



UNIVERZITET U NOVOM SADU

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



Predavanja

PRIPREMA, PLANIRANJE I LOGISTIKA PROIZVODNJE

Predavanje br. 4:

Operativna priprema proizvodnje

Prof. dr Dejan Lukić

Osnove operativne pripreme proizvodnje

Operativna priprema proizvodnje obuhvata aktivnosti kojima se **definiše vremenski plan odvijanja proizvodnje i osiguravaju svi potrebni resursi.**

Operativna priprema definiše:

- ♦ **šta će se proizvoditi** (koji proizvodi, sklopovi, delovi)
- ♦ **u kojim količinama** (obim i serije)
- ♦ **vremenske termine realizacije aktivnosti procesa proizvodnje** (početak i završetak)
- ♦ **dinamičko planiranje materijalnih, proizvodnih i ljudskih resursa.**

Na osnovu dokumentacije operativne pripreme **proizvodnja se lansira, kontroliše-upravlja i optimizuje**, uz definisanje **zaliha materijalnih resursa, vrši obačun troškova.**

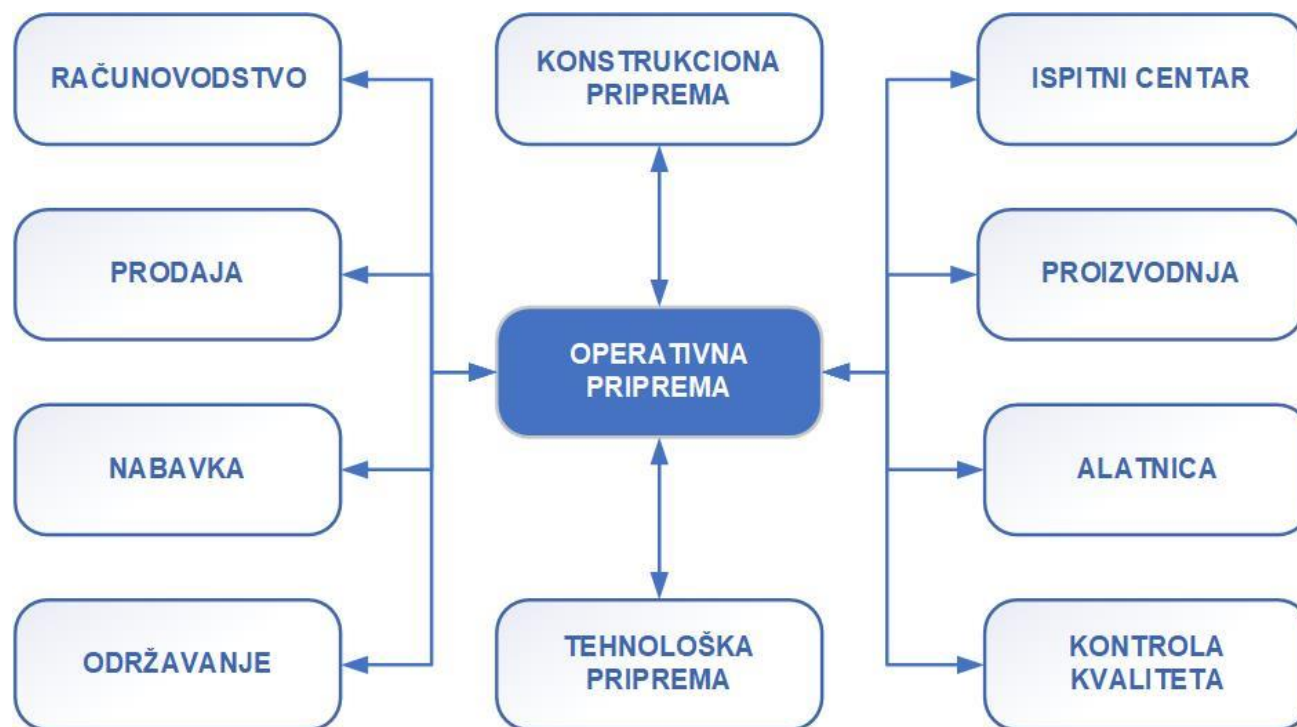
PLANIRANJE-TERMINIRANJE-LANSIRANJE-PRAĆENJE PROIZVODNJE

Operativna priprema se **vrši svaki put pre započinjanja neke proizvodnje**, odnosno **onoliko puta godišnje koliko se puta u proces proizvodnje lansira proizvod (serija proizvoda).**

