koji spada u neki od plastičnih materijala. Plastični materijali se dobijaju mešanjem prirodnih ili veštačkih visokomolekularnih jedinjenja (polimera) sa raznovrsnim dodacima. Za proizvodnju proizvoda za široku upotrebu danas se primenjuju dve vrste plastičnih materijala: termoplastični materijali i termostabilni materijali.

Termoplastični materijali se zagrevanjem dovode u plastično stanje, a oblik dobijen nakon hlađenja očvrstne i zadržava oblik sve dok se ponovo ne zagreje. Ovi se materijali zagrevanjem mogu dovesti u plastično stanje bezbroj puta. Postoje termoplastični materijali na bazi celuloze i na bazi veštačkih smola.

Termoplastični materijali na bazi celuloze se u prometu javljaju pod nazivom celuloid ili celofan, a u obliku granula, listova ili ploča različitih debljina. Žilavi su, teško zapaljivi, prozirni, otporni prema alkoholu i biljnim uljima. Upotrebljavaju se za izradu delova automobila, cevi za transport nafte, za razna kućišta itd. U termoplastične materijale na bazi celuloze spada celofan.

Termoplastični materijali na bazi veštačkih smola se dobijaju polimerizacijom ili polikondenzacijom. **Neki od najčešćih termoplastičnih materijala dobijenih polimerizacijom su:**

- **polivinilhlorid** (PVC - koristi se za cevne armature, ventilatore, rezervoare za agresivne tečnosti, za galvanizaciju i elektrolizu, za elektroizolatore, za ambalažu itd.),
- **polietilen** (PE - koristi se za izradu predmeta za domaćinstvo, vreća svih dimenzija, boca i druge ambalaže za tečnosti, za vrećice za smrznute proizvode, za velike folije, za vodovodne i kanalizacione cevi),
- **polipropilen** (PP - koristi se za izradu delova za domaćinstvo, sanitarne uređaje, za delove automobila, za električne aparate itd.), polistirol (PS - koristi se za izradu ukrasne ambalaže, delova mašina, cevni i električnih armatura),
- **akrilne plastične mase** (providne su, žilave i čvrste, koriste se za svetleće reklame, prozore na avionima i vozilima).

Od termoplastičnih materijala dobijenih polikondenzacijom najpoznatiji je najlon koji se prerađuje u veštačka tekstilna vlakna.

Za prerađivanje plastičnih materijala koriste se mnogobrojni procesi. Koji će se procesi koristiti, zavisi od vrste plastičnog materijala, ali i od proizvoda koji se želi dobiti.

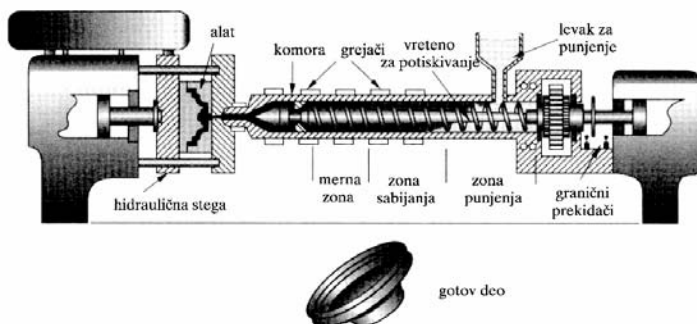
Poluproizvodi (ploče, folije, profili, cevi itd.) se dobijaju istiskivanjem, laminiranjem, kalandriranjem, kasiranjem i sličnim postupcima.

U nastavku su opisani procesi dobijanja gotovih proizvoda. Zajedničko za sve obrade plastičnih materijala je da se oni u jednom stadijumu prerade zagrevanjem dovode u plastično stanje, pa se iz njih mogu proizvesti željeni proizvodi, uz relativno mali utrošak energije i vremena. Na kraju procesa obrade plastični materijali očvrstnu u proizvodi dobijeni od njih zadržavaju stalan oblik.

14.4.1. Ubrizgavanje

Polazni materijal za proces ubrizgavanja su granule termoplastike, slika 14.6. Zagrejane granule se ubrizgavaju pod pritiskom u šupljinu alata; alat se razdvaja i predmet izbacuje iz alata.

Proces ubrizgavanja se primenjuje za proizvodnju elektro delova, zaptivača, kutija, poklopci za flaše, vešalice, drške.



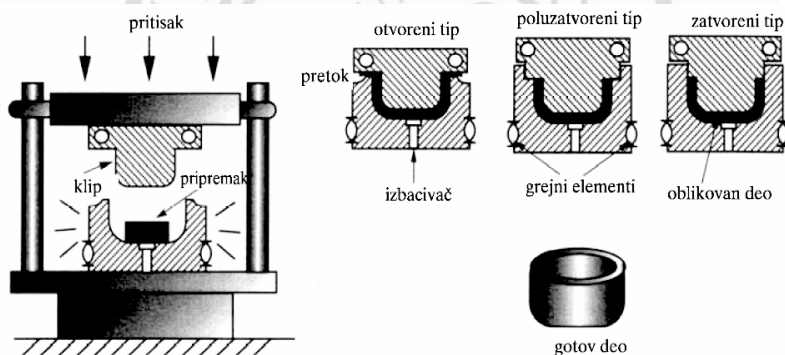
Slika 14.6. Ubrizgavanje plastike

14.4.2. Presovanje

Polazni materijal za proces presovanja su prethodno presovana plastika (kao kutija šibice), uglavnom termostabilna plastika.

Proces presovanja se realizuje tako što se plastika dovodi u zagrejani model i presovanjem potiskuje da popuni model, slika 14.7.

Primenjuje se za izradu posuda, poklopaca za kutije, elektro delove, zaptivače.

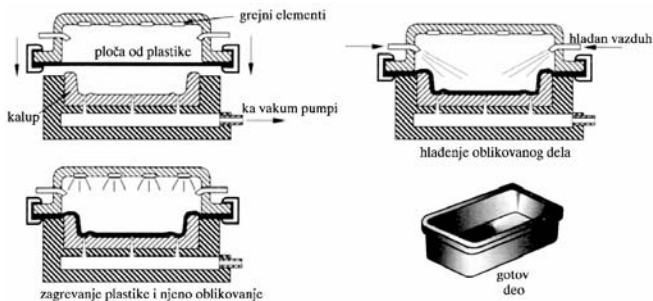


Slika 14.7. Presovanje plastike

14.4.3. Vakumsko oblikovanje

Polazni materijal za proces vakumskog oblikovanja je list plastike (termoplastični materijali).

Proces vakumskog oblikovanja se realizuje tako što se list plastike stavi između gornjeg dela (grejni element) i donjeg dela kalupa (kalup je priključen na vakuum pumpu), slika 14.8. Kalup se zagreje i usisa vakuumom. Posle hlađenja se vadi predmet. Proces vakumskog oblikovanja se primenjuje za izradu kada, otvorenih kutija, posuda, ambalaža, auto delovi itd.

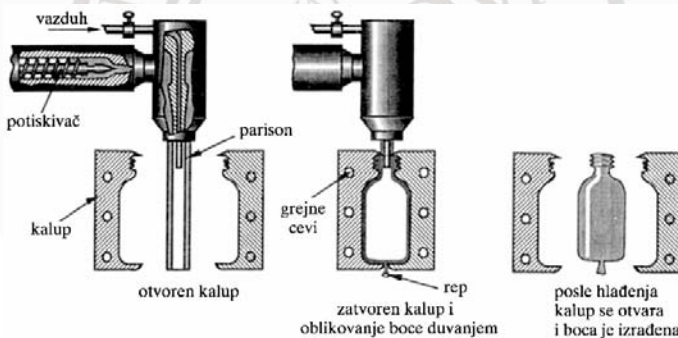


Slika 14.8. Vakumsko oblikovanje plastike

14.4.4. Duvanje

Polazni materijal za proces duvanja je plastična cev (termoplastični materijali).

Proces duvanja se realizuje tako što se plastična cev (epruveta), prethodno zagrejana, stavi između dve polovine kalupa i ubaci (duva) se vreli vazduh. Cev se raširi po unutrašnjosti kalupa, ohladi se i izbací predmet. Može se izvesti duvanje više proizvoda odjednom.



Slika 14.9. Duvanje plastike

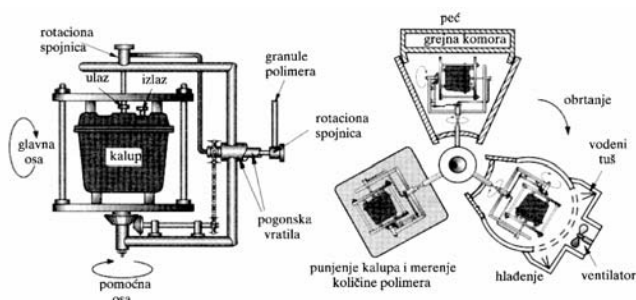
Proces duvanja se primenjuje za izradu šupljih predmeta sa relativno tankim zidovima: boce, oblikovane cevi.

14.4.5. Rotaciono oblikovanje

Polazni materijal za proces rotacionog istiskivanja je prašak (termoplastični materijali), ali može i u žitkom stanju.

Proces rotacionog istiskivanja se realizuje tako što se praškasti materijal u kalupu greje i istovremeno rotira, tako da nalegne na unutrašnje zidove kalupa, bez pritiska. Kalup rotira istovremeno oko dve ose, slika 14.10.

Proces rotacionog istiskivanja se primenjuje za izradu kofa, kanti, tankovi, kutije i lopti.



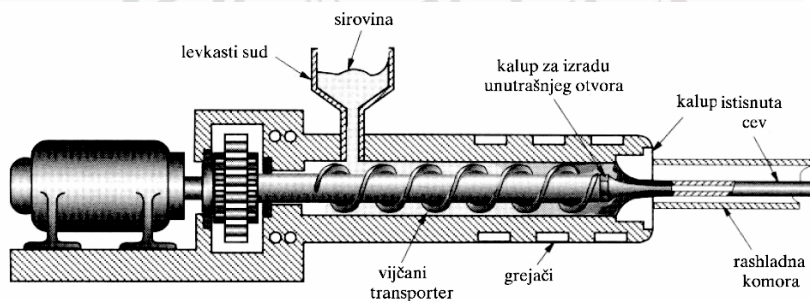
Slika 14.10. Rotaciono oblikovanje plastike

14.4.6. Istiskivanje

Polazni materijal za proces istiskivanja (ekstrudiranja) su granule, prašak, loptice (termoplastični materijali).

Proces istiskivanja se realizuje tako što se materijal dovodi kroz levak u grejnu komoru, zagreva i istiskuje zavojnim transporterom kroz alat (kalup) kojim se profiliše, slika 14.11. Na izlazu materijal se hladi i odseca.

Proces istiskivanja se primenjuje za izradu raznih profila: garnišne, šipke, ploče, cevi, trake, plastificirane žice i kablovi.



Slika 14.11. Istiskivanje (ekstrudiranje) plastike

Poglavlje 15

STRATEGIJSKI ZNAČAJ TEHNOLOGIJE

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete strategijski značaj tehnologije.
- Nove perspektive razvoja tehnološke strategije.
- Objasnite uticaj tehnologije na nacionalnu konkurentnost.
- Shvatite mehanizme i činioce kreiranja globalne strategije.
- Razumete i planirate ocena inovativnih sposobnosti.
- Razumete činioce dosadašnjeg i predvidite budući razvoj tehnologija.



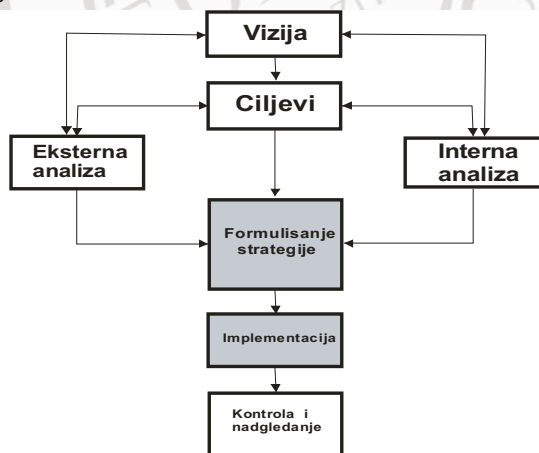
15.1. NOVE PERSPEKTIVE STRATEGIJE **RAZVOJA TEHNOLOGIJA**

Strateški menadžment je proces definisanja organizacionih ciljeva, razvijanja politika i planova radi postizanja tih ciljeva, i alokacije resursa radi implementacije planova. Ovaj proces počinje sa definisanjem vizije i misije kompanije. Vizijom i misijom se definiše svrha postojanja kompanije, sa osvrtom na koristi koje ona donosi svojim ciljnim klijentima.

Nakon formulisanja misije pristupa se definisanju ciljeva. Ciljevi predstavljaju konkretizaciju misije, odnosno ono što kompanija želi postići. Ciljevi mogu biti finansijski, orijentisani na kupce, interni ili eksterni, dugoročni ili kratkoročni itd.

Organizacija mora preispitati sopstvene snage i slabosti, kao što mora izvršiti i analizu eksternih pretnji i šansi. Ovim analizama se utvrđuje kojim resursima kompanija raspolaže i kako najbolje te resurse iskoristiti.

Rezultati interne i eksterne analize omogućavaju kompaniji da stekne bolju sliku o sebi i svom okruženju i da na najbolji način definiše korporativnu strategiju. Strategije koje se odnose na pojedine organizacione jedinice unutar organizacione strukture se nazivaju "strategijama poslovnih jedinica". Proces strateškog menadžmenta je prikazan na slici 15.1.



Slika 15.1. Proces strateškog menadžmenta

Kada se jednom definiše strategija, menadžeri razlažu tu strategiju na taktike i operativne planove kojima se ona realizuje. Implementacija se vrši kroz niz planova, politika, programa, procedura i zadataka.

Nakon implementacije strategije potrebno je da menadžment kontroliše i nadgleda rezultate koji su ostvareni i da ih upoređuje sa projektovanim ciljevima na početku procesa.

Za strategiju razvoja tehnologija je najbitnije da se inkorporira potreba za stalnom promenom i brzom adaptacijom na eksterne promene. To su dva najznačajnija činioca strategije koja prave razliku između uspešnih i neuspešnih kompanija.

Danas je karakterističan prelazak sa klasične **proizvedi-i-prodaj** ekonomije na **oseti-i-reaguj** ekonomiju. Ovo znači da kompanije više ne prave proizvode koje one žele, već proizvode koje potrošači žele da kupe. To zahteva prethodnu detaljnu analizu potreba potrošača i maksimalnu kastomizaciju proizvoda. Krajnji cilj je apsolutno zadovoljstvo potrošača. Pristup oseti-i-reaguj omogućava eksperimentisanje sa različitim rešenjima kako bi se pronašla ona koja najviše odgovaraju potrošačima.

Nedostatak **oseti-i-reaguj** pristupa je što on podrazumeva reaktivno delovanje i najviše odgovara inkrementalnim promenama. Početna tačka analize je uvek potrošač. Analizom_njegovih potreba kompanija određuje koja je najbolja reakcija. Ni u jednom trenutku ona ne pokušava da proaktivno menja ili utiče na potrebe potrošača.

Proaktivno delovanje je postalo neminovnost u današnjem poslovanju, a elektronsko poslovanje neminovnost za svaku tradicionalnu kompaniju.

Druga perspektiva strategije razvoja tehnologija govori o potrebi da se strategija definiše kao **skup jednostavnih pravila** umesto kao set kompleksnih strateških planova. Osnovna ideja je da kompanija ne može da reaguje dovoljno brzo ukoliko je njena strategija formulisana na tradicionalan način. Usled rapidnih promena koje se dešavaju u okruženju praktično je nemoguće da kompanija predvidi sve tržišne situacije koje mogu da se dogode. Zbog toga treba postaviti skup jednostavnih pravila koje predstavljaju postulate tržišne borbe. Ova pravila pomažu menadžerima da razlikuju dobre od loših situacija i omogućavaju im da reaguju u skladu sa tim.

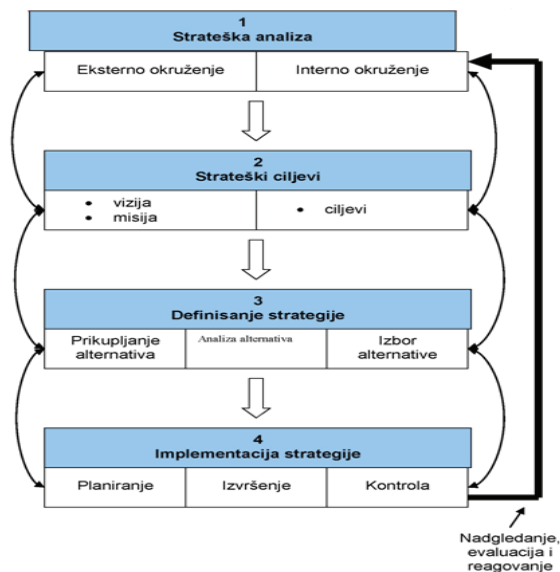
15.1.1. Generički model strategije razvoja tehnologija

Strategijom se definiše buduće usmerenje organizacije ili dela organizacije. Strategija je planska odluka o osnovnim načinima ostvarivanja ciljeva poslovanja. Ona je orijentisana na izbor područja poslovne delatnosti i na alokaciju resursa preduzeća radi kreiranja konkurentске prednosti u budućnosti. Strategija se definiše kao skup pravila odlučivanja i vodič koji vodi preduzeće u budućnost radi dostizanja budućih ciljeva preduzeća. Ostvarivanjem ciljeva strategije razvoja tehnologija ostvaruje se i deo korporativnih ciljeva.

Obično kod većine kompanija koje potiču iz tradicionalne ekonomije tehnološke strategija predstavlja deo korporativne strategije i proističe iz nje.

Dakle, strategija razvoja tehnologija predstavlja definisanje pristupa kojim se primena internih i eksternih tehnologija može podržati i uticati na ostvarenje korporativne strategije.

Sve strategije, bile one definisane na korporativnom nivou ili na nivou organizacionih jedinica, se formiraju kroz proces koji podrazumeva određene analize i poštovanje određenih pravila, slika 15.2.



Slika 15.2. Proces formiranja strategije

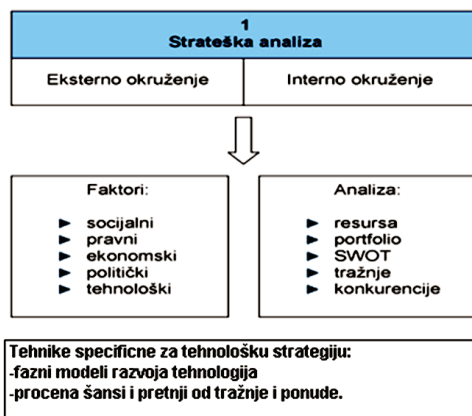
15.1.2. Strateška analiza tehnološkog razvoja

Strateška analiza je prvi korak u formiranju određene strategije, slika 15.3. Ona obuhvata analizu:

- Internih resursa i procesa kompanije kao i njenih aktivnosti na tržištu;
- Neposrednog okruženja uključujući tražnju i konkurenciju, tržišne strukture i odnose sa partnerima i potrošačima;
- Šireg okruženja u kome kompanija posluje - socijalne, političke, pravne i druge faktore koji mogu uticati na poslovanje kompanije.

Procena *buy-side*, *sell-side* i konkurencije se zasniva na Porterovom modelu pet sila koje utiču na organizaciju i modifikovana je kako bi odgovarala potrebama analize poslovanja. Opasnosti od novih konkurenata mogu poticati od:

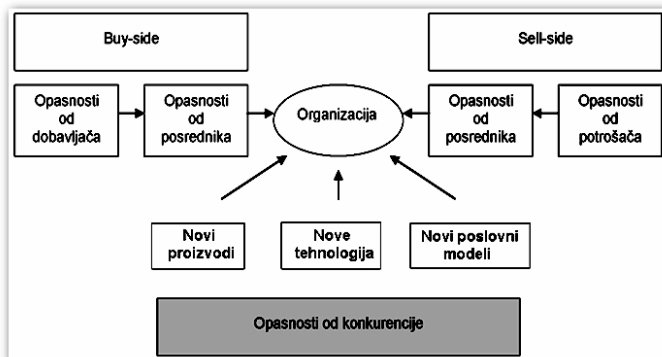
- **kompanija opremljene novim tehnologijama** - koje tek započinju poslovanje na globalnom nivou imaju niske barijere prilikom ulaska na tržište, ali su barijere za uspeh znatno više,
- **novih poslovnih modela**-najčešće se vezuju za nove načine servisiranja i dodatne usluge,
- **novih proizvoda** - mogu poticati od postojećih ili novih kompanija.



Slika 15.3. Proces formiranja strategije

Sell-side opasnosti (strana tražnje) se vezuju za:

- *Znanje i snagu kupaca* - snaga kupaca je znatno porasla zbog toga što oni danas mogu da analiziraju mnogo više ponuda nego ranije, što je posebno bitno za standardizovane proizvode i usluge;
- *Snagu posrednika* - konflikt između kompanije i njenih distributera može dovesti do raskida poslovne saradnje; broj distributera sve više raste - npr. Reklama kompanije se ne nalazi na web stranici nekog jakog distributera, a neko od direktnih konkurenata je prisutan na istom sajtu - to može dovesti do pada prodaje.



Slika 15.4. Opasnosti za organizaciju

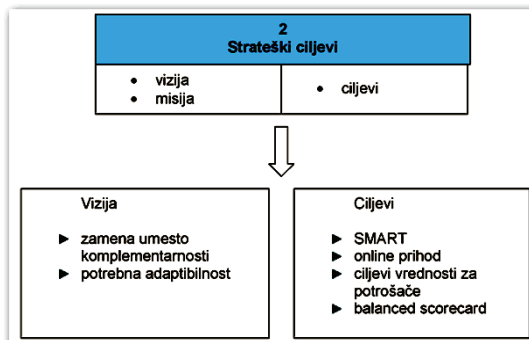
Buy-side opasnosti (strana ponude) se odnose na:

- *Snagu dobavljača* - povezivanje kompanije sa svojim dobavljačima putem ICT tehnologija jača njihovu međusobnu zavisnost;

- *Snagu posrednika* - manje su od ekvivalentnih opasnosti strane tražnje i podrazumevaju povezivanje kompanija koje imaju različite standarde poslovanja.

15.1.3. Strateški ciljevi

Na slici 15.5. prikazani su ključni elementi postavljanja strateških ciljeva.



Slika 15.5. Ključni elementi postavljanja strateških ciljeva

Definisanje vizije i misije

Vizija se može definisati kao ideja vodilja, strateška predstava, odraz očekivanja, nade i želje preduzetnika o budućem stanju i položaju preduzeća i načinima njihovog postizanja. Ona mora biti relevantna, adaptibilna, imati vrednost i motivisati zaposlene na maksimalno zalaganje.

Iz vizije proističe misija. *Misija je iskaz o prirodi poslovanja preduzeća i odnosi se na suštinu razloga njegovog postojanja.* **Misija** predstavlja konkretizaciju vizije. Vizija i misije definišu budući tok kretanja jednog poslovanja. Često se tokom procesa definisanja vizije i misije postavljaju pitanja, kao što su:

- Da li će tehnologije i formiranje novog poslovnog modela biti komplementarni sa tradicionalnim kanalima poslovanja ili će ih zameniti?
- U kom periodu možemo očekivati da se ovo desi?
- Na koji način komunicirati sa stejkholderima pre i tokom uvođenja promena?

Ciljevi proističu iz misije preduzeća i predstavljaju njenu konkretizaciju. Ciljevi su buduća stanja i rezultati preduzeća koja se žele dostići u datom vremenu uz pomoć određenih aktivnosti i ulaganjem određenih sredstava. Oni moraju imati količinsku, prostornu, vremensku, vrednosnu ili bilo koju drugu kvalitativnu dimenziju kako bi se mogli izmeriti.

U ovom slučaju postavljaju se dugoročni ciljevi čije ostvarenje ima velikog uticaja na celokupno buduće poslovanje kompanije. Kompanija mora postaviti ciljeve tako da prilikom pojave nove tehnologije može brzo reagovati.

Zato se kaže da ciljevi trebaju biti **SMART**. **SMART** je akronim sastavljan od engleskih reči:

- **Specific** (precizno određeni - ko, kada, kako, gde, koga i zašto);
- **Measurable** (merljivi - koliko);
- **Attainable** (dostižni - uskladiti resurse sa zahtevima);
- **Realistic** (realni - ostvarljivi);
- **Tangible** (opipljivi - rezultate ostvarenja cilja moraju iskusiti svi koji su u ostvarivanju učestvovali).

Balanced scorecard nije samo sistem za merenje, već i za upravljanje, koji omogućava kompanijama lakše usvajanje vizije i strategije i njihovo pretvaranje ciljeve i akcije. Ovaj sistem se ne oslanja samo na finansijske podatke, koji su po svojoj prirodi istorijski, već povećava vrednost kompanije uspostavljanjem dobrih odnosa sa potrošačima, dobavljačima, zaposlenima, zatim praćenjem procesa, tehnologija i inovacija. Balanced scorecard pomaže da se organizacija posmatra iz četiri perspektive, da se razviju sistemi merenja, prikupe i analiziraju podaci za sve perspektive:

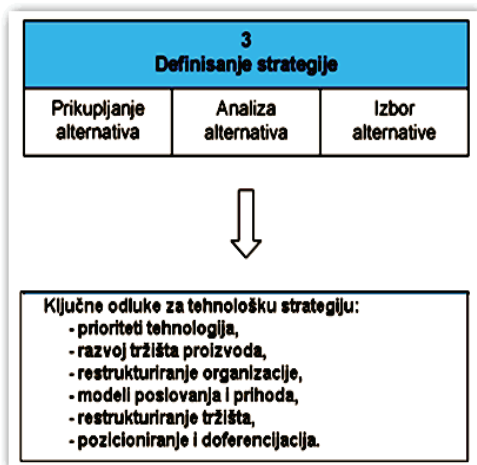
- **Perspektiva potrošača** - razmatra rokove, kvalitet, uslugu i cenu.
- **Merenje internih procesa** - treba se orijentisati na merenje onih procesa koji imaju najveći uticaj na zadovoljstvo potrošača.
- **Finansijska merenja** - prate se povratak na investicije, troškovi profitabilnost i drugi finansijski pokazatelji.
- **Učenje i rast** - prate se aktivnosti koje povećavaju vrednost kompanije tokom vremena - na primer, razvoj novih proizvoda.

Za svaku od perspektiva treba definisati ciljeve i specifične načine merenja, što možemo videti na sledećem primeru jedne kompanije:

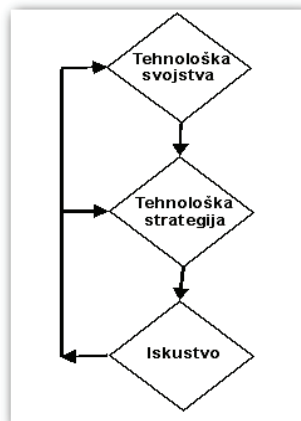
Tabela 15.1. Primer merenja

Scorecard komponenta	Pokazatelji ostvarenja cilja
Perspektiva potrošača	▪ Indeks zadovoljstva potrošača ▪ Indeks osvajanja novih potrošača ▪ Indeks ponovnih kupovina
Interni proces	▪ Prosečno vreme plasiranja novog proizvoda (u mesecima) ▪ Prosečno vreme za naručivanje ▪ Dužina perioda prodaje
Finansijski pokazatelji	▪ Prihod ▪ Profit
Učenje i rast	▪ Broj novih proizvoda lansiranih u toku godine ▪ Broj časova obuke po zaposlenom (cilj 30 časova po godini)

Strategija se definiše na osnovu vizije, misije i postavljenih ciljeva. Potrebno je konstantno pratiti i meriti nivo ostvarenja ciljeva kako bi se utvrdila validnost strategije, slika 15.6.



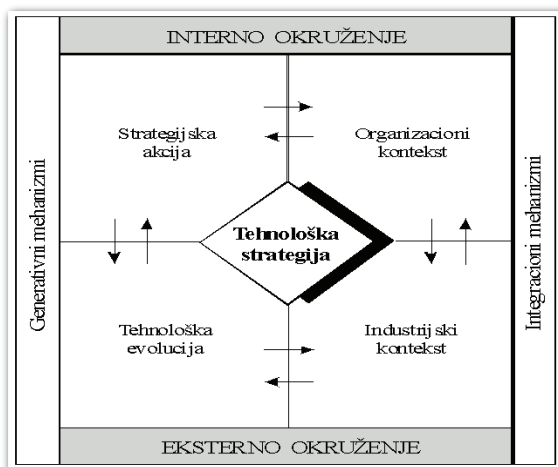
Slika 15.6. Definisanje tehnološke strategije



Slika 15.7. Organizaciono učenje bazirano na svojstvima tehnološke strategije

Tehnološke kompetencije i sposobnosti omogućavaju: potencijalni pristup različitim tržištima, stvaranju vrednosti za kupca, biti težak za imitiranje. Na slici 15.7. prikazane su veze tehnoloških svojstava, strategija i iskustva.

Evolucija razvoja tehnološke strategije prikazana je na slici 15.8. Osnovni uticaji eksternog i internog okruženja su: tehnološka evolucija, industrijski kontekst, strategijske akcije i organizacioni kontekst.



Slika 15.8. Determinante tehnološke strategije

Tehnološka strategija ima sledeća svojstva:

- kompetitivna strategija: izbor tehnologije, tehnološko liderstvo, vreme za ulazak nove tehnologije, licenciranje tehnologije.
- lanac vrednosti: obim tehnološke strategije, učesnici.
- obezbeđivanje resursa: dubina tehnološke strategije, struktura resursa.
- menadžment tehnološkim resursima: podešenost organizacione forme, specifičnosti tehnologija.

Pri ovladavanju tehnološkom strategijom najbitnija su iskustva, tehnološki izvori, interni izvori, eksterni izvori, razvoj proizvoda i procesa tehnička podrška, tabela 15.2.

Tabela 15.2. Osnove i načini sticanja iskustva za tehnološku strategiju

OSNOVE	NAČIN STICANJA ISKUSTVA				
	Eksterni izvori tehnologije	Interni izvori tehnologija	Razvoj proizvoda	Razvoj procesa	Tehnička podrška
Strategija konkurentnosti (lider, izbor, vreme, licence)					
Lanac vrednosti					
Briga o resursima					
Menadžment					

Konkurencija direktno utiče na suštinu tehnološke strategije. Kompanija se pozicionira u odnosu na konkurenciju i njihove proizvode na četiri načina: kvalitetom, uslugom, cenom i brzinom isporuke. To se može prikazati sledećom jednačinom:

$$\text{Kvalitet proizvoda} \times \text{Kvalitet usluge (Vrednost za potrošača)} = \text{Cena} \times \text{Vreme isporuke}$$

Treba obratiti pažnju na podizanje nivoa kvaliteta proizvoda i usluga i uticaj ovoga na cenu i rokove isporuke. Kompanija treba da teži da ostvari savršenstvo u svakom od ovih segmenata. Ovo pozicioniranje u odnosu na kvalitet, troškove i vreme isporuke je veoma slično Porterovim strategijama diferencijacije, vođstva u troškovima i fokusiranja na troškove i diferencijaciju.

Razvoj tržišta	Visok	Razvoj tržišta (osrednji rizik) Nova tržišta Novi kupci	Diverzifikacija (najveći rizik) Nova tržišta Novi proizvodi
	Nizak	Ulazak na tržište (najmanji rizik) Nema razvoja tržišta ni proizvoda	Diverzifikacija (najveći rizik) Razvoj novih proizvoda i usluga
		Niska	Visoka
		Inovacija proizvoda	

Slika 15.9. Strategije razvoja proizvoda i tržišta

Potrošači verovatno neće procenjivati poziciju kompanije na osnovu jednog, već će to činiti na osnovu više kriterijuma. Neki od kriterijuma mogu biti lakoća korišćenja, ranija iskustva sa kompanijom/proizvodom, informisanost o kompaniji/proizvodu, dodatne usluge, ukupni troškovi (uključujući troškove transporta, carinjenja, kamate itd.) i drugi.

Razmatrajući probleme upravljanja tehnologijom, pravi se razlika između strateškog i operativnog upravljanja, tako da se kao značajan problem u menadžment praksi ističe balansiranje, uravnoteženje između zadataka vezanih za ova dva kritična domena.

Operativno upravljanje u praksi znači praćenje stanja sistema i uočavanje svih mogućih poremećaja koji mogu da ugroze delovanje sistema van granica njegovog dopuštenog ponašanja.

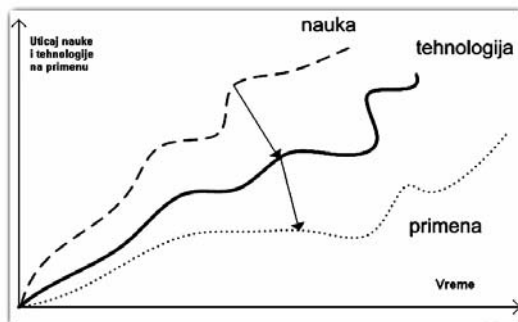
Strateško upravljanje vodi računa o dugoročnim promenama i kritičnim pravcima promena koje preduzeća treba da usvoje kako bi preživela i napredovala u dinamičnom okruženju izražene konkurencije na razvijenim tržištima.

Paradoks upravljanja tehnologijom se može sagledati kroz određeni stepen konfliktnosti među ciljevima operativnog i strateškog upravljanja, a ovaj paradoks ili dilema rešavaju se stalnim uravnoteženjem ili balansiranjem među njima kao jednim od ključnih zadataka savremenih menadžera. Međutim, ovaj konflikt među ciljevima samo je pojava, površinska kategorija, u suštini među njima konflikta nema, ako se ima u vidu krajnji cilj, a to je preživljavanje preduzeća, razvoj preduzeća i rast dobiti u promenljivom, dinamičnom okruženju.

Ostvarivanje tehnološke strategije podrazumeva **tri ključne faze**:

1. strategija **nabavke nove tehnologije**,
2. **smanjivanje rizika** i neizvesnosti,
3. potpuno **usvajanje nove tehnologije**.

Postoji bliska povezanost nauke, tehnologije i primene tehnologije u praksi. Između ove tri kategorije (nauke, tehnologije i primene) postoje **kašnjenja** koja treba svesti na minimum, slika 15.10.



Slika 15.10. Kašnjenje u primeni nauke i tehnologije

Konkurentsku prednost ostvaruju ona preduzeća u tržišnoj privredi koja uspeju u tome da **razvoj tehnologije i razvoj tržišta** u što kraćem vremenskom intervalu dovedu do stepena što veće **uzajamne harmonije**.

Strategija inovacija se, u izrazito nepredvidivom i turbulentnom okruženju u kome deluju savremene firme, pokazuje kao opravdana i jedino uspešna. U tehnološki intenzivnim granama se čak pokazuje da jedino strategijom “lidera” mogu da se ostvare poslovni uspesi, da je strategija “sledbenika” neuspešna, ne generiše se očekivana dobit usled skraćivanja ciklusa tražnje i životnog ciklusa proizvoda/usluge.

Harmonizacija se odnosi na usklađivanje konkretnih sadržaja ponude, koja je nastala kao rezultat dobro osmišljenog poslovnog plana i strategije razvoja tehnologije, s jedne, i tržišne tražnje, s druge strane. Postignuti stepen harmonizacije se neposredno odražava na poslovni uspeh.

Pored sadržajno dobro osmišljenog poslovnog i tehnološkog razvoja (u susret tržišnim zahtevima), organizacije moraju da vode računa o vremenu, kao još jednom kritičnom faktoru. Svako kašnjenje, nepodudaranje u cikličnom dinamizmu promena, znači izostanak očekivanog tržišnog efekta, a samim tim i poslovnog uspeha.

15.1.4. Tehnološka strategija i upravljanje kašnjenjem tehnološke inovacije

Upravljanje kašnjenjem u različitim delovima procesa tehnološke inovacije može se razvrstati na sledeći način:

- upravljanje **kašnjenjem između faza istraživanja i razvoja** koje dovode do nastanka tehnološke inovacije i strateški fokus firme (lider, sledbenik);
- upravljanje vremenskom **sinhronizacijom tržišnih i tehnoloških ciklusa** tj. upravljanje kašnjenjem između inovacije tehnologije proizvoda i tehnologije procesa, i odgovarajući poslovni efekti;
- upravljanje kašnjenjem u **primeni tehnološke inovacije**: krive učenja, kašnjenje u produktivnosti i poslovni fokus.

Tehnološkom strategijom se određuju resursi u vezi sa:

1. **Vertikalnim transferom** tehnologije (interna tehnologija) koje za firmu znači sopstveno istraživanje i razvoj – interno kreiranje kompetencija koje stvara kašnjenje i iziskuje značajne investicije.
2. **Horizontalnim transferom** tehnologije (eksterna tehnologija) kojim se postižu tri stvari:
 - **sporazumi o kooperaciji** - udruživanje napora više različitih preduzeća u razvijanju novih tehnologija;
 - **kupovina licenci** - daje pristup tehnologijama koje su razvili drugi;
 - **ugovori o eksternom istraživanju** - predviđaju da preduzeće poverava eksternom organizmu (laboratoriji, istraživačkom centru ...) realizaciju razvoja određene tehnologije.
3. **Kombinovanim transferom** koji se postiže kupovinom drugog preduzeća koje poseduje traženu tehnologiju i ima interne kompetencije u razvoju tehnologija.

Kada je reč o preduzećima u oblastima visoke tehnologije postoji četiri strategijske opcije:

- **prvi** na tržište,
- **drugi** na tržište,
- **kasno** na tržište,

▪ **segmentacija** tržišta.

Rani ulazak na tržište ili strategija lidera znači da se proizvod iznese na tržište pre konkurenata.

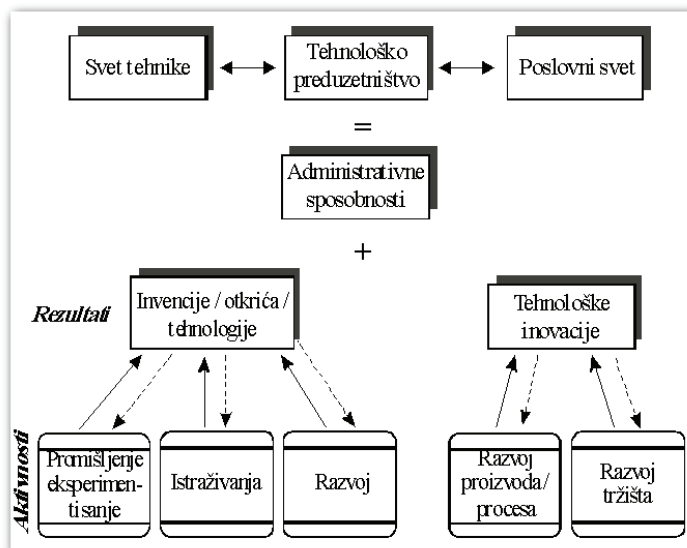
Drugi na tržište ili strategija pratioca pretpostavlja ulazak u ranoj fazi rasta u životnom ciklusu i brzu imitaciju inovacije pionira.

Minimiziranje troškova ili strategija “kasno na tržište” omogućava preduzećima koja je koriste relativnu prednost u troškovima putem ekonomije veličine ili putem modifikacija na samim proizvodima i procesima.

Segmentacija tržišta znači orijentaciju na opsluživanje malih tržišta sa specijalnom primenom bazične tehnologije.

Poslednjih godina jasno se uočava trend povećavanja izdvajanja za nove tehnologije. Kod preduzeća gde dominira visoka tehnologija (*high technology companies*) ovo izdvajanje je do 5% od prodaje, a za ona preduzeće koja započinju izlazak na tržište, to je znatno više. Zbog toga je tehnologija, kao faktor kompetitivnosti, prisutna u svim preduzećima. **Ključni koncepti su** invencije, otkrića, tehnologije.

Proces generisanja tehnologije započinje sa tehnološkim inovacijama, na čijem pak početku su invencije ili otkrića. **Invencija** je ono što pre toga nije postojalo, a da bi to bilo potrebno je puno kreativnog i ciljno usmerenog rada, počev od rada naučnika iz baznih i primenjenih nauka. Na taj način kumulirano znanje se sistematizuje, proverava kroz eksperimente. Osnovni kriterijum uspešnosti invencije je više tehnički nego komercijalni. Kroz patente, dobijene postupkom zaštite intelektualne svojine pronalazača, omogućava se njegova zaštita i u finansijskom smislu. To je prva faza u procesu dobijanja tehnoloških inovacija. Druga faza je proces dobijanja tehnoloških procesa inovacija, slika 15.11.



Slika 15.11. Povezanost glavnih konceptata koji se odnose na tehnološke inovacije, tehnološko preduzetništvo, aktivnosti i rezultati (outcomes).

Tehnologija je sadržana u ljudima, materijalima, misaonim i fizikalnim procesima, radionici, opremi, alatima. Ključni element tehnologije je uvek zasnovan na znanju, pa se kod mnogih autora menadžment tehnologijama izjednačava sa menadžmentom znanjem.

Kriterijumi uspešnosti tehnoloških inovacija su više komercijalni nego tehnički, tj. uspešnija je ona inovacija čijim uvođenjem (a to znači investiranjem) se ostvaruje bolji ekonomski efekat (npr. profit, stopa povraćaja itd.).

Inovacije su rezultat procesa inoviranja, koji se definiše kao kombinacija aktivnosti koje vode do novih, tržišno prihvatljivih proizvoda i usluga i/ili novih sistema proizvodnje i isporuke. U literaturi se razlikuju:

- **inkrementalne inovacije** koje se odnose na adaptaciju, fino poboljšanje i poboljšanje karakteristika proizvoda i usluga i/ili sistema proizvodnje i isporuke (npr. ubrzane inovacije mikroprocesora i PC-a);
- **radikalne inovacije** sa potpuno novim konceptom proizvoda i usluga i/ili sistema proizvodnje i isporuke (npr. vozilo na struju ili vodonik) i
- **arhitekturne inovacije** koje se odnose na rekonfiguraciju sistema i njegovih komponenti (npr. sve veća ugradnja računarske tehnologije u mobilne telefone).

Tehnološko preduzetništvo je osnovni pokretač procesa tehnoloških inovacija. Ono obuhvata aktivnosti kombinovanja svih raspoloživih resursa da bi se ostvarila inovacija, a to znači ne samo tehničke, već i komercijalne resurse. Pri tome je potreban i administrativan napor. Tehnološko preduzetništvo može se odnositi na pojedinca (individualni preduzetnik) ili više učesnika u organizaciji (korporativno preduzetništvo).

15.2. TEHNOLOŠKE STRATEGIJE

Protivrečnost potrebe za novim tehnologijama, s jedne i racionalizacije korišćenja postojećih tehnologija, s druge strane, ukazuje na svu složenost problema upravljanja tehnologijom u preduzeću.

Invencije su nužne za obezbeđenje rasta produktivnosti, a investicije u novu tehnologiju znače porast i efikasnosti i efektivnosti proizvodnog procesa. Sa postojećom tehnologijom, smanjivanje jediničnih troškova je moguće povećanjem ukupnog obima proizvodnje.

Investicije u novu tehnologiju, s druge strane, dovode do:

- sniženja funkcije troškova u celini (rast efikasnosti);
- daljeg smanjivanja jediničnih troškova zahvaljujući sinergijskim efektima nove tehnologije koji se vezuju za prateća svojstva, kao što je veća fleksibilnost u proizvodnji različitih proizvoda u manjim serijama, mogućnost zadovoljenja diverzifikovanih zahteva kupaca (rast efektivnosti).

Autor **Saren** predstavlja dve generalne alternative koje se mogu prepoznati u strategiji tehnološke inovativnosti preduzeća koje šire uslovljavaju i njegovu poslovnu strategiju:

- **reaktivna strategija** kada preduzeće odgovara na tražnju kupaca i aktivnost konkurenata,
- **proaktivna strategija** kada oni nastoje da predvide i anticipiraju promene u okruženju.

Reaktivna strategija može biti:

- **responzivna** (preduzeće reaguje neposredno na zahteve kupaca da se uvede inovacija);
- **imitativna** (odgovor na novi proizvod koji su uveli konkurenti na taj način što se novo rešenje kopira u postojećem preduzeću);
- **drugi bolji** (razvoj i unapređenje inovacija koje su uveli konkurenti);
- **defanzivna strategija** (kao odgovor na novi proizvod konkurenata postojeći se inovira ili se razvija potpuno novi proizvod).

Proaktivne strategije se mogu podeliti na one koje su:

- **zasnovane na istraživanju i razvoju** (uvode inovacije koje su inicirane u preduzeću u njegovoj istraživačko-razvojnoj jedinici i aktivno deluju na okruženje praveći prve prodore na tržištu);
- **preduzetničke** (uvođenje inovacija sa visokim rizikom ali ne uvek i potpuno novih tehničkih rešenja);
- **strategije nabavke** (kupovina novih tehnoloških rešenja, ostvaruje se strategija ka horizontalnom transferu tehnologije);
- **zasnovane na marketingu** (podrazumevaju inovacije koje inicira marketing funkcija i najčešće to znači konkurentnu, agresivnu inovaciju proizvoda).

Promene na tržištu od kojih treba poći uslovljene su tehnološkim promenama i karakteristikama tehnološkog razvoja. Ove promene se odnose na:

- skraćivanje životnog ciklusa proizvoda,
- ubrzano uvođenje novih proizvoda i procesa,
- visoka segmentiranost tržišta,
- nepredviđeni konkurenti, i
- neizvesnost tražnje.

Promene u oblasti proizvodnje obuhvataju šest karakterističnih svojstava:

- dolazi do uprošćavanja proizvoda i procesa,
- izražen zahtev ka smanjivanju zaliha – JIT (just-in-time) proizvodnja,
- pritisci ka sve većem kvalitetu,
- menjanje odnosa originalnog proizvođača-slabdevača,
- postaju aktuelna mala postrojenja,
- manje serije proizvoda.

Tehnološka strategija utvrđuje se polazeći od strateških ciljeva i zadataka preduzeća što znači da treba uvažavati šire, tržišne uslove u kojima preduzeće deluje.

Model hijerarhije strategije:

- Na najvišem nivou nalaze se **poslovna strategija** i posebno izdvojena **konkurentna strategija** preduzeća. Najviši hijerarhijski nivo vrši neposredan uticaj na srednji nivo.
- Na srednjem nivou se određuje **tržišna strategija** ili **strategija proizvoda**.
- Na najnižem nivou određuje se **tehnološka strategija**.

Kao rezultat ovako uspostavljene hijerarhije javljaju se novi proizvodi, usluge i procesi.

Drugi mogući model je tehnološki određen. Polazi od tehnoloških kreativnih sposobnosti unutar preduzeća i naglašava značaj tehnoloških inovacija koje prodiru u preduzeće koje ih usvaja.

U praksi se na dva načina sagledava strategijski odnos tehnologije i organizacije koji uslovljava dva poznata pristupa uspostavljanju tehnološke strategije:

- Strategija **“technology push”** koja se može objasniti jednostavnim modelom u kome otkriće (ideja, invencija) pokreće lanac inovativne aktivnosti, koji će se završiti primenom i difuzijom inovacije. Taj model se jednostavno može predstaviti relacijom:

istraživanje i razvoj → proizvodnja → marketing → tržišne potrebe

- Drugi model tehnološke strategije je **“market pull”** ili “strategy pull” ili “demand pull” model. Razvio se sa sve izrazitijim primerima u praksi kada sve tehnološke inovacije koje su primenjene i dale rezultate u praksi nisu i tržišno bile verifikovane kroz određeni očekivani poslovni uspeh. Ovo predstavlja relacija:

izražena tržišna potreba → marketing → istraživanje i razvoj → proizvodnja

Razlike među preduzećima koje daju prednost jednom ili drugom modelu tiču se:

- specifičnog karaktera proizvoda koji se proizvode, da li su to proizvodi široke potrošnje ili kapitalna dobra;
- stabilnost proizvoda, njihove veće ili manje sklonosti ka inoviranju i promenama,
- intenziteta tehnoloških inovacija u delatnosti preduzeća.