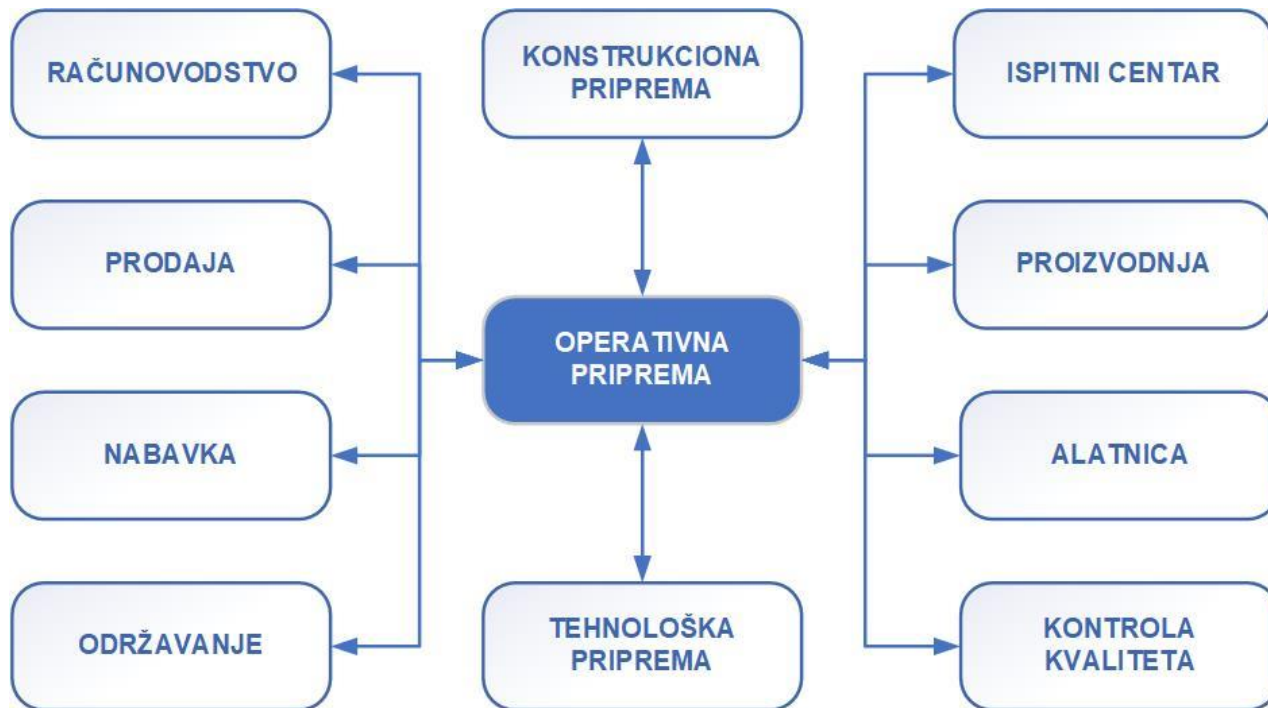
Pitanje: Koliko se puta realizuje konstrukciona i tehnološka priprema?

Veza operativne pripreme sa drugim funkcijama proizvodnog sistema:

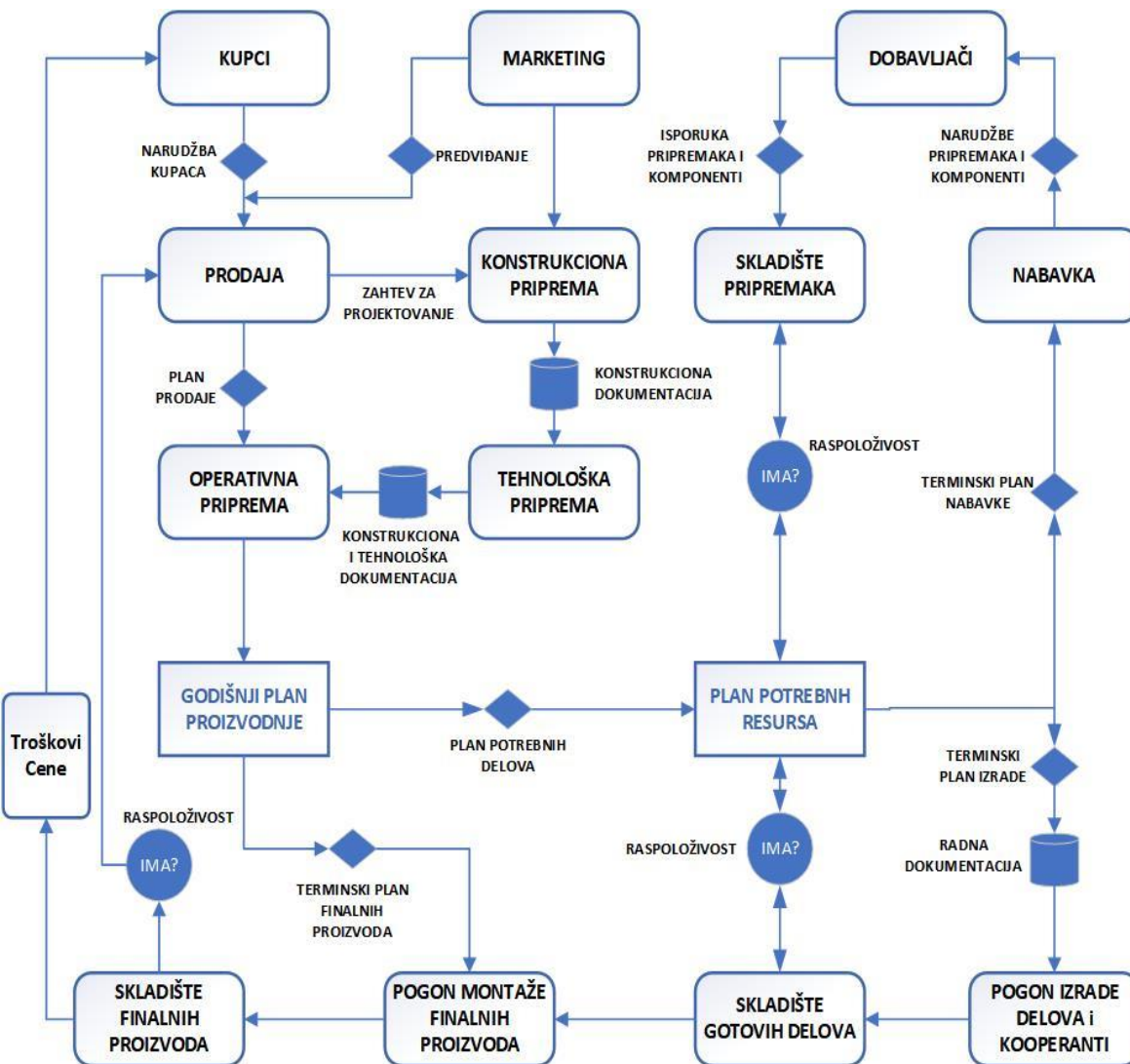
- ♦ **Konstruktivna priprema i ispitni centar** – kod usaglašavanja konstrukcije proizvoda sa željama kupaca/naručioca
- ♦ **Tehnološka priprema** – kod usaglašavanja tehnoloških procesa izrade proizvoda (raspoloživost resursa) i preuzimanja tehnološke dokumentacije (sadržaj TP, karte operacija, upravljački programi) kao osnove za planiranje i upravljanje proizvodnjom. Kod izrade i usavršavanja alata, pribora, merila i drugih specijalnih uređaja za potrebe procesa proizvodnje.
- ♦ **Proizvodnja** – Kod slanja dokumentacije za lansiranje proizvodnje, kod upravljanja/praćenja proizvodnje i vođenje stanja proizvodnih resursa.



- ♦ **Alatnica** – Kod održavanja i osiguranja ispravnosti alata, pribora, merila i dr.
- ♦ **Kontrola kvaliteta** – Kod nastanka škarta, prekida proizvodnje ili nove proizvodnje (nove dokumentacije)
- ♦ **Održavanje** – Kod održavanja i osiguranja ispravnosti mašina i uređaja u cilju nesmetane proizvodnje (očuvanja efektivnog kapaciteta sistema)
- ♦ **Nabavka** - Kontakti u cilju osiguranja materijalnih i drugih resursa kako bi se ispunili termini proizvodnje i rokovi isporuke
- ♦ **Prodaja** – Kod informisanja prodaje o stanju realizacije proizvodnje proizvoda, eventualnim poteškoćama, kontaktima sa kupcima, itd.
- ♦ **Računovodstvo** – Gde završava sva dokumentacija vezana za materijal i finansije (dokumentacija iz OPP i izlazna iz proizvodnje)



Koncept protoka informacija operative pripreme



Na osnovu zahteva *tržišta* - NARUDŽBINA KUPCA ili *marketing služba* na osnovu statističkih prognoza i istraživanja tržišta kreira PLAN POTRAŽIVANJA kao ulazni podataka za *službu prodaje*.