Tehnološka strategija predstavlja među funkcionalni, integrisani okvir za razmatranje i ocenu dostupnih tehnologija za preduzeće u okviru trenutnog (i budućeg) obima i vrste poslovanja.

Strategija tehnologije u preduzeću znači opredeljenje za neku od sledećih mogućnosti:

- primena postojećih tehnologija,
- poboljšanje postojećih tehnologija,
- eksterna tehnologija, nova tehnologija kao zamena stare, i
- nova tehnologija, ili nova sposobnost.

Istraživanja su pokazala da su četiri grupe promenljivih posebno značajne kada preduzeće donosi odluku o nabavi i usvajanju određene tehnologije i treba ih uključiti u razmatranje, to su:

- **interni resursi** (raspoloživa sredstva jedne poslovne jedinice koja se mogu upotrebiti za razvoj određene tehnologije);
- **eksterni resursi** (spoljni ljudski, tehnički i finansijski resursi koje preduzeće može da koristi);
- **tehnološke promenljive** (karakteristike nove tehnologije – njena stabilnost, raspoloživost, gornja granica investicija);
- **strateške vrednosti** (podrazumevaju razmatranje promenljivih kao što su troškovi i ostvareni rezultati).

Pri analizi strategijskog aspekta tehnologija ističu se dve suprotnosti:

- pozitivni VS normativni pristup,
- tržište proizvoda VS resursni pristup.

Positivan pristup strategiji se odnosi na stvarnu strategiju preduzeća i kako ona to postaje. Normativni pristup, sa druge strane se odnosi na to kakva strategija treba da bude. U prvom slučaju strategija održava stavove top – menadžmenta u vezi prošlosti i sadašnjeg stanja. Ovi stavovi obuhvataju:

1. ključne kompetencije,
2. karakteristike tržišta proizvoda,
3. ključne vrednosti,
4. ljudske resurse.

Ovo utiče na top menadžment preduzeća da, kroz proces organizacionog učenja utvrdi, optimalnu tehnološku strategiju. Stavovi top menadžmenta nisu jedino dovoljni, već treba razmotriti nepristrasno stvarnu situaciju i razliku između proklamovane strategije i ostvarenih strateških akcija.

Pristup analizi tržišta proizvoda se koristi radi sagledavanja konkurentnosti sopstvenih proizvoda i usluga na tržištu. Resursni pristup strategiji se odnosi na analizu raspoloživosti resursa (kompetencija) za ostvarivanje kompetitivne prednosti.

Strategija je, praktično, rezultanta, ili matematički gledano funkcija kvantiteta i kvaliteta svojstava (sposobnosti) preduzeća. Višestruko je dokazano da strategija bez sposobnosti za njeno ostvarivanje je besmislena i nekorisna. Strategija se dobija kao odgovor na pitanje: Koje su kompetencije i svojstva potrebna za kreiranje i održavanje kompetitivne prednosti? Stoga strategija artikuliše načine za ostvarivanje postavljenih ciljeva. Iz ovoga se vidi da strategija daje odgovor na pitanje: KAKO?

Normativni pristup o ključnim kompetencijama i kompetenciji na bazi sposobnosti preduzeća u ranim 90-tim godinama prošlog veka ukazali su na veliki značaj resursa. Zato je aktuelan pristup integracije pristupa orijentisanog ka tržištu proizvoda i resursa.

Povezivanje tehnologije i strategije je u literaturi i praksi započeto u 80-tim godinama prošlog veka, kada je tehnologija posmatrana kao važan element poslovanja i kada je definisan pojam kompetitivne strategije (Porter, 1985.). Tako npr. Abell je definisao tehnologiju kao jednu od tri dimenzije poslovanja, tj. "tehnologija dodaje dinamički karakter definiciji poslovanja, jer ona može više ili manje da se menja u toku vremena". Porter je dodatno smatrao da je tehnologija najvažniji faktor koji određuje pravila kompetencije.

Tabela 15.3. Matrica proizvod/tehnologija

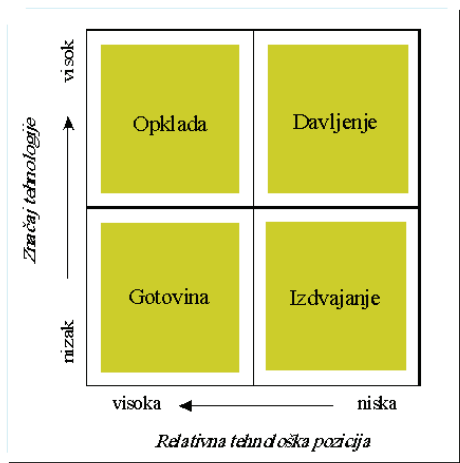
PROIZVOD	TEHNOLOGIJE			
	Tehnologija A	Tehnologija B		Tehnologija N
Proizvod A				
Proizvod B				
.....				
Proizvod N				

Sa aspekta top menadžmenta se postavlja pitanje šta on treba da zna o tehnologiji. Preovladava shvatanje da se tehnologija posmatra kao crna kutija, gde nije toliko važno **kako** funkcioniše već **šta** se dobija njenom primenom. Zbog toga top menadžment ne mora da poznaje do detalja tehnologiju, ali mora da razume društveni i ekonomski kontekst njene primene i da iznađe odgovore na ključna pitanja opstanka preduzeća.

Strategija preduzeća izražava način željene pozicije preduzeća na tržištu proizvoda i usluga. Jedan od načina integrisanja tehnologije u preduzeću i tržišne strategije proizvoda, je dekompozicija svakog proizvoda ili usluge na konstitutivne tehnologije i ocenu sopstvenih tehnoloških kompetentnosti. Time se dolazi do matrice tehnologija/proizvod, tabela 15.3.

Ovaj prvi korak u analizi stepena integracije u preduzeću je vrlo težak jer na raspolaganju su različite tehnologije sa potrebnim nivoima detalja i njihov različiti doprinos u realizaciji proizvoda.

Zato se u narednom koraku koristi tehnološki portfolio. Prema Harris, Show i Somers, nakon identifikacije tehnologija, iste se klasifikuju u pogledu njihove tehnološke važnosti, koja se izražava kao odnos ako se njena vrednost u određenu klasu proizvoda i vrednost koja bi se mogla dodati drugoj klasi proizvoda za korišćenje. Važnost tehnologije najviše zavisi od pozicije u životnom veku tehnologije. Relativna tehnološka pozicija se izražava u odnosu na konkurenciju, i pre svega zavisi od prethodnog i sadašnjeg obima investicija u tehnologiju, slika 15.12.



Slika 15.12. Razvoj tehnološkog profila

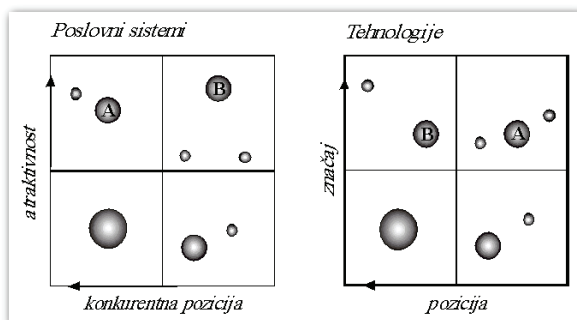
Tehnologije u gornjem levom uglu ("bet" – opklada) sa sigurnošću daju firmi punu satisfakciju. To se dešava kada se stalno ulaže u unapređenje procesa i proizvoda i investira u novu opremu.

Ako je tehnologija u kvadrantu ispod ("cash in" – gotovina), tada se mora pažljivo ispitati da li je značaj tehnologije promenljiv i da je stoga njen relativni značaj manji. To vodi do preispitivanja strategije, posebno u pravcu dezinvestiranja u tehnologiju i investiranja u tehnološki značajnije.

Tehnologije u kvadrantu ("drows" – izvlačenja) su takođe pozicionirane osetljivo. To može biti stoga što se menja odnos konkurencije u toj grani, pa preduzeće mora izabrati da li da prati svoju konkurenciju investiranjem u tehnologiju ili izvlačenjem iz određenih proizvoda ili poslova. Tu je posebno važno da se sagleda zašto i kako dolazi do ovih promena.

Tehnologije u četvrtom kvadrantu ("fold" – ograničenje) karakteriše ponovno razmatranje investiranja, jer po inerciji se često i dalje investira iako se ne dobija potreban povraćaj investicija.

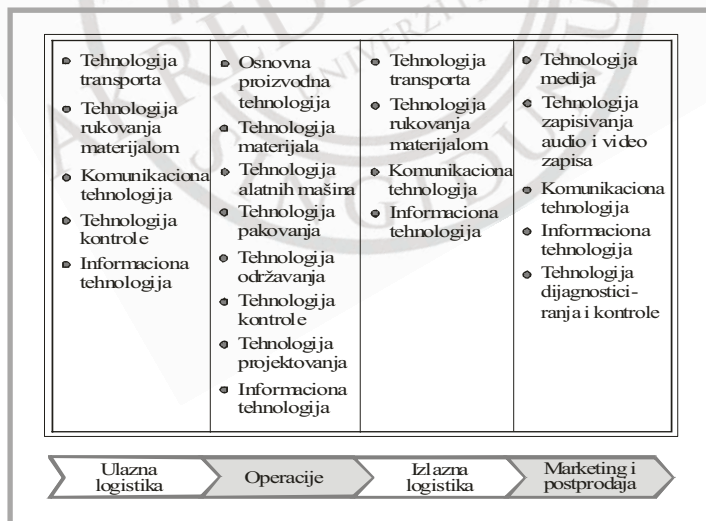
Posle preispitivanja vrši se prekid poslovanja i preraspodela resursa. **Tehnološki i poslovni portfolio** se dobija kada se analizira i atraktivnost poslovanja, konkurentna pozicija preduzeća. Ovaj pristup je razvila kuća MC Kinsey slika 15.13.



Slika 15.13. Odnos tehnološkog i poslovnog portfolio

Time se stvara mogućnost da se nađu odgovori na pitanje prioriteta tehnoloških investicija.

Ako se analizira lanac stvaranja vrednosti sa aspekta primene tehnologija, može se u skladu sa Porter-ovim modelom sačiniti slika primenjenih tehnologija slika 15.14.



Slika 15.14. Reprezentativne tehnologije u lancu vrednosti

Porter je istakao da ove tehnologije mogu izazvati promenu strukture industrije ili diferencijaciju u preduzeću ili promenu konkurentnosti po osnovu troškova, pa se stoga tehnologijama ostvaruje konkurentska prednost.

Zbog toga je potrebno poznavati tok tehnološke evolucije i stalno vršiti tehnološka predviđanja.

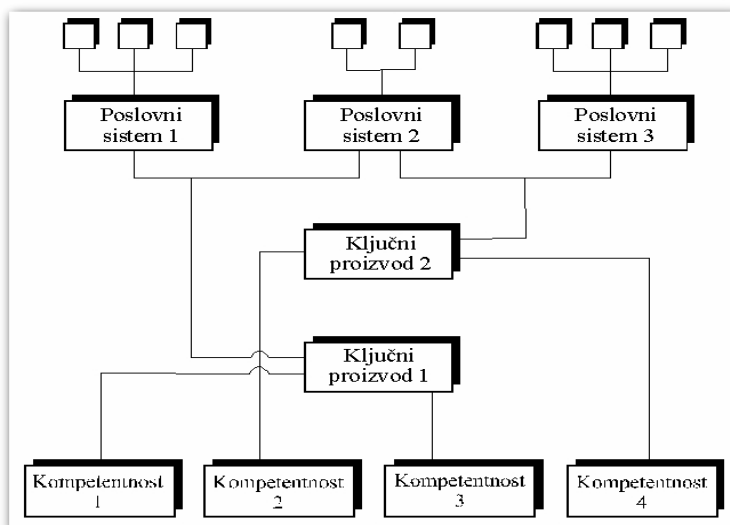
15.3. UTICAJ TEHNOLOGIJE NA NACIONALNU KONKURENTNOST

Nacionalna konkurentnost se ostvaruje jačanjem naučne osnove i kapaciteta istraživanja i razvoja u zemlji. Njihov efekat se ne posmatra samo u smislu ostvarenog nivoa već kao kumulativni efekat. U tom smislu može se tehnološki napredak posmatrati kao proces učenja, i to:

- učenja kroz realizaciju (povećanje efikasnosti proizvodnih operacija),
- učenja kroz korišćenje (povećano korišćenje savremene opreme i složenih sistema),
- učenja kroz saradnju sa isporučiocima i kupcima.

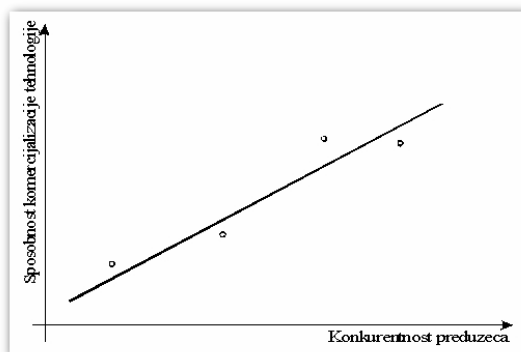
Akumulacija veština, iskustva i tehničkih znanja (know-how) na nivou preduzeća, industrijskih sektora i država zahteva vreme i to je od suštinskog značaja za nacionalnu konkurentnost. Postojeća baza znanja je važna za razvoj novih znanja i sposobnosti, kao i novih procesa i proizvoda. Ovo utiče na apsorpcionu moć države za nove tehnologije.

U sektoru novih tehnologija, primenjena tehnologija i inovativna sposobnost su ključni aspekti organizacionog znanja i preduzeću daju distinktivne sposobnosti i konkurentnu prednost slika 15.15.



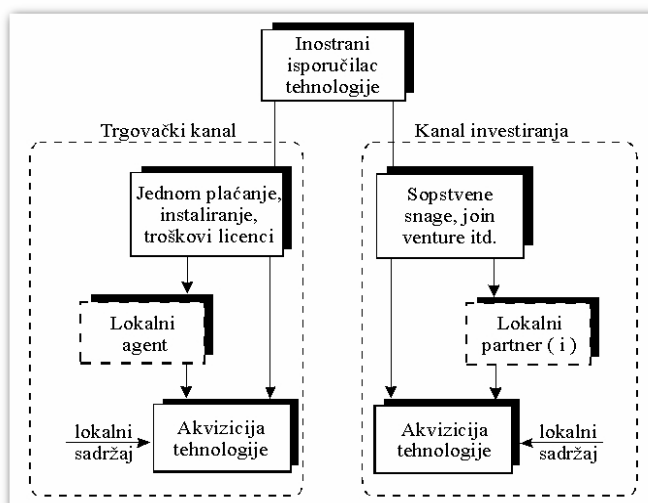
Slika 15.15. Kompetentnosti kao uzrok konkurentnosti

Ove sposobnosti treba kombinovati sa sposobnošću da se komercijalizuje tehnologija. Pri tome je potrebno obezbediti efektivne interaktivne i odgovarajuće veze između marketinga, R&D i inženjerskog dizajna. Istraživanja su pokazala da postoji jaka korelacija između konkurentnosti preduzeća i njegove sposobnosti da komercijalizuje tehnologiju slika 15.16.



Slika 15.16. Zavisnost konkurentnosti preduzeća i sposobnost komercijalizacije tehnologije

Evropska komisija (1994) je definisala konkurentnost kao: "izražen kapacitet preduzeća, industrijskih regiona, nacija ili super nacionalnih asocijacija i kao takav zadržan, da bi se obezbedila međunarodna konkurentnost, da bi se obezbedilo relativno visoki povraćaj faktora proizvodnje i relativno visoki nivoi zaposlenosti na održivoj osnovi".



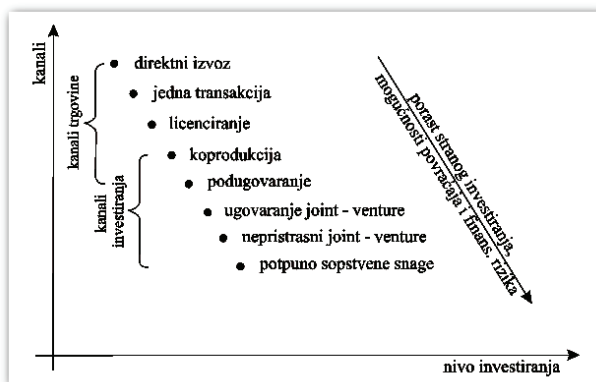
Slika 15.17. Kanali transfera tehnologije do preduzeća

U obe definicije konkurentnost se posmatrala kao sposobnost da se ostvari dinamički uspeh u vidu viših stopa rasta. U gornjim definicijama jasno se uočavaju dva

aspekta: konkurentnost entiteta (preduzeća, nacija, itd.), politika države i infrastruktura koja podržava tehnološki razvoj.

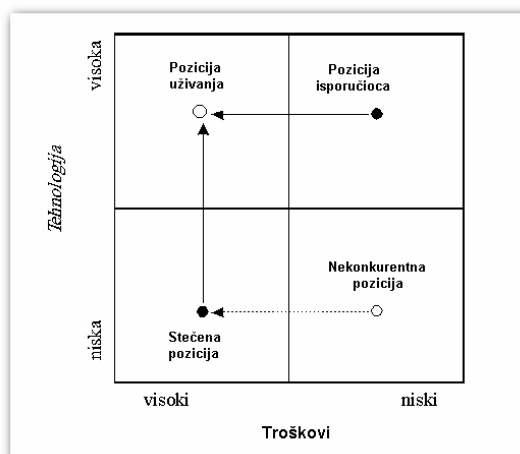
Kod transfera tehnologije iz inostranstva postoje dve mogućnosti, slika 15.18. Koju će preduzeće izabrati, zavisi od lokalnih uslova i postojećeg tehnološkog nivoa.

U transferu tehnologije postaje različiti tipovi, slika 15.18., počev od direktnog izvoza (trgovački kanal), sopstvenog investiranja (kanal investiranja).



Slika 15.18. Zavisnost kanala od nivoa investiranja pri transferu tehnologija

Ako se posmatra odnos nivoa tehnologija i troškova i pozicionira preduzeće u odnosu na njih, iz oblasti nekonkurentnosti donji desni kvadrat na slici 15.19., do pozicije sa visokom tehnologijom i niskim troškovima može se doći podizanjem sopstvene tehnologije (put naviše u preduzeću) i delovanje na isporučioce (put nalevo).



Slika 15.19. Povećanje jačine konkurentnosti korišćenjem komplementarnih prednosti na osnovu odnosa nivoa tehnologija i troškova

U strategiji tehnološkog razvoja naše zemlje izdvojeni su sledeći strategijski pravci:

1. Realizacija primarnih ciljeva:
 - Dostizanje veoma zadovoljavajuće međunarodne konkurentnosti proizvoda i usluga i samog privrednog tkiva naše zemlje;
 - Razvoj privredne strukture koja će se, sa najmanjim mogućim troškovima i naporima, integrisati sa privredom Evropske unije pri pristupanju naše zemlje ovoj zajednici;
 - Razvoj privrede ka rastućem učešću znanja kao osnovnog resursa i postepena izgradnja ekonomije i društva zasnovanih na znanju.
2. Realizacija izvedenih ciljeva:
 - Rast zaposlenosti radno sposobnog stanovništva i korisnih kapaciteta;
 - Rast društvenog proizvoda.

15.4. OCENA INOVATIVNIH SPOSOBNOSTI

Primarnu odgovornost za menadžment inovacionim procesima ima top menadžment koji mora da donese teške odluke, kako zbog složenosti procesa inovacija i njegovog menadžmenta, tako i angažovanja potrebnih resursa (ljudski, finansijski, oprema, vreme, informacije, itd.). Dobar menadžer ove odluke donosi proaktivno, na osnovu **ocene inovativnih sposobnosti** preduzeća. Ova ocena se dobija odgovorom na najmanje sledeća ključna pitanja:

- Kako preduzeće ostvaruje inovativnost u posmatranoj oblasti (proizvoda, usluga, proizvodnje, isporuke)?
- Koliko su usaglašene postojeće poslovne i korporativne strategije i inovativna sposobnost preduzeća?
- Koje su potrebe u preduzeću u pogledu inovativnih sposobnosti koje podržavaju dugoročne poslovne i korporativne konkurentne strategije?

Kako inovacije zavise ne samo od nivoa tehnologije, već i proizvodnje, marketinga, prodaje, distribucije i ljudskih resursa, strategija tehnologije treba da se tako oblikuje da se njenom primenom ostvare superiorne performanse proizvoda.

Inovativne sposobnosti se mogu definisati kao *"napredan skup karakteristika organizacije kojima se podržavaju inovativne strategije"*. Inovativne sposobnosti postoje na nivou:

- poslovnih jedinica,
- korporacije.

Ocena inovativnih svojstava poslovnih jedinica dobija se na osnovu:

- vremena za dolazak na tržište,
- tehnološkog liderstva ili praćenja,
- opsega inovativnosti,
- stope inovativnosti.

Na inovativne strategije poslovnih jedinica utiču pet kategorija promenljivih:

- raspoloživi resursi za inovativne aktivnosti,
- sposobnost razumevanja konkurentnih strategija u pogledu inovativnosti,

- sposobnost razumevanja tehnološkog razvoja relevantnog na poslovnu jedinicu,
- strukturalni i kulturni kontekst poslovnih jedinica izazvan internim preduzetničkim ponašanjem,
- kapacitet stratejskog menadžmenta da sarađuje sa internim preduzetničkim inicijativama.

Okvir za ocenu inovativnih sposobnosti na nivou poslovne jedinice dobija se na osnovu sledeće analize:

Raspoloživost i alokacija resursa:

- nivo R&D fondova i njegova evolucija,
- širina i dubina znanja potrebnih za R&D,
- različite kompetencije u oblasti tehnologije od uticaja na poslovne jedinice,
- alokacija R&D na: kombinaciju postojećih proizvoda / tržišta, razvoj novih proizvoda za postojeće kategorije proizvoda, razvoj novih kategorija proizvoda.

Razumevanje inovativne strategije konkurencije i industrijske evolucije:

- raspoloživi inteligentni sistemi i podaci,
- kapacitet da se identifikuje, analizira i predviđi industrijska evolucija,
- kapacitet da se identifikuje, analizira i predviđi inovativna strategija konkurenata,
- kapacitet da se anticipiraju eksterne snage relevantne za inovativne strategije poslovnih jedinica.

Razmatranje tehnološkog okruženja poslovnih jedinica:

- kapacitet za tehnološko predviđanje relevantno za tehnologije poslovnih jedinica,
- kapacitet za ocenu tehnologija relevantnih za poslovne jedinice,
- kapacitet da se identifikuju tehnološke mogućnosti poslovnih jedinica.

Strukturalni i kulturni kontekst poslovnih jedinica:

- mehanizmi za menadžment R&D naporima,
- mehanizmi za transfer tehnologija od istraživanja do razvoja,
- mehanizmi za integraciju različitih procesa (R&D, marketing, inženjering, itd.),
- mehanizmi za finansiranje neplaniranih projekata novih proizvoda,
- mehanizmi za izdvajanje novih ideja zaposlenih,
- sistemi vrednovanja i nagrađivanja za preduzetničko ponašanje,
- dominantne vrednosti i definicija uspeha.

Kapacitet strategijskog menadžmenta da sarađuje sa internim preduzetničkim inicijativama:

- kapacitet menadžmenta poslovnih jedinica da definiše razvojnu strategiju,
- kapacitet menadžmenta da oceni strategijski značaj preduzetničkih inicijativa,
- kapacitet menadžmenta da oceni uticaj preduzetničkih inicijativa na ključne sposobnosti poslovnih jedinica,
- kapacitet menadžmenta da vodi i terminira šampione (lidere) proizvoda,
- kvalitet i raspoloživost šampiona proizvoda u poslovnoj jedinici.

Na nivou korporacije, ocena inovativnih sposobnosti se ogleda u:

- opsegu i stopi razvoja novih proizvoda koji su dobijeni na osnovu kombinacije inovativnih sposobnosti postojećih poslovnih jedinica,
- opseg i stopa rasta novih poslova na osnovu korporativnog R&D i razvoja tehnologija,
- potrebnom vremenu za prethodne dve kategorije inovativnih delatnosti.

Na osnovu kritičnih svojstava, može se sačiniti okvir za ocenu inovativnih sposobnosti korporacije, slično onom na nivou poslovnih jedinica.

Ocenu inovativnih sposobnosti mogu vršiti interni i/ili eksterni eksperti. Prvi bolje poznaju lokalni ambijent, a drugi su manje pristrasni. U svakom slučaju, konačnu ocenu na bazi ekspertskih mišljenja i informacija, donosi top menadžment.

15.5. KREIRANJE GLOBALNE STRATEGIJE

Tehnoglobalizam naglašava potrebu koncentracija tehnoloških sposobnosti na globalnom planu među različitim akterima, institucijama, regionima i teritorijama. Tehnološko jačanje se ostvaruje putem:

- **horizontalnog** umrežavanja,
- **vertikalnog** povezivanja, i
- saradnjom u domenu **istraživanja i razvoja**.

Firme stupaju u odnose međusobne kolaboracije po bilo kojoj od gore navedenih mogućnosti bez obzira na geografsku poziciju i državnu pripadnost.

Tehnonacionalizam predstavlja tumačenje tehnološkog razvoja kao obojenog nacionalnom pripadnošću, teritorijalnom, regionalnom pripadnošću, ekonomskim položajem zemlje i njenim političkim i društvenom uređenjem. Tehnološka globalizacija se vidi u sledećim pravcima:

- internacionalna eksploatacija nacionalnih tehnoloških sposobnosti,
- kolaboracija među državnim i privatnim institucijama i organizacijama u pravcu razmene i razvoja njihovih znanja ("know-how"),
- generisanje inovacija u više od jedne zemlje što se odnosi uglavnom na aktivnosti multinacionalnih korporacija.

Tehnoglobalizacija i tehnonacionalizam se **uzajamno ne isključuju**, već se radi o dve simultane pojave, međusobno veoma povezane i isprepletane, koje odražavaju karakter i suštinu savremenih tehnoloških promena.

Ključni koraci u formiranju totalne globalne strategije podrazumevaju:

- **razvijanje osnovne, bazične strategije** (osnovna strategija se donosi prvenstveno polazeći od nacionalnih uslova poslovanja),
- **internacionalizovanje poslovanja** (napori da se osnovna strategija okrene aktivnostima van granica sopstvene zemlje)
- **globalizovanje strateškog upravljanja** (integrisanje strategije u različitim zemljama, konsolidovanje integralne strategije konkurentnosti u svetskim razmerama).

Internacionalizacija poslovanja podrazumeva napore da se osnovna strategija okrene aktivnostima **van granica sopstvene zemlje**, što znači ekspanziju aktivnosti i dodatno **prilagođavanje osnovne strategije**. Kompanije bi morale da savladaju osnove međunarodnog poslovanja da bi krenule u ostvarivanje narednog koraka, globalizacije.

Globalizacija znači unošenje nove dimenzije u međunarodnu strategiju firme, a to je **integrisanje strategije u različitim zemljama**, konsolidovanje integralne strategije konkurentnosti u svetskim razmerama.

Globalna strategija kao karakteristika globalizacije firmi oslanja se na tri ključne dimenzije:

- **podsticaji**, podstrekači globalizacije,
- **poluge** globalne strategije,
- **evaluacija organizacionih faktora globalizacije** u konkretnoj firmi.

Podsticaji, podstrekači globalizacije privrede predstavljaju odgovarajuće uslove i karakteristike određene delatnosti, pripadnog sektora ili grane, koji u većem ili manjem stepenu podstiču procese globalizacije. Misli se na specifične karakteristike sektora, grane ili delatnosti vezane za:

- **tržišta**,
- **troškove**,
- **ekonomsku politiku** države/vlade, i
- **konkurentnost**.

Karakteristike grane predstavljaju objektivno date uslove privređivanja koje kompanije treba da snime i ocene kako bi odredile stepen i hitnost globalizacije sopstvenog poslovanja.

Globalizacija poslovanja se postiže "polugama" ili "merama i sredstvima" globalne strategije, a najznačajnije opšte mere su:

- **učešće** na globalnom svetskom **tržištu**,
- **razvoj** globalnih **proizvoda**,
- globalno **lociranje**, geografsko raspoređivanje aktivnosti u međunarodnim okvirima,
- globalni **marketing**, i
- globalna **konkurentna strategija**.

Ključni organizacioni i menadžment faktori koji određuju sposobnost firme da primeni globalnu strategiju su:

- **organizaciona struktura**, obuhvata uspostavljene odnose u firmi,
- **upravljački**, menadžment **proces**i,
- **zaposleni**,
- **tehnologija**,
- **ključne kompetentnosti firme**,
- **kultura** koja se odnosi na vrednosti i pravila koja određuju ponašanje u kompaniji.

Organizacioni faktori značajno opredeljuju efektivnost globalne strategije firme u datim uslovima potencijalnih mogućnosti globalizacije pripadne grane.

Uspešna primena strategije globalizacije dovodi do odgovarajućih prednosti:

- **redukcije troškova** (usled prednosti ekonomije obima, nižih troškova proizvodnih faktora, fokusirane proizvodnje, veće fleksibilnosti i bolje pregovaračke pozicije u odnosu na snabdevače),
- **poboljšanja kvaliteta proizvoda** i programa (posledica koncentrisanja oko manjeg asortimana),
- **povećanog interesovanja kupaca** (posledica globalizacije), i
- **jačanja konkurentnosti**.

Osnovni nedostaci globalne strategije vide se:

- u **povećavanju troškova menadžmenta**,
- u **opasnostima od standardizacije** proizvoda,
- **koncentracija aktivnosti** može da **udalji** odabrani **program** od istinskih **želja kupaca**,
- **prisutni** su veći **rizici vezani za devizni kurs** i određene troškove i prihode u različitim zemljama,
- **uniformni marketing** može da **umanji stepen prilagođenosti** lokalnom tržišnom ambijentu, i
- **integrisanje konkurentskih poteza** može da **ugrozi prihode**.

Strateška pozicija i snaga firme se sagledavaju:

- kroz odnos firme i njenog konkurentskog okruženja sa kojim se ona nalazi u **suparničkom odnosu**, i
- kroz odnose i veze firme sa njenim **"komplementarnim-saradničkim"** okruženjem.

Na osnovu empirijskih istraživanja utvrđeni su dominantni kooperativni profili:

- **izolovane kompanije** (veoma slabo ili nikako povezane sa drugim firmama, horizontalno i vertikalno),
- **fokusirane kompanije** (imaju razvijene veze samo u jednom pravcu, najmanje sa dva snabdevača),
- **široki kooperativni profil** (aktivno rade sa više partnera, barem 2 saradnika, dominiraju odnosi sa snabdevačima i kupcima), i
- **veoma širok kooperativni profil** (koje imaju istovremeno barem pet značajnih kontakata kooperacije sa snabdevačima, kupcima i paralelno).

Kooperativni profil je značajna dimenzija korporativnog identiteta i dovodi se u vezu sa pozicijom kompanije u okviru mreža. Jedna moguća klasifikacija formi kooperacije se odnosi na razlikovanje **formalizovanih** od **neformalizovanih** oblika.

Tehnološka saradnja varira i s obzirom na ostvareni sadržaj, i može da bude u domenima **horizontalnog i vertikalnog transfera** tehnologije (npr. međusobna razmena tehnoloških informacija, zajednički testovi i probe, specijalni projekti, transferi putem licenci itd.)

Strateške tehnološke alijanse i mreže

Strateške tehnološke alijanse označavaju takav oblik tehnološke kooperacije i ugovorenu saradnju među firmama koja podrazumeva zajedničke R&D

napore i/ili inovativne aktivnosti za koje se pretpostavlja da će uticati dugoročno na tržište roba i poziciju barem jednog od partnera.

Tu se uglavnom misli na zajednička ulaganja sa zajedničkim R&D, R&D korporacije, zajednički R&D projekti, istraživački ugovori itd. Ovakvi oblici tehnološke saradnje još se i nazivaju "**višim**" oblicima transfera tehnologije koji se najčešće odvijaju između partnera približnih nivoa tehnološke razvijenosti. Svi ostali ugovori o transferu tehnologije javljaju se kao **niži** oblici: kupovina licenci, kupovina opreme, i sl. i podrazumeva se izostanak značajnije aktivnosti R&D što ukazuje na neravnopravnost i nejednak status davalaca i primalaca tehnologije. Suštinska internacionalizacija R&D je u velikoj meri ograničena na razvijene privrede.

Konkurentsko okruženje predstavlja situaciju u kojoj se organizacija nalazi u svom specifičnom konkurentskom ambijentu (određenoj grani, delatnosti). U analizi konkurentskog okruženja polazi se od kombinovanih snaga okruženja koje su od posebnog značaja za strategiju firme a vezuju se za konkurente, kupce, i snabdevače. Model "pet konkurentskih sila" ili Porterov model obuhvata sledeće faktore:

- opasnosti od novih firmi-konkurenata,
- opasnosti od novih proizvoda-usluga,
- pregovaračke snage snabdevača,
- pregovaračke snage kupaca,
- rivalitet među postojećim firmama.

Ove sile deluju združeno i opredeljuju prirodu i veličinu konkurencije oblikujući time strategije firme u konkretnom konkurentskom okruženju.

Uporedni pregled tradicionalnih i partnerskih modela

U Japanu jača novi pristup koji odnos snabdevača i kupaca vidi kao **priliku za kooperaciju**, a ne kao suprotstavljene strane u večitoj borbi za premoć. Američke firme tradicionalno smeštaju snabdevače u ulogu **suprotstavljene snage** koju treba pregovarački nadjačati i kojoj ne treba poklanjati poverenje. Japanci prihvataju snabdevače uvek kao potencijalne saveznike i saradnike u ostvarivanju sistema iz koga oni uzajamno izvlače korist i pokazuju jednak interes u postizanju zajedničkog uspeha.

U Japanu se velike kooperativne poslovne mreže nazivaju "**kierecu**" i one u mnogome pojačavaju sposobnost individualnih kompanija članica da konkurišu u odgovarajućim granama. Ova filozofija polako zahvata i zapad.

Dokaz za ispravnost stava o potrebi kooperativnosti i savezništva radi postizanja uspeha i jačanja konkurentskih prednosti nalaze se i primenom **teorije igara** u primeru sa **dva zatvorenika** i dva moguća scenarija: **konkurentski** i **kooperativni** (ukoliko pristanu da svedoče jedan protiv drugog dobiće jednake zatvorske kazne, a ukoliko oboje čute izvući će se neosuđeni).

Učesnici tehnoloških mreža i alijansi

Shvatanje tehnologije kao konkurentske sile ne isključuje, međutim, potrebu da se u cilju jačanja tehnoloških potencijala kao nužnog preduslova konkurentnosti firme udružuju na različite načine ostvarujući tehnološku kooperaciju, alijansu, savezništvo. Lideri korporacija su počeli da spoznaju ono što su lider nacija oduvek znali, da u kompleksni i nesigurni svet sa mnogo opasnih neprijatelja ne treba ulaziti sam. Menadžeri su međutim sporo počeli sa stvaranjem strateških alijansi iz razloga gubljenja dela kontrole – a menadžeri vole totalnu kontrolu.

Mreže i alijanse se grade sa **tri grupe partnera**:

- **drugim konkurentima** (licence, sporazumi o kolaboraciji, partnerstva, zajednička ulaganja itd.),
- **univerzitetima, istraživačkim institucijama, nacionalnim ministarstvima i agencijama** (kao način da se održi snažna veza sa naučnim vrhom i obezbedi pristup visoko kvalifikovanim kadrovima), i
- **klijentima/kupcima** (koji predstavljaju osnovni izvor inovacija).

Karakteristike i forme strateške tehnološke alijanse

Strateška alijansa je sporazum između dve ili više strana o kolaboraciji u specificiranim oblastima. Ono što čini okosnicu i suštinu strateške tehnološke alijanse je **sinergija tehnološke moći** koja se javlja kao efekat kod učesnika, aktera takvog savezništva. Osnovno obeležje strateške tehnološke alijanse je dugoročno jačanje tehnološke konkurentnosti partnera omogućeno kreiranjem istinskog savezništva koje podrazumeva različite oblike i moguća područja povezivanja i zajedničkog rada – kooperacije.

Strateške tehnološke alijanse podrazumevaju **puno poverenje i uvažavanje među partnerima** koji su spremni da dele i ono strateško, najmoćnije oružje koje poseduju: znanja i tehnologije kojima raspolaze.

Strateške tehnološke alijanse označavaju takav oblik tehnološke kooperacije i ugovorenu saradnju među firmama koja podrazumeva zajedničke R&D napore i/ili inovativne aktivnosti za koje se pretpostavlja da će uticati dugoročno na tržište roba i poziciju barem jednog od partnera.

Strateška tehnološka alijansa znači:

- **jačanje tehnoloških kompetentnosti** partnera u relevantnim područjima,
- **ostvarivanje zajedničkih strateških tehnoloških projekata**, i
- **ravnopravnost u realizaciji zajedničkih R&D projekata**.

Jedna moguća klasifikacija formi kooperacije se odnosi na razlikovanje **formalizovanih** od **neformalizovanih** oblika. Tehnološka saradnja varira i sa obzirom na ostvareni sadržaj, i može da bude u domenima **horizontalnog i vertikalnog transfera** tehnologije sve do kupovine novog preduzeća (npr. međusobna razmena tehnoloških informacija, zajednički testovi i probe, specijalni tehnološki projekti, zajedničke razvojne aktivnosti, transfer putem licenci).

Istinski tehnološki transparentne alijanse podrazumevaju potpuno slobodno raspolaganje akumuliranim znanjem svih sastavnih jedinica alijanse kao osnove na kojoj se gradi komparativna prednost i ostvaruje synergija. Transparentnost alijanse se definiše kroz **postojanje kanala i puteva komunikacije** unutar alijanse kao i **sposobnost usvajanja novih znanja i otvorenosti ka učenju**.

Transparentnost strateške alijanse

Faktori koji utiču na transparentnost alijanse se mogu grupisati kao:

- **Formalne karakteristike alijanse** obuhvataju "**tvrde**" karakteristike njene strukture, strukture zadataka, vremenskih ograničenja, upravljanja itd. To su karakteristike koje se ugovornim klauzulama preciziraju i koje treba da pruže okvire i dobru osnovu za ostvarenje suštinske tehnološke transparentnosti. Formalna konfiguracija alijanse je potreban, ali ne i dovoljan uslov za ispunjenje

postavljenih ciljeva tehnološke sinergije i ciljeva ostvarenja "kritične mase" potencijala alijanse koji donose prednosti alijansama.

- **Neformalne karakteristike alijansa** sadržane su u odlikama receptorske sposobnosti alijanse kao karakteristike razvijene organizacione strukture i "**mekih**" dimenzija organizacije sačinjavaju one ključne sadržaje bez kojih se ne može ostvariti potencijal rasta zasnovan na sinergiji sastavnih jedinica alijanse. Transparentnost se ostvaruje sposobnošću apsorbovanja znanja, učenja u svim delovima alijanse, a uloga "mekih" komponenti je posebno izražena.

Značajne su i karakteristike samih organizacija koje ulaze u sastav alijanse. One se mogu grupisati kao:

- **sposobnosti i resursi** (struktura, strategija, sistemi),
- **otvorenost ka učenju** (veštine, zajedničke vrednosti, kadrovi, menadžment stil, organizaciona kultura).

Alijansa podseća na brak. Može da i ne postoji formalni ugovor. Nema prodaje i kupovine imovine. Postoji malo, ili nimalo, rigidnih obavezujućih zahteva. To je labav, promenljiv tip odnosa. Postoje smernice i očekivanja, ali niko ne očekuje precizan, merljiv doprinos od inicijalnog povezivanja. Oba partnera stupajući u alijansu nose uverenje da će biti jači zajedno nego što bi bilo koji od njih bio sam.

Alijanse imaju svoje prednosti i nedostatke. **Prednosti alijanse su:**

1. tehnološke:

- pristup najnovijim tehnologijama saveznika (tehničkim informacijama, specifikaciji konstrukcije i proizvoda, rezultatima R&D, razvijenom softveru),
- zajednički troškovi R&D i konstrukcije,
- sposobnosti da se koriste specijalne mogućnosti testiranja,
- zajednički potencijali za R&D projekte;

2. marketing i prodaja:

- pristup novim tržištima,
- prednosti od reputacije partnera,
- zajednički troškovi promocije,
- korišćenje partnerove uspostavljene distributivne mreže, post-prodajne usluge servisiranja,
- dogovori oko cena i izbegavanje rata cena,
- korišćenje poznatih zaštitnih znakova i naziva;

3. proizvodnja:

- informacije o novim proizvodima i procesima,
- pristup partnerovim proizvodnim resursima,
- jeftinije komponente/podsklopovi,
- pristup montažnim linijama proizvoda,
- mogućnosti licencne proizvodnje,
- prihodi od prodaje proizvodne licence;

4. finansije:

- prilike u raspodeli prihoda,
- atraktivni izvori finansijskih sredstava za zajedničko ulaganje,
- prilike za poboljšanje tokova gotovine,
- smanjena zavisnost od promena kursa.

5. upravljačke:

- korišćenje individualnog i zajedničkog iskustva,

- razmena zaposlenih,
- zajednički napor i u obuci zaposlenih i programima unapređenja menadžmenta,
- zastupljenost i predstavljanje na geografskim područjima gde bi plaćanje sopstvenih ljudi bilo preskupo.

Nedostaci alijansi su:

1. **tehnološke:** odavanje informacija, moguće zloupotrebe informacija od strane partnera, opasnost od "curenja" informacija trećoj strani;
2. **marketing i prodaja:** davanje partneru pristupa na sopstveno tržište, ograničenja u pogledu obima i stepena penetracije tržišta, pritisci na sopstvenu distributivnu mrežu da bi opslužila potrebe partnera, gubitak kontrole nad sopstvenim zaštitnim znakovima, ograničenja u strategiji promocije;
3. **proizvodnja:** zavisnost od partnera u ponudi, ograničenost u pogledu angažovanja drugih snabdevača, problemi sa kvalitetom;
4. **finansije:** izvestan gubitak finansijskih sloboda, ograničenost investiranja;
5. **upravljačke:** ozbiljne teškoće u vođenju zajedničkih poduhvata, izrazita potreba za uspostavljanjem posebnih mehanizama koordinacije, ograničenja u pogledu razvijanja sopstvenih programa.

Multi-tehnološka korporacija je ona koja **obavlja delatnost sa barem tri različite tehnologije**. Multi-tehnološka osnova jednog preduzeća blisko se vezuje za tehnološku diverzifikovanost koja u poslednje vreme kao koncept privlači pažnju brojnih istraživača. Tehnološka diverzifikovanost se grubo definiše kao širenje tehnoloških sposobnosti preduzeća u novim tehnološkim područjima. U tom smislu, tehnološka diverzifikovanost znači širenje obima tehnološke baze preduzeća. Tehnološka diverzifikovanost se može prepoznati na primerima japanskih i švedskih preduzeća.



Poglavlje 16

TRANSFER TEHNOLOGIJE

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Pojmovno odredite transfer tehnologije.
- Shvatite tehnologija kao faktor ekonomskog rasta.
- Razumete načine obezbeđenja tehnologija i mogućnosti države za transfer tehnologije.
- Objasnite vrste i oblike transfera tehnologije.
- Razumete i planirate finansiranje tehnologije.



16.1. OSNOVNI POJMOVI O TRANSFERU TEHNOLOGIJE

Tehnološki razvoj jeste jedan od najvažnijih faktora savremenog razvoja. Da bi transfer tehnologije bio uspešan i da bi se ostvarili planirani razvojni ciljevi neophodan je odgovarajući nivo razvijenosti istraživačko-razvojne osnove. U tom smislu, u ovom radu proučavaju se pokazatelji razvijenosti naučno istraživačkog rada i izvršeno je njihovo poređenje sa odgovarajućim pokazateljima razvijenih evropskih zemalja [1,3, 5,21,23].

U savremenim uslovima privređivanja tehnološki razvoj postao je osnova razvoja privrednih subjekata i ljudske zajednice u celini. Tehnološki razvoj rezultira u stvaranju novih ili poboljšanju postojećih proizvoda, usluga i procesa. Cilj i svrha tehnološkog razvoja jeste da omogući brže, potpunije i kvalitetnije zadovoljenje ljudskih potreba.

Mada na proces privrednog razvoja utiču i mnogi drugi faktori, empirijska istraživanja pokazala su da između 40% i 90% privrednog razvoja nastaje kao posledica tehnoloških promena. Izbor načina i metoda ostvarivanja ciljeva tehnološkog razvoja jeste pitanje stratezijskog opredeljenja preduzeća.

Transfer tehnologije je proces prenošenja tehnologija iz određenog prostora i vremena u drugi manje razvijeni prostor u kasnijem vremenskom periodu. U ovoj definiciji transfera naglasak je na procesu koji zahteva određeno vreme i prostor u smislu geografskog prostora ili nove lokacije na kojoj se treba primeniti nova tehnologija.

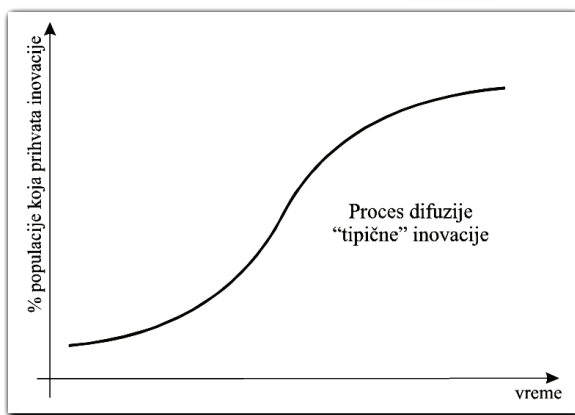
Transfer tehnologija pretpostavlja:

- *sposobnost (države ili preduzeća) da učestvuje u transferu*, što znači da na strani primaoca nove tehnologije postoji razvijen sistem obrazovanja, nauke i istraživanja, kao i odgovarajuće organizacija koja podržava korišćenje i difuziju rezultata istraživanja. Pri tome je važna sposobnost primaoca tehnologije da pravilno izabere nivo tehnologije, da je prilagodi konkretnim proizvodnim uslovima.
- *postojanje "klime" za transfer tehnologije*, što se ogleda u izraženim potrebama preduzeća ili države za tehnološkim napretkom kao uslovom za povećanje konkurentnosti.
- *poznavanje društvenih, ekonomskih, kulturnih i tehničkih uslova na strani primaoca novih tehnologija* i to počev od globalnih uslova pa do sagledavanja svih konkretnih faktora koji utiču na uspešnu primenu novih tehnologija (za svaku tehnologiju posebno uz sagledavanje njihovog međusobnog uticaja).
- *korišćenje postojeće ili razvoj nove metode za ocenu uspešnosti transfera tehnologija*. Transfer tehnologija je proces zato što zahteva određeno vreme koje zavisi od nivoa tehnologije, postojećeg nivoa znanja i primenjenih tehnologija kod primaoca tehnologije i opštih društvenih uslova od kojih zavisi uspeh u primeni

nove tehnologije. U definiciji transfera prostor označava geografski prostor, ali i opseg koji pokriva nova tehnologija.

Pri transferu tehnologije dolazi do otpora na strani primaoca što usporava ovaj proces. Zbog toga je udeo populacije koja prihvata inovacije (nove tehnologije) zavistan od pravilnog osmišljavanja transfera tehnologije i vremena, slika 16.1.

Na početku transfera su i najveći otpori primeni novih tehnologija, pa je njihova difuzija najmanjeg intenziteta. Nakon prevladavanja "dečjih bolesti" i ostvarivanja prvih pozitivnih efekata primene novih tehnologija, ubrzava se proces difuzije, da bi u završnoj fazi došlo do usporavanja ovog procesa difuzije novih tehnologija.



Slika 16.1. Karakteristična kriva difuzije novih tehnologija

16.2. TEHNOLOGIJA KAO FAKTOR EKONOMSKOG RASTA

Tehnologija je jedan od izvora rasta svake ekonomije, kako nacionalne, tako i svetske. U svim modelima privrednog rasta i produktivnosti, tehnologija kao faktor rasta je nezaobilazan [21]. Tako su prema Riggsu, faktori produktivnosti:

- tehnologija,
- ljudski resursi,
- kapital,
- nivo obrazovanja,
- okruženje,
- regulative.

Smatra se da oko 50 procenata dugoročnog rasta nastaje zbog tehnoloških promena koje unapređuju produktivnost i vode ka novim procesima, proizvodima i industrijama (Kim, 1997). Iz tih razloga tehnološki progres je ključni faktor međunarodne konkurentnosti i ekonomskog rasta. Posmatrano sa aspekta ulaza

(kapital, materijal, rad, tehnologija), tehnologija je jedini faktor koji nije fizički ograničen.

Značaj tehnologije se može sagledati i analizom proizvodne funkcije:

$$Y = T \cdot K^a \cdot L^b$$

Diferenciranjem ove jednačine dobija se:

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dT}{T} + a \frac{dK}{K} + b \frac{dL}{L}, \quad \text{gde su :}$$

- dY - porast izlaza (dodatne vrednosti),
- dT - totalni faktor produktivnosti, odnosno tehnološki progres,
- dK - porast kapitala,
- dL - porast rada,
- a, b - koeficijenti ($a + b = 1$)

Ako se uvedu smene:

$$y = \frac{Y}{L} \quad \text{i} \quad k = \frac{K}{L}, \quad \text{dobija se :}$$

$$\frac{dy}{y} = \frac{dT}{t} + a \frac{dk}{k}$$

Funkcija $y = \frac{Y}{L}$ je produktivnost rada. Iz poslednje jednačine se vidi da je

promena produktivnosti određena promenom tehnologije i promenom (porastom) kapitala po jedinici rada. Zbog toga ne čudi težnja za investiranjem kapitala iz stranih izvora (FDI - Foreign Direct Investment).

Promena tehnološke strategije podstiče sve promene. Više puta je rečeno da se tehnologija stalno menja i da inovacije znače promene. To zahteva da preduzeća i države moraju stalno preispitivati postojeće i stvorili nove strategije, kako na nivou preduzeća, tako i država.

Svaki od elemenata nacionalne strategije tehnološkog razvoja zahteva preispitivanje uloge nauke i tehnologije. U većoj ili manjoj meri isti su ugrađeni u strategiju razvoja Srbije.

Primarni ciljevi tehnološke strategije su:

- Dostizanje veoma zadovoljavajuće međunarodne konkurentnosti proizvoda i usluga i samog privrednog tkiva Srbije;
- Razvoj privredne strukture koja će se, sa najmanjim mogućim troškovima i naporima, integrisati sa privredom Evropske unije pri pristupanju Srbije ovoj zajednici;
- Razvoj privrede ka rastućem učešću znanja kao osnovnog resursa i postepena izgradnja ekonomije i društva zasnovanih na znanju.

Izvedeni ciljevi tehnološke strategije su:

- Rast zaposlenosti radno sposobnog stanovništva i upotrebljivost kapaciteta;
- Rast društvenog proizvoda.

Tehnološka strategija preduzeća se menja iz dva razloga:

- od oslanjanja na sopstvene snage do mrežnih izvora,
- od pojedinačnog pristupa do naprednog pristupa.

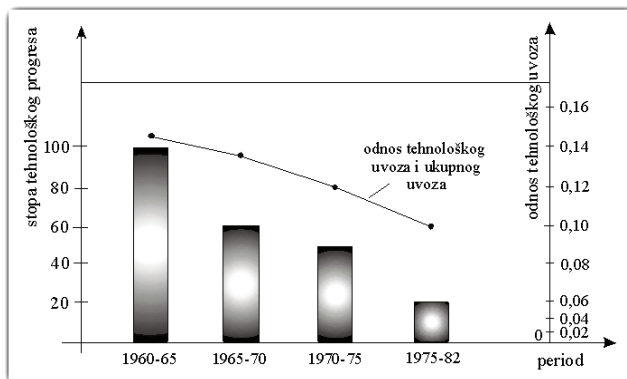
Prvi razlog nastaje zbog ubrzanog razvoja novih tehnologija, inovacione sposobnosti preduzeća nisu dovoljne, već se moraju koristiti svi drugi raspoloživi (mrežni) izvori. U mnogim slučajevima, domaća mreža tehnoloških izvora nije dovoljna, pa se mora koristiti međunarodna mreža.

Drugi razlog se odnosi na tranziciju od pojedinačnog pristupa do šireg pristupa, sa promenom poslovne politike u pogledu cene i razvoja proizvoda. Za uspeh na tržištu nije samo opredeljujuća cena, već su to sada brzina reagovanja na tržištu, kvalitet proizvoda i organizacije.

Slično tome, paradigma razvoja proizvoda je znatno šira i sada obuhvata kompletan lanac snabdevanja i model/standarde poslovanja uključujući i integrisani razvoj proizvoda. U tom smislu, nezaobilazni elementi tehnološke strategije su strategije unapređenja kvaliteta organizacije (saglasno seriji ISO 9000), proizvoda (direktive EU i odgovarajući harmonizovani standardi), menadžmenta zaštite životne sredine (saglasno ISO 14000), menadžmenta bezbednosti i zaštite na radu (saglasno ISO 18000), što se može obuhvatiti integrisanim sistemima menadžmenta (IMS - *Integrated Management System*).

16.3. OBEZBEĐENJE TEHNOLOGIJE

U početnim stadijumima ekonomskog razvoja, uvoz tehnologije je osnovni način obezbeđenja tehnologije [21]. Tako npr. u Japanu je uvoz tehnologije u ranim 60-tim godinama XX veka iznosio 14% ukupnih troškova za tehnologiju, odnosno od zbira domaćih izdvajanja za R&D i uvoz tehnologije. U kasnim 70-tim godinama ovaj udeo je pao na 7% , slika 16.2.

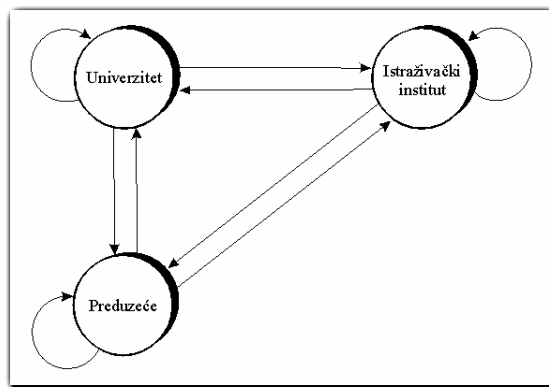


Slika 16.2. Tehnološki progres i uvoz tehnologije u Japanu

Da bi se uspešno dobavila tehnologija, potrebno je da preduzeće već poseduje izvestan nivo tehnoloških sposobnosti. Prvo je potrebno znanje radi identifikovanja tehnoloških solucija, a zatim znanje za njihovu ocenu i poređenje. Ova znanja najčešće nedostaju kod preduzeća u zemljama u razvoju. Zbog toga se vrši transfer tehnologije između različitih tipova entiteta:

- od univerziteta ka univerzitetu,
- od istraživačkog instituta ka istraživačkom institutu,
- od preduzeća ka preduzeću,

- od univerziteta do istraživačkog instituta,
- od istraživačkog instituta do preduzeća,
- od istraživačkog instituta do univerziteta,
- od univerziteta do preduzeća,
- od preduzeća do istraživačkog instituta,
- od preduzeća do univerziteta, slika 16.3.



Slika 16.3. Mogućnosti transfera tehnologije

Ističu se tri osnovna načina razvoja tehnologije: uvoz tehnologije, unapređenje postojeće tehnologije, razvoj nove tehnologije na osnovu osvojena prethodna dva načina.

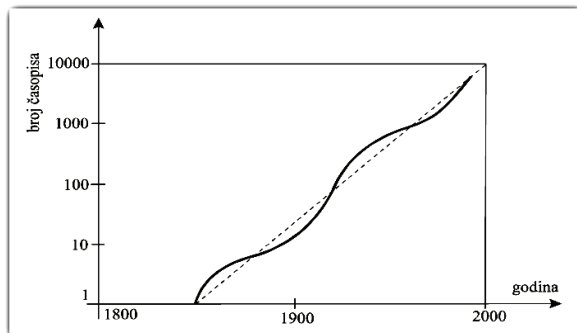
U ranijim periodima razvoja preduzeća dominantan je prvi način. Drugi način razvoja tehnologije karakteriše zrelo preduzeće, a treći način inovativno preduzeće (stalna unapređenja i inovacije).

16.4. MOGUĆNOSTI DRŽAVE ZA TRANSFER TEHNOLOGIJE

Transfer tehnologije podrazumeva da postoje dve strane [21]. Jedna strana (država) je kreator novih tehnologija (najčešće industrijski visoko razvijene države). Druga strana je potencijalni korisnik (preduzeće ili industrijski manje razvijena država). Da bi se uspešno izvršio transfer tehnologije potrebno je da korisnik poseduje odgovarajući nivo koji se izražava: količinom naučne i tehnološke literature, brojem naučnika i tehnologija, politikom države prema nauci i tehnologiji, veličinom istraživačkih i razvojnih kapaciteta korisnika, nivoom znanja u industriji itd.

Količina naučne i tehnološke literature i ubrzani trend rasta istih ukazuje da je u svetu, sa ovog aspekta, sve veća spremnost za transfer tehnologije, slika 16.4. Prema grubim procenama u svetu ima više od 50.000 naučnih i tehničkih časopisa. Godišnja stopa rasta broja časopisa je oko 4%. Međutim, 12 vodećih država izdaje preko 80% svih naučnih i stručnih časopisa, a vodećih šest više od 50%. Ovo ukazuje da je transfer tehnologija između ovih zemalja moguće znatno brže ostvariti.

Za razliku od njih, kod manje razvijenih zemalja iz ovih razloga postoje skromnije mogućnosti za uspešan transfer tehnologija.



Slika 16.4. Porast broja naučnih i stručnih časopisa u svetu

Porast kompleksnosti naučno istraživačkih i razvojnih projekata zahteva ubrzani i timski rad. Rezultat timskog rada je sve veći broj odbranijenih magistarskih i doktorskih teza i sve veći broj autora naučnih i stručnih radova.

Broj naučnika iz oblasti tehnologije i njihovo znanje utiče na nivo razvoja neke države. Da bi se sagledala znanja mora se, u analizi, početi od osnovnog i srednjeg obrazovanja, a u kasnijim fazama izvršiti analiza višeg i visokog obrazovanja i zaposlenosti odgovarajućih profesija i njihovog korpusa znanja.

Potrebni uslovi za transfer tehnologije su tehnološki nivo zemlje, osnovni nacionalni ciljevi i odgovarajuće strategije. Ciljevi se odnose na nivo kvaliteta, cena i/ili troškova. Za svaku vrstu tehnologije, analiza transfera tehnologije vrši se u dva dela i to: analiza opštih uslova za transfer tehnologije, analiza posebnih uslova za transfer tehnologije.

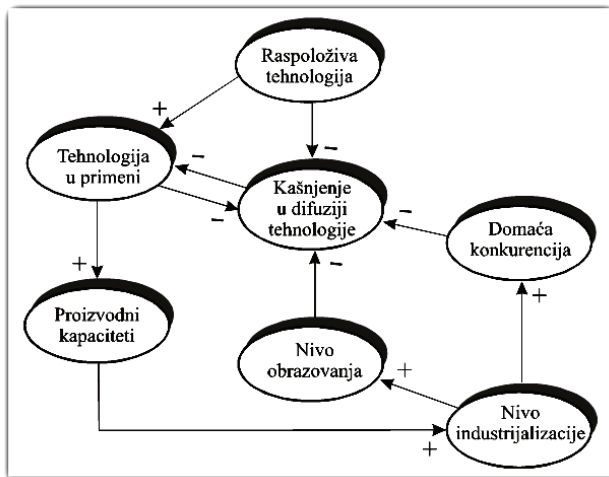
Analiza opštih uslova za transfer tehnologije ukazuje na opravdanost transfera tehnologije. Na osnovu toga se pristupa razvoju strategije koja se može zasnivati na sledećim alternativama: tehnološka nezavisnost ili kooperacija, nacionalni ili regionalni razvoj i njihov međusobni odnos, uvezana ili originalna tehnologija, alokacija sredstava i/ili kadrova u cilju bržeg i uspešnijeg transfera tehnologije.

Sve ovo ukazuje da su osnovni elementi strategije u velikoj meri "oslonjeni" na postojeći obrazovni sistem, upravljačke i rukovodne strukture, tržište roba i radne snage.

Posebni uslovi za transfer tehnologije se odnose na užu ekonomsku ili tehnološku celinu (preduzeće). U industrijski razvijenim zemljama tržište nameće potrebu za "seobom" stručnjaka iz jedne oblasti istraživanja u drugu. Tako npr. zbog smanjivanja ulaganja u kosmička istraživanja, veliki broj stručnjaka je bio primoran da se "seli" u druge oblasti, kao npr. u informatiku, tehnologiju materijala itd., tj. u one oblasti u kojima se javila potreba za angažovanjem stručnjaka visokog stručnog i naučnog nivoa. Pri tome, svaka vrsta tehnologije zahteva specifičan odnos broja i strukture angažovanih kadrova i materijalnih ulaganja, što je funkcija vremena.

Uspešan transfer tehnologije ne može se obaviti bez prethodnog modeliranja i simulacije očekivanih efekata njene primene. Na slici 16.5. prikazan je model difuzije transfera tehnologije na nivou države. Polazi se od raspoložive

tehnologije u primeni, da bi se na izlazu iz modela simuliralo kašnjenje u difuziji tehnologije.

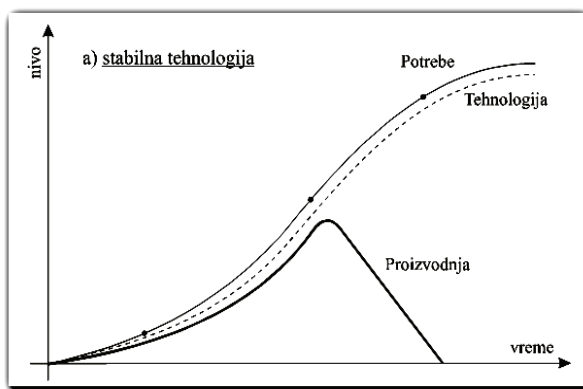


Slika 16.5. Model kašnjenja u difuziji tehnologije

Proces transfera i difuzije tehnologije zavisi od vrste tehnologije. U tom smislu razlikuju se:

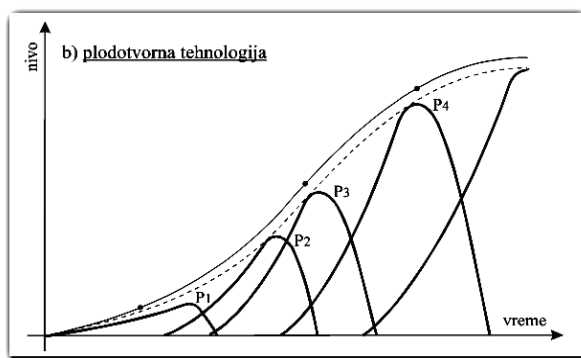
- a - stabilna tehnologija,
- b - plodotvorna tehnologija,
- c - izmenljiva tehnologija.

U prvom slučaju, slika 16.6. razvoj tehnologije prati potrebe korisnika. Pri tome se proizvodnja određenih proizvoda može ugasiti u periodu transfera tehnologije, tj. tehnologija je stabilna a proizvodi koji se pomoću nje izrađuju su kratkog veka.



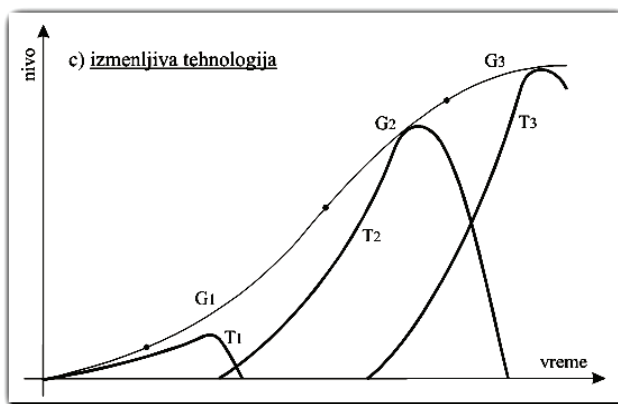
Slika 16.6. Razvoj tehnologije prati potrebe korisnika

U drugom slučaju radi se o plodotvornoj tehnologiji koja inicira stvaranje i gašenje novih proizvoda (P_1 , P_2 , P_3 i P_4), pri čemu je trend krive razvoja tehnologije prikazan kao obvojnica proizvodnje navedenih proizvoda slika 16.7. Drugim rečima, tehnologija inicira stvaranje proizvoda, ali njene mogućnosti su uvek veće od mogućnosti realizacije u proizvodnji.



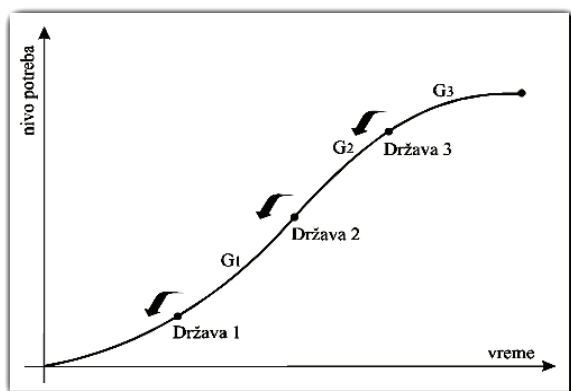
Slika 16.7. Plodotvorna tehnologija koja inicira stvaranje i gašenje novih proizvoda (P_1 , P_2 , P_3 i P_4)

U trećem slučaju radi se o izmenljivim tehnologijama (T_1 , T_2 i T_3) koje se razvijaju u različitim državama (G_1 , G_2 i G_3) u toku vremena, odnosno o transferu tehnologija na internacionalnom planu, slika 16.8. Karakterističan primer za ovo je transfer mikroprocesorske tehnologije od SAD ka Japanu.



Slika 16.8. Izmenljive tehnologije (T_1 , T_2 i T_3) koje se razvijaju u različitim državama (G_1 , G_2 i G_3) u toku vremena.

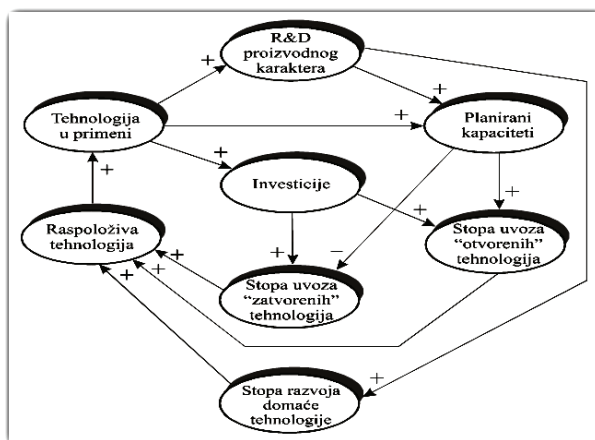
Treći slučaj ukazuje na internacionalizaciju problema transfera tehnologije. Države koje poseduju najrazvijenije tehnologije utrošile su određeno vreme na njihov razvoj i nakon određenog vremena vrše transfer ovih tehnologija ka državama sa nižim nivoima potreba, slika 16.9.



Slika 16.9. Karakteristike transfera tehnologija: nivo potreba u vremenu

16.4.1. Ostale karakteristike transfera tehnologija

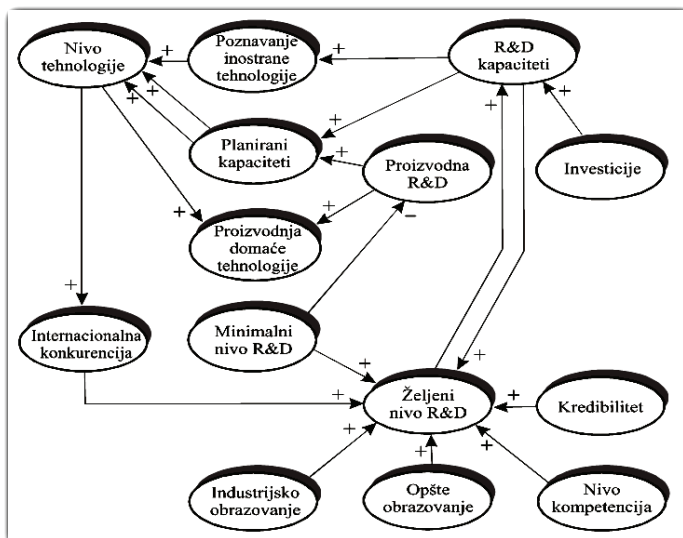
Na slici 16.10. prikazan je model uticaja R&D na stopu razvoja domaće i uvoza i tzv. "zatvorenih" tehnologija.



Slika 16.10. Uticaj R&D na stopu razvoja domaćih i uvoza "zatvorenih" tehnologija

U literaturi se može naći veliki broj istraživanja u kojima su obuhvaćeni različiti aspekti transfera tehnologije. Najveći broj istraživanja i razvoja (R&D) u transferu tehnologije. Pri tome su najuticajnije veličine iznos raspoloživih investicija, kapaciteti i raspoloživa tehnologija.

Unapređenje aktivnosti R&D zavisi od mnogih faktora, prikazanih na slici 16.11. Pri tome se polazi od nivoa tehnologije, R&D kapaciteta, željenog nivoa R&D, investicija i konkurencije.



Slika 16.11. Uticajni faktori na unapređenje aktivnosti R&D

16.5. VRSTE I OBLICI TRANSFERA TEHNOLOGIJE

Opšte je prihvaćeno da se transfer tehnologije deli po svom karakteru na [21]:

- *Vertikalni* bi obuhvatao aktivnosti vezane za naučno-istraživački rad i to od fundamentalnih istraživanja preko primenjenih i razvojnih do inovacija, prve proizvodne primene.
- *Horizontalni* transfer tehnologije znači prenos tehnološkog znanja – opredmećeno ili neopredmećeno na nova područja ljudske delatnosti, a posebno na nove geografske prostore.

Na međunarodnom planu transfer tehnologije predstavlja međunarodni i internacionalni promet znanja neophodnog za razvoj proizvodnje i poslovanja u širem smislu.

Elementi procesa transfera tehnologije mogu da se sažeti kao proces **četiri I**: **i**deja – **i**nvencija – **i**novacija – **i**mitacija.

Postoje tri osnovna tipa (horizontalnog) tehnološkog transfera: direktan transfer – tehnologija koristi u istu svrhu, indirektan transfer – korišćenje tehnologije za novu i drugačiju svrhu i nova primena – tehnologija se primenjuje u izmenjenom obliku, u potpuno novoj oblasti i na drugačije probleme.

Načini transfera mogu da budu: kupovina opreme, kupovina licenci industrijske svojine, kupovina licenci know-how, kooperacija i zajednička ulaganja.

Transfer putem kupovine opreme može da se odvija po principu **ključ u ruke**, koji je nepovoljan zato što primalac ostaje u odnosu zavisnosti prema preduzeću snabdevaču i ima potrebu duže saradnje sa njim. Ovaj oblik ne podstiče razvoj sopstvene R&D aktivnosti primaoca pošto su sva rešenja kupljena gotova i oprema

nabavljena na ovaj način iziskuje prihvatanje i svih ostalih uslova što podrazumeva dodatne troškove.

Radi otklanjanja faktora koji ograničavaju razvoj proizvodnih snaga na bazi uvoza opreme u preduzeće, trebalo bi:

- vršiti selekciju i optimalni izbor opreme imajući u vidu svestrani razvoj proizvodnje;
- kupovati neophodni minimum opreme gde god je to moguće, imajući u vidu neprekidni razvoj sopstvenog IR rada;
- usklađivati i zajednički istupati u pogledu nabavke opreme i snabdevača barem u pripadajućim granama i grupacijama preduzeća;
- pripremiti uslove u preduzećima da se nova oprema prihvati i optimalno eksploatiše i razvijanju IR aktivnosti u pravcu usavršavanja opreme koja se kupuje.

Priprema uslova za uspešnu primenu nove tehnologije treba da se odvija sa čitavim periodom eksploatacije tehnologije. U početku se radi o prvoj primeni, a zatim počinje da deluje faktor učenja kroz iskustvo (pozitivno). Taj faktor učenja koji raste sa iskustvom u radu deluje na područje proizvodnje i na područje taktičke prodaje. **Kriva učenja** predstavlja funkcionalni odnos između mere performansi i iskustva pa se eksplicitno izražava kroz **odnos kumulativnog output-a i troškova po jedinici proizvoda**. Postoje dva spregnuta kola pozitivnog povratnog delovanja učenja na povećanje prihoda: **proizvodne, prodajne efikasnosti** (povećavanje stope po kojoj se menja sklonost kupaca ka novim proizvodima).

Ocena i vrednovanje pojedinih tehnologija ima velikog značaja kod opredeljivanja za pojedini prenos konkretnih tehnologija. Tehnološki indeks nije konačni mehanizam koji bi omogućio automatsko donošenje odluka o optimalnom transferu tehnologija. Ovaj indeks je zamišljen kao **osnova za analizu i potpunije sagledavanje transfera tehnologije** u preduzeću i kao podrška i pomoć u donošenju kvalitetnije odluke o obliku i sadržini transfera tehnologije.

Na bazi ocene stručnjaka moguće je uspostaviti tehnološki indeks za svaku ponuđenu tehnologiju, koji bi omogućio njeno rangiranje u sklopu ponude. Takav indeks ćemo posmatrati kao proizvod od četiri ocenjena parametra: **parametar tehnologije proizvoda, indikator tehnološkog procesa, parametar tržišta i parametar tehnologije procesa transfera**.

Vremenska dimenzija postaje ključni element uspeha, jer biti prvi, pre ostalih, je suština uspeha firme u užurbanom savremenom svetu novih tehnologija. Podređivanje svih funkcija i delova organizacije zahtevima ostvarenja strategije lidera znači i uvažavanje znanja kao kritičnog faktora. To uslovljava potrebu uspostavljanja “**učeeh**” **organizacija**, jer u oštrim, konkurentskim uslovima savremenih međunarodnih tržišta samo oni sa kritičnom masom znanja koje generiše pouzdani i neprekinuti lanac inovacija mogu da računaju da utakmicu neće izgubiti i da će dugoročnije ostati u areni konkurentске borbe.

Uloga tehnologije kao sile prestiža, konkurentnosti i bogatstva privrede i zemalja dovodi do postavljanja dva, na prvi pogled, oprečna zahteva:

- da se neprestano **oživljava preduzetništvo** i preduzetni duh kao odgovor na sve veći intenzitet globalne konkurentnosti, i
- da se **ostvari** sve veći **društveni uticaj** na to kako se **upravlja tehnologijama** i preduzećem i njegovim mestom u postindustrijskom društvu.

Potreba da se **smanji jaz između tehnologije i organizacije** kao opšteg okvira za svrsishodnu primenu tehnologije u korist čoveka u i skladu sa njegovim potrebama i ciljevima, otvara dve mogućnosti:

- **stroga kontrola** i upravljanje svim **polugama nastanka**, razvoja i primene **novih tehnologija** što bi vodilo usporavanju stope tehnoloških promena, i
- **akceleracija** stope organizacionih i društvenih **promena** kao okvira za osmišljenu i korisnu primenu novih tehnologija.



Poglavlje 17

MENADŽMENT INOVACIJAMA

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

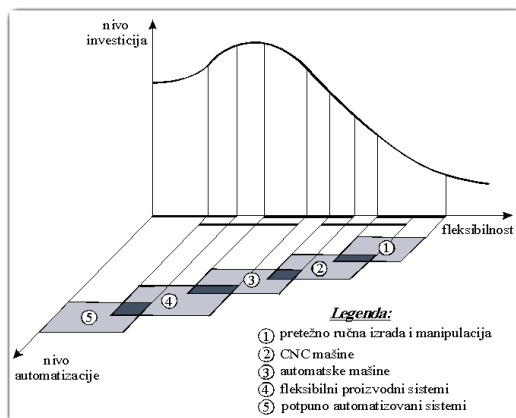
- Razumete menadžment inovacija.
- Pojmovno odredite industrijske inovacije.
- Objasnite tehnološke inovacije.
- Shvatite kriterijume menadžmenta za efektivne inovacije.
- Objasnite organizacione determinante tehnoloških promena.
- Razumete tehnologija kao sistem.
- Shvatite način sticanja profita iz tehnoloških inovacija.



17.1. UVOD U INDUSTRIJSKE INOVACIJE

Kada smo govorili o inovativnoj sposobnosti preduzeća to se odnosilo na veća preduzeća u kojima je kompletan inovacioni lanac, počev od dobro definisanog tržišta, njegovih zahteva, sa tipično malim marginalnim profitom, intenzivnim korišćenjem opreme sa velikim obimom proizvodnje. Konkurencija je većinom u pogledu kvaliteta i cene proizvoda [1,3, 5,21,23]. Smanjenje troškova se obezbeđuje integracijom podataka, procesa i sistema menadžmenta.

Na drugom kraju su mala inovativna preduzeća, koja koriste već razvijene proizvode, dalje ih usavršavaju i plasiraju na tržište.



Slika 17.1 Fleksibilnost opreme i nivo investicija u opremu za novi tip automobila

Procenjuje se da u toku životnog ciklusa proizvoda, stalnim usavršavanjem istog i njegove tehnologije izrade ostvaruje se i do polovine ekonomskog rezultata (profita). Ovo je posebno važno za mala preduzeća, kod kojih i nema više resursa nego za inkrementalne inovacije. Sa druge strane, kod velikih preduzeća inkrementalne inovacije se koriste kod specijalizovanih delova sistema, sa velikim stepenom automatizacije. U tom slučaju inovacije su pre svega u oblasti povećanja fleksibilnosti procesa.

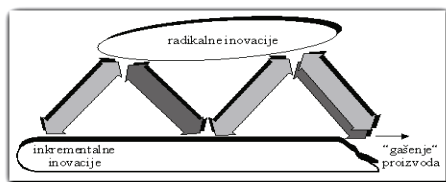
Kada se razmatra spektar inovacija, nezaobilazan aspekt je i značajna inovacija asortimana, što podrazumeva potpunu preorijentaciju na nove vrste proizvoda, pa čak, zamrzavanje ili "gašenje" postojećih proizvoda i procesa. Da bi se smanjili troškovi nabavke i adaptacije opreme, potrebno je da oprema poseduje viši nivo fleksibilnosti. Na slici 17.1. prikazan je potreban nivo investicija u opremu novog tipa automobila u funkciji nivoa automatizacije i fleksibilnosti.

17.1.1. Prelaz od radikalnih do inkrementalnih inovacija

U inovacionom prostoru, karakteristična su dva pola, tj. inkrementalne i radikalne (značajne) inovacije, 18.2. Inkrementalne inovacije su pretežno zastupljene kod velikih sistema i uglavnom se odnose na modifikacije proizvoda i procesa [21]. Kod malih sistema, odnose se na brzo ugrađivanje zahteva kupaca u koncept proizvoda i procesa.



Slika 17.2. Inovacioni prostor preduzeća



Slika 17.3. Inovacioni prostor proizvoda

Inkrementalne inovacije su vezane za širenje varijanti istog proizvoda, a time i zadovoljavanje zahteva većeg broja kupaca (eksterni razlog) i smanjenja troškova i povećanja produktivnosti i fleksibilnosti (interni razlog).

Na drugom polu inovacionog prostora u preduzeću su radikalne inovacije. Kod malih preduzeća one nastaju kao rezultat preduzetničkog duha osnivača, a kod velikih na osnovu ulaganja u kompletan inovacioni prostor proizvoda, posle radikalnih inovacija slede inkrementalne inovacije. Kod velikih preduzeća one su veće po obimu (na većem broju različitih proizvoda), a kod malih preduzeća one su efektivnije jer dolazi do značajnijeg smanjenja troškova i, po tom osnovu konkurentnosti na tržištu proizvoda i usluga.

17.1.2. Menadžment tehnološkim inovacijama

S obzirom na faze rasta i razvoja preduzeća, menjaju se i priroda i ciljevi inovacionih procesa i time pristupi menadžmentu tehnološkim inovacijama. U ranijim fazama rasta naglasak je na karakteristikama proizvoda koji se ne mogu izraziti kvantitativno i njihovo eventualno rangiranje je sa puno nedoumica. U toj fazi značajni su zahtevi standarda i državne regulative, npr. nivo buke, procenta izduvnih gasova, i sl. koji pored ograničenja nude preduzeću da menadžmentom inovacionih procesa dođe do konkurentnih proizvoda.

Drugi stimulans za razvoj inovacionih procesa je zrelost ili zastarelost proizvoda. Analizom tržišta, koje na početku ima karakteristike slabo definisanog sa velikim neizvesnostima, smanjuje se rizik izbora novog koncepta proizvoda i novih tehnologija. Kod preduzeća u fazi zrelosti, rizik u vezi inovacija je manji, ali postoji

problem troškova razvoja jer određene poslovne jedinice nisu specijalizovane za nove proizvode.

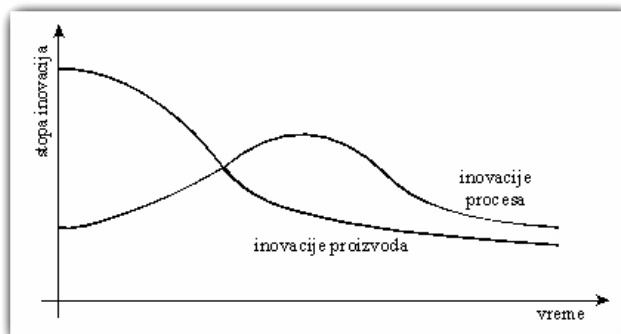
Menadžment inovacijama, posebno u domenu koordinacije i kontrole, menja se sa porastom standardizacije proizvoda i proizvodnih procesa. Karakteristični oblici menadžmenta su formalne grupe za planiranje, vertikalni i horizontalni menadžment, informacijski sistemi, timovi, menadžeri procesa i kontrola menadžmenta.

Kod izrade standardnih proizvoda ne mogu se očekivati veće inovacije, pa se menadžment inovacijama uglavnom kreće ka smanjenju kompleksnosti procesa i razvoju informacionih sistema.

Sa razvojem preduzeća, od faze početka do zrelosti i prestanka rada menja se i organizaciona struktura i stil menadžmenta u pravcu sve veće formalizacije i većeg broja nivoa rukovođenja. Ova opšta zakonitost u oblasti inovacija implicira da u svakoj od faza rasta i razvoja preduzeća postoje različiti oblici inovacionih procesa. Oni su posledica i različitih ograničenja, često i barijera.

Na slici 17.3 prikazana je promena karaktera inovacija u toku životnog ciklusa preduzeća i korespondentne karakteristike za tri karakteristične faze:

- faza: preduzeće koristi na početku svoju visoku fleksibilnost i transparentnost procesa,
- faza: preduzeće je ušlo u zreli fazu sa širokim korišćenjem proizvoda,
- faza: puna zrelost preduzeća sa specijalizacijom procesa i tehnologijom.



Slika 17.3 Karakteristike promena inovacija

Tehnološka evolucija mora biti konzistentna sa menadžment akcijama, što se ostvaruje odgovorom na sledeća pitanja:

- može li preduzeće istovremeno da uvećava varijetet i diversitet linije proizvoda i najveći mogući nivo efikasnosti?
- da li je visoka stopa inovacija proizvoda konzistentna sa naporom za značajno redukovanje troškova kroz ekstenzivnu integraciju unazad?
- da li je politika države u održavanju diversifikovanih tržišta za tehnološki aktivne industrijske grane konzistentna sa politikom traženja visoke stope efektivnih inovacija proizvoda?
- da li su aktivnosti restrukturiranja radnog okruženja tako da rad bude manje monoton kompatibilne sa politikom smanjenja potrebne radne snage?

- Može li država da stimuliše rast produktivnosti jačanjem mladih industrijskih grana da bi se standardizovali njihovi proizvodi, pre nego se realizuje dizajn u dominantnoj grani?

Tabela 17.1. Karakteristike inovacija po fazama

Karakteristike	1. faza	2. faza	3. faza
Naglasak na inovacijama koje stimulišu	funkcionalne performanse proizvoda potrebe i informacije korisnika	varijacija proizvoda mogućnosti proširenjem internih tehničkih sposobnosti	smanjenje troškova pritisak za smanjenje troškova i unapređenje kvaliteta
Dominantni tip inovacije	česte izmene proizvoda	velike izmene procesa zbog povećanja obima	inkrementalne za proizvod i proces, sa kumulativnim unapređenjem produktivnosti i kvaliteta
Linija proizvoda	široko, uključujući dizajne kupca	uključujući najmanje jedan dizajn stabilnog proizvoda sa značajnijim obimom proizvodnje	uglavnom neizdiferencirani standardni proizvodi
Proizvodni procesi	fleksibilni i neefikasni većina izmena se lako ostvaruje	postaju rigidni, sa izmenama u glavnim koracima	efikasni, kapitalno intenzivni i rigidni visoki troškovi izmena
Opreme	opšte namene, zahteva visoko obučene radnike	neki pod procesi automatizovani ("ostrva automatizacije")	specijalna i uglavnom automatska sa ulogom radnika u praćenju i upravljanju
Materijali	ulazi su ograničeni na opšte raspoložive materijale	moгу se obezbediti materijali od nekih dobavljača	specijalni materijali se obezbeđuju direktno ili kroz vertikalnu integraciju
Radionica	mala, u blizini korisnika ili izvora tehnologije	opšta sa specijalizovanim delovima	velika, visoko specifična za određene proizvode
Menadžment	neformalan i preduzetnički	kroz relacije, projekte i grupe	na osnovu strukture, ciljeva i pravila

Svako od ovih pitanja zahteva duboke analize i akcije u pravcu ostvarivanja konzistentnosti i zajedničkih napora svih učesnika.

17.2. KRITERIJUMI MENADŽMENTA ZA EFEKTIVNE INOVACIJE

Visoki tehnološki potencijal preduzeća ne obezbeđuje automatski visoku stopu prihvatanja i profitabilnost, već se moraju razmatrati i konsekvence nove tehnologije na proizvodnju, marketing i distribuciju [21]. Posebno je značajna dinamika tržišta, jer u velikoj meri opredeljuje efektivnost inovacija.

U teoriji i praksi ističu se sledeće determinante uspeha:

- balansiranje starih i novih ograničenja,

- postavljanje inovacija u poslovni kontekst,
- ekonomska ocena poslovnih operacija,
- ocena dinamike tržišta.

Prva determinanta uspeha se iskazuje odgovorom na pitanje: koja su osnovna tehnička ograničenja prethodno korišćenih tehnologija i da li se mogu očekivati olakšice u budućnosti. Pri tome se razmatra mogućnost postojanja stare i nove tehnologije i njihovog modela u realizaciji poslovnih procesa.

Postavljanje inovacija u poslovni kontekst ostvaruje se odgovorom na tri pitanja:

- da li finalni proizvod dobijen novom tehnologijom koristi delimično postojeće komponente?
- da li je inventivni koncept u realizaciji razblažen ili pojačan?
- da li dodatno pojačanje pruža mogućnost za dalje unapređenje?

Prethodne determinante uspeha su se više odnosile na tehnički aspekt.

Nasuprot njima treća se odnosi na mogući profil, odgovorom na tri pitanja:

- koje operacije se zamenjuju ili smanjuju u obimu primenom nove inovacije?
- koje nove poslovne operacije su potrebne za podršku novoj inovaciji?
- u kojoj meri se favorizuje prekid sa praksom u odnosu na moguće buduće prednosti zbog primene inovacije?

Četvrta determinanta uspeha odnosi se na dinamiku tržišta i utvrđuje se odgovorom na sledeća pitanja:

- da li proizvod uključen u novu tehnologiju omogućuje veću efektivnost na tržištu pri opsluživanju krajnjeg korisnika?
- da li se smanjuju troškovi isporuke proizvoda?
- da li latentno povećanje tražnje ili elastičnosti cena određuje karakteristike novih tržišta?

17.3. ORGANIZACIONE DETERMINANTE TEHNOLOŠKIH PROMENA

Teorija organizacije je tehnologiju i tehnološke promene posmatrala kao uticajnu determinantu organizacionih fenomena. Tehnološka evolucija je rezultat uticaja kombinacije tehničkih, ekonomskih, socijalnih, političkih i organizacionih procesa i zbog toga je potreban interdisciplinarni i multidisciplinarni pristup.

Naučni i tehnološki progres su rezultat društvene i organizacione dinamike. Ovaj progres nije strogo racionalan, ali je povezan sa vrednošću (za pojedinca, organizaciju ili društvo, svedeno). Uticaji društvene dinamike se naglašavaju kod tehnoloških promena jer su u osnovu prirode tehnologije (od čoveka za čoveka).

Za razliku od nauke, tehnologija pretežno uključuje više disciplina. Zatim, različita je priroda zadovoljstva u nauci i tehnologiji. Dok je nauka fokusirana na razumevanje fenomena, tehnologija je fokusirana na izvršenje zadataka u datim uslovima. Zbog toga tehnologija mora zadovoljiti multidisciplinarnu performanse i društveno - političke kriterijume.

U razmatranju organizacionih determinantni tehnoloških promena treba osvetliti:

- prirodu tehnološke evolucije,

- ciklični model tehnoloških promena,
- tehnologiju kao sistem u kontekstu ambijenta,
- socijalne aspekte tehnološke evolucije.

17.3.1 Priroda tehnološke evolucije

Istorijat razvoja tehnologije ukazuje na tri aspekta tehnološke evolucije:

- tehnološki progres karakterišu inkrementalne promene sa povremenim diskontinuitetima u razvoju,
- za opstanak i održavanje određenog tehnološkog rešenja odlučujući su ekonomski, socijalni, politički i organizacioni procesi (ambijent),
- za razvoj složenih tehnoloških sistema odlučujući je sociopolitički uticaj (npr. vasijska istraživanja i tehnologije).

Ciklični model tehnoloških promena

Tehnološke izmene mogu se okarakterisati kao sociokulturalni evolutivni proces sastavljen od varijacija, izbora i zadržavanja.

Tehnološki ciklus ima četiri komponente:

- varijacije ili tehnološki diskontinuiteti,
- vrenje ili uzbuđenje,
- izbor ili dominantni dizajn,
- zadržavanje.

17.4. TEHNOLOGIJA KAO SISTEM

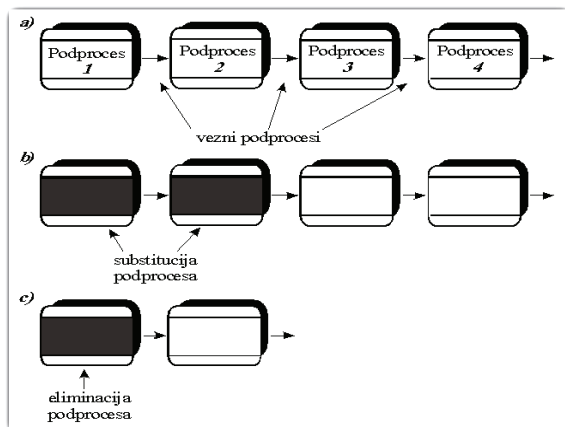
Tehnologija se razvija da bi rešila probleme u odgovarajućem, pojedinačnom kontekstu. Izuzimajući jednostavne proizvode, tehnološki artefakti su sastavljeni iz većeg broja baznih podsistema, koji moraju biti povezani [1,3, 5,21,23]. Tehnološki dizajn uključuje razvoj ovih podsistema i njihovu integraciju.

Ako se tehnologija posmatra kao sistem, bolje se razume tehnološka evolucija kako na nivou podsistema, tako i na nivou analize sistema. Tehnološki ciklus važi za podsisteme i njihovu varijaciju. Razumevanje proizvoda kao tehničkih sistema omogućuje bolje razumevanje uslova pod kojima društveno - politički procesi uzrokuju tehnološki progres. Zato će se posebno razmatrati:

- pojedinačni proizvodi,
- jednostavno montirani sistemi,
- zatvoreni sistemi,
- otvoreni sistemi.

Pri tome se utvrđuje veza i uticaj između tehnološke složenosti i relativnog značaja društveno - političkih faktora na nivo tehnološkog progressa.

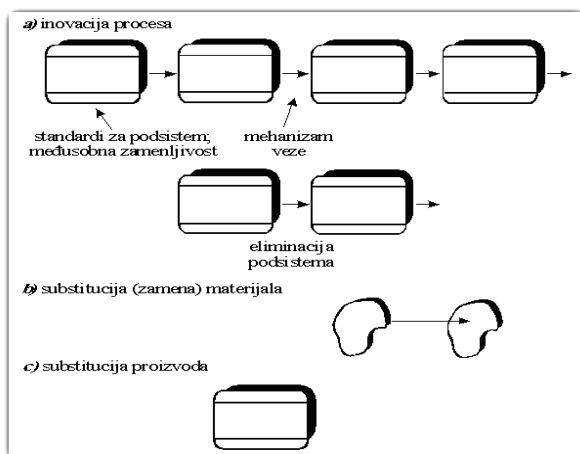
Pojedinačni proizvodi (npr. aluminijum, cement, staklo, zupčanici) nemaju svoje sastavne delove. Njihova tehnološka suština proizilazi iz proizvodnog procesa i sirovina. Dobijaju se kao rezultat niza tehnoloških podprocesa, uključujući i podprocese internog transporta i manipulacije kao vezane podprocese, slika 17.4. Neki od podprocesa se mogu ugradnjom novih tehnoloških rešenja supstituisati (b), a neki eliminisati (c).



Slika 17.4. Izrada pojedinačnih proizvoda

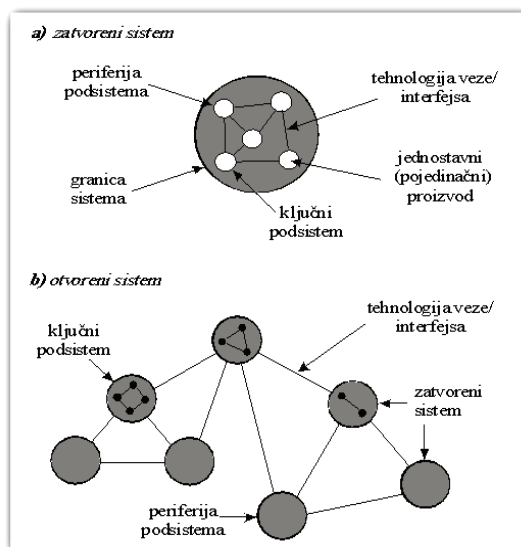
Tehnološki progres može nastati zbog novih materijala ili procesa, na bazi novih tehnoloških rešenja. Mera tehnološkog progressa može biti kvalitet ili efikasnost i efektivnost procesa pre i posle poboljšanja (cena/kom., cena/performance). Supstituciju pod procesa može izazvati kompetitivni dizajn, posebno ako je konkurencija jača.

Kod jednostavnih proizvoda (kao npr. puške, limenke, skije) razlikujemo podsisteme koji su međusobno uslovljeni. Oni definišu proizvod kao i kod jednostavnih proizvoda, i ovi proizvodi se montiraju u određenom tehnološkom ciklusu, slika 17.5.



Slika 17.5. Dobijanje montiranih proizvoda

Najčešći oblik tehnološkog progressa je inovacija procesa, najčešće na osnovu korišćenja standardnih ili međusobno zamenljivih delova. Time se ostvaruje efikasnija proizvodnja i smanjuju troškovi.



Slika 17.6. Struktura složenih sistema

Za razliku od inovacije procesa, izrazit tehnički progres je vezan za supstituciju proizvoda, bilo primenom alternativnih materijala, bilo oblika proizvoda.

Zatvoreni sistemi se sastoje iz komponenti pod sistema ili jednostavnih proizvoda povezanih preko tehnologija veze ili interfejsa.