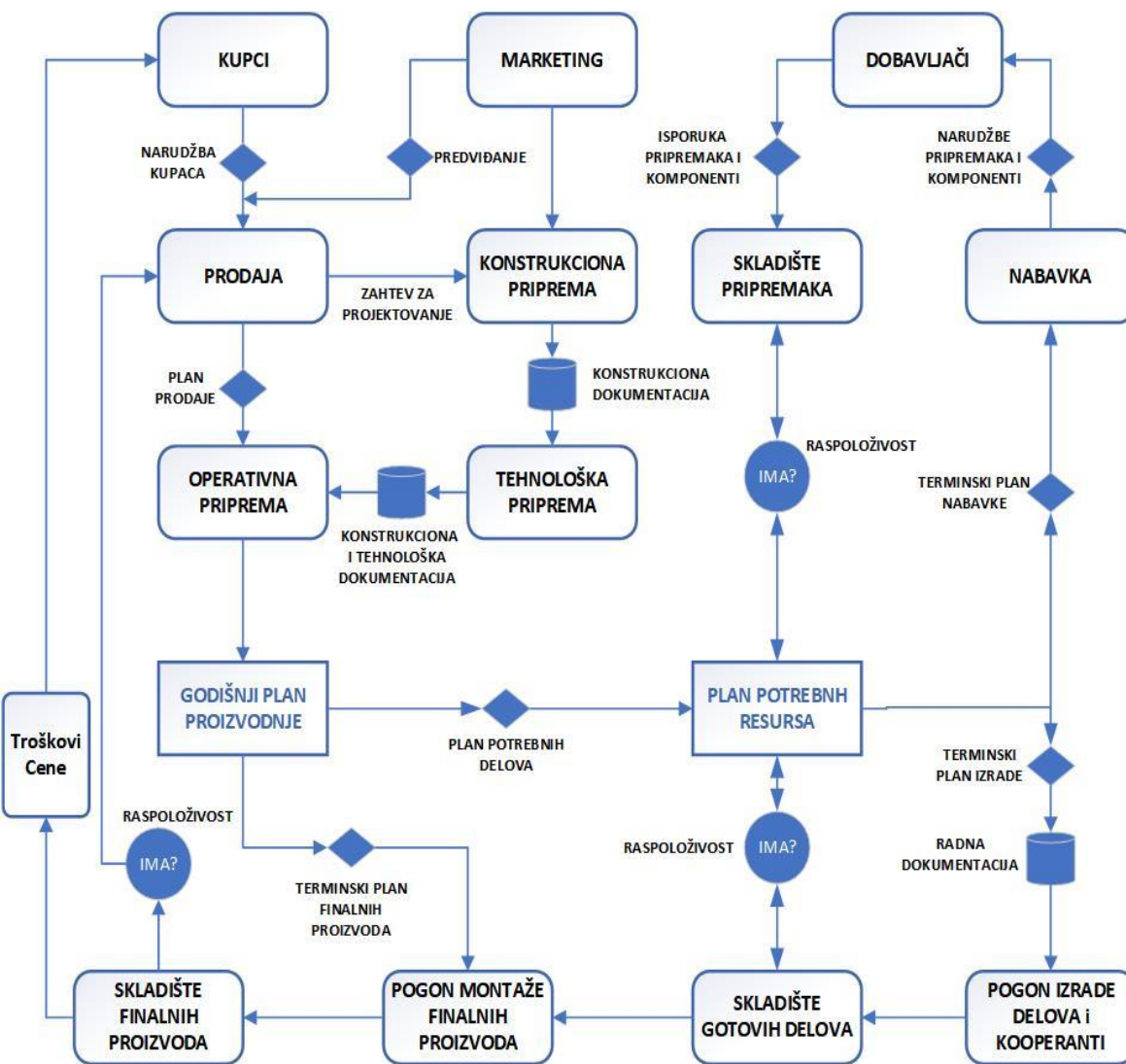
Funkcije *marketinga i prodaje* definišu ZAHTEV ZA PROJEKTOVANJE PROIZVODA službi *konstrukcione pripreme*

Konstrukciona priprema kreira KONSTRUKCIONU DOKUMENTACIJU i prosleđuje je *tehnoškoj pripremi*.

Tehnoška priprema kreira TEHNOLOŠKU DOKUMENTACIJU i prosleđuje je *operativnoj pripremi*.

Funkcija prodaje na bazi konsultacija sa funkcijama marketinga i pripreme proizvodnje (konstrukciona, tehnoška i operativna priprema) kreira PLAN PRODAJE.

Koncept protoka informacija operativne priprave

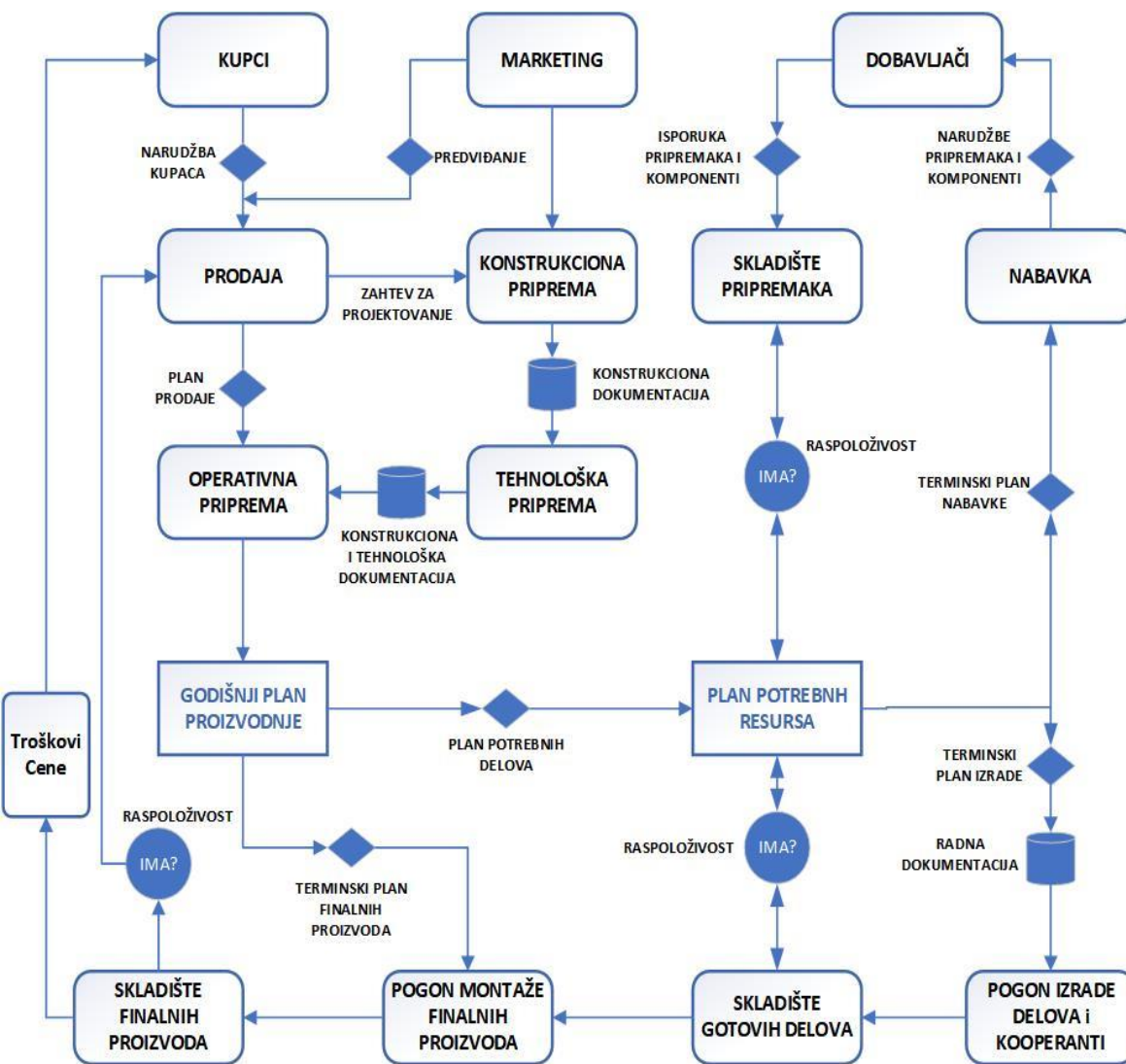


Operativna priprava na osnovu prethodnih informacija kreira **GODIŠNJI PLAN PROIZVODNJE** sa mesečnom dinamikom proizvodnje (uzimajući u obzir proizvodne kapacitete). Ovaj plan obuhvata **TERMINSKI PLAN POTREBNIH DELOVA** i **TERMINSKI PLAN FINALNIH PROIZVODA**.