Svaka komponenta (podsistem) utiče na performanse zatvorenog sistema. Problemi mogu nastati zbog interakcije pod sistema. Tehnološki progres nastaje na nivou komponenti i njihovoj vezi (npr. kod automobila).

Otvoreni sistemi su najkomplikovaniji oblik tehnoloških sistema. Sastavljeni su iz zatvorenih sistema povezanih preko interfejs tehnologija. Pored progressa komponenti (pod sistema) kod otvorenih sistema se naglašava progres u interfejsu.

Iako su otvoreni sistemi znatno složeniji, kroz varijacije sistema i vrenje posle dužeg perioda se dolazi do faze dominantnog dizajna.

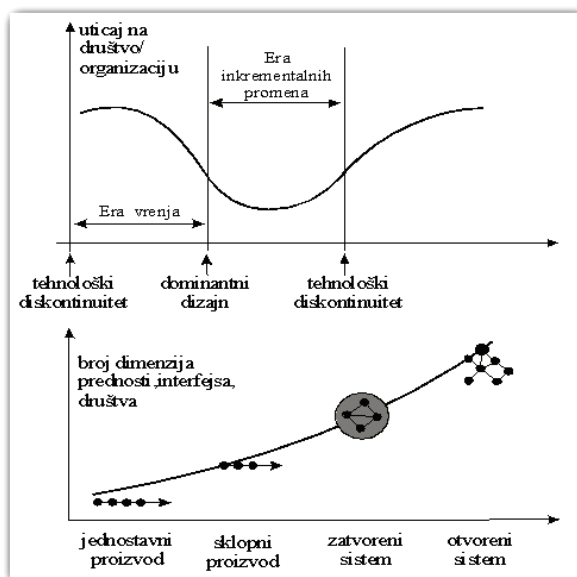
17.4.1. Društveni aspekt tehnološke evolucije

Osnova za uvažavanje ne tehničkih determinanti tehnološkog napretka leži u prirodi tehnologije. Za razliku od nauke tehnologija se razvija da reši problem u određenom kontekstu. To zahteva angažovanje stručnjaka iz različitih disciplina, često i pod patronatom organizacija i društva.

Pri tome treba odvojeno razmatrati: društveno - političku dinamiku i tehnološki ciklus, društveno - političku dinamiku i složenost sistema, društveno - političku dinamiku i centralizam podsistema, integraciju tehnologije u društvene tokove i persepektivne sistema.

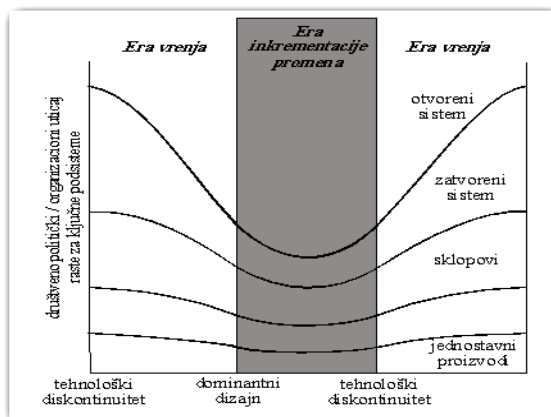
Društveno - politički dinamika utiče na svaku od faza tehnološkog ciklusa. Posebno je važna u prvim fazama (varijacije i vrenje), a nešto manje u narednim

fazama. Ako se analizira društveno - politička dinamika i složenost sistema, mogu se izdvojiti baze kao na slici 17.8.



Slika 17.7. Tehnologija kao društvena kategorija

Društveno - politička dinamika je maksimalna kod otvorenih sistema, zbog ere vrenja ili uticaja tehnoloških diskontinuiteta na ključne ili povezane podsisteme, slika 17.8.



Slika 17.8. Uticaj tehnoloških diskontinuiteta na ključne ili povezane podsisteme

Društveno - politička dinamika je minimalna za podsisteme na periferiji za sve tipove proizvoda i to u eri inkrementalnih promena. Tada su dominantni tehnički pokretači promena.



Poglavlje 18

INFRMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNO TEHNOLOŠKIM RESURSIMA

CILJEVI UČENJA

Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete razvoj informacionog sistema.
- Pojmovno odredite informacioni sistem.
- Objasnite primenu operativnih informacionih sistema u poslovanju kompanije.
- Shvatite mehanizme upravljanja informacionim sistemom za planiranje i razvoj proizvoda.
- Planirate strukturu sistema i metode planiranja proizvodnje.



18.1. POJAM I ZNAČAJ INFORMACIONOG SISTEMA

Informacioni sistem (IS) možemo definisati kao sređeni skup metoda, procesa i operacija za prikupljanje, čuvanje, obradu, prenošenje i distribuciju podataka u okviru jedne organizacije, uključujući i opremu koja se u te svrhe koristi i ljude koji te aktivnosti obavljaju [9,17,19,20,21,23,31,34].

Osnovne komponente IS su:

- *Hardware* - materijalno-tehnička osnova koju prvenstveno čine informacione tehnologije,
- *Software* - programska osnova,
- *Orgware* - organizacioni postupci, metode i uputstva kojima se sve komponente povezuju u funkcionalnu celinu,
- *Lifeware* - kadrovska osnova IS,
- *Data* - podaci i informacije,
- *Netware* - projektovanje i povezivanje računara u cilju harmonizacije prostorno dislociranih kompjutera.

Informacioni sistem je usklađen i oblikovan skup personalnih, organizacionih i tehničkih elementa, koji obezbeđuju koordinaciju i protok informacionih tokova u okviru sistema i sa okruženjem. Informacioni sistemi obezbeđuju informacije za donošenje operativnih i strateških odluka.

Osnovne funkcije informacionog sistema su:

- unos (obuhvat, akvizicija) podataka,
- čuvanje (skladištenje) podataka,
- obrada podataka (transformisanje podataka, generisanje informacija),
- analiza podataka (automatizovano izvođenje zaključaka na osnovu evidentiranih podataka),
- formiranje izveštaja (prenos podataka),
- prezentacija izveštaja (podataka).

Kretanje roba mora biti podržano informacionim sistemom. Pri kretanju pravih roba, ka pravom mestu u pravo vreme i u pravim uslovima, sa pravim

dokumentima, moraju se znati prava informacija to jest odgovori na sva “prava” pitanja. Pod informacijom podrazumevamo podatke koji su oblikovani u neku misaonu formu koja je upotrebljiva za ljudska bića. Da bi se nešto smatralo informacijom neophodno je da ta informacija:

- govori primaocu nešto što je prethodno za njega bilo nepoznato,
- da utiče na količinu znanja primaoca,
- da bude upotrebljena od strane primaoca za neko odlučivanje,
- da proizvodi neke akcije koje mogu biti zamišljene, razmatrane ili preduzete od strane primaoca,
- da primaocu pomogne shvatiti kontekst reči u rečenici,
- da isključuje neke od alternativnih stanja stvari,
- da menja verovanja primaoca.

Informacije obezbeđene u proizvodnim sistemima, kao i robama, moraju da idu pravim ljudima, u pravo vreme, u upotrebljivom obliku. Netačne informacije u sistemu razaraju usluge korisniku, transport, skladišne operacije, proizvodnju i upravljanje zalihama.

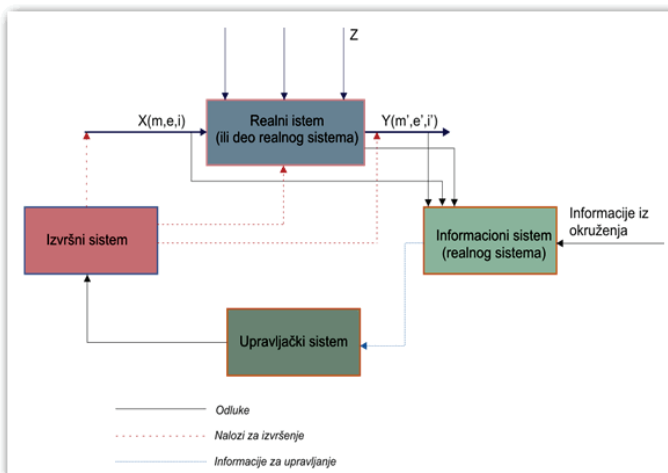
Da bi proizvodni proces bila efektivna i efikasna ona zahteva moćan informacioni sistem. Bez brzog obezbeđenja tačnih informacija IL, operacije gube i efektivnost i efikasnost. Primarne aplikacije informacionog sistema IL su: stanje zaliha, planiranje puteva i otpreme, preuzimanje i isporuka, pogodnost narudžbe (naloga), tačnost naloga, balansiranje sopstvenog i spoljašnjeg transporta i obrada naloga.

Danas informacioni sistem predstavlja sastavni deo svake kompanije („senka realnog sistema“), podržava tokove materijala i omogućava kvalitetno donošenje odluka na svim nivoima, slika 19.1. Informacije moraju biti kvalitetne. Na kvalitet informacije utiču informacione i komunikacione tehnologije, softver, organizacija, i identifikaciona tehnologija.

Tri uticajna obeležja kvaliteta informacija su:

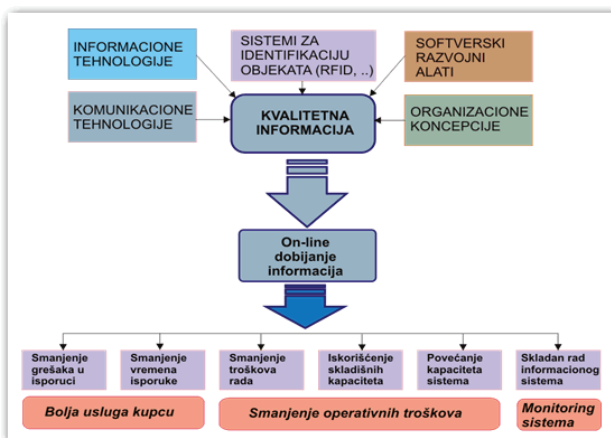
- obezbeđenje pravovremene informacije,
- tačnost informacije,
- efektivno komuniciranje informacije.

Obezbeđenje pravovremene informacije predstavlja osnovni problem, sa kojim se sreću menadžeri. Za to postoje tri glavna razloga. Prvo, neki menadžeri ne znaju ili neće da utvrde koje su im informacije potrebne. Drugo, sistem ne daje menadžeru informacije koje su mu potrebne. Informacioni sistem obezbeđuje najpogodnije informacije neophodne za proizvodnju. Treće, informacije su “tu negde”, ali su nedostupne / nepristupačne proizvodnji. One su “zakopane” u informacionom sistemu nekog drugog funkcionalnog područja i teško se, ili uopšte, mogu naći.



18.1. Veza informacionog i realnog sistema

Informacija mora biti tačna. Bez tačnih podataka menadžer ne može donositi dobre odluke. Tradicionalna obrada podataka retko je prilagođena za odluke u proizvodnji. Troškovi su alocirani u marketing, finansije, računovodstvo i proizvodnju. Obračun troškova zasnovan na aktivnostima nudi tačnije informacije o troškovima za proizvodnju, ali još nije u širokoj upotrebi.



Slika 18.2. Uticaj kvaliteta informacije na kvalitet usluge isporuke i rad sistema

Ciklični/periodični sistem obračuna potpomaže tačnost informacija/podataka i otkriva izvore mogućih grešaka u zapisima/evidencijama o zalihama. Na taj način se: istražuju izvori grešaka, koriguju greške i izveštava menadžment o uzrocima, na kontinualnoj osnovi, čime se postiže znatno veća tačnost informacija.

Efektivno komuniciranje informacije podrazumeva da menadžer mora da komunicira tačno tako da primalac poruka može da ih dekodira korektno. Pošiljalac mora da kodira poruku tako da primljena poruka korespondira sa poslatom porukom. Ona mora biti poslata kroz korektan kanal / medijum. Pošiljalac mora da zna šta primalac može da zapazi, šta primalac očekuje da zapazi i kako će primalac da odgovori na zapažanja. Komuniciranje zahteva feed-back od primaoca. Da li je korektna osoba primila korektnu poruku? Feed-back govori o tome da li je poruka primljena i korektno dekodirana.

18.2. DEFINISANJE INFORMACIONOG SISTEMA

Informacioni sistem se može definisati kao: uključivanje ljudi, opreme i procedura/postupaka potrebnih za prikupljanje, sortiranje, analizu, vrednovanje i distribuciju pravovremenih i tačnih informacija, primerenih donosiocima odluka, tako da oni donose kvalitetne odluke [9,17,19,20,21,23,31,34].

IS prikuplja informacije iz svih izvora da pomogne menadžeru proizvodnje da odlučuje. Povezan je IS marketinga, finansija i proizvodnje. Sve ove informacije se usmeravaju top menadžmentu, da pomognu u formulisanoj strateških odluka.

Informacioni tok nastaje razmenom informacija između informacionih sistema i u okviru jednog sistema. U jednoj kompaniji se mogu uočiti tri nivoa odlučivanja:

- operativni nivo,
- srednji menadžment,
- viši menadžment.

Informacioni tokovi, prema piramidi odlučivanja, mogu da se podele:

- Automatska obrada podataka (AOP);
- Upravljanje informacionim sistemima (MIS);
- Sistemi za podršku odlučivanju (DSS).

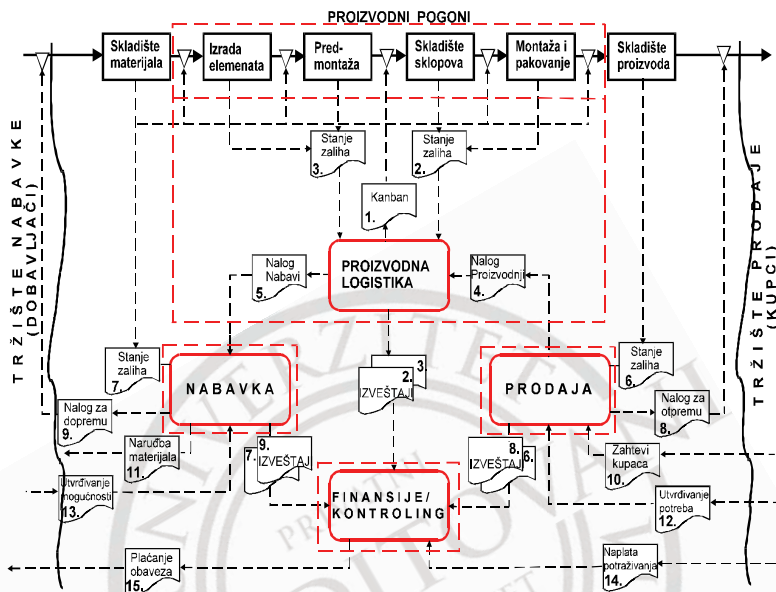
Sistemi podrške odlučivanju (SPO) su bazirani na kompjuterima, i obezbeđuju rešenja složenih problema primenom analitičkog modelovanja. Srž sistema za podršku odlučivanju je odgovarajuća baza, koja sadrži informacije koje menadžeri koriste za odlučivanje.

U principu baza sadrži:

- osnovni file internih i spoljnih podataka za analitičko modelovanje,
- file kritičnih faktora koji određuju obim odlučivanja,
- file podataka o politici i parametrima, koji određuju operativne politike za svako funkcionalno područje i

- file rešenja o prethodnim analizama, koje se porede, stalno, sa budućim analizama.

Informacioni sistemi rukovođenja (FIS). Na slici 18.3 je prikazan opšti model IS i interakcije sa podsistemima.



Slika 18.3. Opšti model funkcionisanja IS i interakcije sa podsistemima

Tehnike modelovanja u SPO su: optimizacija, simulacija i heuristika. Optimizovan model "daje najbolji odgovor" primenom linearnog ili matematičkog programiranja. Prednosti su prosta i najbolja rešenja za složene probleme. Nedostatak je mnoštvo potrebnih podataka i ograničene postavke koje ograničavaju odgovor / rešenje.

Na slici 18.4 je prikazano povezivanje navedenih informacionih sistema sa hijerarhijskim nivoima u preduzeću, na kojima se oni koriste.



Slika 18.4. Informacioni tokovi prema piramidi odlučivanja

Sa druge strane informacioni tokovi mogu da se posmatrati kao:

- *Interni informacioni tokovi* – postoje unutar preduzeća između svih njegovih podsistema,
- *Eksterni informacioni tokovi* - koji prelaze granice preduzeća i predstavljaju komunikaciju preduzeća sa okruženjem.

U opštem slučaju, dobro oblikovan informacioni sistem (kao podrška odlučivanju) se šematski može predstaviti kao na slici 18.5.

Po obliku realizacije informacionog toka mogu da se razlikuju:

- Konvencionalni oblici informacionog toka,
- Elektronski oblici informacionog toka, i
- Informacioni tokovi primenom zajedničkih baza podataka.

Konvencionalni oblici informacionog toka obuhvataju dve grupe:

1. Manuelna razmena informacija, koja se ostvaruje preko pisama, teleksa, faksa i telefona.
2. Razmena informacija putem eksternih računarskih medijuma (magnetne trake, CD, DVD, ili bar-kodom naprimer). Prenos podataka na ovaj način predstavlja podršku off line obradi podataka.

18.2.1. Primena operativnih IS u poslovanju kompanije

U tabeli 18.1. prikazana je primena operativnih informacionih sistema u proizvodnji, marketingu, knjigovodstvu i ljudskim resursima.

a) Operativni IS u oblasti proizvodnje obuhvata, slika 18.5.:

- planiranje,
- nabavku,
- praćenje prijema,
- kontrolu kvaliteta,
- upravljanje otpremom (transportom),
- obračun troškova,
- automatsko rukovanje materijalom,
- upravljanje grafičkim podacima,
- IS za razvrstavanja materijala omogućava izbor materijala potrebnog za dizajn na bazi inženjerskih kriterijuma, kao što su:
 - otpornost na statičko i dinamičko opterećenje,
 - otpornost na habanje,
 - otpornost na koroziju,
 - otpornost na povišenim temperaturama,
 - otpornost na atmosferske uticaje,
 - otpornost na određene uticaje u eksploataciji, itd.
- IS za terminiranja na nivou radionice,
- IS za masovnu kastomizaciju.

Tabela 18.1.

Redni broj	Knjigovodstvo	Marketing	Proizvodnja	Ljudski resurs
1.	Glavna knjiga	Elektronske reklamacije	Terminiranje na nivou radionice	Kontrola pozicije
2.	Fiksna imovina, (fond)	Vođenje prospekata	Nabavka	Profili zaposlenih
3.	Obrada naloga prodaje	Kontaktne informacije	Prijem	Znanja zaposlenih
4.	Obračun prihoda	Mikromarketing i skladištenje podataka	Kontrola kvaliteta	Upravljanje performansama
5.	Obračun plaćanja	Telemarketing	Otprema	Izveštavanje vladinih institucija
6.	Kontrola zaliha	Direktna pošta	Automatsko rukovanje materijalom	Selekcija i raspoređivanje
7.	Obrada naloga nabavke	Tačka (stanje) prodaje	CAD/CAM	Trening zaposlenih
8.	Spisak isplate	Praćenje isporuke	Upravljanje grafičkim podacima	-
9.	Računi/pozivi	Elektronska kupovina	Razvrstavanje materijala	-
10.	-	-	Masovna kastomizacija	-

Taktički IS u oblasti proizvodnje obuhvata [9,17,19,20,21,23,31,34]:

- IS za planiranje potrebnog materijala ;
- MRP II i JIT (Just In Time) ;
- IS za planiranje kapaciteta;
- IS za terminiranje proizvodnje;
- IS za razvoj proizvoda.

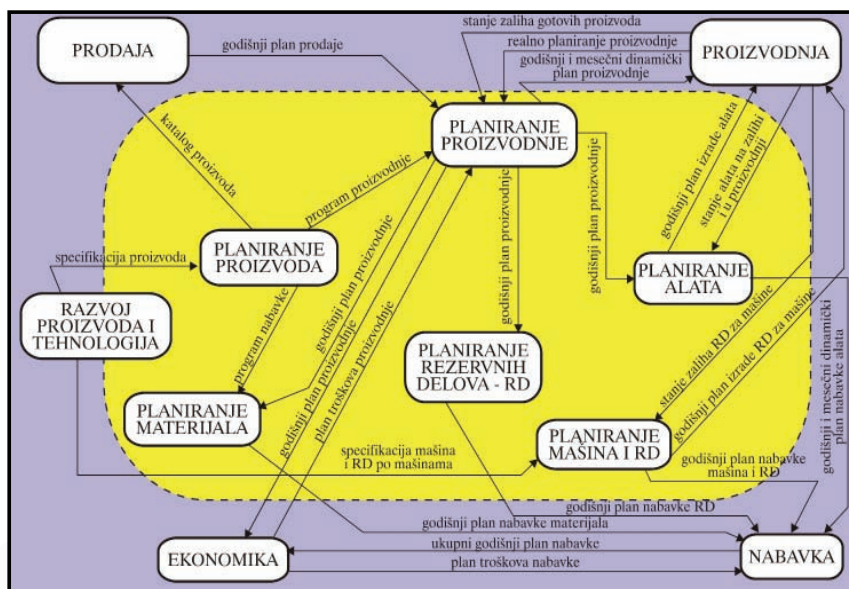
Strategijski IS u oblasti proizvodnje obuhvata:

- izbor lokacije preduzeća ili dela preduzeća,
- izbor tehnologije izgradnje novog proizvoda ili dela proizvoda i primene novih tehnologija pri izboru opreme,
- pozicioniranje procesa, tj. vertikalnu integraciju (koje pozicije proizvoda nabaviti, a koje proizvoditi),
- dizajniranje rasporeda opreme na novoj ili redizajn rasporeda opreme na postojećoj lokaciji.

b) Operativni (automatizovani) informacioni sistem knjigovodstva obuhvata, slika 18.6.:

- Glavna knjiga;
- IS za fiksni fond;
- IS za obradu naloga prodaje;
- IS za obračun prihoda;

- IS za obračun i plaćanje;
- IS za kontrolu zaliha;
- IS za obradu naloga nabavki.



Slika 18.5. Operativno planiranje u proizvodnji

Srednji (taktički) IS u oblasti finansija obuhvata:

- IS za budžetiranje,
- IS za upravljanje likvidnošću preduzeća:
- elementi prihoda,
- iznosi kredita,
- zadržavanje određenih fondova ili
- promena postojećih fiksnih fondova umesto njihovog fiksiranja.
- IS za budžetiranje kapitala.

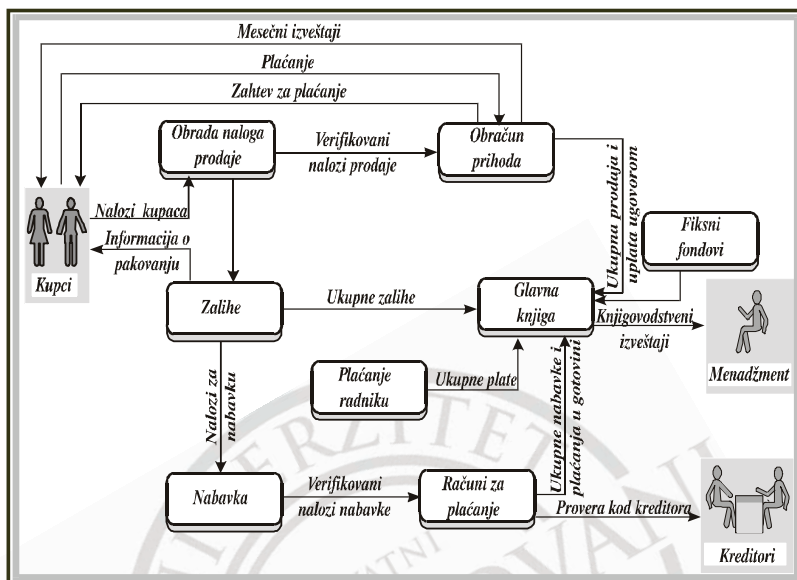
Strategijski IS u oblasti finansija obuhvata:

1. IS za analizu finansijskog stanja:
 - troškovi prodaje i prosečne zalihe,
 - neto prihod i broj ulagača,
 - tekuća obrtna sredstva i tekući dugovi.
2. IS za dugoročna predviđanja:
 - statističke procedure ili metode predviđanja,
 - generatore izveštaja i uputstava za njihovo korišćenje.

c) Operativni IS za upravljanje ljudskim resursima je osnovni poslovni resurs koji obuhvata:

- IS za kontrolu pozicije;
- IS za dobijanje profila zaposlenih;
- IS za upravljanje performansama;
- IS za izveštavanje vladinih institucija;

- IS za selekciju i raspoređivanje zaposlenih;
- IS za obuku.



Slika 18.6. Finansije i računovodstvo

Srednji IS u oblasti upravljanja ljudskim resursima obuhvata [9,17,19,20,21,23,31,34]:

IS za analizu i dizajniranje poslova omogućava menadžerima uvid u opis poslova, koji obuhvata zadatke, odgovornosti, uslove rada, očekivane performanse u radu, itd.:

- IS za prijem osoblja
- IS za praćenje doprinosa
- IS za planiranje karijere

Strategijski IS u oblasti proizvodnje i upravljanja ljudskim resursima se primenjuju za:

- planiranje radne snage,
- pregovaranje sa sindikatom,
- ostali IS.

d) Operativni IS u oblasti marketinga obuhvata:

- IS za rad sa prospektima;
- IS za upravljanje kontaktima sa kupcima;
- IS za mikromarketing i skladištenje podataka. Podaci se preuzimaju iz sopstvenih i drugih DB, a posebno iz:
 - demografskih DB (po uzrastu, polu),
 - kartografskih DB (ulice, gradovi),
 - geodemografskih DB (životni stil, zdravlje),
 - DB lokacija (preduzeća, restorani, škole, bolnice),

- DB marketinga (poslovne aktivnosti, podaci o zdravlju, podaci o porezu, prospektima),
 - DB o korišćenju medijuma (TV, publikacije, prospekti, radio),
 - DB o tržištima (Evropa, USA, itd).
 - IS za telemarketing;
 - IS za direktnu poštu;
 - IS za stanje prodaje;
 - IS za praćenje isporuka;
 - IS za elektronsku kupovinu;
 - IS za elektronsko reklamiranje.
- Srednji (Taktički) IS u oblasti marketinga:
- IS za upravljanje prodajom;
 - IS za reklamu i promociju;
 - IS za određivanje cena;
 - IS za određivanje kanala distribucije;
 - IS za praćenje konkurencije.
- Strategijski IS u oblasti marketinga:
- IS za predviđanje prodaje;
 - IS za istraživanje tržišta
- Menadžeri marketinga:
- prate trendove iz oblasti poslovanja preduzeća sa aspekta rasta tržišta, udela na tržištu, itd,
 - analiziraju ciljnu grupu, specijalno kako se promena trenda odražava na poslovanje preduzeća,
 - analiziraju i identifikuju interesovanje kupaca, uključujući testiranje proizvoda i servisiranje,
 - određuju i analiziraju zadovoljstvo kupaca,
 - određuju udeo na tržištu koji se može ostvariti sa svakim proizvodom/uslugom.

18.3. INFORMACIONI SISTEM ZA PLANIRANJE I RAZVOJ PROIZVODA.

Generisanje novih ideja o proizvodima/uslugama početni je i kritični korak u lancu inovativnih aktivnosti u organizaciji i iziskuje posebnu upravljačku pažnju [9, 17,19,20,21,23,31,34].

Ostvarenje razvoja proizvoda/usluga vezuje se za osnovne aktivnosti istraživanja i razvoja u preduzeću. Međutim, pored istraživanja i razvoja, u modernoj, inovativnoj organizaciji, u svim fazama nastanka nove tehnologije (proizvoda i procesa) izrazito je učešće svih delova i oblasti organizacije (marketing, finansije, kadrovi, proizvodnja) jer ova pitanja zadiru u egzistenciju preduzeća kao celine.

18.3.1.Faze razvoja novog proizvoda/procesa i tehnologija

Osnovni poslovni procesi su :

- Proces upravljanja proizvodnim sistemom;
- Proces planiranja na nivou proizvodnog sistema;
- Proces razvoja proizvoda i tehnologije;
- Proces nabavke i snabdevanja;
- Proces upravljanja proizvodnjom;
- Proces upravljanja alatima;
- Proces održavanja mašina;
- Proces prodaje proizvoda;
- Proces praćenja kadrova;
- Proces upravljanja i praćenja ekonomsko – finansijskim tokovima.

Osnovni elementi proizvodnog sistema su: predmeti rada, sredstva za rad, kadrovi, energija.

Okruženje proizvodnog sistema čine: kupci, dobavljači, banke, ostali poslovni i društveni sistemi.

Upravljanje razvojem proizvoda i tehnologija

Razvoj proizvoda obuhvata:

- Određivanje tehničkih karakteristika proizvoda;
- Izradu idejnog rešenja proizvoda;
- Stilsko oblikovanje proizvoda;
- Proračun vitalnih elemenata proizvoda;
- Izradu konstruktivne dokumentacije za prototip proizvoda;
- Izradu prototipova proizvoda;
- Ispitivanje prototipova proizvoda;
- Izradu proizvodno – konstruktivne dokumentacije za proizvod i tehničko odobrenje proizvoda;
- Izradu preostale tehničke dokumentacije o proizvodu;
- Praćenje proizvoda u eksploataciji i sprovođenju konstrukcionih unapređenja.

Razvoj tehnologija obuhvata:

- Definisanje redosleda operacija izrade proizvoda;
- Definisanje elementarnih postupaka i operacija;
- Definisanje vrste, karakteristike i količina sredstava za rad;
- Određivanje normativ materijala, energije, fluida, vremena izrade komponenti i proizvoda u celini;
- Definisanje složenosti procesa rada, potrebnog profila, stepena stručnosti i broja radnika;
- Konstruisanje specijalnih reznih i mernih alata;
- Projektovanje tehnoloških rešenja zaštite životne okoline preduzeća od primenjenih tehnologija;
- Projektovanje transporta, sistema za pakovanje i transportnih jedinica;
- Definisanje vrsta i količina pomoćnog i potrošnog materijala.

Istraživanje i razvoj novog proizvoda i procesa uz rešavanje pitanja optimalnog dizajna i konstrukcije proizvoda, može se predstaviti kroz šest osnovnih faza: generisanje ideja, preliminarna selekcija i izbor ideja, generalna specifikacija, ocena i odabir projekata (detaljne studije izvodljivosti), projektovanje novog proizvoda, detaljno projektovanje tehnologije proizvoda i procesa, projektovanje funkcije proizvoda (funkcionalni dizajn, projektovanje izgleda (forme)

proizvoda, i projektovanje procesa (izrade, proizvodnje); testiranje (praćenje proizvoda posle komercijalizovanja – postkomercijalizacija).

Klasičan, sekvencijalan pristup razvoju proizvoda je:

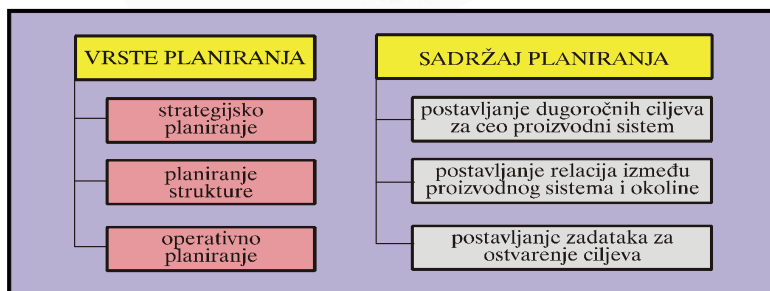
- Marketing i istraživanje i razvoj su često izvor novih ideja i koncepcija o novom proizvodu/usluzi.
- Dizajneri i konstruktori proizvoda pretvaraju koncept u skup funkcionalnih specifikacija.
- Funkcionalne specifikacije ukazuju na osnovne karakteristike proizvoda, njegovu upotrebu, osobine koje mora da poseduje, troškove i druge detalje.
- Funkcionalne karakteristike se prevode u specifikaciju proizvoda koja detaljno razrađuje sam proizvod i njegovu upotrebu.
- Inženjeri procesa tada razvijaju specifikaciju procesa kojom se određuje kako će se proizvod proizvesti.

Sve više, kada je reč o novim, konkurentnijim modelima i pristupima inovativnoj, visoko responzivnoj organizaciji, gore opisani model sa jasno izdvojenim, sekvencijalnim fazama, prelazi u model sa sve većim preklapanjima i paralelnim aktivnostima među fazama, da bi se došlo do modela istovremenog ili simultanog inženjerstva. Simultano inženjerstvo okuplja predstavnike različitih funkcionalnih oblasti organizacije u naporu da se simultano ostvari razvoj novog proizvoda i procesa. To je pre svega organizaciono rešenje koje unapređuje integrisanje u organizaciju i ruši tradicionalne barijere između razvoja proizvoda i razvoja procesa.

Projektovanje novog proizvoda podrazumeva rešavanje pitanja njegovog dizajna i konstrukcije. Ovo je složen proces koji uključuje brojne faktore o kojima se vodi računa i koji se često javljaju kao ograničenja u tom procesu. Značajni faktori su projektovanja novog proizvoda su: ekonomska opravdanost, pouzdanost, održavanje, jednostavnost (simplifikacija proizvoda), jednostavnost u korišćenju, diversifikacija proizvoda, tržište, proizvodnja (standardizacija, modularnost), zaštita okruženja.

18.3.2. Pristupi planiranju proizvodnje

Pod planiranjem proizvodnje se najčešće podrazumeva proces sistematskog traženja i postavljanja ciljeva i priprema zadataka čijim se sprovođenjem ostvaruju postavljeni ciljevi proizvodnje. Planiranje proizvodnje karakterišu: horizont planiranja, vrsta planiranja, ravni planiranja, slika 18.7.



Slika 18.7. Vrste i sadržaj planiranja

Ravni planiranja su prikazane u tabeli 18.2.

Tabela 18.2. Ravni planiranja

RAVNI PLANIRANJA	DEFINICIJA RAVNI	SKICA	PRIMER
POSLOVNI SISTEM	grupa proizvodnih sistema koji su organizovani radi ostvarenja zajedničkog cilja		koordinacija planova prodaje
PROIZVODNI SISTEM	pravna i organizaciona celina koja obuhvata veći broj organizacionih celina		planiranje proizvodnje za svaku organizacionu sredinu
ORGANIZACIONA CELINA	organizaciono - ekonomska celina i po pravilu prostorno odvojena		planiranje proizvodnje za svaku organizacionu jedinicu
ORGANIZACIONA JEDINICA (npr. montaža)	jedna od oblasti funkcija organizacione celine		planiranje proizvodnje za svaki deo organizacione jedinice
DEO ORGANIZACIONE JEDINICE (npr. prethodna montaža)	grupa srodnih radnih mesta		planiranje tokova za svako radno mesto ili grupu radnih mesta
RADNO MESTO ILI GRUPA RADNIH MESTA	radno mesto ili grupa srodnih radnih mesta		planiranje izmene radnih mesta u toku smene

18.3.3. Struktura sistema i metode planiranja proizvodnje

Aktivnosti planiranja mogu se grupisati **na planiranje resursa** koje obuhvata planiranje kapaciteta i materijala. **Planiranje kapaciteta** obuhvata: planiranje radne snage, prostora i sredstava za rad. **Planiranje materijala** obuhvata planiranje tokova materijala.

Informacioni podsistem za planiranje resursa

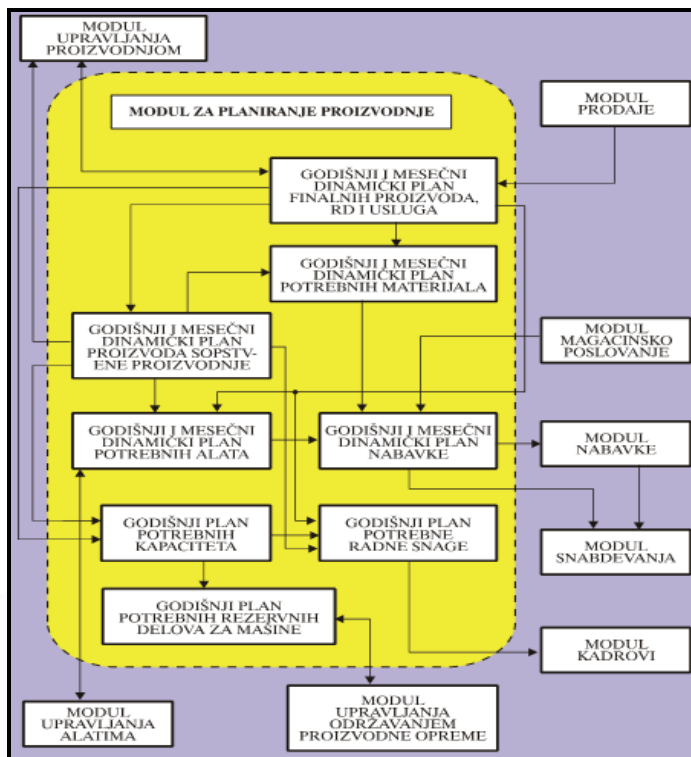
Ovaj podsistem treba da obuhvati formiranje i održavanje: dugoročnih i godišnjih planova proizvodnje. Ovde se proizvodnja posmatra u širem smislu reči, tako da dugoročni plan proizvodnje obuhvata plan: proizvoda – sopstvena proizvodnja i nabavke. Godišnji plan proizvodnje obuhvata: sopstvenu proizvodnju, proizvoda za nabavku, mašine, alati, kadrovi, finansije i energiju.

Plan proizvodnje se izrađuje za godinu dana i mesečno tako da se razlikuju:

- Godišnji plan;
- Dinamički mesečni plan proizvodnje.

Iz funkcije razvoja proizvoda i tehnologija dobija se specifikacija proizvoda iz koje se, u funkciji planiranja proizvoda, generiše program proizvodnje. Na osnovu stanja zaliha gotovih proizvoda i materijala, alata i rezervnih delova, formiraju se godišnji plan nabavke materijala, rezervnih delova i alata, koji se objedinjuju u funkciji nabavke. Izlaz iz ovog procesa su plan troškova proizvodnje i plan troškova nabavke, koji se izražavaju u ekonomskoj funkciji. **Postupak planiranja se odvija u tri faze:** unos podataka, obrada podataka na računaru i praćenje realizacije.

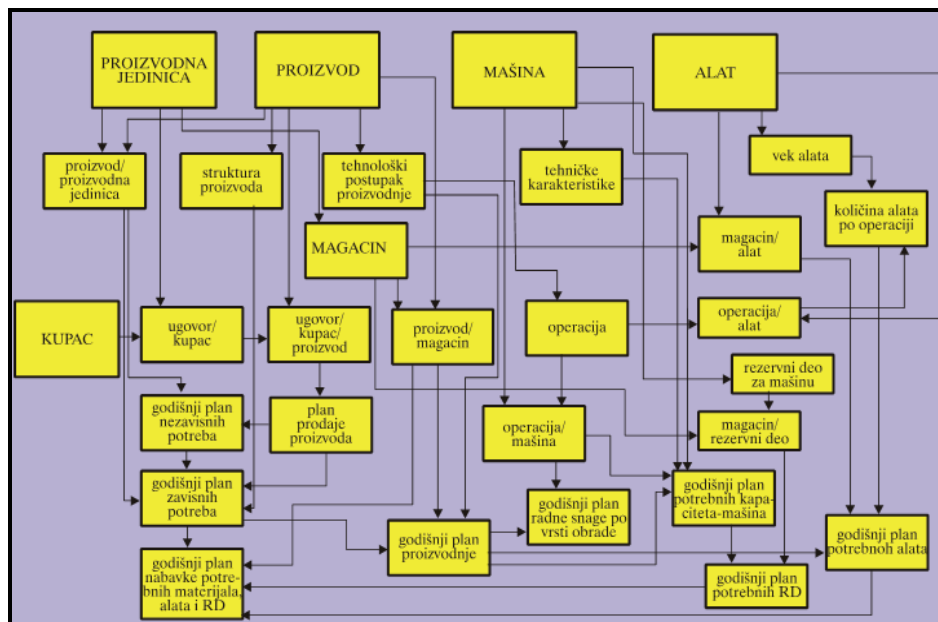
Zavisnost aplikativnih modula u informacionom sistemu za planiranje proizvodnje i veza sa ostalim tangentnim modelima CIM sistema, slika 18.8.



Slika 18.8.

Na slici 18.9. prikazan je dijagram zavisnosti entiteta u podsistemu planiranja resursa. Na slici 18.10. prikazan je informacioni podsistem za planiranje proizvodnje. Sastoji se iz sledećih celina:

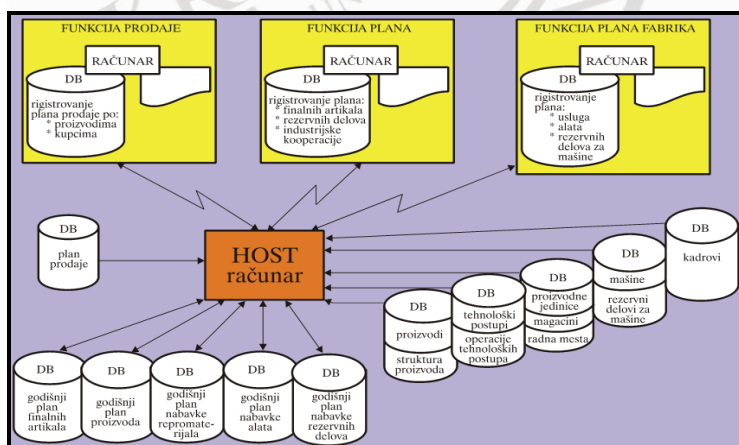
- Registrovanje, količina finalnih proizvoda, rezervnih delova i usluga na nivou poslovnog sistema za period;
- Izračunavanje zavisnih potreba proizvoda na osnovu definisanih količina i perioda, a za poznatu strukturu proizvoda;
- Izračunavanje potrebnih količina alata za period za koji se računa i glavni plan proizvodnje;
- Izračunavanje potrebnih kapaciteta proizvodne opreme;
- Izračunavanje potrebnih količina rezervnih delova za mašine s obzirom na neangažovane kapacitete proizvodne opreme i statistiku potrošnje rezervnih delova u prethodnom periodu;
- Izračunavanje potrebne radne snage u skladu sa planiranim količinama proizvoda sopstvene proizvodnje i za dati period planiranja;
- Izrada plana nabavke materijala, proizvoda, alata i rezervnih delova za mašine, uzimajući u obzir stanje zaliha navedenih resursa i robu koja je već naručena kod dobavljača.



Slika 18.9.

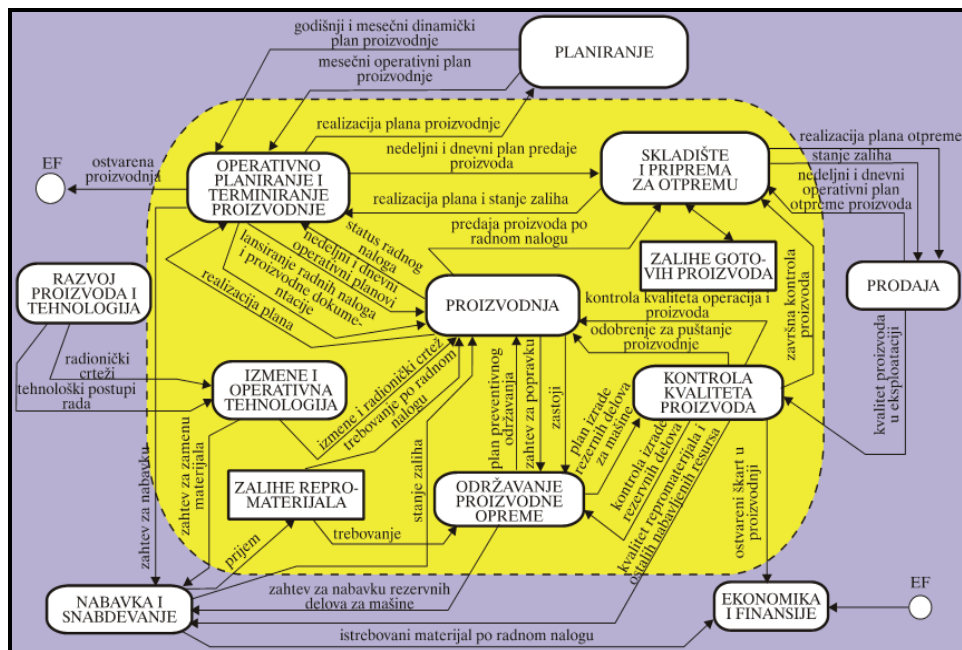
Upravljanje proizvodnjom u užem smislu reči sastoji se iz lansiranja, praćenja i korekcionih mera. Ciljevi upravljanja proizvodnjom proizilaze iz ciljeva planiranja.

Najčešći korišćeni ciljevi su: ostvarivanje zadatih termina isporuke, povećanje iskorišćenja kapaciteta, smanjenje međufaznih zaliha, skraćanje vremena trajanja ciklusa proizvodnje.



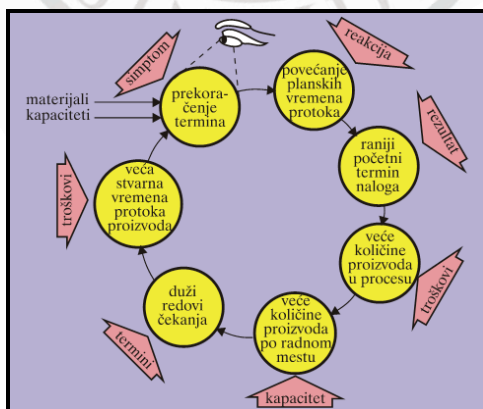
Slika 18.10. Informacioni sistem za planiranje proizvodnje

Na slici 18.11. prikazan je dijagram toka aktivnosti u podсистemu upravljanja proizvodnjom.



Slika 18.11. Dijagram toka aktivnosti u podsistemu upravljanja proizvodnjom.

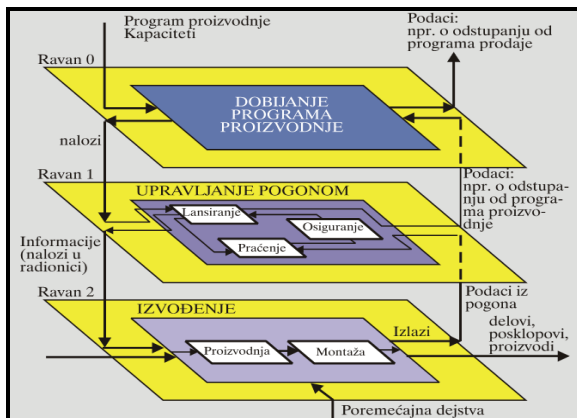
Upravljanje proizvodnjom u užem smislu reči sastoji se iz lansiranja, praćenja i korekcionih mera. Ciljevi upravljanja proizvodnjom proizilaze iz ciljeva planiranja. Najčešći korišćeni ciljevi su: ostvarivanje zadatih termina isporuke, povećanje iskorišćenja kapaciteta, smanjenje međufaznih zaliha, skraćenje vremena trajanja ciklusa proizvodnje. Na slici 18.12. prikazan je “Začarani krug problema” pri upravljanju proizvodnjom.



Slika 18.12.

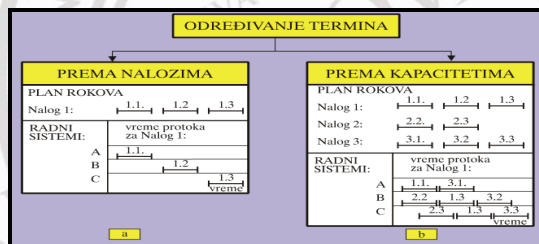
Proces lansiranja proizvodnje obuhvata: određivanje potrebnih količina materijala, određivanje termina, proveru raspoloživosti resursa, lansiranje u užem smislu reči.

Za razliku od određivanja potreba materijala u fazi planiranja, u ovoj fazi se vrši precizno određivanje količina potrebnog materijala vezanog za svaki nalog.