Na osnovu prethodnih planova proizvodnje i tekućih ugovora (koje su delimično fiksni promenljivi) kreira se **PLAN POTREBNIH RESURSA** (zauzima centralno mesto u planiranju proizvodnje) koji mora biti usaglašen sa raspoloživim proizvodnim kapacitetima i stanjem u skladištima.

Na osnovu **plana potrebnih resursa** formiraju se **TERMINSKI PLAN NABAVKE** i **TERMINSKI PLAN IZRADE**.

Koncept protoka informacija operativne pripreme



Služba *nabavke* kreira NARUDŽBU priprema i komponenti i prosleđuje *dobavljačima* koji vrše ISPORUKU priprema i komponenti u skladište.

Služba operativne pripreme na osnovu terminskog plana izrade definiše NALOGE ZA IZRADU pri čemu se kreira RADNA DOKUMENTACIJA i prosleđuje u *proizvodnju* (pogon za izradu delova i pogon montaže sklopova i proizvoda) ili pak *kooperantima*. Finalni delovi se skladište u skladište gotovih delova, a finalni proizvodi u skladište finalnih proizvoda.

Radna dokumentacija služi i kao povratna informacija o realizaciji radnih naloga i stanja skladišta. Na osnovu toga vrši se fino planiranje pri izradi terminskih planova (mesečni, nedeljni, dnevni)

Nakon montaže finalnih proizvoda izveštava se služba prodaje i vrši isporuka proizvoda kupcima

Aktivnosti operativne pripreme proizvodnje

Osnovni zadaci/aktivnosti operativne pripreme proizvodnje koji će se dalje razmatrati su:

◆ **Planiranje proizvodnje**

- Godišnji planiranje (OPP ili planska služba preduzeća) i
- Terminsko planiranje- Terminiranje

◆ **Lansiranje proizvodnje**

- Izrada operativne (lansirne) dokumentacije
- Osiguranje proizvodnih faktora (materijala, alata, kapaciteta...)
- Lansiranje proizvodnje

◆ **Praćenje-upravljanje proizvodnjom**

- Praćenje proizvodnje – količine i termini
- Praćenje poremećaja proizvodnje (škart, lom alata, otkazi...)
- Utvrđivanje završetka izrade i otpremanje u skladište ili u prodaju/kupcu

◆ **Organizacija (vođenje stanja) materijalnih resursa**

- Operativna organizacija skladišta materijala (prijem, skladištenje, izdavanje)
- Operativna organizacija skladišta proizvoda (prijem, skladištenje, izdavanje)

Planiranje proizvodnje

Planiranje proizvodnje se u osnovi deli na:

- ◆ Godišnji plan proizvodnje
- ◆ Terminski (operativni) plan proizvodnje - Terminiranje

Godišnji planovi proizvodnje

Godišnji planovi (MPS-Master production schedule) se odnose na razdoblje od jedne kalendarske godine i definišu se na osnovu *planova prodaje proizvoda* (finalnih proizvoda, sklopova, delova) i *rezervnih delova*. **Planovi prodaje** formiraju se na bazi **zahteva kupaca** i **predviđanja funkcije marketinga** preduzeća. Često se kreiraju i 3-godišnji do 5-godišnji strateški planovi prodaje, koji se vremenski ažuriraju.

Godišnjim planom proizvodnje definiše se **asortiman proizvoda, obim proizvodnje** a često i **gruba dinamika realizacije proizvodnje**.

Osnovni parametri pri definisanju plana proizvodnje su:

- ◆ Program proizvodnje i količine proizvoda, sklopova, delova
- ◆ Opterećenje kapaciteta (proizvodnih resursa) – na bazi tehnološke dokumentacije i vremena rada resursa (dana, smena)
Porede se potrebe (vremena) sa mogućnostima (vremena) – pojava uskih grla
- ◆ Potrebni materijalni resursi – na bazi postojećih zaliha i potreba
- ◆ Potrebni radnici – kvalifikacija i vremensko opterećenje

Dinamički godišnji plan prikazuje **grubu dinamiku po mesecima** određujući **termine završetka izrade pojedinih proizvoda ili serija** (*u slučaju velikog broja varijanti a malih količina proizvoda prikaz se vrši za predstavnik grupu proizvoda – proizvode predstavnik*). Pri tom je ta dinamika usklađena sa kapacitetima proizvodne opreme po pojedinim mesecima (što nije baš uvek jednostavno).