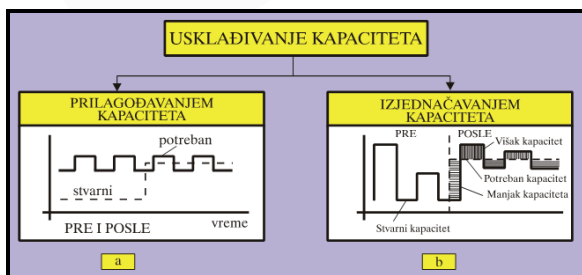
Slika 18.13. Lansiranje proizvodnje i određivanje potrebnih količina materijala

Određivanje termina prema nalogima (a) i kapacitetima (b).



Slika 18.14.

Određivanje termina je težišna aktivnost upravljanja, odnosno lansiranja. Ono se sastoji u povezivanju zadataka određenog vremenskog trajanja sa radnim sistemom, pri čemu se definišu početni i krajnji termin. Određivanje termina može se vršiti orijentisano prema nalogima i kapacitetima.



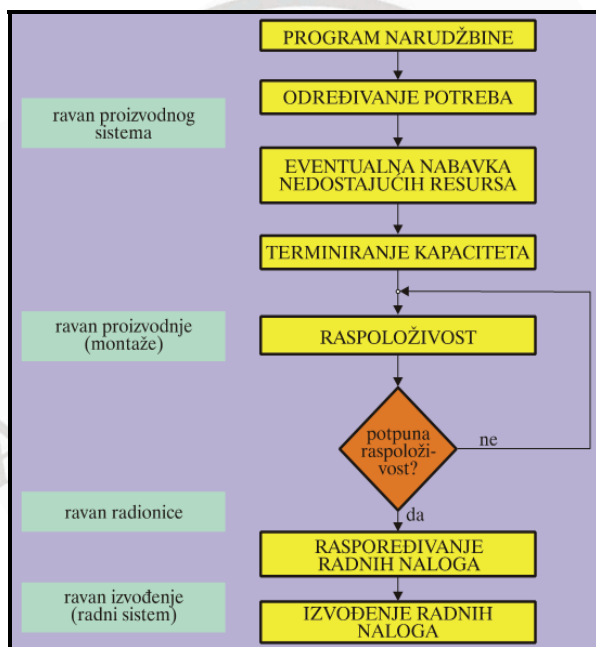
Slika 18.15. Usklađivanje kapaciteta

Na slici 18.15. prikazano je usklađivanje kapaciteta prilagođavanjem i izjednačavanjem kapaciteta.

Provera raspoloživosti resursa omogućuje da se neophodni ulazi, potrebni za sprovođenje zadataka i kapaciteta stave na raspolaganje u određenim terminima na radnim sistemima. Polazi se od programa proizvodnje ili narudžbina, a zatim se određuju potrebe i termini.

Rapospoređivanje radnih naloga omogućuje povezivanje pojedinih zadataka, naloga, prema predviđenom redosledu sa pogodnim radnim resursima, tako da sprovođenje zadataka može započeti i završiti u predviđenom roku.

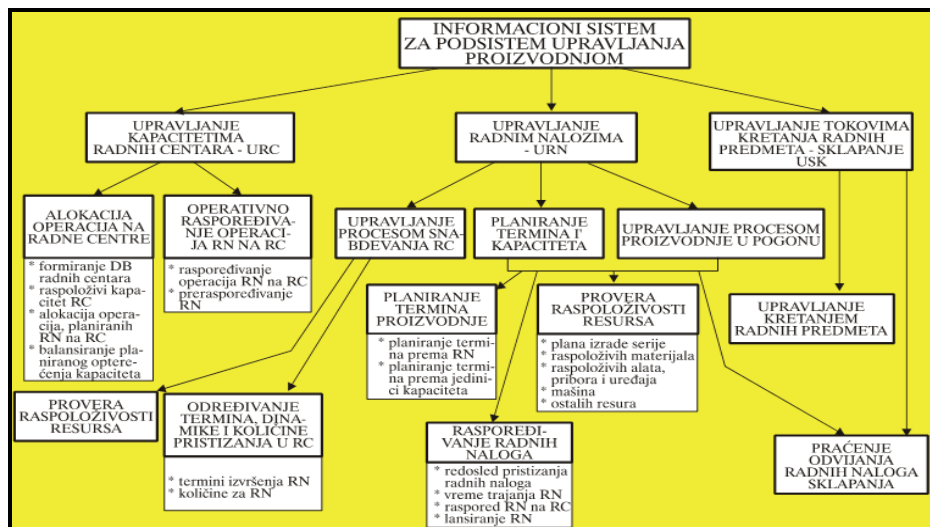
Raspoređivanje zadataka je spona sa drugom fazom upravljanja proizvodnjom, slika 18.16. Praćenje odvijanja radnih naloga. Raspoređivanje radnih naloga omogućuje povezivanje pojedinih zadataka prema predviđenom redosledu sa pogodnim radnim resursima, tako da se sprovođenje zadataka može započeti i završiti u predviđenom roku. Raspoređivanje zadataka se spona sa drugom fazom upravljanja proizvodnjom.



Slika 18.16. Raspoređivanje zadataka

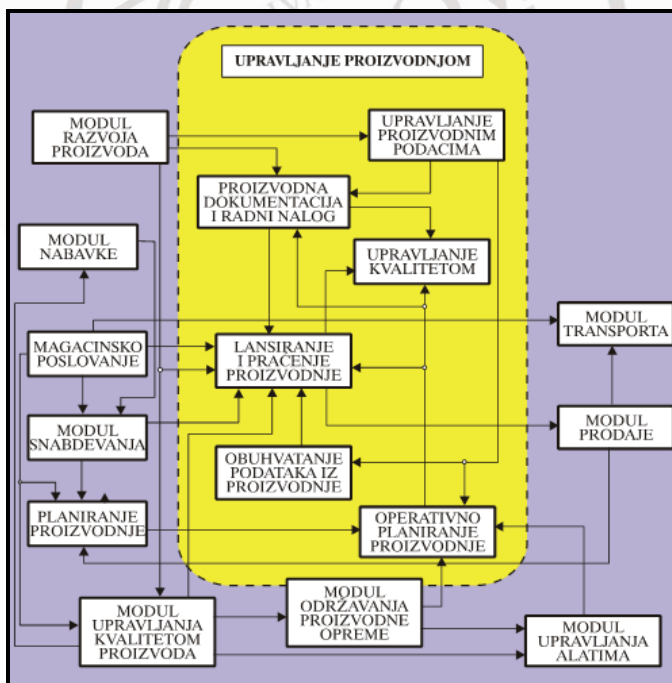
Korektivne mere su mere za unapređivanje ili eliminisanje odstupanja stvarnih i planiranih karakteristika. Ovo se može postići prilagođavanjem stvarnih karakteristika u odnosu na planirane ili prilagođavanjem planiranih u odnosu na stvarne karakteristike procesa proizvodnje.

Odstupanje stvarnih i planskih karakteristika sistema nastaju usled grešaka u planiranju i poremećaja pri sprovođenju naloga [9,17,19,20,21,23,31,34].



Slika 18.17. Struktura IS za podsystem upravljanje proizvodnjom

Informacioni sistem za upravljanje proizvodnjom se može podeliti na elemente upravljanja: kapaciteti radnih centara, radnim nalogima, montažom.



Slika 18.18. Struktura IS za upravljanje proizvodnjom i njegoa povezanost sa ostalim modulima

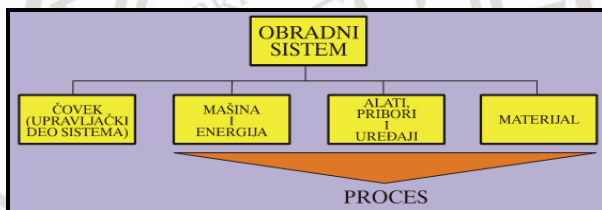
Informacioni sistem za upravljanje proizvodnjom je povezan sa modulima razvoja, nabavke i snabdevanja, magacinskog poslovanja, planiranja proizvodnje, upravljanja kvalitetom, održavanja proizvodne opreme, upravljanja alatima, prodaje i transporta, slika 18.18.

Na slici 18.19. prikazana je struktura osnovnih baza podataka u sistemu upravljanja proizvodnjom.

DB RADNI NALOZI						
SIFRA RN	SIFRA OPERACIJE	SIFRA SERIJE	VELICINA SERIJE	MAGACIN PRODAJE	DATUM LANSIRANJA	DATUM PRODAJE
DB OPERACIJE RADNOG NALOGA						
SIFRA RN	SIFRA PROIZVODA	SIFRA SERIJE	SIFRA OPERACIJE	VREME IZRADE	URAD. KOM.	ŠKART OBRADE ŠKART MATER.
DB OPERATIVNI PLAN PROIZVODNJE						
SIFRA PROIZVODA	PERIOD GG/MM/DD	RADNA JEDINICA	PLANIRANA KOLICINA	REALIZOVANA KOLICINA		
DB KAPACITET MAŠINA						
SIFRA TIPA MAŠINE	SIFRA MASINE	PLANIRANI KAPACITET	RASPOLOŽIVI KAPACITET	DATUM		
DB PRIORITET NALOGA						
SIFRA RN	PRIORITET RN	DATUM ZAVRŠETKA RN				

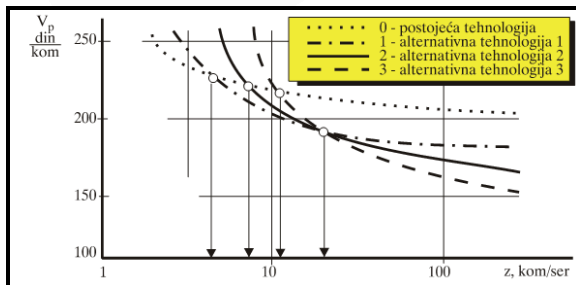
Slika 18.19.

Radni centar je fizički determinisan prostor na kojem se obavlja jedna ili više operacija. Obradni sistem se može podeliti po strukturi na proces kojim se upravlja i upravljački deo obradnog sistema koji upravlja procesom, slika 18.20.



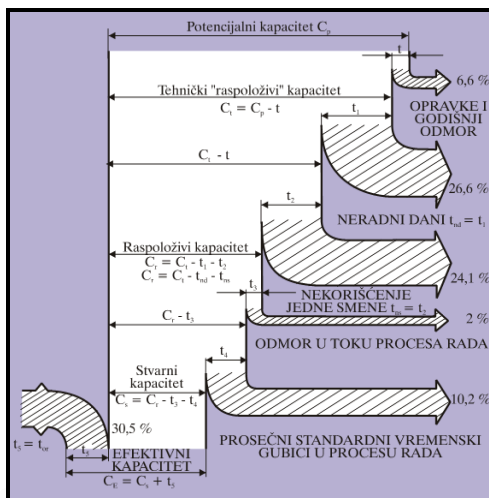
Slika 18.20.

Pri razvoju obradnih sistema kao primarni problem postavlja se problem izbora ili usvajanja načina proizvodnje, a kao sekundarni problem izbora konkretne mašine sa osnovnim karakteristikama. Uticaj veličine serije na jedinične troškove proizvodnje prikazan je na slici 18.21.



Slika 18.21.

Struktura kapaciteta radnog centra prikazana je na slici 18.22 .



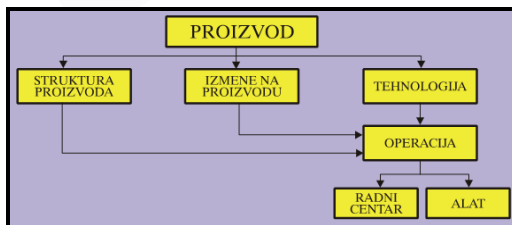
Slika 18.22. Struktura kapaciteta radnog centra

Upravljanje kapacitetom podrazumeva sledeće zadatke: alokaciju operacija na radne centre i operativno raspoređivanje operacija kroz radne naloge na radne centre [9,17,19,20,21,23,31,34]. Ova dva zadatka se sprovode kroz izvršavanje odgovarajuća dva segmenta koji se sprovode jedan za drugim. Prvi segment: formira se baza radnih naloga, definiše se raspoloživi kapacitet svakog radnog centra, lociraju se tehnološke operacije sa planskim serijama i ukupnim vremenom trajanja na svaki radni centar, usklađuje se plansko – tehnološko opterećenje kapaciteta.

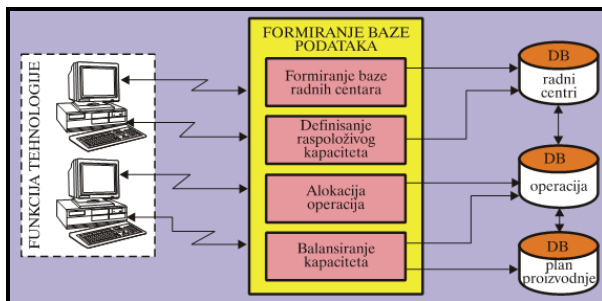


Slika 18.23. Usklađivanje kapaciteta

Drugi segment: raspoređuju se operacije kroz radne naloge na radne centre, usklađuju se kapacitet, vrši se pre raspoređivanje radnih naloga sa zadatkom da se dobije maksimalno korišćenje ukupnog kapaciteta više radnih centara.

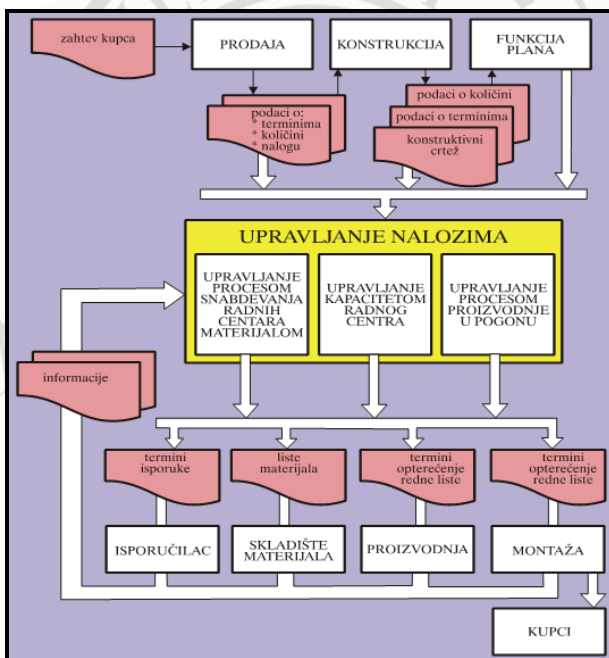


Slika 18.24. Struktura baze podataka o proizvodima



Slika 18.25. Shema funkcionisanja DB radni centri i DB operacije

Osnovni zadaci upravljanja radnim nalogima su dobijanje podloga za srednjoročno i kratkoročno planiranje procesa proizvodnje i montaže. Pri tome se polazi od konstruktivnih crteža, lista proizvoda i planova rada, slika 18.26. Osnovni zadaci upravljanja: upravljanje procesom snabdevanja radnih centara materijalom, planiranje termina i količina pristizanja materijala na radne centre, upravljanje procesom proizvodnje u pogonu.

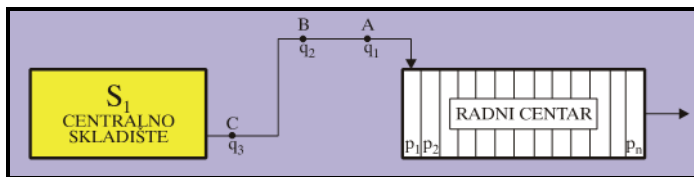


Slika 18.26. Tok aktivnosti upravljanja proizvodnjom pomoću radnih naloga

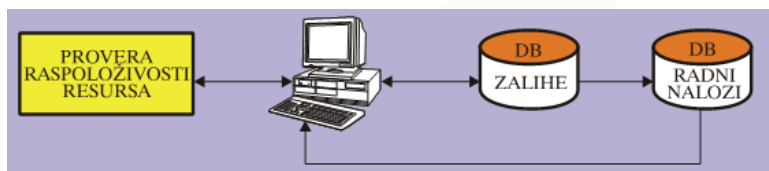
Proces snabdevanja radnih centara materijalom i delovima je nastavak procesa upravljanja zalihama, čiji je osnovni zadatak kvantitativno i vremensko raspoređivanje ovih resursa iz skladišta na radne centre. Ovaj proces se ostvaruje kroz dva osnovna modula:

- određivanje termina, dinamike i kličina pristizanja delova i materijal u radne centar, slika 18.27.,
- provere raspoloživosti resursa, slika 18.28.

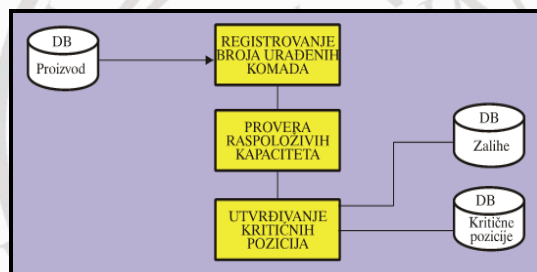
Korišćenje zajedničke baze podataka za upravljanje procesom proizvodnje u pogonu.



Slika 18.27. Redosled pristizanja delova do radnog centra



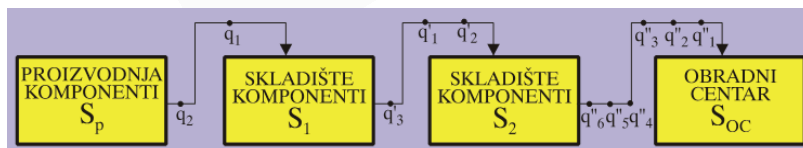
Slika 18.28. Provera raspoloživosti resursa kod maloserijske proizvodnje



Slika 18.29. Utvrđivanje kritičnih pozicija

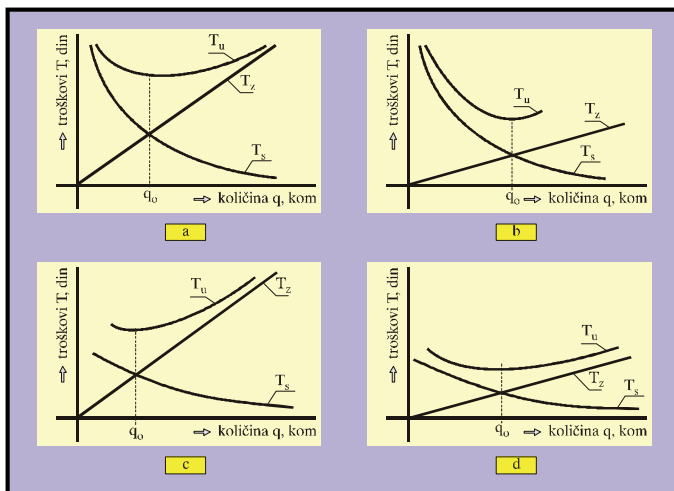
Određivanje količina kojima se snabdeva radni centar treba da bude u sklopu integralnog sistema optimizacije zaliha. U tom postupku polazi se od osnovnih postavki da snabdevanje radnih centara:

- Potrebnim komponentama treba da bude u što manjim količinama;
- Se odvija u organizaciji uzastopnog niza baza zaliha.



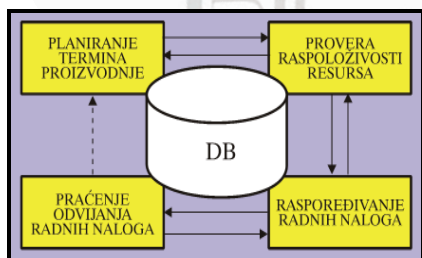
Slika 18.30. Zalihe kao element proizvodnje

Promena optimalne veličine serije pri variranju fiksnih i varijabilnih troškova zaliha prikazana je na slici 18.31.



Slika 18.31. Promena optimalne veličine serije pri variranju fiksnih i varijabilnih troškova zaliha

Upravljanje procesom proizvodnje u pogonu se realizuju kroz četiri međusobno povezana modula, slika 18.32.: planiranje termina proizvodnje, provere raspoloživosti resursa, raspoređivanje radnih naloga, praćenje odvijanje radnih naloga.



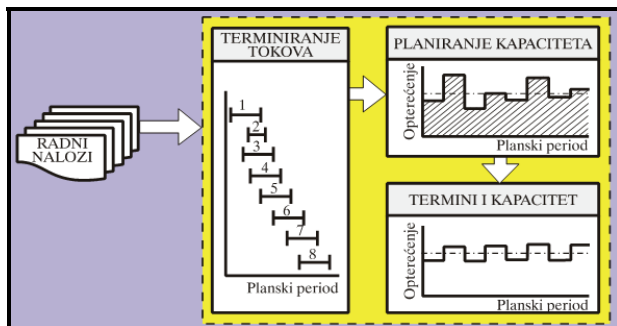
Slika 18.32. Korišćenje zajedničke baze podataka za upravljanje procesom proizvodnje u pogonu



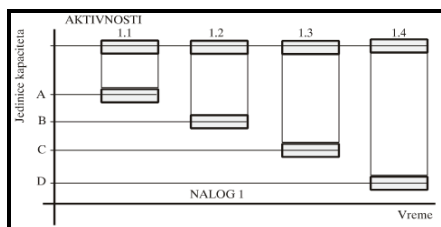
18.33. Struktura baze podataka radni nalog

Radni nalozi treba da omogući rad navedena četiri modula, tj. da se odgovori na pitanja: Šta se proizvodi kroz identifikaciju naloga? Kako se proizvodi kroz tehnološke postupke izrade? Koji sui resursi potrebni kroz realizaciju proizvodnih operacije? Gde se proizvod realizuje?

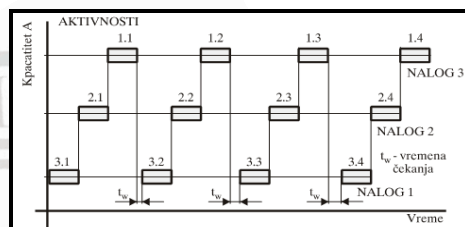
Planiranje termina proizvodnje se realizuje i tok naloga se realizuje kroz: terminiranje tokova, planiranje kapaciteta i usaglašavanja termina i kapaciteta, slika 18.34. Pri tome treba, za konkretne uslove jedne fabrike, definisati srednje opterećenje kapaciteta.



18.34. Tok planiranja termina i kapaciteta

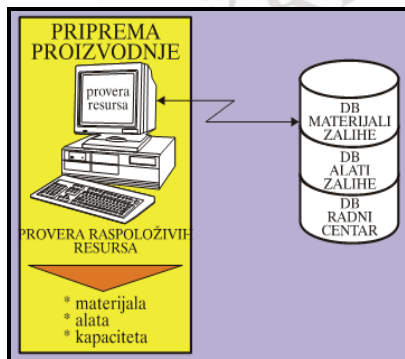


18.35. Planiranje termina orijentisanih prema radnom nalogu

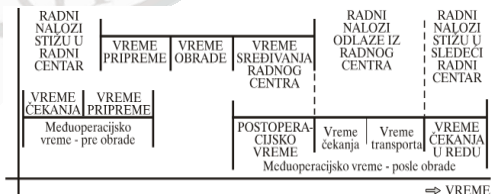


18.36. Planiranje termina orijentisanih prema jedinici kapaciteta

Raspoloživosti resursa za aktiviranje radnog naloga podrazumeva sledeće aktivnosti provere: plana izrade serije po terminalima, raspoloživosti materijala, raspoloživosti alata, pribora i uređaja za sve operacije i naloge, raspoloživosti mašine, njene prve, druge i treće smene, stalih resursa, slika 18.37.



18.37. Funkcionisanje modula provere raspoloživosti resursa



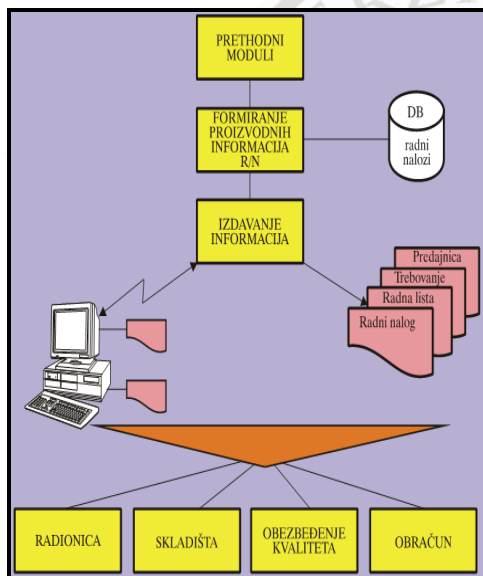
18.38. Struktura vremena trajanja operacija i među operacijskog vremena

Modul raspoređivanje radnih naloga je vrlo kompleksan modul koji treba da izvrši sledeće korake: određivanje redosleda pristizanja naloga i vremena trajanja naloga, raspoređivanje naloga na radne centre i usklađivanje kapaciteta, lansiranje radnih naloga, slika 18.38.

Modul praćenja radnih naloga bazira se na projektovanju tehnološkog procesa, gde se tehnološki putevi delova programa proizvodnje i gde se određuju punktovi kroz koje delovi mogu da prođu, slika 18.39. Zavisno od toga gde se proces može sistematizovati u odnosu na naznačenu podelu postoje različite vrste praćenja naloga, kao što su praćenje: početka i završetka radnog naloga, tehnoloških faza radnog naloga, svih faza radnog naloga u određenim vremenskim periodima, svakog radnog naloga po mašini, tako što se prati u on-line režimu rad mašine i sve što se po radnom nalogu na njoj uradi, svakog komada radnog predmeta pojedinačno kroz sve faze.

Na slici 18.40. prikazana je vrsta praćenja radnog naloga. Upravljanje procesom sklapanja proizvoda je od posebnog značaja za proizvodnju. Sklapanje je poslednja etapa izrade proizvoda složene strukture. Sklapanje je deo proizvodnog procesa koji ima onoliko etapa koliko nivoa ugradnje ima složen proizvod. Sklapanje može biti u osnovi na dva načina i to [9,17,19,20,21,23,31,34]:

- Sklapanje u nedeljive spojeve zavarivanjem, lemljenjem, lepljenjem ili zakivanjem;
- Mehaničko sklapanje razdvajivim vezama u podsklopove i sklopove, koji se obrnutim redom mogu razdvojiti.



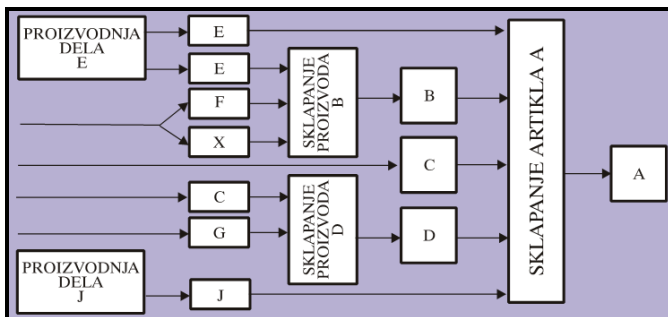
18.39. Lansiranje informacija o nalogu

VRSTE PRAĆENJA RADNOG NALOGA		VRSTE PROCESA				
		praćenje početka i završetka	praćenje tehnoloških faza	praćenje faza u vremenskim jedinicama	praćenje RN po mašini	kontinualno praćenje RN
1.	PROCES KOVANJA - SERIJSKA PROIZVODNJA			+		
2.	PROCES KOVANJA MASIVNIH RADNIH KOMADA				+	
3.	PROCES LIVENJA	+				
4.	PROCES PRESOVANJA VELIKIH RADNIH KOMADA				+	
5.	PROCES PRESOVANJA SREDNJIH I MALIH RADNIH KOMADA			+		
6.	PROCESI MEHANIČKE OBRADE PO PREDMETNOM PRINCIPU			+		•
7.	PROCESI MEHANIČKE OBRADE PO VRSTI MAŠINE			+		
8.	PROIZVODNJA SPECIJALNIH ALATA	•	+			
9.	PROIZVODNJA DELOVA PO NARUDŽBINI	•	+			
10.	METALURŠKI PROCESI		+			
11.	RAD NA MONTAŽNOJ TRACI					+

18.40. Vrste praćenja radnog naloga

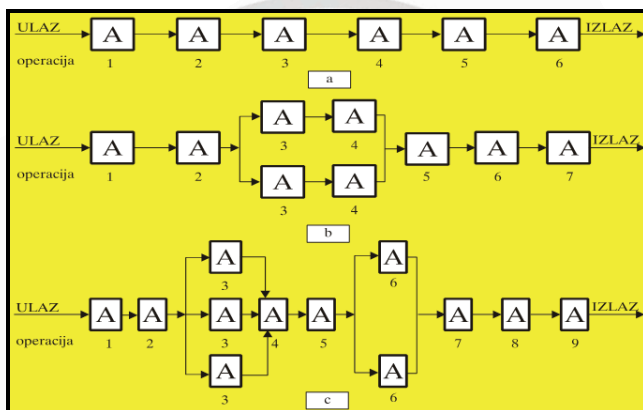
Tehnološki proces sklapanja obuhvataju: plan i program proizvodnje za planski period, konstruktivni crteži delova, podsklopova i sklopova, šeme sklapanja svih delova koji ulaze u sklopove, kao i podaci o priborima i materijalima koji potrebni sa se sklapanje izvrši, tehnički uslovi, podaci o obradi, normativni standardi, pomoćni pribor i automati i dr.

Na slici 18.41. prikazan je proces sklapanja artikala A sastavljenog od modula B, C i D.



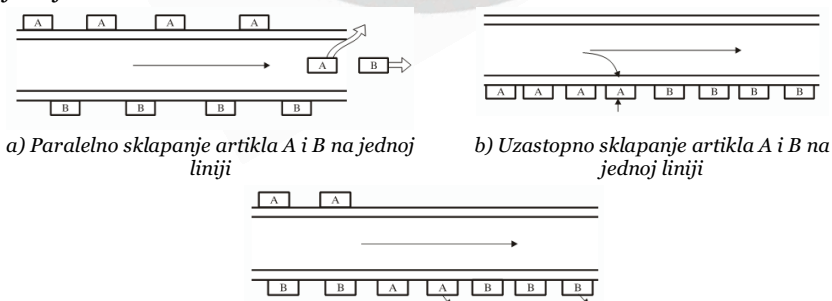
Slika 18.41. Sklapanje artikla A

Na slici 18.42. prikazana je shema montaže jednopredmetne linije sa uzastopno, paralelno i kombinovano postavljenim radnim mestima.



Slika 18.42. Shema montaže jednopredmetne linije sa uzastopno (a), paralelno (b) i kombinovano postavljenim radnim mestima (c).

Na slici 18.43. prikazano je paralelno, uzastopno i kombinovano sklapanje artikala na jednoj liniji.



a) Paralelno sklapanje artikla A i B na jednoj liniji

b) Uzastopno sklapanje artikla A i B na jednoj liniji

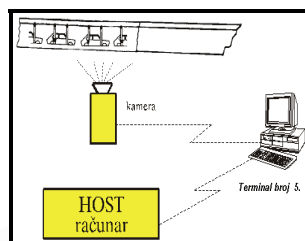
c) Kombinovano sklapanje artikla A i B na jednoj liniji

Slika 18.43. Sklapanje artikala na jednoj liniji

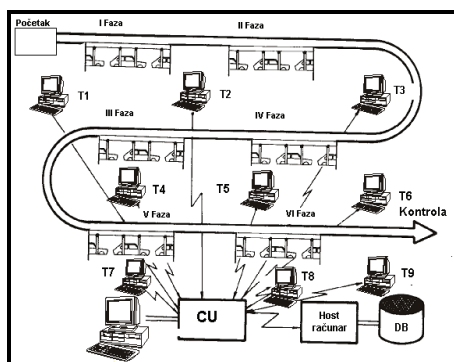
Upravljanje procesom sklapanja zavisi od karakteristika procesa. U opštem slučaju u okviru procesa upravljanja razlikuju se dva podproces i to:

- Upravljanje kretanjem komponenti prema mestu spajanja (sklapanja);
- Upravljanje sa praćenjem predmeta sklapanja.

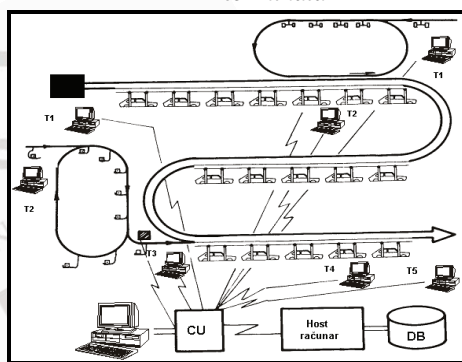
Ova dva podprocesa čine celinu, jer prvi podproces ne može funkcionisati bez drugog, drugi može bez prvog samo u jednostavnijim slučajevima.



18.44. Praćenje sklapanja pomoću terminala



18.45. Određivanje mesta lociranja terminala

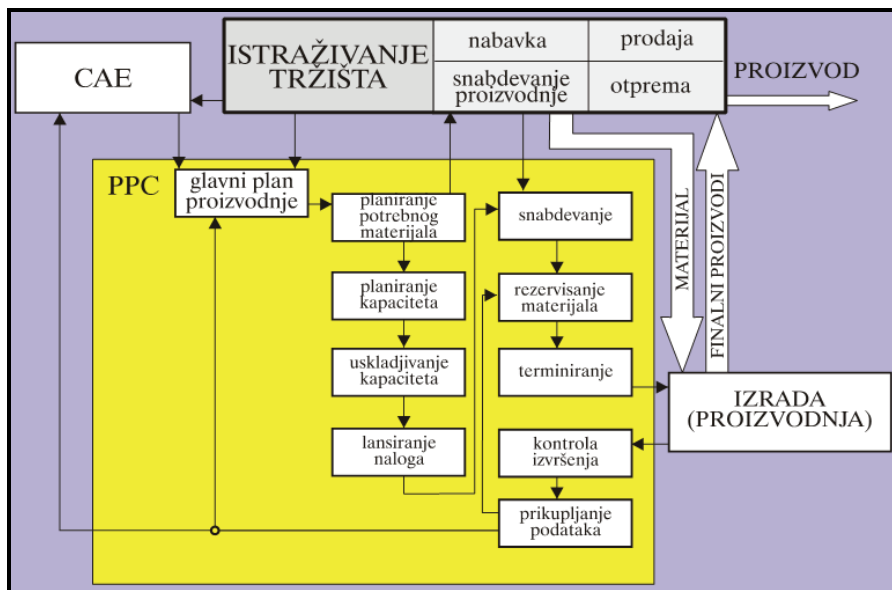


18.46. Integrisano upravljanje sklapanjem

Osnovi procesi u Planiranju i kontroli proizvodnog procesa (PPC, Production Planning and Control) su:

- planiranja proizvodnje,
- snabdevanje,
- upravljanje proizvodnjom,
- upravljanje alatima,
- upravljanje održavanjem opreme,
- upravljanje kvalitetom,
- upravljanja troškovima.

Ulaz u PPC sistem su nalozi kupca i konstruktivna i tehnološka dokumentacija (iz CAE) sistema, slika 18.47. Nakon izrade glavnog plana proizvodnje vrši se planiranje potrebnog materijal i kapaciteta, da bi se u narednim fazama, nakon usklađivanja kapaciteta izvršilo lansiranje naloga. Pre nego što se radni nalozi dostave funkciji proizvodnje vrši se rezervisanje materijala i terminiranje aktivnosti. Kada su sve pripreme aktivnosti izvršene, otpočinje proces proizvodnje, koji se prati na određenim kontrolnim tačkama. Podaci iz proizvodnje se prikupljaju i u povratnoj vezi dostavljaju svim neophodnim funkcijama, a pre svega upravljačkim.



Slika 18.47.



Poglavlje 19

RAČUNARSKI INTEGRISANA PROIZVODNJA

CILJEVI UČENJA

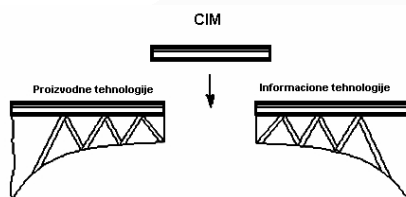
Kada pročitate ovo poglavlje, bićete u stanju da:

- Razumete razvoj računarski integrisane proizvodnje.
- Objasnite ciljeve organizovanja računarski integrisanih sistema.
- Shvatite značaj primene robota u proizvodnji.
- Razumete značaj i strukturu fleksibilnih proizvodnih sistema.
- Planirate potrebne tehničke karakteristike fleksibilnih proizvodnih sistema.



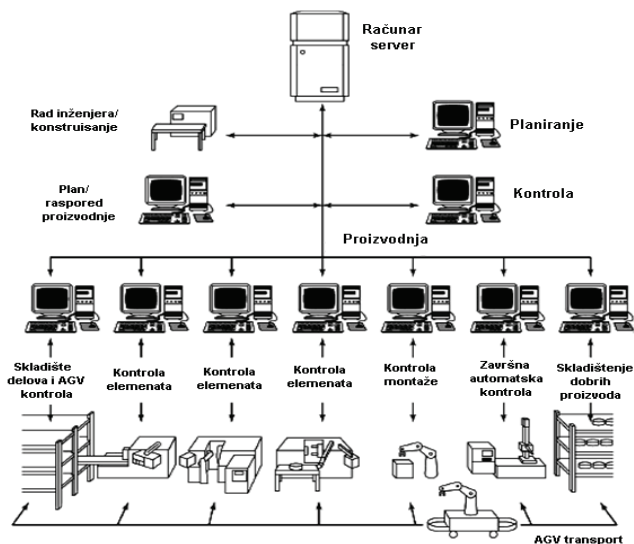
19.1. OSNOVNI POJMOVI O RAČUNARSKI INTEGRISANOJ PROIZVODNJI

Zahtevi tržišne ekonomije postavljaju pred preduzeća brojna pitanja i probleme. Kao izlaz iz takve situacije, mnogi poslovni sistemi vide integraciju poslovnih aktivnosti (informacija i procesa). Ovu integraciju omogućio je pre svega brz razvoj informacionih tehnologija u poslednjih nekoliko godina.



Slika 19.1. Integracija proizvodnje i informacionih tehnologija

Jedan od proizvoda tog razvoja jesu i računarski integrisani proizvodni sistemi (**CIM**: Computer Integrated Manufacturing). Oni integrišu sve poslovne informacije i procese počev od nivoa planiranja i upravljanja (strategijski i taktički nivo) pa do operativnog nivoa upravljanja [9,17,19,20,21,23,31,34].



19.1. Računarski integrisan proizvodni sistem

U suštini, **CIM** predstavlja savremeni koncept razvoja poslovnih sistema koji nudi pravic rešavanja problema koristeći računar (**C–Computer**) za integraciju (**I–Integrated**) proizvodnih ili poslovnih aktivnosti (**M–Manufacturing**). Integracija proizvodnih i informacionih tehnologija se ne vrši sama za sebe, već ona proizilazi iz osnovnih potreba i ciljeva preduzeća, slika 19.1. Ti ciljevi su najčešće povećanje fleksibilnosti, kvaliteta i produktivnosti. Pogotovu je za povećanje produktivnosti bitan ovaj tehnološki faktor. Naravno, ne treba zanemariti ni ostale faktore, pogotovo ljudski, u čijim je rukama znalačko i optimalno korišćenje tehnološkog faktora.

Skracenicne engleskih naziva korištene u daljem tekstu [9,17,19,20,21,23,31,34]:

- Fleksibilni proizvodni sistemi (FMS-Flexible Manufacturing System);
- Računarski integrisana proizvodnja (CIM-Computer Integrated Manufacturing);
- Proizvodnja pomoću računara (CAM-Computer-Aided Design);
- Projektovanje pomoću računara (CAD-Computer-Aided Design);
- Sistem automatizovanog uskladištenja i iskladištenja (AS/RS-Automated Storage and Retrieval System);
- Sistem automatizovanog vođenog vozila (AGVS-Automated Guided Vehicle System);
- Inženjering uz pomoć računara (CAE-Computer Aided Engineering);
- Direktno numeričko upravljanje (CNC-Computer Numerical Control);
- Humano orijentisan CIM (HOCIM-Human Oriented CIM);
- Planiranje i upravljanje proizvodnjom (PPC sisteme-Producton Planning and Control);
- Računarska integracija poslovnih sistema (CIE-Computer Integrated Enterprise);
- Računarski integrisani industrijski sistemi (CAI-Computer Aided Industry);
- Računarski integrisani poslovanje (CIB-Computer Integrated Bussines);
- Komunikacionih sistema (CS-Communication System);
- Upravljanje bazama podataka (DBMS-Data Base Management System);
- Fleksibilne automatizacije (FA-Flexible Automatisatation);
- Projektovanje tehnoloških procesa primenom računara (CAPP -Computer Aided Process Planning);
- Sistemi za podršku odlučivanju (DSS-Decision Support System);
- Kontrola kvaliteta pomoću računara (CAQ-Computer Aided Quality)
- Integrisana kontrola kvaliteta pomoću računara (CIQ –Computer Integrated Quality)
- CAD/CAM je akronim (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing);
- Grupna tehnologija (GT-Group Technology);
- Adaptivno upravljanje (AC- Adaptive Control);
- Numerička kontrola (NC-Numerical Control) ;
- Računom numeričko upravljanje (CNC- Computer Numerical Control);
- Direktno numeričko upravljanje (DNC–Direct Numerical Control);
- Planiranje proizvodnje i kontrola (PPC-Production Planning and Control);
- Integraciji aplikacija u preduzeću (EAI-Enterprise Application Integration);

Naziv NC (Numerical Control) potiče od toga što se upravljanje ostvaruje preko odgovarajućih programa sastavljenih od odgovarajućih naredbi definisanih preko numeričkih veličina (0 i 1). Programska naredba se sastoji iz simbola koji se registruju na bušenoj traci u vidu različitih kombinacija otvora. Svakom otvoru odgovara signal 0 ili 1 koji se registruje iza čitača bušene trake. Na taj način se ostvaruje numeričko upravljanje. Program za upravljanje NC alatnom mašinom se naziva NC izvorni program. NC alatna mašina predstavlja sistem koji se sastoji od podsistema: alatne mašine, mernog sistema, pogonskog sistema, upravljačke jedinice.

Razvoj računara i nagli pad njihove cene na tržištu omogućio je njihovu primenu u upravljanju alatnim mašinama. Pri tome računar preuzima jedan deo upravljačkih funkcija, koje su kod NC mašina bile rešene hardverskim putem.

Računarom numeričko upravljanje (CNC-Computer Numerical Control) najčešće se definiše kao numeričko upravljanje u koje je integrisan računar. U njegovoj memoriji su smešteni programi za realizaciju nekih ili svih funkcija upravljačke jedinice. Prema uputstvu kompjutersko numeričko upravljanje se definiše kao: *numeričko upravljanje koje sadrži programabilni računar za upravljanje radom alatnih mašina, mernih mašina ili nekoliko jedinica iste vrste koje simultano izvode radne operacije*. Programiranje NC i CNC mašina može da bude: ručno, ručno sa pomagalima (poluautomatizovano) i automatizovano (mašinsko).

Izmena bilo koje komponente NC sistema indukovala bi velike troškove, zbog zamene i drugih komponenti sistema, pa se javila potreba za fleksibilnim interfejsom. Ovo je uslovalo veću primenu programabilni logički kontroleri (PLC –Programmable Logic Controller).

Kod PLC sistema zadate funkcije se realizuju softverskim putem. One se unose u vidu programa u memoriju takvih sistema. Sve veću ulogu imaju “inteligentni” kontroleri kojima inteligenciju omogućuje ugrađeni mikroračunar, čije svojstvo programibilnosti određuje i njihov naziv. Zadatak PLC sistema je da: preuzme ulazne informacije, prenese ih do procesora, na izlazu ostvari upravljačke instrukcije.

Adaptivno upravljanje je vid upravljanja koji se zasniva na svojstvu adaptacije sistema, a adaptacija ili prilagođavanje sistema je proces menjanja osobina sistema radi postizanja najboljeg, ili u krajnjoj meri, prihvatljivog funkcionisanja u promenljivim uslovima okruženja. Kod AC mašina se režim rada mašine menja u zavisnosti od veličine poremećajnih dejstava za vreme procesa (sto nije slučaj kod NC, CNC, PLC sistema). Adaptivno upravljanje karakteriše zatvorena povratna sprega koja se ostvaruje preko mehanizma za adaptaciju. Razlikuju se:

- Granično regulisanje (ACC –Adaptive Control Constraint);
- Optimizaciono regulisanje (ACO –Adaptive Control Optimisation).

Direktno numeričko upravljanje (DNC–Direct Numerical Control) prema se definiše kao “*sistem za direktno numeričko upravljanje većeg broja alatnih mašina preko pridodatog procesnog računara*”. Na ovaj način je povećan nivo automatizacije uz evidentan visok nivo fleksibilnosti. U opštem slučaju DNC sistem čine dva računara, jedan nadređeni ili “veliki” računar jedan i jedan podređeni ili “mali” računar dva, koji preuzima odgovarajuće programe od računara jedan i memoriše ih u svojoj ekstornoj memoriji. Računar dva dostavlja odgovarajući program obrade odgovarajućoj NC alatnoj mašini.

CAD sistem (Computer Aided Design) se definiše kao primena računara u smislu alata za podršku pri kreiranju, analizi, modifikovanju ili optimizaciji neke konstrukcije. Primena računara obuhvata korišćenje odgovarajućeg hardvera i

softvera. CAD hardver obuhvata: računar (CPU), jednu ili više grafičkih jedinica, tastaturu i ostale periferijske uređaje (mis, palica, digitajzer...).

CAD softver obuhvata: programe za primenu kompjuterske grafike, aplikacione programe, programe za ostvarivanje komunikacije između različitih CAD sistema.

CAM sistemi predstavljaju računarom podržanu proizvodnju. Ulaz u svaki CAM sistem je opis geometrije predmeta. U prvom koraku je potrebno definisati tehnološki proces što obezbeđuje tzv. CAPP modul (CAPP – Computer Aided Proces Planning). CAPP modul sadrži tri osnovna segmenta:

- ulaz geometrije,
- opis tehnologije,
- generisanje upravljajućih informacija i prateće dokumentacije.

Hardver CAM sistema je sličan hardveru CAD sistema, a softver CAM sistema obuhvata softver:

- CAPP sistema,
- za izvođenje operacija na CNC mašinama i IR.

Osnovni pravac razvoja automatizacije u proizvodnim sistemima usmeren je na automatizaciju projektovanja proizvoda i projektovanje tehnoloških procesa. Automatizacija projektovanja proizvoda uspešno se rešava primenom računara i razvijenih CAD sistema.

Projektovanje tehnoloških procesa primenom računara je veoma složeno i ostvaruje se primenom **CAPP** (Computer Aided Process Planning) sistema. Oni predstavljaju skup računarom podržanih funkcija, koje potpomažu rad projektanata tehnoloških procesa. Zavisno od strategije razvoja CAPP sistema, postoje tri nivoa podrške koju CAPP sistemi omogućuje projektantu tehnoloških procesa i to:

1. **Niži nivo** podrazumeva primenu računara za memorisanje i pretraživanje podataka, za tehnološke procese koji su prethodno projektovani klasičnim metodama. Prema tome, ovi CAPP sistemi omogućuju, pretraživanje postojećih tehnoloških procesa, koji mogu da posluže kao osnova za projektovanje novog tehnološkog procesa.
2. **Viši nivo** CAPP sistema automatski generišu projekte tehnoloških procesa, za određene delove jednostavnijeg geometrijskog oblika. Projektant tehnoloških procesa u određenim slučajevima koriguje tako izrađene tehnološke procese, prema specifičnostima proizvodnje.
3. **Najviši nivo** razvoja CAPP sistema podrazumeva uključivanje u sistem znanja i ekspertnosti za projektovanje tehnoloških procesa. Tako projektovan CAPP sistem u potpunosti preuzima ulogu projektanta tehnoloških procesa.

Prema datim mogućnostima, strategija najnižeg nivoa CAPP sistema, omogućuje ubrzanje procesa projektovanja a CAPP sistemi najvišeg nivoa potpunu automatizaciju projektovanja.