Za **širok asortiman finalnih proizvoda** vrlo je **teško precizno predvideti potrebne količine**, a **pogotovo dinamiku** koju tržište zahteva. U tom slučaju koristi **klizni dinamički godišnji plan** u kojem se razlikuju dva perioda vremena: **period A s fiksnim količinama i dinamikom**, te **period B koji sledi nakon njega a gde su količine i dinamika u tom trenutku još približne i temeljene na predviđanjima i prognozama prodaje**.

Ovaj se plan kontinualno u određenim vremenskim intervalima obnavlja i dopunjuje čineći predstojeći vremenski interval fiksnim uz dopunu novim predviđanjima. Pri tom, **pri izradi bilo kojeg godišnjeg plana moraju biti usklađeni i ostali aspekti planiranja: materijalni resursi, proizvodni kapaciteti i radno osoblje**, čineći osnovnu podlogu za izradu terminskih planova.

Plan plasmana proizvoda=

fiksni (narudžbe kupaca)+varijabilan (predviđanja i prognoze tržišne potražnje)

Godišnji plan proizvodnje predstavlja plan završetka izrade i predaje pojedinih finalnih proizvoda i rezervnih delova :

$$Q_j = Q_{pu} + Q_{rd} - Q_{pz} + Q_{zz} + Q_{\check{s}}$$

Gde su:

Q_j – količina j-tog dela iz godišnjeg plana proizvodnje proizvoda

Q_{pu} – godišnja količina dela za prvu ugradnju u finalni proizvod

Q_{rd} – godišnja količina dela za potrebe rezervnih delova

Q_{pz} – početne zalihe j-tog dela na početku godine

Q_{zz} – završne zalihe j-tog dela na kraju godine

$Q_{\check{s}}$ – godišnja količina škarta za j-ti deo

Ukupna količinu proizvoda/delova koje je potrebno proizvesti dobija se na osnovu izraza:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_j$$

Gde je:

Q_j – količina j-tog dela iz godišnjeg plana proizvodnje proizvoda

$j=1, 2, \dots, n$ – broj različitih delova u programu proizvodnje

Broj delova za prvu ugradnju Q_{pu} se definiše na bazi strukture (sastavnice) proizvoda.

Količina rezervnih delova Q_{rd} određuje se na bazi **narudžbi kupaca i predviđanja na osnovu izveštaja servisne službe** (ugradnje delova iz prethodnog perioda).

Godišnja količina proizvoda zavisi i od **stanja gotovih proizvoda u skladištu i politike zaliha gotovih proizvoda.**

- ◆ Kod serijske proizvodnje najčešće $Q_{pz}=Q_{zz}$ (jednake početne i završne zalihe)
- ◆ Kod pojedinačne i maloserijske proizvodnje teži se da nema zaliha $Q_{pz}=Q_{zz}=0$
- ◆ Kod MTO i ETO, kao i kod JiT proizvodnje teži se da nema zaliha $Q_{pz}=Q_{zz}=0$

Broj delova škarta Q_s zavisi od kvaliteta tehnološkog procesa, kao i materijala, obradnih sistema, pribora, alata, radnika itd.

U okviru savremenih prilaza teži se proizvodnji sa **nula škarta.**

Nakon definisanja godišnjeg plana i određivanja količina proizvoda/delova potrebno je analizirati aspekte ostvarenja ovog plana: proizvodne kapacitete (mašine/radna mesta), alate, pribore, materijala, radnike.

U zavisnosti od složenosti proizvodnog programa i tipa proizvodnje posmatraće se svi proizvodi/delovi ili reprezentivi grupa proizvoda/delova.

Program proizvodnje- primer

Usvojeni **program proizvodnje**, koji je rezultat temeljitog istraživanja i studije **zahteva tržišta**, kao i usvojene **poslovne politike i strategije** određenog preduzeća, određen je **vrstom i količinama jednog ili više proizvoda u određenom vremenskom periodu**, najčešće periodom od **jedne godine**.