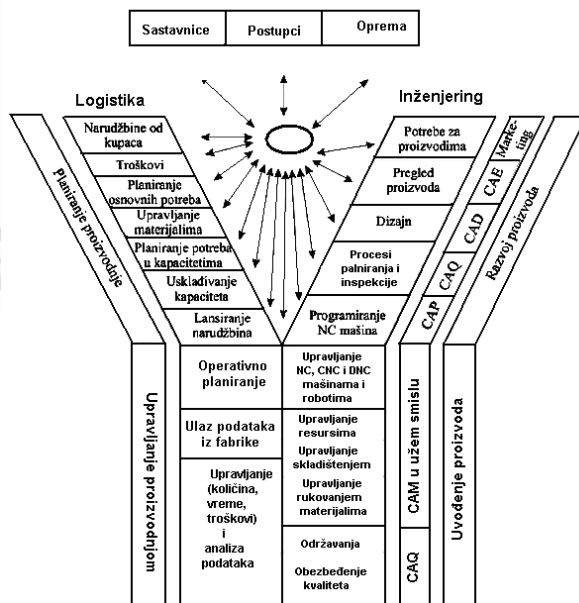
Sistemi najvišeg nivoa, da bi omogućili potpunu automatizaciju, treba da obezbede vezu između CAD i CAM sistema. Baza podataka i baza znanja CAPP sistema najvišeg nivoa treba biti integrisana sa bazama spregnutih CAD i CAM sistema.

U zavisnosti od načina projektovanja, odnosno od ugrađene logike za odlučivanje, mogu se identifikovati tri sistema za automatizovano projektovanje tehnoloških procesa i to:

- varijantni,
- generativni,
- sistemi zasnovani na znanju.

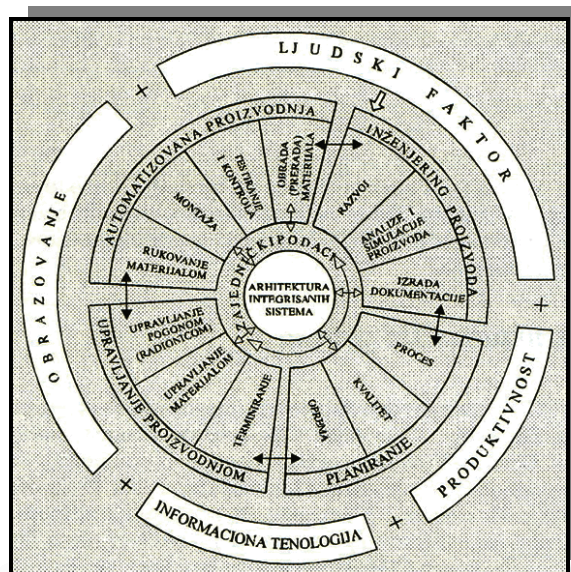
Kontrola pomoću računara (CAQ-Computer Aided Quality) predstavljaju odgovor poslovnih sistema na zahteve okruženja u pogledu unapređenja kvaliteta. Na najnižem nivou (1) računar se koristi za obuhvatanje podataka iz proizvodnje. To su podaci iz oblasti merenja. Na drugom nivou (2) je neposredno upravljanje kvalitetom pomoću računara, a na osnovu podataka iz proizvodnje. Na višem upravljačkom nivou (3) su CAQ sistemi u užem smislu koji sadrže i modul planiranja kontrole kvaliteta i obrade rezultata kontrole kvaliteta. Na najvišem nivou (4) je CIQ sistem (CIQ –Computer Integrated Quality) koji obezbeđuje integraciju svih podsistema poslovnog sistema uz unapređenje kvaliteta u svakom od njih.

CIM predstavlja arhitekturu integrisanja funkcije inženjeringa, marketinga i proizvodnje pomoću informacionih tehnologija, slika 19.3. U širem smislu, CIM obuhvata integraciju svih poslovnih procesa od snabdevača do kupca. CIM se koristi kao strategija za planiranje resursa preduzeća na širokom poslovnom nivou integracije [9,17,19,20,21,23,31,34].



Slika 19.3. CIM Y-model (Scheer, 2004)

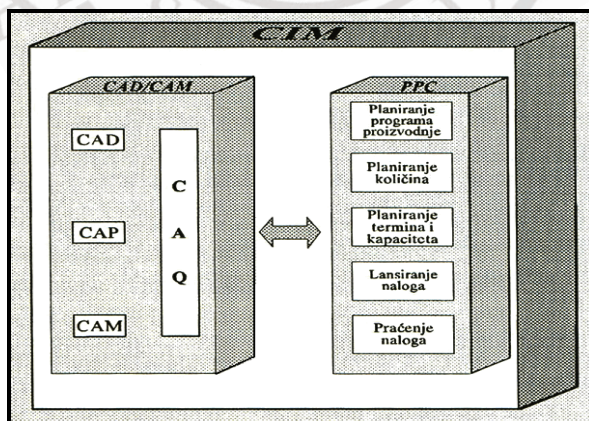
Da bi se realizovao koncept upravljanja prema ciljevima, potrebno je razviti model ciljeva koji obuhvata najmanje sledeće ciljeve: *fleksibilnost (F)*, *produktivnost (P)*, *kvalitet (Q)*.



Slika 19.4. CASA/SME model CIM sistema

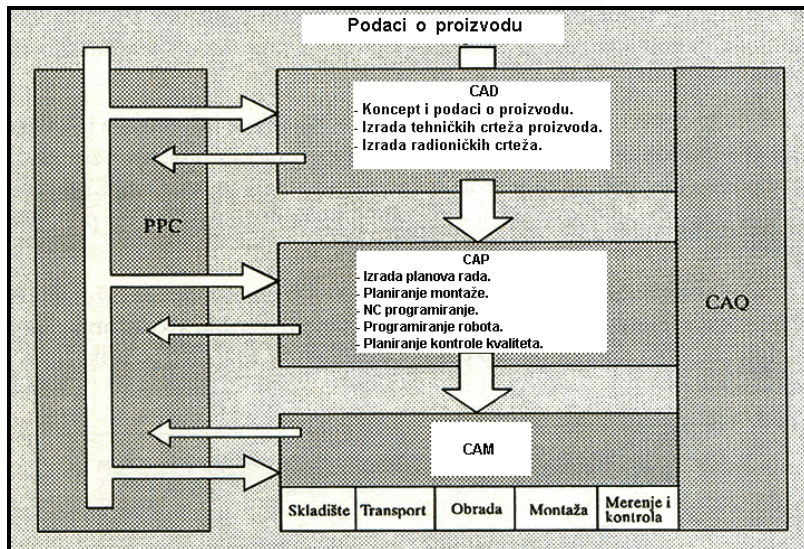
Prva celovita definicija CIM sistema je iz 1980. godine u vidu CIM točka (CASA/SME), gde su u središtu točka dati zajednička baza podataka i ostali zajednički informacioni resursi, slika 19.4. Pristup novim zajedničkim informacionim resursima imaju sve poslovne funkcije, grupisane u inženjering proizvoda, planiranje proizvodnje, upravljanje proizvodnjom i automatizaciju proizvodnje.

Druga karakteristična definicija CIM sistema proizilazi iz CIM modela koji je 1985 godine razvilo nemačko udruženje AWF, slika 19.5. Po toj definiciji CIM obuhvata informaciono – tehnološke interakcije između CAD, CAP, CAM, CAQ i PPC sistema.



Slika 19.5. AWF model CIM sistema

Imajući u vidu postojeće zahteve poslovanja kao i razvoj računarskih tehnologija dolazimo do pojma CIM sistema odnosno računarski integrisana proizvodnja, slika 19.6. Zato je naglasak na I u akronimu CIM. Kod ovih sistema proizvodnja je shvaćena u širem smislu i ne obuhvata samo procese proizvodnje i montaže već i ostale procese poslovnih sistema. Pojam CIM sistema je dalje evoluirao tako da dolazimo do pojma HOCIM sistema sa naglašenom ulogom ljudskih resursa u razvoju CIM sistema i CIE sa naglašenim vezama poslovnog sistema sa ostalim poslovnim sistemima. Kasnije do pojma CAI sistema sa naglašenom integracijom između više poslovnih sistema u okviru iste grane i industrije u celini, i pojma CIB poslovanja u celini [9,17,19,20,21,23,31,34].



Slika 19.6. Helbergov model CIM sistema

CIM arhitektura je informacijski sistem, koji omogućuje da se u poslovnom sistemu integrišu informacije i proizvodni procesi, tako što se najpre definišu pravci integracije i interfejs između korisnika. CIM arhitekturu čine tri ključna bloka:

- Komunikacije (komunikacije i distribucije podataka);
- Upravljanje podacima (definisanje, memorisanje i korišćenje podataka);
- Prezentacija.

Komunikacioni sistem u CIM okruženju je od fundamentalnog značaja, bez koga je nemoguće ostvariti uspešnu integraciju informacija i procesa. Zbog toga je izučavanje komunikacionih sistema (CS) od sve većeg značaja za uspešno poslovanje.

Ključna definicija komunikacije podacima je da je to: *“kodirana transmisija (prenos) podataka električnim ili optičkim putem”*. Komunikacija, kao proces, sastoji se iz tri koraka (tkz. I – P – O model) i to:

- podaci ulaze u CS,
- podaci se obrađuju u CS,
- podaci se predaju na izlazu iz CS-a.

Osnovni koraci (faze) u komunikaciji podacima su:

- prijem podataka,

- ispitivanje podataka,
- odlučivanje o načinu,
- slanje podataka do željenog odredišta.

Osnovni procesi i elementi komunikacije su:

- kodiranje,
- komunikacioni softver,
- paralelni port/serijski port,
- serijski (modemski) kabl,
- modem,
- modularni kabl,
- usluge prenosa,
- lokalne i druge mreže.

Drugi ključni blok, u CIM arhitekturi, je **upravljanje podacima** koje obuhvata definiciju podataka, relacije između njih, arhiviranje i pristup podacima. Značaj ovog bloka postaje sve veći, jer je u industriji instaliran veliki broj raznovrsnih računarskih sistema sa različitim upravljanjem podacima. Da bi se ostvarila integracija različitih sistema potrebno je da **upravljanje podacima obuhvati**:

- suverenitet nad podacima,
- bazu podataka,
- uključivanje lokalnih baza podataka.

Baza podataka je veliki skup međusobno povezanih podataka pomoću softvera za upravljanje bazama podataka (DBMS – “Data Base Management System”) napisanog pomoću jednog od programskih jezika. Postoji još jedna, znatno potpunija definicija DB-a i ona glasi: *“Baza podataka je skup međusobno povezanih i usklađenih podataka, skladištenih zajedno bez štetne i nepotrebne redundanse, kako bi na optimalan način služila jednom ili više informacionih sistema (aplikacija) i kako bi podaci u njima bili nezavisni od programa koji ih koriste”*.

Treći ključni blok u CIM arhitekturi je prezentacija, koja omogućuje dostavljanje neophodnih podataka do korisnika na nivou radionice ili poslovnih funkcija. Ostvarivanje CIM arhitekture pretpostavlja da se, pri razvoju CIM sistema, respektuju sledeće prepreke: korišćenje standardnih platformi, integracija podataka, osiguravanje investicija u CIM opremu, korišćenje različitih sistema, korišćenje industrijskih standarda i otvorenih interfejsa, smanjenje troškova za podršku aplikacija, kastomizacija rešenja, fazna primena, selektivnost u primeni CIM rešenja, unapređenje poslovnog procesa.

U fazi izrade aplikativnog softvera respektuju se potrebe za preuzimanjem i manipulacijom istih podataka od strane većeg broja korisnika iz različitih funkcija poslovnog sistema. Neki od lanaca integracije su posebno važni kod CIM sistema, kao na primer između: CAD/CAM, CAD/CAM i PPC, PPC i DSS aplikacija.

CIM arhitektura treba da omogućiti smanjene troškove za podršku aplikacija, jer se pravilno raspoređuju kadrovski resursi i ne vrši se dupliranje mnogih aktivnosti. Time se smanjuje vreme i troškovi izrade i troškovi održavanja aplikacija.

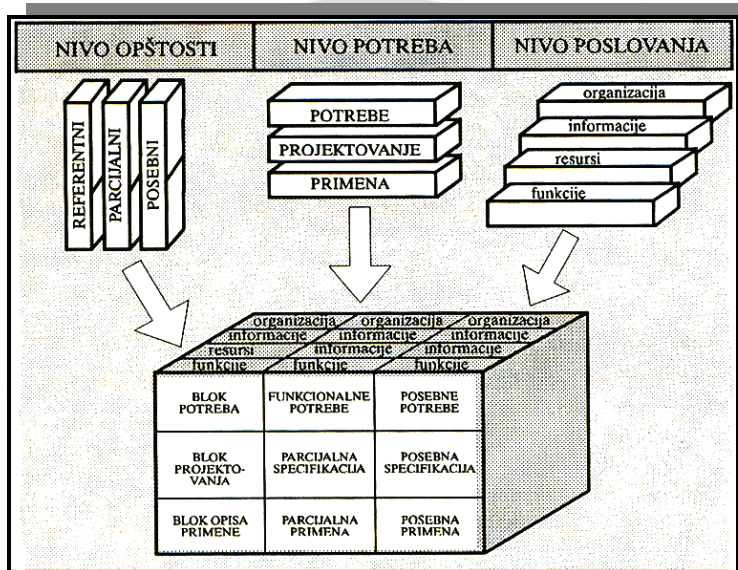
Iz prethodne analize sistema može se zaključiti da CIM arhitektura predstavlja integraciju informacionih i proizvodnih resursa. Integracija ovih resursa ostvaruje se, pre svega, pomoću komunikacione tehnologije. U oblasti proizvodnje koriste se dva osnovna protokola za razmenu podataka bazirana na ISO standardima i to:

- MAP (“Manufacturing Automation Protocol”),
- TOP (“Technical and Office Protocol”),

Iako je u to vreme postojalo nekoliko različitih modela CIM sistema, oni su imali nekoliko zajedničkih karakteristika. Svi modeli su vršili integraciju proizvodnih i informacionih tehnologija uvođenjem zajedničkih baza podataka. Baze podataka su mogle biti centralizovane za celo preduzeće i povezane sa ostalim poslovnim funkcijama ili distribuirane po poslovnim funkcijama pa zatim međusobno povezane. Tako su svi modeli koji su nastajali zadržavali tri osnovne karakteristike CIM strukture i bile prilagođene potrebama preduzeća, zahtevima tržišta i važećim standardima.

Karakterističan je i CIM OSA referentni model koji je razvijen u okviru programa Evropske zajednice a u okviru AMICE. To je CIM referentni model arhitekture otvorene za povezivanje, što znači da svako preduzeće može na ovoj osnovi da gradi svoj CIM model, slika 19.7. Arhitektura CIM OSA referentnog modela može se iskazati u tri dimenzije i to:

- Nivo opštosti: referentni, parcijalni i posebni.
- Nivo primene: potrebe, specifikacije, opis primene
- Nivo poslovanja sa aspekta: funkcija, informacija, resursa, organizacije.

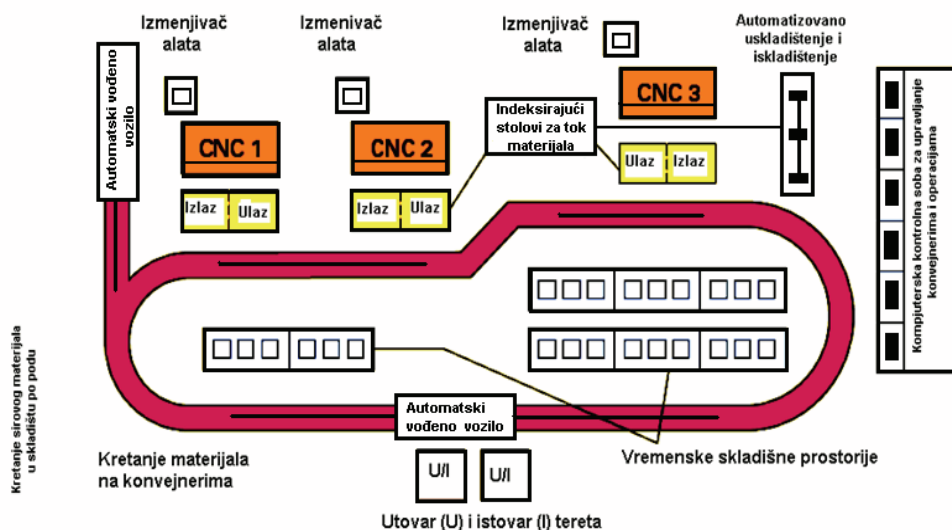


Slika 19.7. CIM/OSA referentni model

Sa aspekta nivoa opštosti najviši nivo ima referentni nivo na osnovu koga se projektuju parcijalni nivoi a najniži posebni nivo. Upravljanje u CIM modelu može se predstaviti sa većim brojem upravljačkih nivoa. U osnovnom CIM modelu postoje četiri nivoa upravljanja: operativno, funkcionalno, generalno, izvršno. Poslednja dva mogu se spojiti u jedno. Zadatak generalnog upravljanja je da definiše elemente tzv. konceptualnog plana CIM sistema, koji obuhvata: misiju, ciljeve i opšte pravce razvoja poslovnog sistema, raspoložive resurse, sagledavanje značaja sinergijskog efekta pri integraciji poslovnih podsistema, organizacioni okvir za razvoj CIM sistema.

19.2. CILJEVI ORGANIZOVANJA RAČUNARSKI INTEGRISANIH SISTEMA

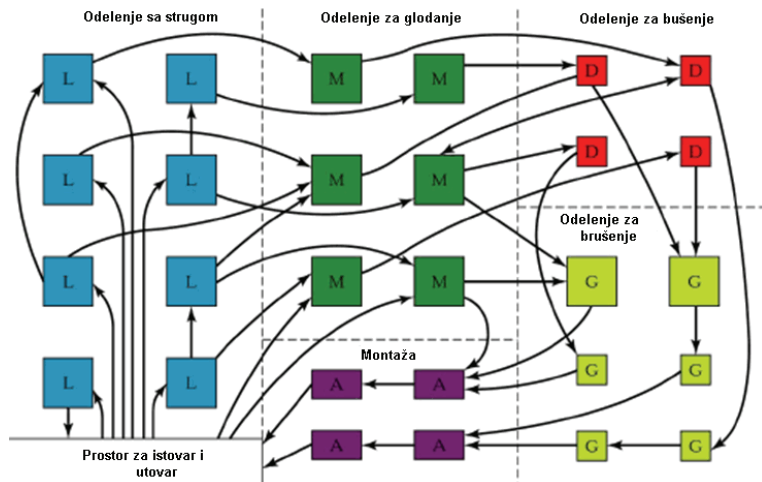
Ciljevi organizovanja CIM sistema proizilaze iz osnovnih ciljeva preduzeća. Prema analizi datoj u literaturi utvrđena je dinamika strateških ciljeva. Poslednjih godina dominantni ciljevi su povećanje fleksibilnosti, kvaliteta i produktivnosti. Od poslovnih sistema zahteva se sve veće respektovanje vremena i kvaliteta, uz praktično fiksiranje cena proizvoda, odnosno produktivnosti. Povećanje produktivnosti ostvaruje se na različite načine, ali se uočava da je najveći uticaj tehnološkog faktora. Na slici 19.8. prikazan je raspored tipičnog FPS. Sistem je pogodan za proizvodnju raznovrsnih delova (50 do 100) i godišnje do 2000 jedinica po delu. Sistem može rukovati sa više malih serija. FPS se može ponovo programirati za proizvodnju proizvoda pri kraju životnog ciklusa. FPS je pogodan za proizvodnju raznovrsnih proizvoda u velikim količinama [9,17,19,20,21,23,31,34].



Slika 19.8. Raspored FPS

Na slici 19.9. prikazan je raspored proizvodnje po odeljenjima i redosledu operacija. Kada postoji veći broj ciljeva postoje i određeni konflikt ciljeva. Primer za ovo je konflikt između produktivnosti i fleksibilnosti konvencionalne opreme, jer povećanje fleksibilnosti povlači za sobom smanjenje produktivnosti, i obrnuto. Zbog toga se u praksi najčešće definiše globalna funkcija cilja (G_c) kao ponderisana vrednost parcijalnih ciljeva. Vrednost pondera jednaka je 1, pa je vrednost globalne funkcije cilja između maksimalnih i minimalnih vrednosti parcijalnih ciljeva.

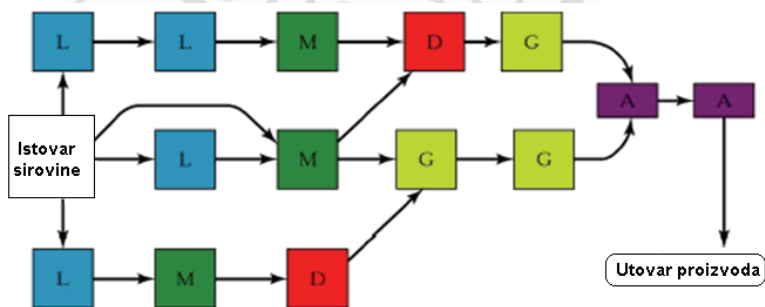
Proizvodni ciljevi proizilaze iz poslovnih ciljeva, odnosno, proizvodni ciljevi sa moraju iskazati kao podskup ciljeva poslovnih sistema ili CIM sistema. Osnovni proizvodni ciljevi su minimiziranje: međufaznih zaliha, kašnjenja, vremena protoka, maksimiranje obima proizvodnje.



Slika 19.9. Raspored FPS

Povećanje nivoa fleksibilnosti i automatizacije

Potreba za povećanjem fleksibilnosti i automatizacije (FA) je odgovor poslovnih sistema na uslove koje diktira okruženje [9,17,19,20,21,23,31,34]. Fleksibilnost i automatizacija je takav vid automatizacije procesa pri kome se zadržava ili povećava nivo automatizacije. Dok je kod konvencionalnih metoda povećanje nivoa automatizacije značilo smanjenje nivoa fleksibilnosti, kod fleksibilne automatizacije teži se istovremenom povećanju nivoa automatizacije i fleksibilnosti. Istovremeno povećanje nivoa fleksibilnosti i automatizacije postiže se primenom računarskih ili C-tehnologija. Ovaj pojam se koristi kada se želi naglasiti primena računara u raznim oblastima. Da bi primena CIM sistema bila uspešna, proizvodne tehnologije treba da budu povišenog nivoa automatizacije i fleksibilnosti kao i pouzdanosti i tačnosti. Ovi protivurečni zahtevi se mogu ostvariti primenom FA.

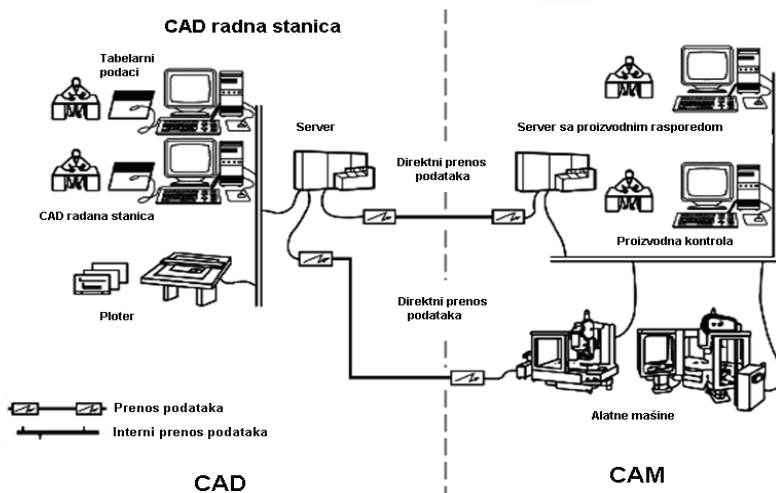


Slika 19.10. Funkcionalni raspored grupnih tehnologija mašinskih alata na tradicionalan način: strug (L- lathe), glodalica (M- milling), bušilica (D- drilling), brusilica (G- grinding) i montaža (A- assembly) delova.

Grupna tehnologija je u osnovi fleksibilnih proizvodnih sistema koja podrazumeva određenu organizaciju i grupisanje mašina i delova. Grupe mašina ili

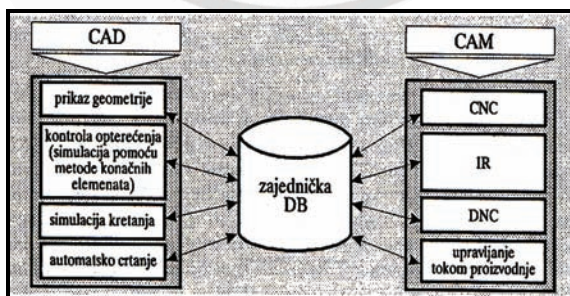
radnih mesta proizvode samo deo nekog proizvoda. Postavljeni su tako da slede redosled operacija tehnološkog procesa proizvodnje. Kao tip organizacije do kraja je uspešna kod realizovanja FPS samo uz dobro razrađenu konstrukciju proizvoda i uz usku povezanost projektovanja tehnologije proizvoda as projektovanjem procesa. Delovi proizvoda se grupišu u familije primenom: metoda klasifikacije ili ukрупnjavanja.

CAD/CAM je akronim od Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing. Opšti prevod bi glasio: kompjuterom podržan dizajn i proizvodnja. **CAM** sistemi obuhvataju sisteme za pripremu i realizaciju upravljačkih zadataka za **CNC** mašine, industrijske robote i fleksibilne tehnološke ćelije.



Slika 19.11. Tok dokumenata u CAD/CAM aplikacijama.

Povezivanje CAD i CAM sistema se vrši u skladu sa povezivanjem bilo koja dva računarska sistema, slika 19.11. Ovaj interfejs međutim ima neke svoje značajne osobenosti. Najčešće se povezivanje vrši preko zajedničke baze podataka. Najvažnija je veza između **CAD** i **NC** modula **CAM** sistema.



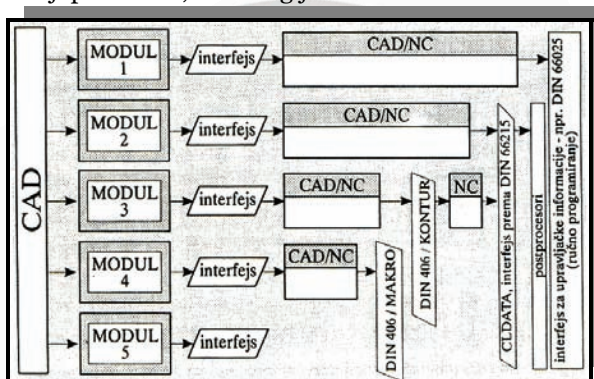
Slika 19.12. Povezivanje CAD/CAM aplikacija

Dve su osnovne mogućnosti povezivanja **CAD** i **NC** funkcija, slika :

- Na nivou jezičkog interfejsa, gde **CAD** generiše geometrijske podatke. Podaci se dalje obrađuju preko željenih procesora (**NC** jezika, kao npr. **APT**, **EXAPT**);
- Na nivou deskriptivnih interfejsa, tj. interfejsa podataka. To se ostvaruje pomoću **IGES** post procesora (npr. **CADCLP**) ili kao individualno rešenje kod nestandardnih formata podataka.

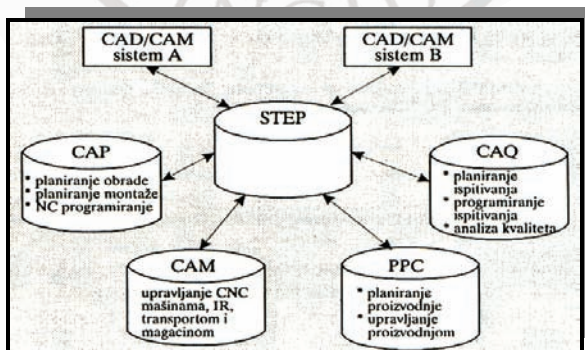
Interfejs treba da omogućiti izmenu :

- grafičkih podataka , koji obuhvataju 2D/3D vektorsku grafiku i 2D/3D raster grafiku,
- podataka sa tehničkog crteža, koji obuhvataju 2D geometriju, razmeru i kote, poglede i preseke, organizacione podatke,
- geometrijskih podataka i to za 2D/3D linijske modele, 3D površinske modele i/ili zapreminske modele,
- podataka o modelu proizvoda, tj. podataka o strukturi proizvoda, geometriji proizvoda, tehnologiji i elementima oblika.



Slika 19.13.

Kao najistaknutiji interfejs za povezivanje CAD/CAM sistema treba istaći **STEP**, slika 19.14.

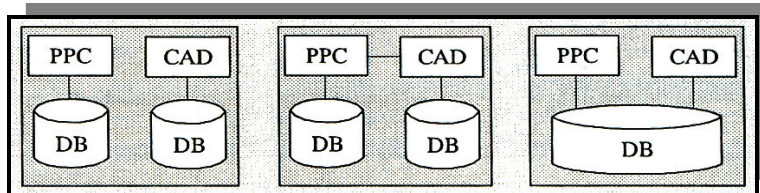


Slika 20.13. Integracija CAD/CAM i PPC sistema

Prisutan je veliki broj veza u oba pravca između **CAD** i **PPC** (*Production Planning and Control*) u oba pravca. **CAD** sistem obezbeđuje mnogo informacija o

proizvodu, konstrukciji i, ako je integriran sa **CAM** sistemom, o tehnologiji i izradi na **CNC** mašinama. Ovi podaci predstavljaju ulaz u **PPC** sistem, koji treba da omogući efikasno planiranje i upravljanje proizvodnjom. Oni se odnose na strukturu proizvoda, planove rada i resurse (mašine, alati, ostala oprema).

Na osnovu konstruktivne dokumentacije dobijaju se liste materijala, liste delova za nabavku, liste delova za izradu.

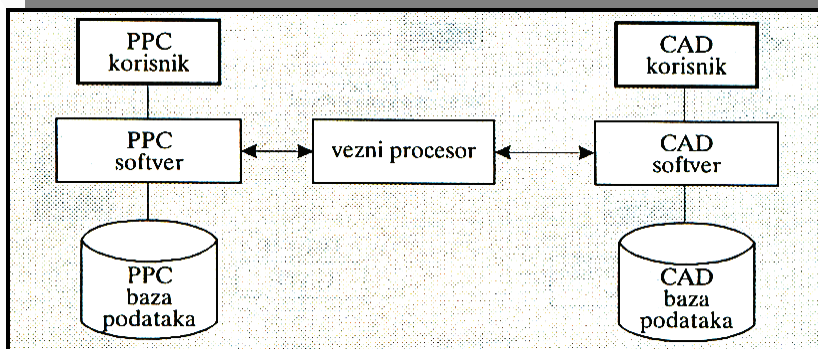


Slika 19.14.

Veza između CAD i PPC sistema se može ostvariti, slika 19.14.:

- kretanjem dokumentacije unutar istog proizvodnog ili poslovnog sistema,
- povezivanjem CAD i PPC sistema,
- Integrisanjem CAD i PPC sistema u CAD/PPC sistem.

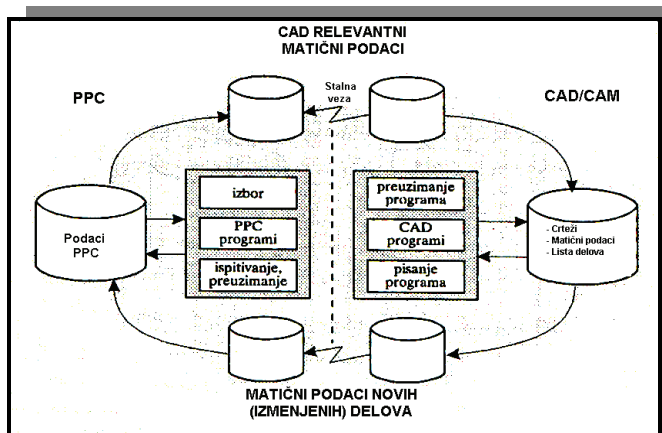
U prvom slučaju, jedina veza između CAD i PPC sistema se ostvaruje preko dokumentacije (crtež, plan proizvodnje...) i redundansa je jako visoka. Ovo je karakteristično kod autonomnog prilaza razvoja CAD i PPC sistema. Druga i treća varijanta imaju prednosti u informatičkom smislu, ali je njihova primena vezana za redizajniranje postojećih CAD i PPC baza podataka, primenu savremenih računarskih i komunikacionih tehnologija. Najvažniji lanci integracije kod CIM sistema su između, slika 19.15.: CAD/CAM aplikacija, CAD/CAM i PPC aplikacija, PPC i DSS aplikacija.



Slika 19.15.

U ovim sistemima veza između **CAD** i **PPC** sistema ostvaruje se preko vezanih procesora, koji omogućuju: ručnu manipulaciju podataka, primenu dodatnih programa za manipulisanje podataka, transfer podataka u oba smera i transfer podataka u dijalogu.

Za integrisano rešenje razlikujemo tri slučaja: zajednička baza podataka na jednom računarskom sistemu, zajednička baza podataka za jednu računarsku mrežu i zajedničko upravljanje podacima u jednoj mreži.



Slika 19.16.

Sistemi za podršku odlučivanju (DSS - *Decision Support System*) su sistemi koji služe kao podrška u odlučivanju menadžmentu. Razvijeni su kao specifična oblast razvoja sistema baziranih na znanju i ekspertnih sistema. Njihova pojava datira iz 70-tih godina prošlog veka. Osnovna paradigma u njihovom razvoju bila je podrška informacionih tehnologija u modeliranju problema, njihovom razumevanju i vrednovanju alternativnih odluka. Sve ovo proističe iz činjenice da se kod složenih problema odlučivanja donošenje odluka mora počivati na sistemskom pristupu. DSS se sastoji iz baze podataka, baze znanja i interpretera pravila. Baza znanja sadrži veoma kompleksne podatke o objektima odlučivanja, znanja o znanju. Sva ta znanja su razdvojena u više modula i vrlo se jednostavno mogu nadograđivati. Interpreter pravila omogućava korišćenje znanja i baze znanja kao i izbor odgovarajućih pravila i njihov redosled. Odluka praktično predstavlja izbor akcije iz liste alternativnih akcija. Ponekad se ova lista daje eksplicitno, a ponekad u obliku varijable.

Integracija PPC i DSS sistema je put ka uspešnom poslovanju preduzeća. Time bi se objedinile informacione i proizvodne tehnologije, pa bi i posao menadžera, inženjera i ostalih učesnika u poslovanju bio znatno olakšan. Planiranje i upravljanje proizvodnjom bilo bi znatno efikasnije ukoliko bi u okviru iste postojao sistemski način za donošenje odluka, odnosno DSS sistem.

Kao što se može i pretpostaviti, osnovni razlozi zbog kojih se teži integraciji proizvoda i procesa u preduzeću su savremeni uslovi poslovanja. Zahteva se sve veća brzina reagovanja, transparentnost procesa, pouzdanost dobijenih informacija itd. Zbog toga je poželjno da se aplikacije tj. aplikativni softveri realizuju zajedno. Tek se sa pojavom Interneta može govoriti o integraciji aplikacija u preduzeću. Kretanje poslovnih rešenja komunikacijom starih i novih aplikacija korišćenjem zajedničkog srednjeg sloja (*middleware*) predstavlja **EAI** (*Enterprise Application Integration*).

Middleware je softver nezavistan od aplikacija, koji omogućava povezivanje aplikacija. Time se postiže: bolja relacije sa kupcima, podrška ojačavanju lanaca snabdevanja, podrška ključnim internim procesima, podrška bržem razvoju i uvođenju novih aplikacija.

Model integracije predstavlja predviđeni pristup i konfiguraciju koji se koristi pri integraciji informacija i omogućuje: jednostavniju integraciju aplikacija, ponovno

korišćenje integracije u različitim konfiguracijama, široke moguće pristupe ka integraciji, potrebna ekspertska znanja u ostvarivanju integracije.

On obuhvata modele integracije prezentacije, podataka i funkcionalnu integraciju.

Model integracije prezentacije je jedan od najjednostavnijih oblika integracije. Integracija je ostvarena pomoću korisničkog interfejsa aplikacija. Time se dobija jedinstvena prezentacija za korisnika. Ovaj model omogućuje integraciju novog softvera pomoću prezentacije postojećeg. On se obično koristi za kreiranje novog korisničkog interfejsa, ali i za integraciju sa drugim aplikacijama.

Model integracije podataka se zasniva na pristupu softverskih komponenti podacima. Premošćava se aplikativni softver, i direktnim pristupom se ostvaruje kreiranje, upravljanje i memorisanje podataka. Ovo se najčešće vrši radi ponovnog korišćenja ili sinhronizacije podataka kroz aplikacije.

Model integracije funkcije se zasniva na integraciji softvera na nivou koda. To može biti na nivou procedure ili objekta, koristeći API (Application Programming Interface). Uključuje se pristup svakoj aplikaciji, uključujući semantiku i ponašanje aplikacije. To se može ostvariti i korišćenjem konektora. Konektor je softver čija je namena da omogućiti pristup softveru i njegovoj funkcionalnosti. Softver se tada razvija u skladu sa originalnim postavkama, sa lakim pristupom i istovremenom integracijom. Vrlo važan pojam je i distribuirani srednji sloj. Postoje tri kategorije istog :

- MOM (Message Oriented Middleware) koji ostvaruje integraciju prolaskom poruka između aplikacija. MOM je odgovoran za isporuku poruka do ciljnog sistema.
- DOT (Distributed Object Technology) je zasnovan na objektno orijentisanom konceptu srednjeg sloja. Ostale aplikacije mogu pristupiti ovom softveru preko mreže.
- Monitori procesiranja transakcija (TPM–Transaction Processing Monitors) omogućuje upravljanje transakcijama pomoću saradnje dve faze.

19.3. PRIMENA ROBOTA U PROIZVODNJI

U određivanju pojma robota možemo krenuti od jedne popularnije definicije koju nalazimo u Websterovom (Webster) rečniku [9,17,19,20,21,23,31,34]. Prema toj definiciji robot je "automatizovani uređaj koji obavlja funkcije koje se obično pripisuju čoveku". Zvanična definicija data od strane RIA (Robotic Industries Association) je, međutim, znatno preciznija ali se odnosi samo na industrijske robote. Ona, u slobodnijem prevodu glasi: "Industrijski robot je višefunkcionalni manipulator koji se može ponovo programirati i koji je namenjen da pomera radni materijal, predmete, alat i specijalne uređaje na razne zadate načine u cilju izvršavanja različitih zadataka". Vratimo se sada prvoj definiciji robota. U pominjanoj drami Karela Čapeka robotima se nazivaju mehanički ljudi koji rade u fabrikama. Tu je uveden i naziv robot. Naziv je izveden iz češke reči "robota" koja označava prisilni rad. Taj naziv je kasnije preuzet i u svim drugim svetskim jezicima. Obratimo sada pažnju na karakteristike robota. Čapek navodi da su roboti mehanički savršeni i poseduju izuzetno veliku inteligenciju. To je uobičajena vizija autora naučne fantastike. Tako, u nastanku pojma robota "mehanička savršenost" i "velika inteligencija" postaju njegove glavne odrednice. Razvojem nauke, posebno automatizacije, termin robot, uz izmenjen sadržaj, ulazi u svakodnevnu upotrebu. Tridesetih godina ovog veka dolazi do značajne modernizacije

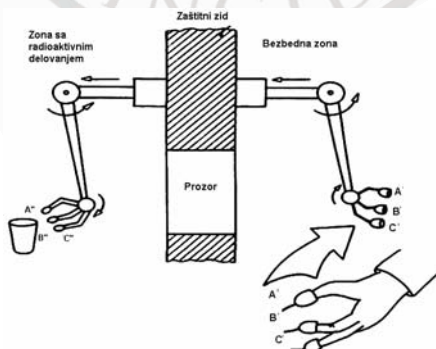
proizvodnje. Formiraju se moderne proizvodne linije na kojima se nalaze i različiti automati. Danas takvi automati i poslovi koje su radili deluju veoma jednostavno, međutim, u ono vreme oni su bili proizvod vrhunske tehnike i nazivani su robotima.

Robotom je smatran svaki tehnički uređaj sposoban da obavi neke radnje i poslove koje je ranije radio čovek. Nije bilo potrebno da takav uređaj liči na čoveka niti da se odlikuje nekom širom mogućnošću kretanja ili pak mogućnošću prilagođavanja različitim zadacima. Automati su vremenom usavršavani, no njihove bitne karakteristike u pogledu mogućnosti kretanja i prilagođavanja nisu se menjale. Kvalitativni skok nastupa pedesetih godina. Razvija se tehnika računara i pojavljuju se mašine i uređaji kojima su upravljali elektronski računari. To su takozvane numerički upravljane mašine. One su mogle da obave veoma složene poslove ali su to ipak bile samo strogo određene kretnje za koje je mašina konstruisana (na primer, automatizovani strug). Takve mašine nazivane su tada robotima. Presudna je bila sposobnost računara da obavlja, slično čoveku, određene intelektualne radnje.

Danas od robota zahtevamo mnogo više. Robot mora ostvariti veoma složena kretanja, a i pojam samostalnosti se izmenio. Robot mora biti sposoban ne samo za automatizovano izvršavanje postavljenog zadatka već i za snalaženja u nekim situacijama koje su izvan normalnog radnog režima; on mora reagovati i prilagođavati se različitim poremećajima uslova rada. Takvu sposobnost već možemo nazvati inteligencijom. Sadašnja istraživanja u oblasti robotike pokazuju da će roboti biti mehanički sve savršeniji, a njihovi upravljački sistemi posedovaće sve više veštačkih čula i elemenata veštačke inteligencije. Kao primer neka posluži čulo vida u obliku televizijske kamere sa računarskim algoritmima za prepoznavanje oblika. Zatim, tu su merači sile pritiska, laserski daljinari i razni drugi uređaji. Time će roboti postati zaista veoma samostalni u radu.

19.3.1. Industrijski roboti

Neke od oblasti tehnike i proizvodnje čiji je razvoj bitno uticao na pojavu i usavršavanje robota zahtevale su uređaje robotskog tipa.



Slika 19.17. Kopirajući manipulator

Jedna od takvih oblasti je nuklearna tehnologija. Tu se radi sa radioaktivnim materijama i u zonama izloženim radijaciji, na primer kod montaže i demontaže

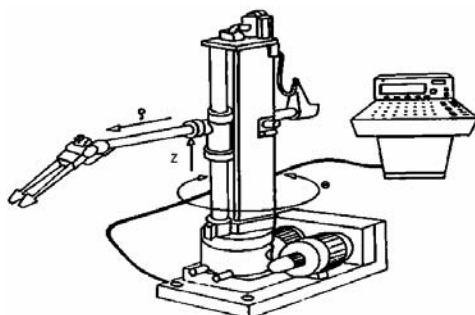
elemenata nuklearnog reaktora ili intervencije u slučajevima havarija na nuklearnim postrojenjima. Radi rešenja ovih problema razvijeni su prvo kopirajući manipulatori, slika 19.17. Oni su omogućavali da čovek-operator, stojeći u bezbednoj zoni, iza zaštitnog zida, rukuje radioaktivnim materijama. On svojim rukama vodi takozvani upravljajući mehanizam manipulatora. Izvršni mehanizam koji se nalazi u opasnoj zoni kopira to kretanje i tako obavlja željenu radnju.

Industrijski manipulacioni robot je uređaj opremljen mehaničkom rukom velikih mogućnosti kretanja i upravljačkim sistemom velike autonomije realizovanim na digitalnom računaru. Ovakav robot predstavlja današnju krajnju tačku razvojnog niza industrijskih automata. Industrijske robote delimo u tri generacije na osnovu toga u kojoj meri su izražene glavne odrednice robota: univerzalnost kretanja i autonomnost u radu. Pre nego što izložimo karakteristike robota prve generacije spomenimo industrijske automate koji izvršavaju zadata kretanja tako što se pokretanje i zaustavljanje obezbeđuje prekidačima ili mehaničkim graničnicima. Mada se po nekim definicijama i ovi uređaji svrstavaju u robote, danas je uglavnom prihvaćeno da takvi automatski manipulatori ipak nisu roboti jer je njihova univerzalnost i mogućnost reprogramiranja veoma ograničena. Roboti prve generacije u stanju su da automatski ponavljaju zadati pokret. Zapravo, ne radi se o samo jednom određenom pokretu, već o proizvoljnom pokretu koji se robotu zadaje preko, na primer, zapisa na magnetnoj traci. Novi zadatak podrazumeva novi program. Time se iscrpljuje mogućnost komunikacije sa robotom, a njegova samostalnost ogleda se u preciznom automatskom ponavljanju zadatog kretanja.

Kada govorimo o istorijskom razvoju industrijskih robota navedimo hronološki još neke važne momente:

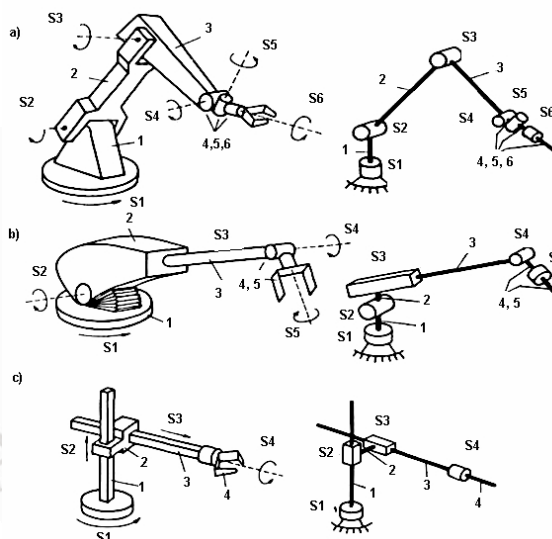
- Krajem četrdesetih i početkom pedesetih godina razvijaju se kopirajući manipulatori i teleoperatori za rad sa radioaktivnim materijama;
- Godine 1952. Institut za tehnologiju u Masačusecu (MIT) prikazuje prvu numerički upravljanu mašinu;
- Godine 1954. u Velikoj Britaniji je patentiran prvi robotski uređaj - manipulator sa numeričkim upravljanjem (C. W. Kenward);
- Godine 1954. projektovan je u SAD uređaj pod originalnim nazivom "programmed article transfer" ili, u slobodnom prevodu, sistem za programirano premeštanje predmeta (George C. Devol). Godine 1960. kompanija Junimejt (engl. Unimate, rukovodilac J. F. Engelberger) proizvela je prvi robotski uređaj prema ovom projektu.

Industrijski roboti (IR –Industrial Robot) su pored CNC sistema tipičan predstavnik fleksibilno automatizovanih sistema. U osnovi između CNC i IR nema nekih značajnih razlika, to su tehnički sistemi kod kojih se zadavanje radnih zadataka ostvaruje na osnovu programa datog u numeričkom obliku. IR je programabilni sistem, opšte namene, koji može da poseduje neke antropomorfne karakteristike, a pre svega ruke. Programabilnost, ruke, zglobovi omogućavaju IR široku primenu u industriji, slika 19.18. Razlika između CNC i IR je samo u vrsti aktivnosti koje izvode a i ova razlika je sve manja.



Slika 19.18. Robot sa tri zgloba

Razgranat lanac podrazumeva da bar jedan segment lanca nosi tri ili više zglobova (jedan prethodni i dva ili više narednih), slika 19.19.



Slika 19.19. Primeri manipulacionih robota sa odgovarajućim kinematičkim lancima

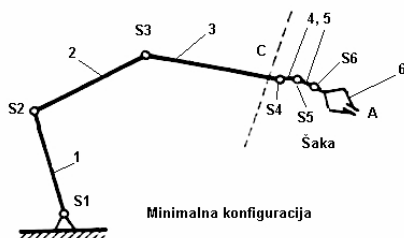
19.3.2. Roboti u industriji i fleksibilna automatizacija

Roboti se primenjuju u proizvodnji da bi se postigla veća produktivnost. Počeli su od jednostavnijih operacija i kretali se ka složenijim. Danas polja industrijske primene robota možemo svrstati u četiri kategorije:

- prenos (transfer) materijala i opsluživanje mašina,
- procesne operacije,
- poslovi montaže (asembliranje),
- poslovi kontrole proizvoda (inspekcija).

Minimalna konfiguracija podrazumeva mehanizam sa tri zgloba, odnosno tri stepena slobode. Na takvu minimalnu konfiguraciju nadovezuje se takozvani završni, mehanizam robota koji ćemo uslovno nazivati šaka. Na slici 19.20 šematski je

predstavljena podela lanca na minimalnu konfiguraciju i šaku. Sledi da minimalna konfiguracija obuhvata zglobove S_1 , S_2 i S_3 i segmente 1, 2 i 3, a šaka se nadovezuje i sadrži određeni broj zglobova i segmenata (na primer 4, 5 i 6). Naziv minimalna konfiguracija potiče otuda što svaki manipulacioni robot poseduje takav mehanizam. Minimalna konfiguracija često se definiše kao mehanizam sa tri stepena slobode koji vrši pozicioniranje tj. dovođenje šake na željeno mesto u radnom prostoru. Kasnije ćemo videti da se pod pojmom pozicioniranja obično podrazumeva položaj samog vrha šake robota, tačka A na slici 19.20. Tako, na taj položaj, pored minimalne konfiguracije, utiču i segmenti same šake. Otuda se može reći da minimalna konfiguracija određuje položaj korena šake, tačka C na slici 19.20., a zajedno sa šakom vrši pozicioniranje vrha, tačka A na slici 19.20.

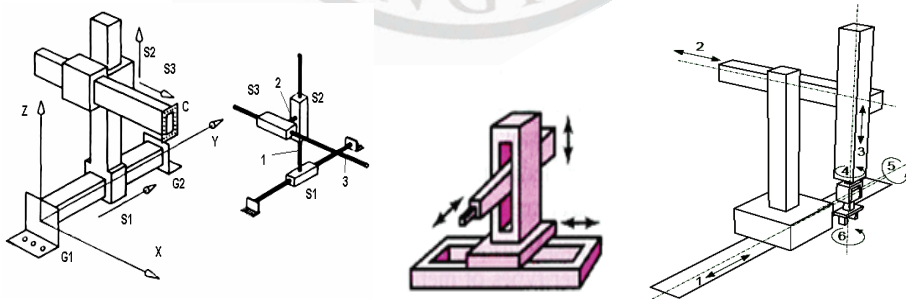


Slika 19.20. Minimalna konfiguracija i šaka robota

Minimalna konfiguracija je mehanizam sa tri zgloba od kojih svaki može biti rotacioni ili translatorni. Označimo sa R rotacioni, a sa T translatorni zglob. Sada možemo uvesti označavanje mehanizma na sledeći način: na primer RTT označava mehanizam sa tri zgloba (i tri stepena slobode) od kojih je prvi rotacioni, a druga dva translatorna. Sada ćemo, koristeći uvedeno označavanje obraditi najčešće sheme minimalne konfiguracije robota.

Pravougaona ili TTT shema

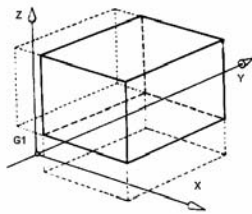
Minimalna konfiguracija pravougaone ili TTT sheme ima tri translatorna zgloba. Na slici 19.21. prikazan je primer ovakve minimalne konfiguracije i to izgled robota i njegov shematski prikaz.



Slika 19.21. Konfiguracije robotskih manipulatora: pravougaona minimalna konfiguracija.

Kako je na slici prikazano, minimalna konfiguracija se završava jednom pločicom (C na slici 19.21.) na koju se zavrtnjima ili nekako drugačije vezuje šaka robota.

Treba, ipak, naglasiti da minimalna konfiguracija i šaka ne moraju biti ovako odvojene celine. Vrlo često se i ne mogu fizički razdvojiti zato što se motori koji pokreću zglobove šake nalaze negde na segmentima minimalne konfiguracije, da bi bili bliže centralnom stubu i time manje opterećivali robot. Odatle se pogoni prenose pogodnim prenosom mehanizmom do zglobova šake. U ovakvim slučajevima podela na minimalnu konfiguraciju i šaku robota ima smisla samo shematski, a ne i na stvarnoj konstrukciji. Razmotrimo sada radni prostor TTT-robota ograničavajući se za sada samo na minimalnu konfiguraciju. Pod radnim prostorom minimalne konfiguracije robota podrazumevamo onaj deo prostora u čiju svaku tačku može da dođe vrh konfiguracije, tačka C na slika 19.22..

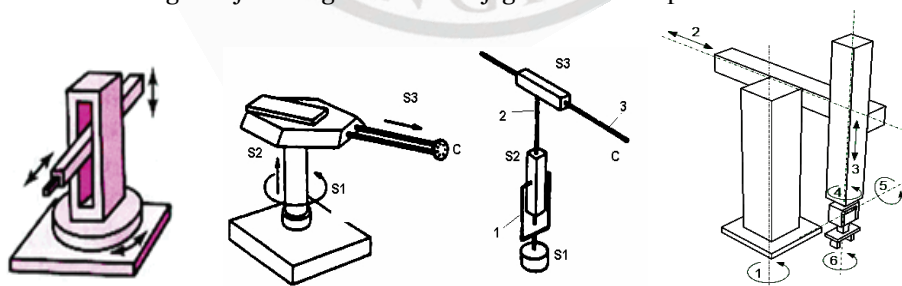


Slika 19.22. Radni prostor pravougaone minimalne konfiguracije

Posmatrajmo TTT-shemu prikazanu na slici 19.21. i razmotrimo šta je to što ograničava mogućnost da vrh C stigne u bilo koju tačku prostora. Ograničenje potiče otuda što pomeranje bilo kog segmenta kroz odgovarajući zglob nije ograničeno. Na primer, kod klizanja zgloba S1 po šipki G1G2 uvedeni su mehanički graničnici (G1 i G2). I kod ostalih zglobova dužina izvlačenja ili uvlačenja segmenata ograničena je samom dužinom segmenata, pa se u konstrukciji uvode graničnici. S obzirom na ovakva ograničenja, radni prostor TTT-robota bio bi pravougaonik prikazan na slici 19.22.

Cilindrična ili RTT-šema.

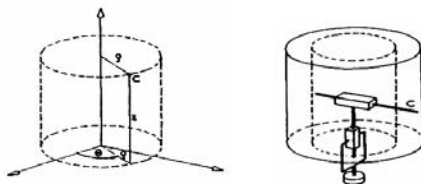
Minimalna konfiguracija cilindrične ili RTT-scheme ima tri zgloba od kojih je prvi rotacioni, a druga dva translatorna. Na slici 19.23. prikazan je primer ovakve minimalne konfiguracije i to izgled robota i njegov shematski prikaz.



Slika 19.23. Konfiguracije robotskih manipulatora: cilindrična minimalna konfiguracija

Naziv cilindrična shema potiče otuda što pomeranja u zglobovima S1, S2 i S3 tačno odgovaraju koordinatama θ , z i ρ cilindričnog koordinatnog sistema, što se vidi

upoređivanjem slika 19.24. U daljem tekstu ćemo videti da je i radni prostor ovakvog robota cilindričan.

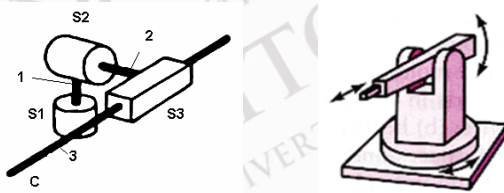


Slika 19.24. Cilindrični koordinatni sistem i radni prostor

Razmotrimo sada radni prostor RTT-sheme robota. Ograničenja se ovde javljaju zbog ograničene dužine segmenta 2 i 3, te se oni mogu izvlačiti (odnosno uvlačiti) iz odgovarajućih zglobova samo do određene mere. Za obrtanje u zglobu S1 smatraćemo da nije ograničeno, mada i tu mogu da se pojave ograničenja. S obzirom na uvedena ograničenja, radni prostor cilindričnog robota izgledao bi kao na slici 19.24.

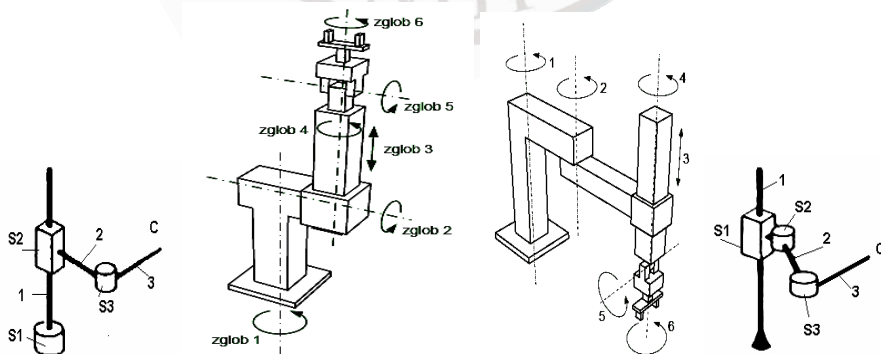
Sferna ili RRT-shema.

Minimalna konfiguracija sferne ili RRT- sheme ima tri zgloba od kojih su prva dva rotaciona, a treći translatorni. Na slici 19.25. prikazan je primer sfernog robota i njegova šema.



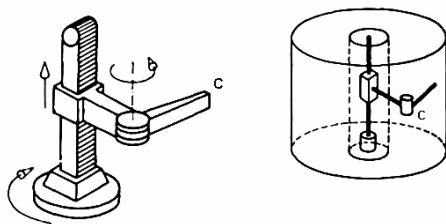
Slika 19.25. Sferna minimalna konfiguracija

Pomeranja u zglobovima kod RRT-sheme približno odgovaraju koordinatama sfernog koordinatnog sistema, slika 19.26., pa otuda naziv sferna shema.



Slika 19.26. Konfiguracije robotskih manipulatora: RTR, RRT i TRR šeme

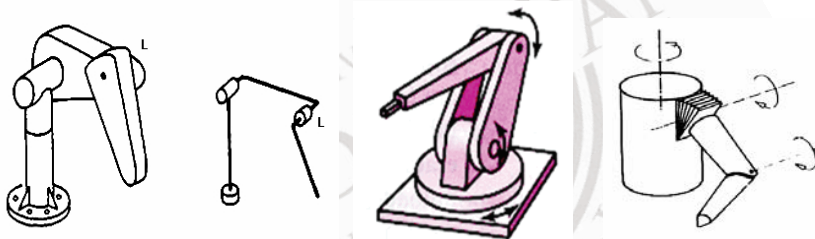
RTR i TRR šeme prikazujemo zajedno zato što u onom obliku u kome se obično praktično realizuju imaju isti radni prostor. Šeme su prikazane na slici 19.26.



Slika 19.27. Konfiguracije robotskih manipulatora: RTR-robot i radni prostor

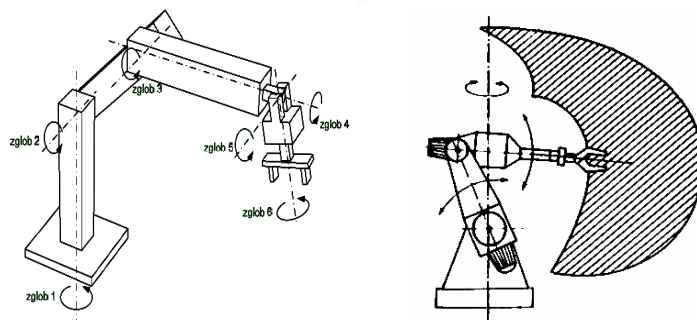
Laktasta ili RRR-shema.

Minimalna konfiguracija laktaste ili RRR-šeme ima tri rotaciona stepena slobode. Naziv laktasti robot potiče od karakterističnog "L-lakta" koji se uočava na ovoj šemi. Za ovu šemu robota sreću se i drugi nazivi kao, na primer, zglavkasti ili antropoidni robot. Izdvojicemo posebno jednu od mogućih RRR-shema. Prikazana je na slici 19.28. i zbog sličnosti sa čovekovom rukom naziva se antropomorfna (čovekolika) shema.



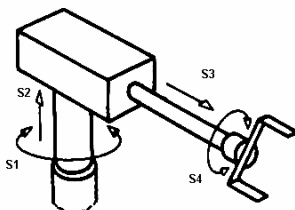
Slika 19.28. Konfiguracije robotskih manipulatora: laktasti ili RRR-robot

Radni prostor RRR-sheme robota zavisi od mogućnosti obrtanja u svakom zglobo. Ako bi obrtanja bila bez ograničenja, onda bi radni prostor bio lopta čiji je poluprečnik određen dužinom ruke. Kako obrtanja u zglobovima nisu neograničena to će radni prostor biti jedan deo lopte složenog oblika, slika 19.29.



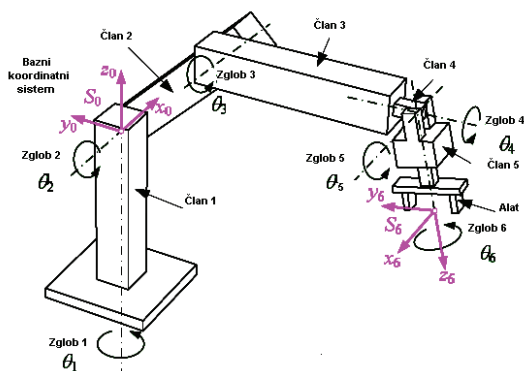
Slika 19.29. Konfiguracije robotskih manipulatora: RRR robot i radni prostor laktastog robota

Na slici 19.30. prikazan je robot sa četiri stepena slobode kretanja.



Slika 19.30. Robot sa četiri stepena slobode

Kinematika robota izučava poziciju, brzinu, ubrzanje i sve izvode promenljive pozicije (s obzirom na vreme ili neke druge promenljive). Izučava geometrijska i vremenska svojstva kretanja bez razmatranja sila i momenata koji uzrokuju to kretanje i analitički opisuje geometriju i kretanja robota u odnosu na neki fiksni referentni koordinatni sistem. Osnovni problem koji treba rešiti je da se za zadane uglove zglobova robota koja je orijentacija i pozicija alata u odnosu na bazni koordinatni sistem kao i transformacija prikaza položaja robota iz kartezijanskog prostora u prostor zglobova.



Slika 19.31. Kinematika robota

Dinamika predstavlja oblast mehanike koja se bavi izučavanjem sila i momenata koje uzrokuju kretanje. Osnovni problem je kako će se kreće robot pod delovanjem sila odnosno momenata u zglobovima robota. Te sile/momenti zavise od: prostorno-vremenskim osobina zadane putanje alata, masa i momenata inercije članaka, opterećenja, trenja u zglobovima itd. Da bi se robot kretao kroz prostor od tačke A do tačke B mora se odrediti putanja. Putanja se zadaje u obliku niza tačaka kroz koje robot mora proći na putu od A do B. **Upravljanje robotom može biti:**

- Poziciono: tačno sleđenje putanje i povratna veza preko senzora pozicije i brzine.
- Upravljanje silom dodira:
 - kada se robot slobodno kreće u prostoru, primenjuje se "čisto" poziciono upravljanje,
 - kada robot dodiruje površinu nekakvog objekta (ciljna površina), primenjuje se hibridno upravljanje: poziciono upravljanje se

primjenjuje u nekim smerovima (npr. za upravljanje položajem robota u ravni ciljne površine) a u ostalim smerovima upravlja silom dodira (npr. u smeru normalnom na ciljnu površinu).

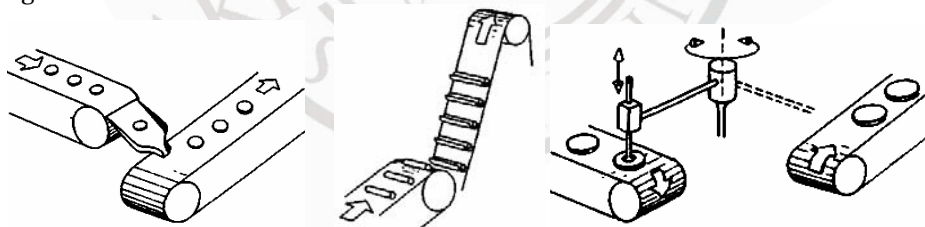
- Povratna veza preko senzora sile.

19.3.3. Transfer materijala i opsluživanje mašina

U svakom proizvodnom pogonu promet i prenos materijala spadaju u ključne radnje [9,17,19,20,21,23,31,34]. Naglasimo da pod pojmom materijala podrazumevamo kako neobrađeni materijal koji ulazi u pogon, tako i delimično obrađene radne predmete, a konačno i potpuno obrađeni proizvod koji izlazi iz pogona. Promet materijala igra važnu ulogu zato što je uvek potrebno materijal koji ulazi u pogon prenositi od jedne mašine do druge, ili opštije, od mesta gde se obavlja jedna radna operacija do mesta gde se obavlja druga. Na taj način materijal se kreće do izlaska iz pogona. Na ovom mestu nećemo govoriti o usavršavanju i automatizaciji samog postupka obrade, dakle razvoju mašina, već ćemo razmatrati samo proces prometa materijala.

Operacija prenošenja

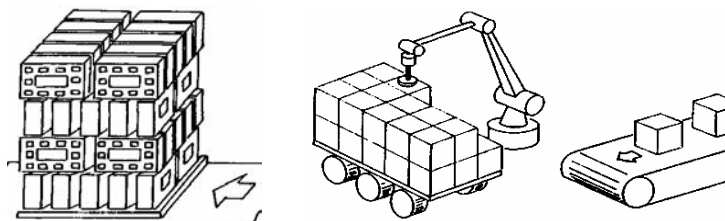
U slabo automatizovanim proizvodnim pogonima prenos materijala uglavnom su obavljali radnici. Oni su radne predmete prenosili pojedinačno, ako su krupniji, ili spakovane u različite vrste korpi i kontejnera, ukoliko su delovi bili manji. Dakle, ključna je bila ljudska radna snaga uz korišćenje pomagala kao što su kolica i sl. Korišćenje ljudske radne snage svakako nije odgovaralo kasnijim zahtevima za sve većom brzinom rada, smanjivanjem troškova, ujednačenim ritmom dotoka materijala za obradu itd. Stoga se automatizacije i prenos materijala. U pitanju su obično različite vrste pokretnih traka i po potrebi prostiji manipulacioni automati. Na slici 19.32. prikazan je transport delova pokretnom trakom i prelaz sa jedne trake na drugu direktno, uz pomoć prostog automata sa dva pokretna elementa i neizmenljivim programom rada.



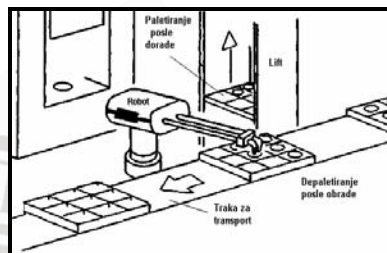
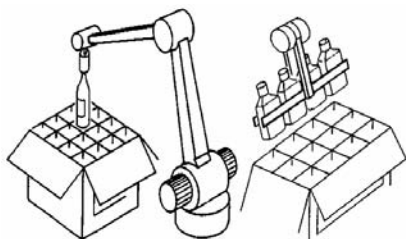
Slika 19.32. Transport pokretnom trakom

Paletizacija

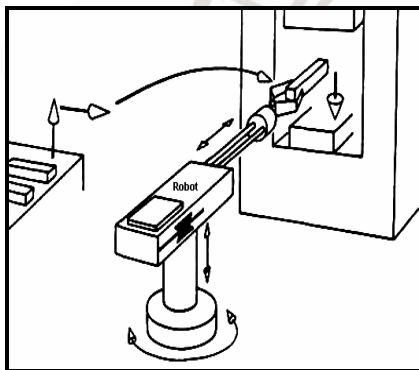
Umesto pojedinačnih predmeta, prenos se često vrši u grupama smeštenim u određene magacine. Tako dolazimo do pojma palete. Paletom nazivamo svaki prenosivi magacin u kome su radni predmeti složeni na pravilan način (jedan pored drugog, jedan iznad drugog i sl.). Posmatrajmo sada transport palete transportnim kolicima, slika 19.33. Robot uzima predmete sa pokretne trake i slaže ih na paletu. Ovaj posao nazivamo paletizacija. Obrnut posao, kada robot uzima predmete sa palete i stavlja ih na traku, nazivamo depaletizacija.



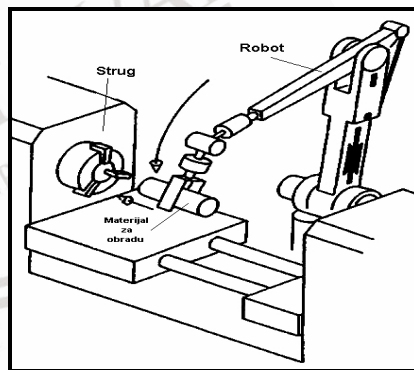
Slika 19.33. Manipulacija robota sa opekama i slaganje u palete.



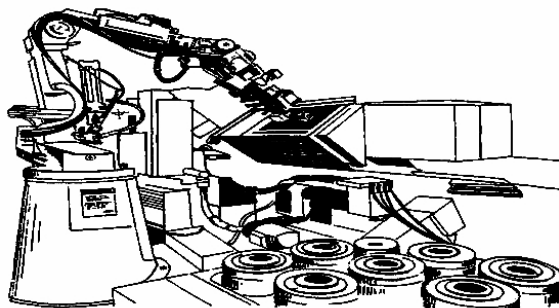
Slika 19.34. Robot pakuje flaširane tečnosti *Slika 19.35. Rad robota pri transportu palete*



Slika 19.36. Robot opslužuje presu



Slika 19.37. Robot opslužuje strug



Slika 19.38 . Laktasti robot opslužuje mašinu

Primena u sistemima za mašinsku obradu.

Mašinska obrada podrazumeva niz postupaka kojima se grubo obrađenim predmetima (ili neobrađenim livenim ili kovanim komadima) daje završni oblik. Zajednička karakteristika ovih postupaka je ta da se mehaničkim putem (rezanjem) uklanja višak materijala do postizanja željenog oblika i dimenzija. U pitanju su obradni postupci na strugu, glodalici, itd., kao i postupci brušenja, poliranja i sl.

Tipični obradni sistem sastoji se od mašine za obradu (npr. strug), transportnog sistema za dovoženje i odvoženje materijala i robota koji opslužuju mašinu, slika 19.37. U savremenim pogonima sreću se, po pravilu, tzv. numerički upravljane mašine. Ako posmatramo primer struga, tada ovakav upravljački sistem obezbeđuje veliku fleksibilnost mašine. Radi se o tome da se željeni oblik predmeta i odgovarajući rad mašine reguliše računarskim programom koji može biti zapamćen na nekoj od memorijskih jedinica (bušena traka, kartice, magnetna traka, disketa i sl.). Ako se na ovaj način formira programska biblioteka koja pokriva određeni broj različitih predmeta, tada je dovoljno signalizirati upravljačkom sistemu koji predmet nailazi i mašina će izvršiti potrebnu proceduru obrade. Tako dolazimo do mogućnosti da obradni sistem uspešno radi i sa velikim i sa malim serijama, pa čak i pojedinačnoj proizvodnji.

Da bi se postigle opisane prednosti robot, kao deo obradnog sistema, mora biti programiran tako da podržava fleksibilnost cele ćelije. To se odnosi i na mehaniku robota, na primer, u smislu zahteva za hvataljkom koja odgovara određenom skupu različitih predmeta.

Poslovi peskarenja i farbanja prskanjem

Farbanje možemo posmatrati kao deo šire tehnologije površinske zaštite materijala. U naslovu odeljka izdvojili smo farbanje prskanjem jer je to jedna od najčešćih i veoma poznatih primena robota (u SAD radi više od 1000 robota za farbanje). Inače, roboti se primenjuju i u nekim drugim poslovima površinske zaštite kao što je, na primer, peskarenje kojim se mehanički čisti površina materijala, slika 19.39.



Slika 19.39. Primena robota pri peskarenju posude

Postoji niz razloga zbog kojih se poslovi farbanja poveravaju robotima. U pitanju je veoma "prljav" posao. Atmosfera u pogonima za farbanje zasićena je isparenjima od sredstava za farbanje, a te materije su često otrovne i kancerogene.

Pošto su ove materije često i zapaljive, to postoji velika opasnost od požara. Zbog svega ovoga poslovi farbanja svakako spadaju u onu grupu poslova od kojih je čoveka poželjno osloboditi. Pored humanizacije rada roboti u poslovima farbanja donose i niz drugih prednosti:

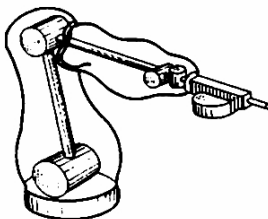
- Poboljšani kvalitet. Robot može obezbediti veoma pravilnu regulaciju kretanja pištolja za farbanje čime se postiže ravnomerno nanošenje boje;
- Ušteda materijala postiže se ravnomernim nanošenjem sloja boje kao i preciznim ritmom uključivanja i isključivanja pištolja;
- Ušteda energije postiže se time što robotizovana ćelija za farbanje ne zahteva složen sistem ventilacije, grejanje i sl;
- Povećana produktivnost se postiže smanjenjem učešća živog rada i troškova koje on nosi kao i opisanim uštedama i poboljšanjem kvaliteta.

Robot za farbanje nosi na svom kraju završni uređaj u vidu pištolja za prskanje boje. Prilikom rada robot nosi ovaj uređaj zadatom putanjom koja obezbeđuje nanošenje boje na sve predviđene površine radnog predmeta.

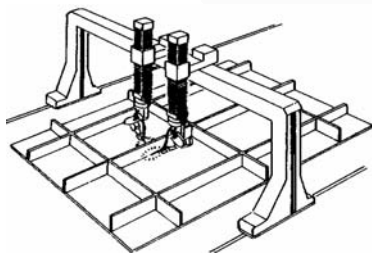
Da bi izvršio ovakav zadatak robot mora imati sposobnost praćenja kontinualne putanje. Za zadavanje putanje najčešće se primenjuje postupak ručnog vođenja, i to posredstvom lagane "kopije" robota. Jedna od karakteristika zadatka farbanja je i ta da pištolj prska boju na priličnu širinu. Otuda se ne postavlja zahtev za velikom preciznošću.

Sa stanovišta upravljačkog sistema zahteva se još i fleksibilnost tj. laka izmena programa koja bi omogućila prilagođavanje robota različitim predmetima koje je potrebno farbati.

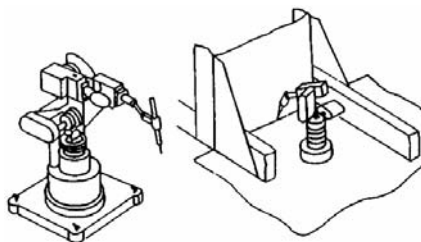
Bez obzira na izbor pogona robot koji radi u uslovima koji vladaju u ćeliji za farbanje zahteva posebnu zaštitu vitalnih delova pokrivačima na način prikazan na slici 19.40.



Slika 19.40. Robot za farbanje sa zaštitnim pokrivačem



Slika 19.41. Dvoručni portalni robot za zavarivanje



Slika 19.42. Prenosivi robot

19.4. FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI

Fleksibilni proizvodni sistem (Fleksibilni tehnološki sistemi) predstavljaju realizaciju ideje o istovremenom povećanju stepena automatizacije procesa obrade, montaže, transporta i manipulacije predmeta i alata, uz povećanje nivoa fleksibilnosti promenom odgovarajućeg upravljačkog sistema. termin je izveden iz činjenice da su ovi sistemi sposobni za proizvodnju različitih proizvoda bez značajnog prekida i prelaza [9,17,19,20,21,23,31,34].

Drugim recima, integracijom obradnih sistema (**NC/CNC, FTC, AC, PLC**), skladišnih sistema, manipulacionih sistema (**IR**), **CAQ** i transportnih sistema pomoću IT formiraju se fleksibilni tehnološki sistemi FTS. Koristi se i akronim **FMS** (Flexible Manufacturing System). FMS može da sadrži:

- fleksibilnu automatizaciju,
- grupne tehnologije,
- računarske numerički upravljane (CNC) mašine alatlijeke,
- direktno računarsko upravljanje (DNC) mašinama i unutrašnjim transportom.

Prema geometrijskom obliku delova koji se izrađuju u okviru FMS razlikujemo FMS za obradu:

- rotacionih delova,
- rotacionih i prizmatičnih delova,
- prizmatičnih delova.

Imajući u vidu raspored mašina i vezu između njih razlikujemo FMS sa:

- rednim rasporedom mašina,
- paralelnim rasporedom mašina,
- kombinovanim rasporedom mašina.

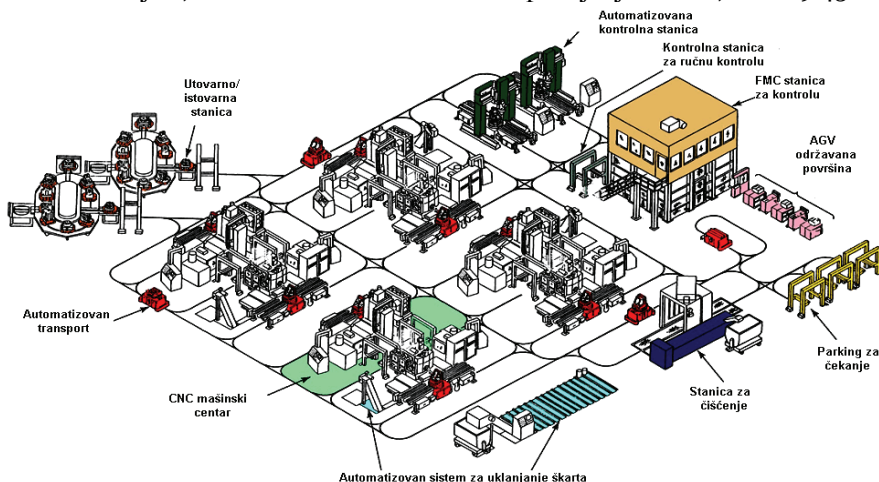
Fleksibilni proizvodni sistem predstavlja: automatizovani sistem koji omogućuje proizvodnju jedne ili više familija delova na fleksibilan način. Fleksibilnost čine sledeće komponente:

- proizvodnja različitih proizvoda na istim mašinama i isti proizvodi na različitim mašinama,
- proizvodnja novih proizvoda na postojećim mašinama,
- mogućnost mašina da odgovore na promenu u dizajnu proizvoda.

Fleksibilni proizvodni sistemi su tako različiti kao i proizvodni zadaci, koje oni treba da rešavaju. Mogućnosti kombinovanja mašina, transporta obratka i sistema upravljanja su neograničene. **Pod fleksibilnim proizvodnim sistemom se podrazumeva grupa numerički upravljanih mašina, koje su povezane sa automatizovanim sistemom transporta, skladišnog sistema i integrisanog računarskog sistema.**

Za svaki deo koji se izrađuje postoji isprobani program za obradu memorisanu u centralnoj datoteci. Više različitih (međusobno dopunjavajućih) ili istih (međusobno zamenjivih) NC-mašina izvode sve neophodne obrade na obradcima jedne familije, tako da nastaje automatski tok obrade. Pri tome se automatski tok obrade po mogućnosti ne prekida zbog ručnog postavljanja alata ili stezanja obratka. Stoga se sa ovim sistemima može premostiti vreme pauze, a nakon završetka radne smene može se nastaviti rad sa redukovanim brojem radnika. U visoko

automatizovanim sistemima u obradni i informacijski tok mogu takođe biti uključeni skladišta materijala, merne mašine i automatsko upravljanje alatom, slika 19.43.



Slika 19.43. Prikaz strukture fleksibilnog proizvodnog sistema

19.4.1. Osnovne komponente fleksibilnih proizvodnih sistema

Fleksibilne proizvodne sisteme čine [9,17,19,20,21,23,31,34]:

- FMS obradne ćelije;
- Sistem unutrašnjeg transporta i skladištenja;
- Računarski upravljački sistem.

Osnovne odrednice fleksibilnog proizvodnog sistema su:

- različiti obradci,
- sa različitim obradama,
- u proizvoljnom redosledu,
- u promenljivim veličinama serija,
- automatski, bez manualnih zahvata,
- ekonomično proizvoditi.

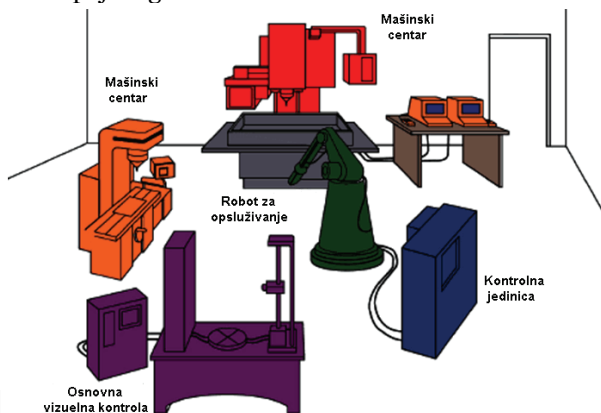
19.4.1.1. FMS obradne ćelije

Pod FMS obradnim ćelijama podrazumeva se CNC ili samostalna NC mašina, najčešće obradni centar, glodalica ili druga alatna mašina, koja je uz dodatne automatske uređaje snabdevena za jedan vremenski ograničeni rad bez spoljnog opsluživanja. Zato su neophodni sledeći dodatne mogućnosti:

- Dovoljna količina pripremljenih obradaka u formi palete ili pojedinačnog magacina za rad u jednoj smeni.
- Automatsko opsluživanje mašine iz magacina obradaka i povrata obradenih delova u magacin gotovih delova.
- Prošireni držač alata da bi se mogli obraditi magacina obradaka i povrata obradenih delova u magacin gotovih delova.
- Automatska izmena alata sa nadzornim uređajem za kontrolu loma ili

trošenja i automatskim pozivanjem rezervnih alata.

- Kontrola mera obrađivanih delova, npr. putem mernog tastera i odgovarajući softver za obradu podataka, da bi se automatski dobile korektorne vrednosti ili automatski isključilo prekoračenje tolerancijskih granica.
- Automatsko zaustavljanje mašine nakon završetka obrade svih delova u magacinu ili pojave greške.



Slika 19.44. Fleksibilna proizvodna ćelija

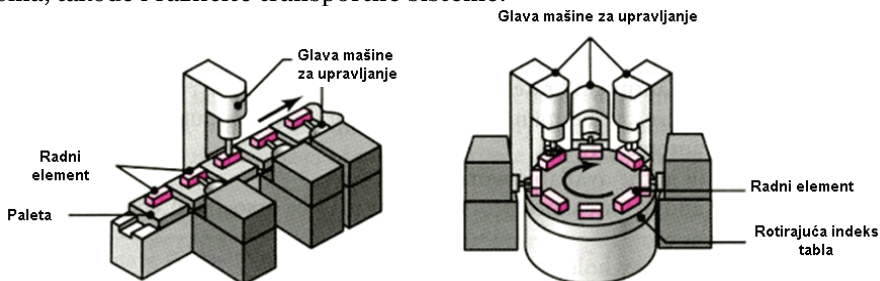
Grupa od četiri i više mašina čine sistem a tri ili manje mašina sačinjavaju ćeliju. **Fleksibilna proizvodna ćelija** predstavlja grupu od nekoliko mašina koja se opslužuju robotom i koja je sposobna za obradu familije delova, slika 19.44. Primena numerički upravljanih alatnih mašina omogućava vrlo jednostavno prilagođavanje neophodnim konstrukcionim i proizvodnim izmenama. Fleksibilni proizvodni sistem nije ograničen minimalnom veličinom serije, već, uz pretpostavku postojanja programa za obradu dela, obrađuje i pojedinačne delove u proizvoljnom redosledu.

Koncept fleksibilnog proizvodnog ostrva ovde će se samo pomenuti, da bi se korigovale prethodne definicije. Radi se pri tome o specijalnoj organizacionoj formi jednog fleksibilno primenljivog pogona, koji sa ovde opisanim fleksibilnim proizvodnim sistemom nema ništa zajedničko.

Danas se pod fleksibilnim proizvodnim ostrvom podrazumeva ograničeno područje pogona sa više konvencionalnih i NC mašina i drugih uređaja, na kome se na jednom ograničenom izboru obradaka mogu izvesti sve neophodne operacije. Pri tome je bitna prostorna i organizaciona zavisnost mašina i pogonskih sredstava u cilju kompletne obrade delova. Ljudi koji su tu zaposleni samostalno planiraju, odlučuju i kontrolišu provođenje radova. Pri tome se gubi kruto postavljanje radova i postiže prošireni dispozicioni i radni prostor za pojedince.

Fleksibilna proizvodna ostrva imaju prednost tamo gde proizvodni proces zahteva fleksibilne i univerzalno primenjive radnike. Radnici u fleksibilnom proizvodnom ostrvu organizuju pojedine radne tokove sami i većinom bez nadređenih rukovodilaca. Svi pripadni poslovi raspodeljuju se u grupe, disponiraju i dodeljuju. Važno je u većini slučajeva, da se zadati termin održi i postigne kvalitet.

Fleksibilni proizvodni sistemi su primenljivi kako za obradu prizmatičnih obradaka, tako i cilindričnih obradaka i limova. Ovo zahteva pored različitih alatnih mašina, takođe i različite transportne sisteme.



Slika 19.45. Obrada radnih delova u mašinskom centru

Prizmatični obradci se pojedinačno ili grupno pričvršćuju na palete sa steznim priborom ili transportuju, a kod rotacionih delova radni komadi se nose u malim serijama ili skladište u zajednički držač (magacin) radnih delova. Umesto izmenjivača paleta na alatnoj mašini se javlja, kod cilindričnih delova, najčešće manipulacioni automat (sa duplom hvataljkom), koji izuzima pojedinačno, jedan za drugim, delove iz držača, prinosi steznoj glavi, zamenjuje obrađeni sa neobrađenim obratkom i konačno odlaže deo u držaču gotovih delova.

Fleksibilni proizvodni sistemi mogu biti, slika 19.46.:



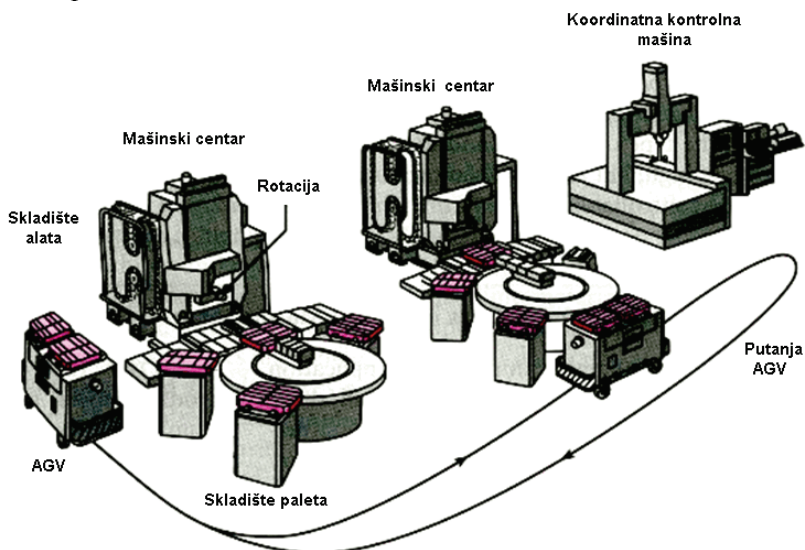
Slika 19.46. Fleksibilni proizvodni sistem

- **Namenski FMS** za proizvodnju ograničenog broja konfiguracije delova.
- **Za slučajnu porudžbinu** kod koje je velika familija, varijacija i konfiguracija delova.

U sistemima projektovanja za mašinske operacije, glavni tipovi obradnih ćelija su CNC mašine alatlijeke. Mašina koje se koriste u ćelijama FMS su:

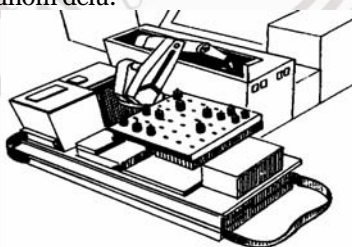
- **Mašinski centri** su visoko automatizovane samostalne mašine koje mogu da se koriste kao komponente FMS, slika 19.47. Alatne mašine sposobne za izvršenje nekoliko mašinskih operacija na radnom delu u jednoj pripremi pod

programskim upravljanjem (glodanje, bušenje, razvrtanje, upuštanje i dr). Posедуje DNC ili CNC upravljanje, automatsku izmenu alata i upotrebu paletizovanih radnih delova.



Slika 19.47. Fleksibilna proizvodna ćelija

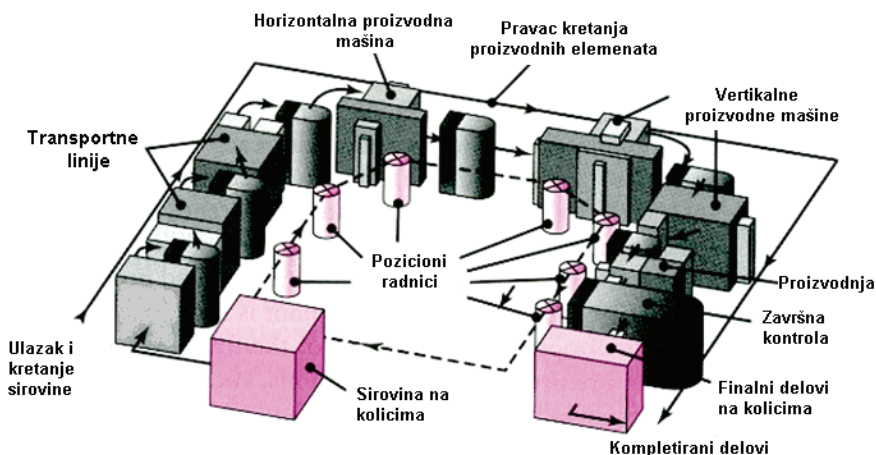
- **Menjač glava** je specijalna alatna mašina koja ima sposobnost da menja alatne glave. Alatne glave su najčešće viševretni alatni moduli koji mogu da se skladište na polici ili dobošu lociranom na mašini ili blizu mašine. One se upotrebljavaju za izvršavanje istovremenog višestrukog bušenja i srodnih operacija na radnom delu.



Slika 19.48. Zamena alata u magacinu obradnog centra uz pomoć mobilnog robota

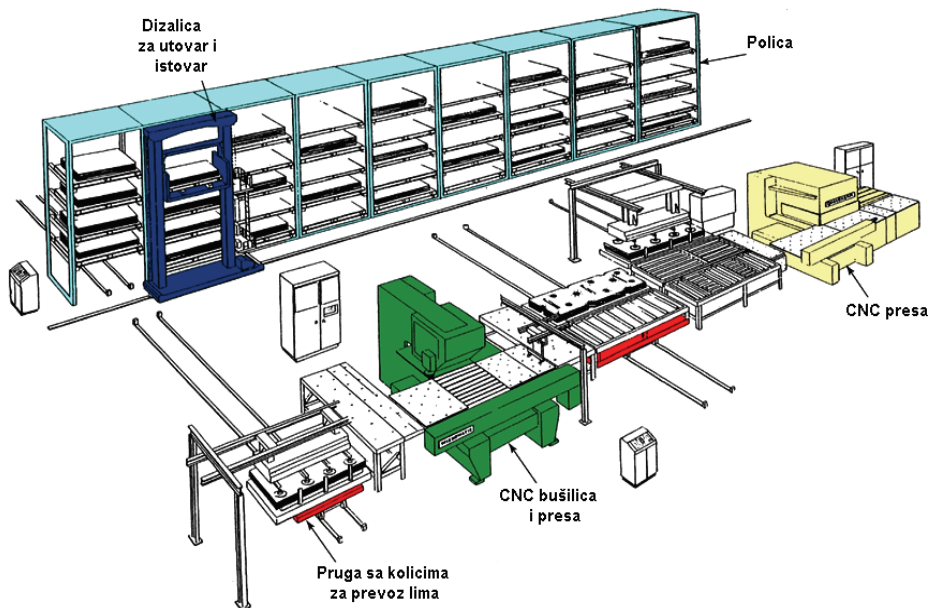
- **Indeksir glava** je sličan menjaču glava osim što su alatne glave veće, isuviše velike da bi se mogle kretati između vretenkog pogona i skladišne lokacije alata. Glave su polu trajno pričvršćene na indeksirani mehanizam na alatnoj mašini.
- **Moduli glodanja.**
- **Moduli struganja.**
- **Montažne ćelije** koje mogu da se programiraju za izvršavanje zadataka sa varijacijama u redosledu i obrascu pokreta da bi se prilagodili različitim

stilovima proizvoda koji se izrađuju. Industrijski roboti su najpodesniji za montažne ćelije.



Slika 19.49. Fleksibilna proizvodna ćelija

- **Inspeksijske ćelije** su posebno važne u FMS. Koordinatne merne mašine poseduju specijalne inspeksijske sonde koje mogu da se upotrebe na vretenu alatne mašine. Ćelija za inspekciju uglavnom se zasniva na CNC koordinatnoj mašini.
- **Ćelije za pranje delova** omogućuju čišćenje i pranje preostalih opiljaka posle obradnih ćelija. Zaostao opiljak može prouzrokovati neočekivane probleme u toku automatske kontrole.
- **Ćelije za kovanje** sadrže peć za grejanje, presu za kovanje i mesto za doradu.
- **Ćelije za livenje** omogućuju livenje metala i plastike pod pritiskom.
- **Ćelije za montiranje paleta** omogućuju rešavanje kompleksnih zadataka. Automatizovano se može rešiti učvršćivanje ali zbog težine, držanja delova i kompleksnih pokreta montiranje paleta se vrši ručno. Izmenu delova preuzima portalni robot. On uzima sirove komade sa palete i odlaže gotove komade u drugu paletu. Paletizacija i depaletizacija obradaka i delova za rad u trećoj smeni izvodi se u u pravilu u prvoj i drugoj smeni. Neophodni **kapacitet magacina obradaka** je u prvom redu zavisao od vremena obrade obradaka. Kod srednjeg vremena obrade od 30 minuta dovoljno je 16 paleta za 8 sati proizvodnje.
- **Ćelije za obradu limova** omogućuju realizaciju operacija presovanja, krojenja, savijanja i oblikovanja. Na slici 19.50. prikazan je FMS za izradu lima.



Slika 19.50. Prikaz strukture fleksibilne proizvodne ćelije za obradu lima

Stezanje i skidanje delova u priborima se izvodi pretežno ručno. Manji delovi se mogu stezati u višestruke stezne pribore, da bi se skratilo ukupno vreme obrade. Ukoliko je to donosi prednost, može se prvo i drugo stezanje delova kombinovati u jednom priboru.

Za prepoznavanje i identifikaciju obradaka stegnutih na paleti služi uređaj za kodiranje smešten na paleti ili priboru za stezanje. Podaci se elektronski učitavaju pre početka obrade i upoređuju sa pripremljenim NC programom na mašini. Početak obrade zavisi od prethodnih podataka. Pod određenim uslovima mode se ovaj uređaj izostavi. Upravljačka jedinica za transport tada mora preuzeti upravljanje transportom i kontrolu identiteta na mašinama.

Osnovne prednosti FMS su:

- **Povećana iskorišćenost mašina:** dvadeset i četiri sata operacija, automatska promena alata, automatsko menjanje palete na stanicama, redovi delova na stanicama kako bi se povećala iskorišćenost, dinamičko planiranje proizvodnje na račun za promene u potražnji, manje mašine potrebne, smanjenje podnog skladišnog prostora.
- **Veće mogućnosti za promene:** smanjenje zaliha, različiti delovi proizvedeni u kontinuitetu, a ne u grupama, smanjen broj zaposlenih, veća produktivnost, kontinuirani nadzor proizvodnje mašine (rad preko noći - "svetla operaciju").

19.4.1.2. Sistemi unutrašnjeg transporta i skladištenja

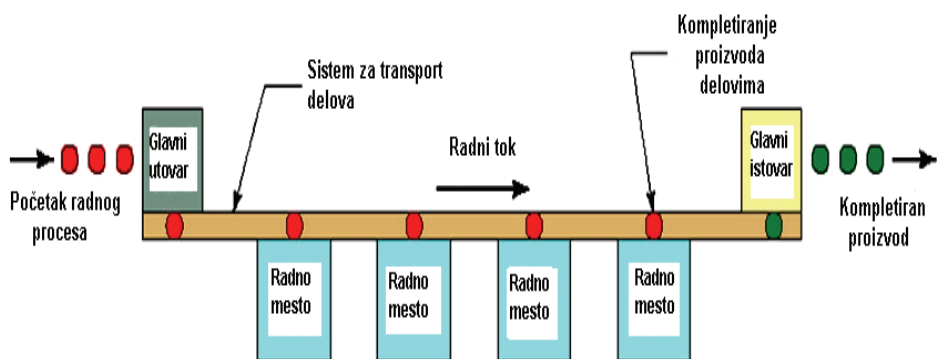
Bitna komponenta FMS je sistem unutrašnjeg transporta i skladištenja [9,17,19,20,21,23,31,34]. Sistem unutrašnjeg transporta i skladištenja u fleksibilnom proizvodnom sistemu treba da izvršava sledeće funkcije:

- slučajna nezavisna kretanja radnih delova između ćelija,
- manipulisanje raznovrsnim konfiguracijama radnih delova,
- privremeno skladištenje,
- pogodan pristup za utovar i istovar radnih delova,
- kompatibilnost sa računarskim upravljanjem.

Projektovanje fleksibilnih proizvodnih sistema počinje najčešće sa principijelnim utvrđivanjem najpodesnijeg transportnog sistema za obratke. Kada se utvrdi broj i tip mašina koje će se instalirati u FMS, sledi tada fino planiranje rasporeda mašina i njihovo povezivanje na transportni sistem. Raspoloživa površina je često unapred zadata, često mala, tako da ne postoji dovoljno velik prostor. Stoga se pokrećemo ka transportnom sistemu za obratke. Tipovi konfiguracije rasporeda koji se najčešće nalaze u današnjim FMS mogu biti: linija, petlja, pravougaona, merdevina, otvorena petlja, robotska ćelija.

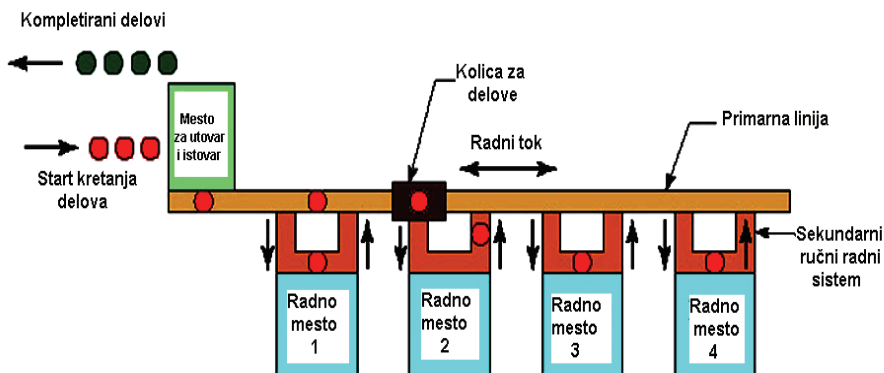
Linija je najpodesnija za FMS u kojem delovi napreduju od jedne ćelije do druge po unapred definisanom proizvodnom rasporedu bez povratnog toka. Delovi teku u jednom smeru, slika 19.51.

Pravolinijski tok sa dobro definisanim redosledom obrade je sličan za sve radne jedinice. Radni protok je slevana desno kroz iste radne stanice bez međurukovanja u sistemu.



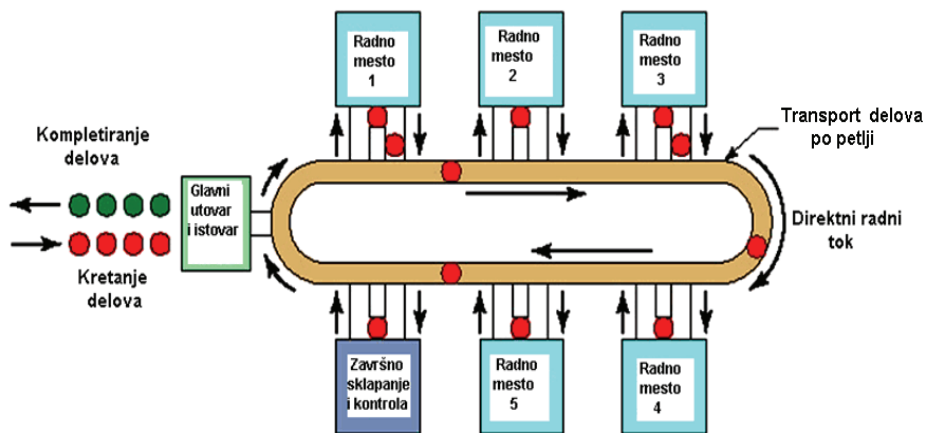
Slika 19.51. Raspored FMS u obliku linije

Na slici 19.52. prikazan je linijski raspored mašina sa povratnim tokom materijala sa sekundarnim rukovanjem u dva smera na svakoj radnoj stanici (radnom mestu).



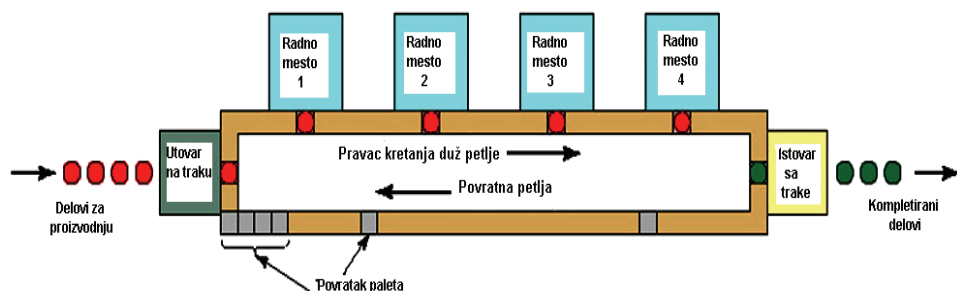
Slika 19.52. Raspored FMS u obliku linije sa povratnim tokom i među rukovanjem

Osnovna konfiguracija je petlja, slika 19.53. Radni delovi obično teku u jednom smeru po petlji sa mogućnošću za zaustavljanje na svakom radnom mestu. mesta utovara i istovara najčešće se lociraju na jednom kraju petlje. Sekundarni manipulativni sistem pojavljuje se u svakoj ćeliji da bi se omogućilo kretanje delova bez smetnji po petlji.



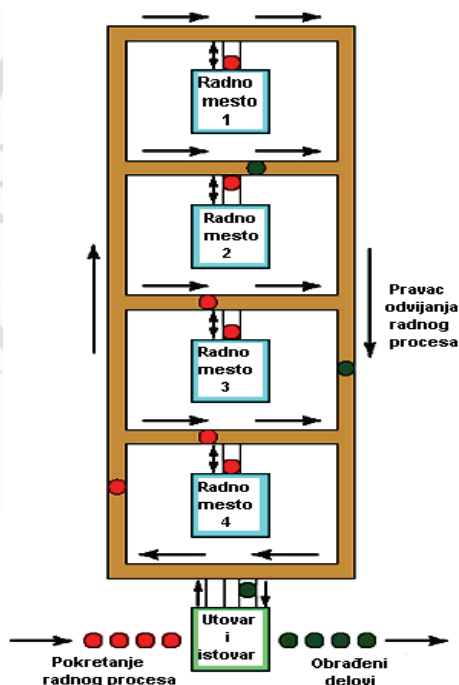
Slika 19.53. Raspored FMS u obliku petlje sa primarnim i sekundarnim manipulativnim sistemom

Pravougaoni rasporeda omogućava recirkulaciju paleta. Posle istovara gotovih proizvoda palete se vraćaju nazad na stanicu za utovar, slika 19.54.



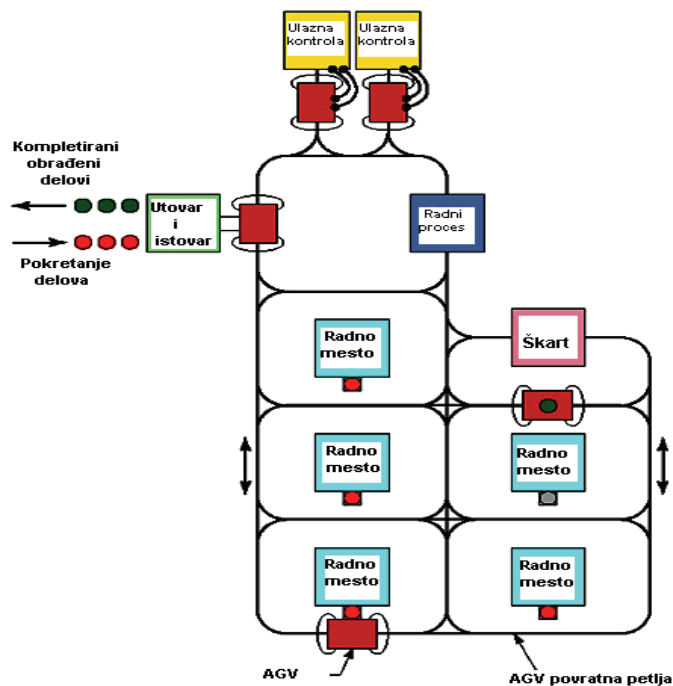
Slika 19.54. Raspored FMS u obliku pravougaonika

Konfiguracija merdevina je jedna adaptacija petlje koja sadrži poprečne putanje na kojim su locirane čelije, slika 19.55. Poprečne putanje povećavaju moguće puteve koji se dobijaju od jedne do druge mašine. Prednost rešenja je u redukciji putnog rastojanja i vremena transporta između čelija.



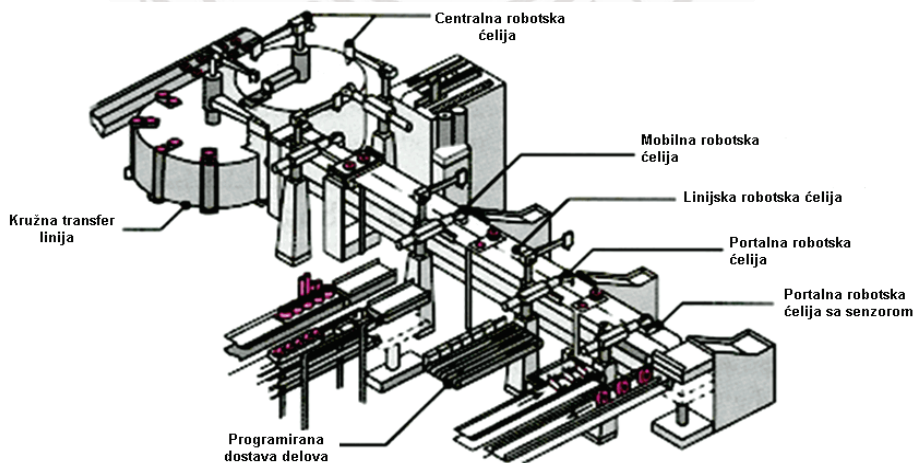
Slika 19.55. Raspored FMS u obliku merdevina

Konfiguracija otvoreno polje je jedna adaptacija konfiguracije petlje. Sastavljena je od petlje, merdevine i sporednih koloseka koji se organizuju da bi se ostvarili željene zahtevi obrade. Ovaj raspored je podesan za obradu velike familije delova.



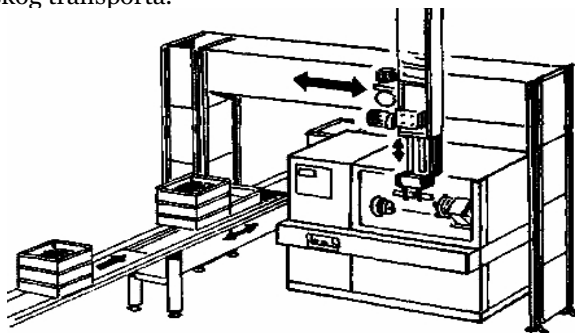
Slika 19.56. Raspored FMS u obliku otvorene petlje

Robotska ćelija je novi oblik fleksibilnog sistema u kojoj se upotrebljavaju jedan ili više robota za manipulisanje, obradu, montažu i kontrolu. Postoje četiri osnovna rasporeda robotske ćelije: centralna robotska ćelija, linijska robotska ćelija, mobilna robotska ćelija i portalna robotska ćelija, slika 19.57.



Slika 19.57. Primena robota u proizvodnom sistemu

U centralnoj robotskoj ćeliji robot se locira u približan centar ćelije a mašine i oprema se raspoređuju oko njega. Linijska robotska linija se raspoređuje duž konvejnerske linije ili drugog vida transporta materijala. Mobilna robotska ćelija se montira na mobilnu osnovu, pokretna je radi opsluživanja više mašina. Šinski sistem može biti podni i viseći. Portalna robotska ćelija je adaptacija visećeg šinskog sistema za mobilnu robotsku ćeliju. Na slici 19.58. je prikazan portalni robot koji opslužuje mašinu sa linijskog transporta.



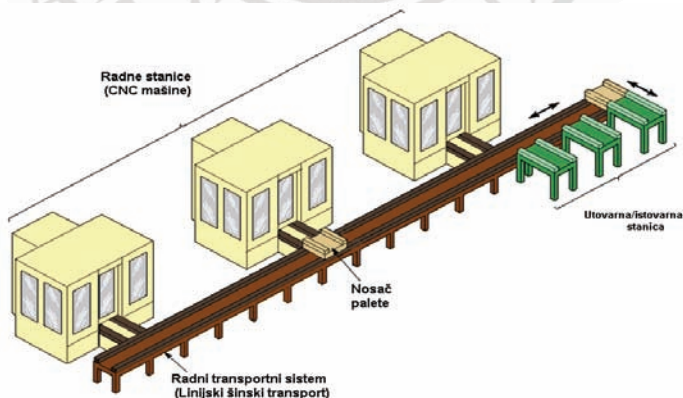
Slika 19.58. Portalni robot opslužuje mašinu

Izbor transportnog sistema

Na raspolaganju postoji više različitih transportnih sistema. Na raspolaganju su:

- Linearni, šinski vođeni sistemi sa jednim ili dva transportna vozila, slika 19.59.;
- Valjkasti transporter ili sistem sa duplom trakom sa više paleta u toku;
- Automatski vođena transportna vozila (AGV).

Pravi izbor je zavisao od težine i dimenzija obratka, kao i zahteva mašine. Najčešći se koriste pravolinijski, šinski vođeni transportni sistemi.



Slika 19.59. Fleksibilna proizvodna ćelija sa linearnim šinskim transportom i paletnim magacinom

Transportni sistemi zahtevaju puno prostora, imaju veliku brzinu vožnje, a kolica se mogu po izboru snabdeti sa više paletnih mesta. Uz to postoji mogućnost da se mašine rasporede samo sa jedne ili sa obadve strane vozne staze. Za kasnije proširenje sistema vozna staza se može bez problema produžiti. Upravljačka logistika je jednostavna i efikasna.

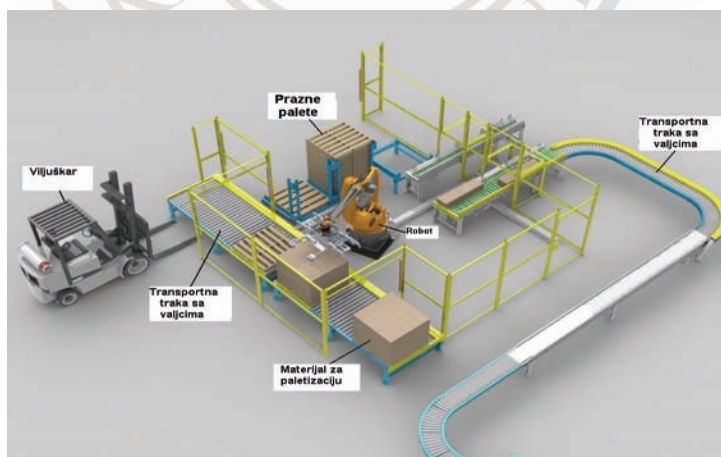
Kružni paletni sistemi, poznati sa automatskih montažnih sistema, uz primenu duplih gumenih transportnih traka, su u osnovi podesni, ali samo za manje i laganije obradke. Transportne palete ovde nose obratke koji su stegnuti na steznim priborima, i predaju ih mašinama. Palete stoga čekaju izvan mašina i preuzimaju obratke za daljnji transport. Kod obrade na više mašina obradci se moraju ponovo vraćati na svoje prvobitne palete, ukoliko se specifično kodiranje obradaka sa ciljnom stanicom nalaze na paleti. Kod velikih paleta su neophodne složene pretovarne stanice na mašinama.

Valjkasti transporter omogućuju da se paleta kreće po gonjenim valjcima zahvaljujući trenju, se javljaju na tržištu kao serijski proizvodi, slika 19.60. Ukupna dužina se može sklopiti iz više elementarnih deonica. Širina i visina transportera se može prilagoditi. Opterećenje dostiže do 750 kg/m, brzina transportovanja od 1 do 12 m/s. Pogon je elektromotorni sa reduktorom.



Slika 19.60 . Valjkasti i klizni transporteri

Na slici 19.61. prikazana je primena valjkastih transporterâ za transport tereta i punih paleta. Centralni robot prenosi teret na palete.



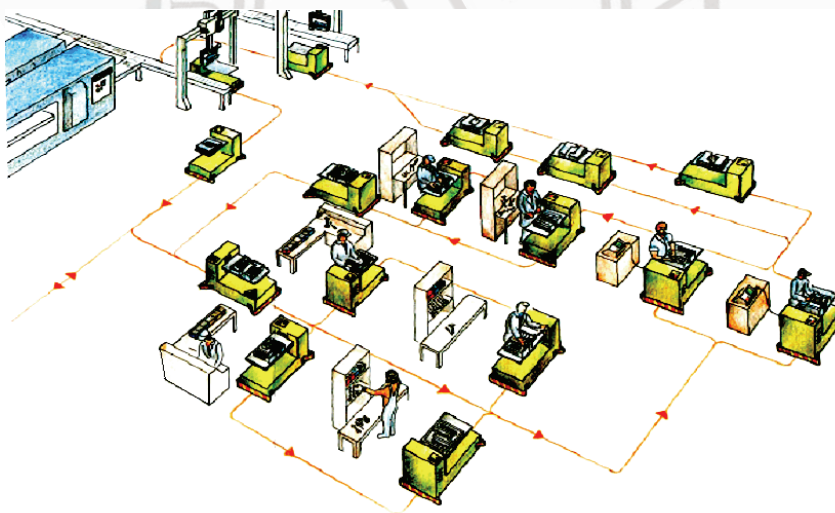
Slika 19.61 . Robot za manipulaciju i valjkasti transporteri

Automatski vođena transportna vozila su namenjena za:

- automatsko rukovanje materijalima u nezavisnim operacijama,
- automatski kretanje materijala duž definisanog puta, slika 19.62.

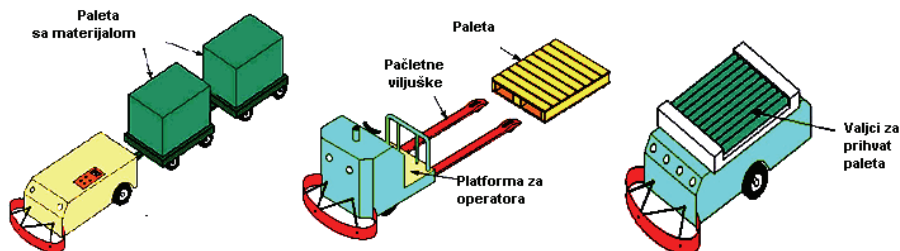
Automatski vođeni sistem mogu imati baterije sa autonomijom od 8-16 časova rada. Atraktivni AGV su transporteri koje su neupadljive u toku transporta. Vrlo su pogodni za mešane oblike proizvodnje. Prednosti sistema sa automatski vođenim vozilima su:

- fleksibilnost u promeni transportne putanje kao i u pogledu prilagođavanja zahtevima,
- relativno jednostavna ugradnja, posebno kod rešenja baziranih na rešenjima upravljanja bez zahteva za ugradnjom fiksne opreme (radio upravljanje, lasersko navođenje i dr.),
- 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,
- obezbeđenje automatskog upravljanja u svim procesima sistema kao i mogućnost direktnog povezivanja sa kompleksnim informacionim sistemima,
- podizanje organizacije na znatno viši nivo,
- radikalno smanjenje broja zaposlenih,
- neosetljivost sistema na dužinu radnog vremena i broj smena.



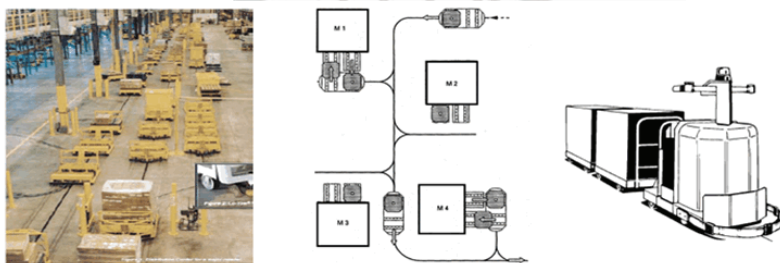
Slika 19.62 . Automatski kretanje materijala duž definisanog puta

Automatski vođena vozila se mogu klasifikovati u sledeće grupe: traktori, paletna kolica, transportna vozila i specijalna vozila.



Slika 19.63. Opterećena i neopterećena vozila

AGVS vozila koja su konstruisana u obliku traktora, namenjena su po pravilu vući više prikolica. Nosivosti prikolica su obično do 1 -2 t, a mogu biti i znatno veće do 20 t. Vozila koriste već postojeće transportne puteve i mogu doseći skoro svaku tačku u pogonu.



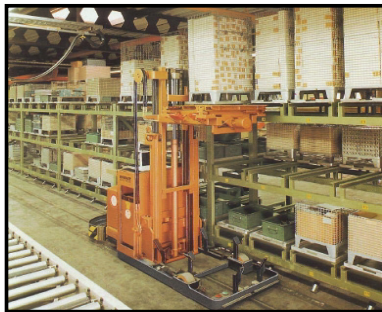
Slika 19.64. Podni transportni sistemi sa AGV (Automated Guided Vehicles) koriste postojeće transportne puteve.

Specijalna vozila se zasnivaju na istim konstruktivnim rešenjima kao i prethodno opisana vozila. Razlika je u adekvatnom prilagođavanju specifičnim oblastima primene. U ovu grupu se može svrstati veliki broj vozila, ali se mogu uočiti tri karakteristična razvojna trenda:

- vozila sa specijalnim transporterskim elementima,
- vozila sa teleskopskom i drugim konstrukcijama viljuški,
- vozila sa mogućnošću integracije u proizvodne/montažne linije.

Vozila sa specijalnim transporterskim elementima obezbeđuju direktnu vezu sa transportnim sredstvima kontinualnog dejstva kao i sa stanicama različitih tipova koje su opremljene elementima nekog tipa transportera.

Vozila sa teleskopskom i drugim konstrukcijama viljuški obezbeđuju znatno veću autonomiju rukovanja materijalima i obavljanje praktično svih skladišno-transportnih aktivnosti (zahvat, podizanje/spuštanje tereta, transport, lociranje...). Na slici 19.65. je dat prikaz jednog rešenja.



Slika 19.65.

AGVS sistema sa mogućnosti potpuno autonomnog rada u skladišnim zonama regala. Zahvat/odlaganje na proizvoljnim lokacijama primenom rešenja za precizno pozicioniranje, identifikaciju i dr., kako na samom AGVS, tako i u skladištima, na stabilnoj / pokretnoj i pomoćnoj opremi, slika 19.64.

Automatski skladišni sistemi

Automatska skladišta (AS) sa opremaju sa mehanizmima koji redukuju ljudski rad i humanizuju operacije u skladištima. Karakteriše ih: velika početna ulaganja i promenljivi nivo automatizacije (učešće mehanizama u operacijama i transakcijama u skladištima, dok u visoko automatizovanim sistemima teret se kompjuterski kontroliše na ulasku i izlasku iz skladišta).

Objektivni razlozi za automatizaciju skladišnih operacija je:

- Povećanje kapaciteta skladišta;
- Povećanje gustine skladišta;
- Povećanje ukupne iskorišćenosti fabričkog prostora;
- Povećanje sigurnosti u radu i smanjenje štete i otuđenja;
- Povećanje produktivnosti i redukcija ljudskog rada;
- Povećanje bezbednosti u radu i poboljšanje kontrole inventara;
- Poboljšanje znavljanja zaliha;
- Unapređenje servisa kupcima;

Povećanje dostupnosti i transportnih puteva.

Razlikujemo sledeće tipove automatizovanih skladišta:

- Automatizovana skladišta koji predstavljaju regalni sistemi sa mehanizmima ili automatizovanim dizalicama (kranovima) za skladišta/zanavljanje tereta.
- Pokretni skladišni sistem predstavlja ovalne transportne trake (konvejner sisteme) sa sanducima za pojedinačne artikle.

Automatizovana regalna skladišta mogu biti:

- *Jedno teretni AS* – veliki automatizovani sistemi sa paletnim teretima;
- *Duboki linijski AS* – kretanje kroz regal sa bočnog ulaza;
- *Malo teretni AS* – mali ručni tereti sanduci sa fiokama;
- *Čovek na platformi AS* – humane operacije ljudi u skladištu sa pojedinačnim izborom;
- *Automatski pojedinačni sistemi za pretraživanje*-sistemi za individualna pretraživanja;
- *Vertikalni dizalični skladišni modul* – vertikalni bočni i horizontalno bočni AS tipovi.

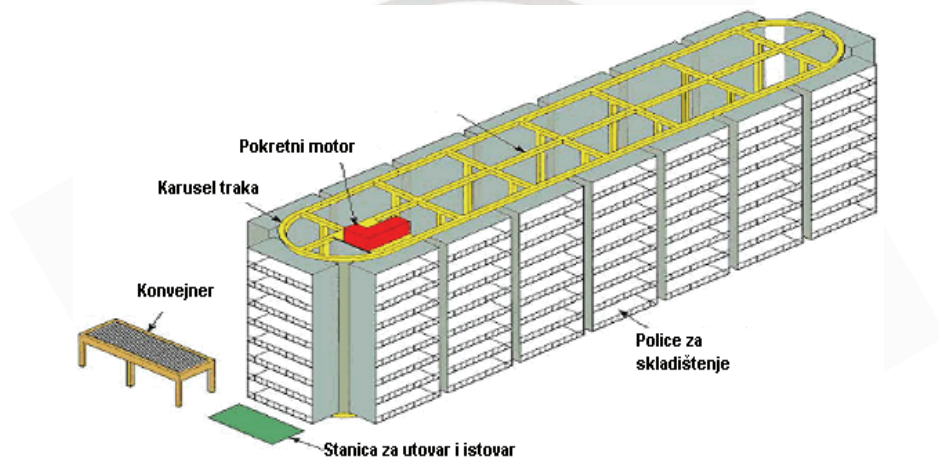
Automatizovani skladišni sistemi se primenjuju kod jedinačnih skladišnih tereta i zadržavanja (skladištenje i operacije distribucije). Mogu biti jedno teretni i sa linijskim kretanjem. Prednost ovih skladišta je velika čistoća zgrada. Radni procesi u skladištu su:

- pomoć pri upravljanju u fabričkim operacijama,
- predstavljaju bafer skladišta između različitih proizvodnih operacija,
- podrška JIT proizvodnoj strategiji.

Automatizovani pokretni skladišni sistemi mogu biti:

- *Horizontalni* koji se primenjuju za iste operacije uz primenu transportnih traka i uz pojedinačno zaustavljanje transportnih traka. Dužina obilaznica od 3 m do 30 m. Razlikuje se veliki tip horizontalnih skladišnih sistema.
- *Vertikalni* se primenjuju za operacije oko vertikalne petlje transportne trake. Zauzimaju manju površinu a veću zapreminu.

Na slici 19.66. su prikazani ručni horizontalni pokretni skladišni sistem.

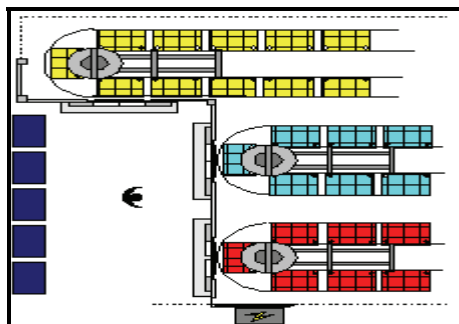


Slika 19.66. Horizontalni pokretni skladišni sistem

Pokretni (okretni) skladišni sistemi omogućuju:

- Brže i efikasnije skladišne i operacije pretraživanja (lakši izbor, montaža delova);
- Efikasniji transport i akumulacija materijala (montaža na predviđenim lokacijama u toku kretanja);
- Realizacija radnih procesa (primer u elektronskoj industriji);
- Jedinstvena primena uz realizaciju kontrolne funkcije.

Horizontalni karusel je automatizovani skladišni uređaj, koji nudi racionalizaciju skladišnog poslovanja, slika 19.67. Primenjuje se u relativno niskim, uskim i dugačkim skladišnim prostorima. U odnosu na statičku opremu i organizaciju, ostvaruje se dinamički sistem s idealnim principom "roba k čoveku".



Slika 19.67. Horizontalni karusel

Transportni sistem predstavlja kako tehnički, tako i određeni troškovni element celokupnog sistema. Zato je vrlo važno da se planiranju funkcionalnih tokova posveti odgovarajuća pažnja, da bi se izbegle nepotrebne naknadne popravke, troškovi i transportni putevi. Transportni sistemi moraju ispunjavati visoke zahteve, na primer:

- Velika brzina kretanja, koja iznosi do 120m/min.
- Kontrolisano slaganje i izmena paleta.
- Mogućnost manuelnih zahvata kod smetnji (npr. ručni pogon).
- Moćan, pouzdan i siguran transport paleta do pojedinačnih stanica,
- Održavanje sigurnosnih zahteva, npr. kod kolizije, neočekivanih prepreka, naponskih ispada, upravljačkih grešaka.
- Ispunjavanje transportnih zadataka sa najmanjim troškovima za hardver, softver, montažu, održavanje, upravljanje i funkcionalnu sigurnost.
- Trajno osiguravanje tačnosti obrade delova, tj. vođenje i indeksiranje paleta ne sme dovesti do habanja u transportu i izmenjivačkim uređajima.
- Na mašinama se ne sme pojaviti zastoji zbog nedostatka paleta, što se može utvrditi pre nastanka zastoja pomoću simulacionog sistema.
- Utovarna i stezna mesta moraju biti tako opremljena da izmena steznih pribora i obradaka teče brzo i bez problema.
- Transportni sistem mora biti lako proširiv za integraciju dodatnih mašina.
- Održavanje i popravke se moraju izvoditi bez dugih zastoja.
- Po mogućnosti bi isti transportni sistem trebalo koristiti za transport izmenjivih alata ka i od mašina, da bi se uštedelo na dodatnom transportnom sistemu za alate.

19.4.2. Računarski upravljački sistem.

U osnovi FMS sa odgovarajućom konstrukcijom može raditi i bez nadređenog vodećeg računara [9,17,19,20,21,23,31,34]. Ovo se odnosi u osnovi na automatski tok obrade, tj. dovoz paleta, obradu i ponovno skidanje. To zadovoljava automatski transport obradaka. Svi drugi organizacioni radovi u okruženju FPS se moraju ručno terminirati, kontrolisati i pravovremeno izvesti, da se ne bi pojavili zastoji zbog nedostatka obradaka, alata, steznih pribora ili poremećajnih faktora. Na taj način je već definisano koji zadaci se prenose nadređenom vodećem FMS. Ovi zadaci za računar su zavisni od konstrukcije i stepena automatizacije sistema i mogu sadržati sledeće funkcije:

- Preuzimanje proizvodnih naloga sa brojevima komada i terminima od FMS i terminska kontrola na osnovu povratnih dojava.
- Raspodela maina kod normalnog pogona uzimajući u obzir aktualno stanje alata na mašini, tj. na kojoj mašini se mora u slučaju promjene posla zamijeniti najmanje alata.
- Raspodela mašina kod hitnih naloga, bez kompletnog prekidanja tekućih nalog iz proizvodnje.
- Priprema paleta za stezanje sa drugim steznim priborima (broj, termini).
- Priprema sirovih komada (PPS je već utvrdio, da postoji dovoljno sirovih komada).
- Raspoređivanje neophodnih alata (posebnih, specijalnih ili serijskih alata) uključujući podatke o alatima i njihovu dostavu na mašine.
- Izdavanje diferencne liste alata na pogonu, da bi se za svaku mašinu predvideo alat za zamenu.
- Informacije za DNC računar da pripremi odgovarajuće NC programe.
- Informacije upravljanju transportnog sistema o rasporedu obradaka na pojedinim mašinama, ident kodovima itd.
- Priprema mernih programa za merne mašine integrisane u sistemu ili za internu kontrolu na mašini.
- Informacije pogonskom personalu o promjeni proizvodnje i za to neophodnim pripremama, statusne dojave, alternativne strategije pri ispadu mašina, termini, brojevi komada itd.

Tako može započeti proizvodnja novih komada. Ukoliko neka mašina ispadne iz rada, tada vodeći računar upućuje obradke, po pripremljenoj strategiji za slučaj ispada, drugoj mašini, sve dok je to dozvoljeno od strane FPS i tehnički izvodivo. Odluku o tome donosi personal. Jedan od sljedećih zadataka je centralna kontrola postrojenja i njegovog stanja. Zato su potrebne sljedeće povratne informacije:

- Mašina pogonski spremna/radi/u kvaru.
- Mašina na popravci/ rok/ razlog.
- Paleta nedostaju / u transportu/ u obradi.
- Proizvedeni delovo/rolo?
- Škartirani komadi/ razlog.
- Transportni sistem pogonski spreman/ukočen.

Moćni CNC-ovi su pretpostavka za neometan rad FMS. Iako su prvi FMS bili instalirani pre nego su se pojavile prve CNC, mogućnosti i obim funkcija ovih ranih sistema je za današnje zahteve neuporediv. Da bi se ispunili zahtevi automatskog i vremenski neprekidnog pogona CNC-i pogodni za FMS moraju raspolagati sa više specijalnih funkcija:

- Velika memorija, da bi odedeno vreme mogli biti nezavisni od DNC računara. Mnogo memorije neophodno i za korekture alata, korekture nulte tačke, korekture diferencije stezanja i upravljanje podacima alata.
- Moćno upravljanje memorisanim podacima, da bi se ukupni sklop informacija mogao aktualizirati u svakom trenutku, prikazati, ispitati i korigovati. I to kako na CNC-u, tako i na centralnom procesnom računaru.
- Ukoliko su NC programi veći od kapaciteta CNC memorije, tj. programi sa produžetkom, tada se programska memorija NC-a mora automatski

dopunjavati preko DNC-a, bez prekida tekuće obrade.

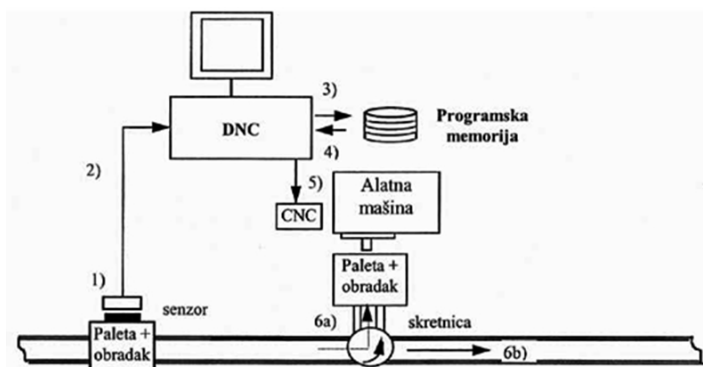
- Ukoliko je više NC programa memorisano u CNC-u, tada svaki program mora biti izvediv preko jedne eksterno definisane naredbe i sposoban za start kod pogonske spremnosti.
- Pogon bez zastoja zahteva CNC interno upravljanje alatima za rezervne alate, sa kontrolom veka trajanja i automatskim rasporedom odgovarajućih korekturnih vrednosti.
- Zavisno od programa svakom alatu mora biti dodeljeno više korekturnih vrednosti, da bi se moglo iskoristiti zadato tolerancijsko područje, kod pojedinih obrada.
- Obradeni komadi se moraju kontrolisati pomoću mernih tastera i specijalnih, u CNC-u memorisanih, merih programa. Zavisno od rezultata merenja, merni protokol mora dati signal DOBAR ili LOŠ.
- Bezuslovna pretpostavka za priključak na DNC sistem je moćan interfejs za izmenu podataka (npr. Ethernet) za bidirekcionalni saobraćaj između DNC-računara i CNC-a.
- Neophodno je upravljanje paletama ili obradcima u upravljanju transportom, da bi se mogli zadati prioriteta obrade (redosled pozivanja paleta); statusni prikaz mora informisati brzo o ukupnom stanju svih obradaka (obrađen/neobrađen/ obrada prekinuta).
- CNC interni, automatski registrator podataka o mašini i obradi (MDE/BDE) registruje za vreme jedne smene sve smetnje koje se pojave, ukazuje na prekinute obrade i informiše o statističkim stepenu iskorišćenja mašine.
- Za vreme noćnog rada sa redukovanom snagom rezanja moraju se aktivirati odgovarajuće redukovane brzine.

Kod ispada jedne komponente FPS mora postojati i/ili strategija (prelazna), da bi se održali u nužnom pogonu delovi postrojenja koji nisu sinhronizovani (ne rade u taktu sistema). Za automatsko odvijanje procesa proizvodnje neophodno je da svaka mašina FPS-a bude stalno snabdevena sa obradcima preko **upravljanja transportom obradaka**. Za kretanje paleta, pri tome, npr. postoje dve mogućnosti.

Pozivanje programa putem obratka

Kod ovog načina, paleta traži slobodnu, spremnu i odgovarajuću mašinu, što se izvodi poređenjem koda palete sa brojem mašine [9,17,19,20,21,23,31,34]. Od trenutka ulaska palete na steznu stanicu mašine do fiksiranja palete (nekoliko sekundi), program mora biti mašini na raspolaganju, da bi se izbegao zastoj (čekanje).

Zato je ovdje neophodan DNC sistem, pri čemu procesni računar preuzima zadatke "prepoznavanje -traženje - priprema - prenos" programa. Nedostatak ovog principa je da nije moguće unapred definisati raspored jednog obradka na jednu obrađenu mašinu. Neophodne specijalne korekture pomeranja, broja obrtaja i druge funkcije ne mogu se stoga izvršavati na NC-mašini, nego se moraju memorisati centralno, da bi svaku mašinu, koja dolazi u obzir, preko upravljačkog programa učinili efikasnom. Procesni računar dalje mora da raspoređuje obradne programe stalno drugoj mašini, pošto je izbor mašine po ovom principu prepušten slučaju.

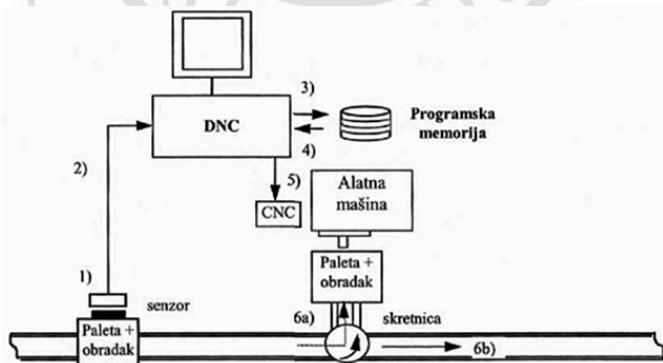


Slika 19.68. Pozivanje obratka putem programa memorisanog u NC-u na osnovu redosleda: 1) program na CNC; 2) testiranje brojeva palete; 6. a) kod palete odgovara broju programa -paleta na mašinu; 6b) kod palete ne odgovara broju programa paleta ide dalje u opticaj

Pozivanje obratka putem programa

Ovaj princip se pojavljuje kao jednostavnije tehničko rješenje upravljanja [9,17,19,20,21,23,31,34]. Ovde se program obrade za obradak prenosi kompletno u memoriju CNC-a alatne mašine. Upravljanje tada čita kodne brojeve svih paleta koje prolaze pored mašine, poredi ih sa memorisanim brojem u programu, a u slučaju podudaranja, upravljanje usmerava paletu ka mašini putem odgovarajućeg položaja skretnice. Pre nego otpočne obrada palete na mašini, izvodi se automatsko brisanje adrese, da bi se onemogućio ponovljeni nailazak palete na istu obradnu stanicu.

Ovaj princip upravljanja nije opterećen nedostacima i radi sa znatno manje komunikacije između računara i upravljanja. Korektne vrednosti koje se odnose na mašinu, alat ili obradak mogu se direktno uneti na NC-mašine, što je od praktične prednosti.



Slika 19.69. Pozivanje programa pomoću obradka (kodiranje palete) na osnovu sledećeg redosleda: 1) prepoznavanje broja palete; 2) dojava DNC računaru; 3) traženje programa; 4) prepoznavanje programa; 5) prenos programa u CNC; 6.a) postavljanje palete na mašinu ili 6. b) mašina zauzeta ili nepodesna za obradu, paleta ostaje dalje u obilasku.

19.5. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA

Da bi se ispunili visoki zahtevi automatizacije, fleksibilni proizvodni sistemi za rezanje prizmatičnih delova moraju posedovati sledeće tehničke karakteristike:

- Više FPS-podesnih NC mašina, većinom fleksibilnih proizvodnih ćelija, čija veličina i broj odgovara spektru obrađivanih delova i broju komada.
- Dovoljna priprema obradaka da bi se za određeno definisano vreme mogao ostvariti automatski pogon bez ljudi.
- Automatski transport obradaka i sistem za izmenu, koji delove upravlja i transportuje od stezanja sirovih, pa do otpuštanja obrađenih delova.
- DNC sistem za automatsko upravljanje i pripremu NC programa i korekturne vrednosti za alate i pribore.
- Automatsko snabdevanje alatima sa upravljanjem svim podacima alata ili korekturnim vrednostima od uređaja za podešavanje do mašine i nazad.
- Automatsko odvođenje strugotine.
- Automatsko čišćenje obradaka, steznog pribora i palete na obradnoj mašini ili na odvojenoj mašini za pranje kao i sušenje.
- Upravljački računar, merna stanica, centralni nadzor, MDE/BDE i dijagnosticanje grešaka instalira se po potrebi i zahtevu.

Uprkos visokim tehničkim zahtevima fleksibilni proizvodni sistemi imaju svoja ograničenja i to u odnosu na:

- Veličinu, težinu, oblik i materijal obrađivanih delova.
- Nemogućnost obrade (3, 4 i 5-ostranu, kose površine ili rupe, tehnologije).
- Produktivnost sistema (broj komada na sat).
- Vrstu i broj raspoloživih alata.
- Tačnost obrađivanih komada.

Literatura





LITERATURA

- [1] *Anderson D.M.*: Desing for Manufacturibiliari Concurrent Engineering, CIM Press, 2003.
- [2] *Babić B.*: Flexy - Inteligentni ekspertni sistem za projektovanje FTS, Mašinski fakultet u Beogradu, 1994.
- [3] *Deming W. Edwards*: "Nova ekonomska nauka" (prevod sa engleskog), Grmeč -Privredni pregled, Beograd, 1996.
- [4] *Dorrf R.C.* : Handbook of Desing, Manufacturing and Autommation, wiley, 1995.
- [5] ISO 9000:2000, Quality management systems - Fundamentals and vocabulary (JUS ISO 9000:2001, Sistemi menadžmenta kvalitetom - Osnove i rečnik)
- [6] *Ivković B.*: Obrada metala rezanjem, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, 1994.
- [7] *James A. R., Henry W. K.*: Computer-Integrated Manufacturing, Prenttice Hall, New Jersey, Columbs, Ohio, 2005.
- [8] *Jovičić M., Kršljak.*: OSNOVE KONSTRUKCIJA ALATA I PRIBORA, Četvrto izdanje, Beograd 1990.
- [9] *Kalpakistan S., Schmid S. R., Musa H.*: Manufacturing and technology, Prenttice Hall, Singapur, 2010.
- [10] *Kalajdžić M.*: TEHNOLOGIJA MAŠINOGRADNJE, Deseto izdanje, Beograd 2006.
- [11] *Kalajdžić M. i grupa autora*: Tehnologija obrade rezanjem - priručnik, Mašinski fakultet u Beogradu, 1998.
- [12] *Lazić M.*: Tehnologija obrade metala rezanje, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2002.
- [13] *Lazić M., Nedić B., Mitrović B.*: Tehnologija obrade metala rezanjem, Izbor režima obrade, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2002.
- [14] KATALOG INDUSTRIJE ALATA TREBINJE, Republika srpska, Bosna i Hercegovina 2004.
- [15] KATALOG ISCAR INTERACTIVE, Izrael 2005.
- [16] KATALOG INDUSTRIJE ALATA MITSUBISHI, Japan 2003.
- [17] *Milačić V.* : Teorija projektovanja tehnoloških sistema, Mašinski fakultet u Beogradu, 1987.
- [18] *Nedić B., Tadić B.*: Obrada metala rezanjem, proračun elemenata režima obrade, Zbirka zadataka, skripta, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2000.
- [19] *Nedić B., Lazić M.*: Obrada metala rezanjem-predavanja, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2007.
- [20] *Nikolić D.*:Projektovanje tehnoloških procesa 1, Mašinski fakultet u Beogradu, 1998.

- [21] *Predavanja menadžment tehnologijama, Mašinski fakultet Kragujevac, 2008.*
- [22] *Radaković N., Čosić I.: Osnove proizvodnih i uslužnih tehnologija- Radni materijal predavanja iz predmeta, FTN - Industrijsko inženjerstvo i menadžment, Novi Sad, 2007.*
- [23] *Russell R., Taylor B.: "Operations Management", Pearson Education, 1999.*
- [24] *Swift K. G., Booker J. D.: "Process selection", Arnold, London, 1997.*
- [25] *Schroeder G. Roger: "Upravljanje proizvodnjom - Odlučivanje u funkciji proizvodnje" (prevod sa engleskog), Mate, Zagreb, 1999.*
- [26] *Tanović L.J.: REZNA KERAMIKA, Beograd 1992.*
- [27] *Tanović L.J., Petrakov J.: Teorija i simulacija procesa obrade, MAŠINSKI FAKULTET, Beograd, 2007.*
- [28] *Tanović L.J.: Tehnologija proizvodnje savremenih reznih elemenata alata, Beograd 1997.*
- [29] *Čosić I., Radaković N., Milić D.: "Osnove radnih postupaka u industrijskim sistemima - Priručnik za vežbe", FTN - Institut za industrijske sisteme, Nov Sad, 1991.*
- [30] *Čosić I., Nonković M.: "MTM Sistem unapred utvrđenih standardnih vremena", FTN - Institut za industrijske sisteme, Novi Sad, 1985.*
- [31] *Čosić I., Radaković N.: OSNOVE PROIZVODNIH I USLUŽNIH TEHNOLOGIJA-radni materijal, Univerzitet u Novom Sadu, FTN Odsek: Industrijsko inženjerstvo i menadžment, Novi Sad, 2007. godine*
- [32] *Vulanović V., Stanivuković D., Kamberović B., Radaković N., Maksimović R., Radlovački V., Šilobad M.: "Metode i tehnike unapređenja procesa rada", Institut za industrijske sisteme i IIS - Istraživački i tehnološki centar, Novi Sad, 2003.*
- [33] *Zakon o klasifikaciji delatnosti i registru jedinica razvrstavanja (Službeni list SRJ broj 31/1996).*
- [34] *Zelenović D.: "Tehnologija organizacije preduzeća", Naučna knjiga, Beograd, 1995.*