Program proizvodnje pogodno je prikazati u vidu tabele, u kojoj je dat naziv proizvoda sa odgovarajućim godišnjim količinama, poznatim i kao obim proizvodnje.

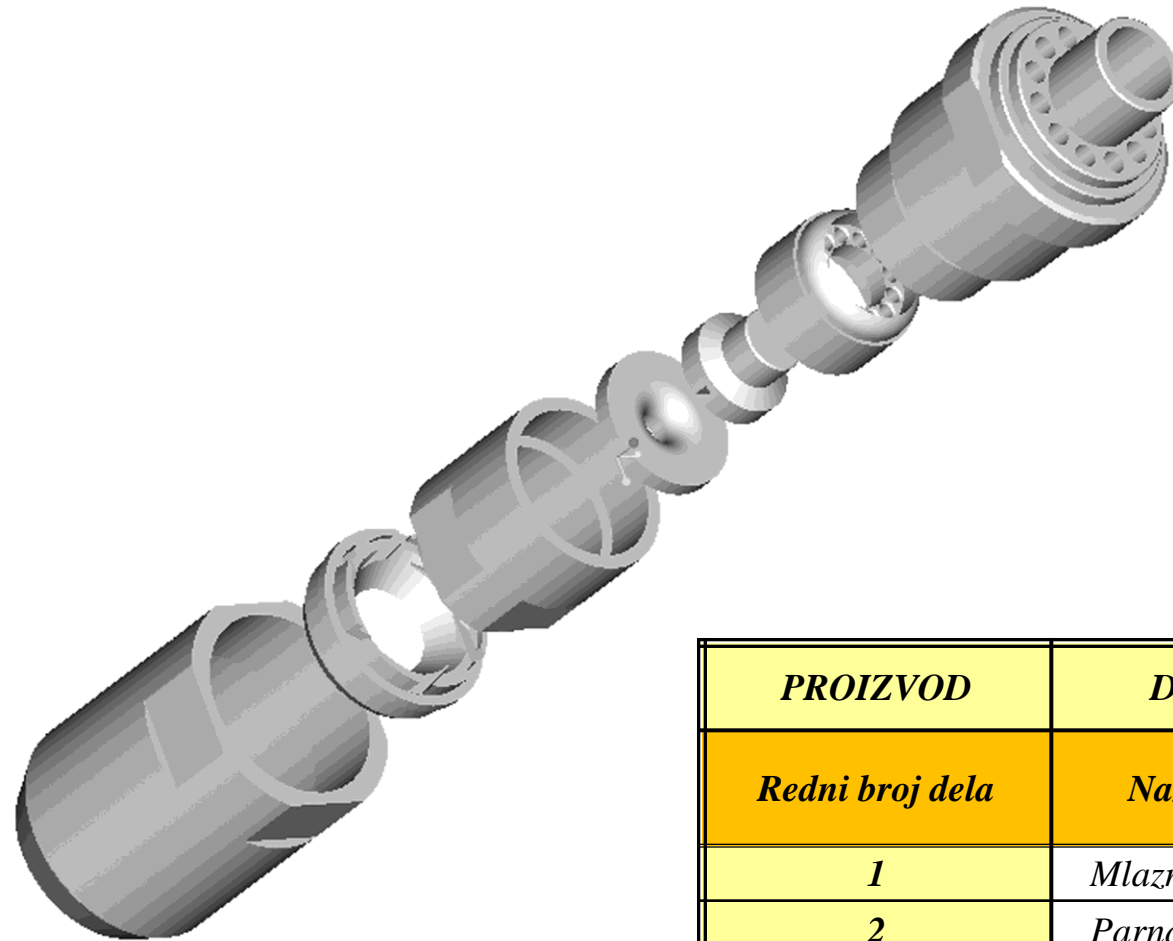
REDNI BROJ	NAZIV PROIZVODA	OBIM PROIZVODNJE
		(kom/god)
1	DIZNA	3000
2	ZUPČANIK 4	2000
3	PUŽNI PRENOSNIK	300
4	REDUKTOR	250

Prikaz dela proizvodnog programa jednog preduzeća

Pod pojmom proizvoda smatraju se kako **složeni** tako i **pojedinačni proizvodi/delovi**.

Složeni proizvodi sastoje se iz više pozicija, odnosno delova, dok pojedinačne proizvode čine određeni pojedinačni delovi.

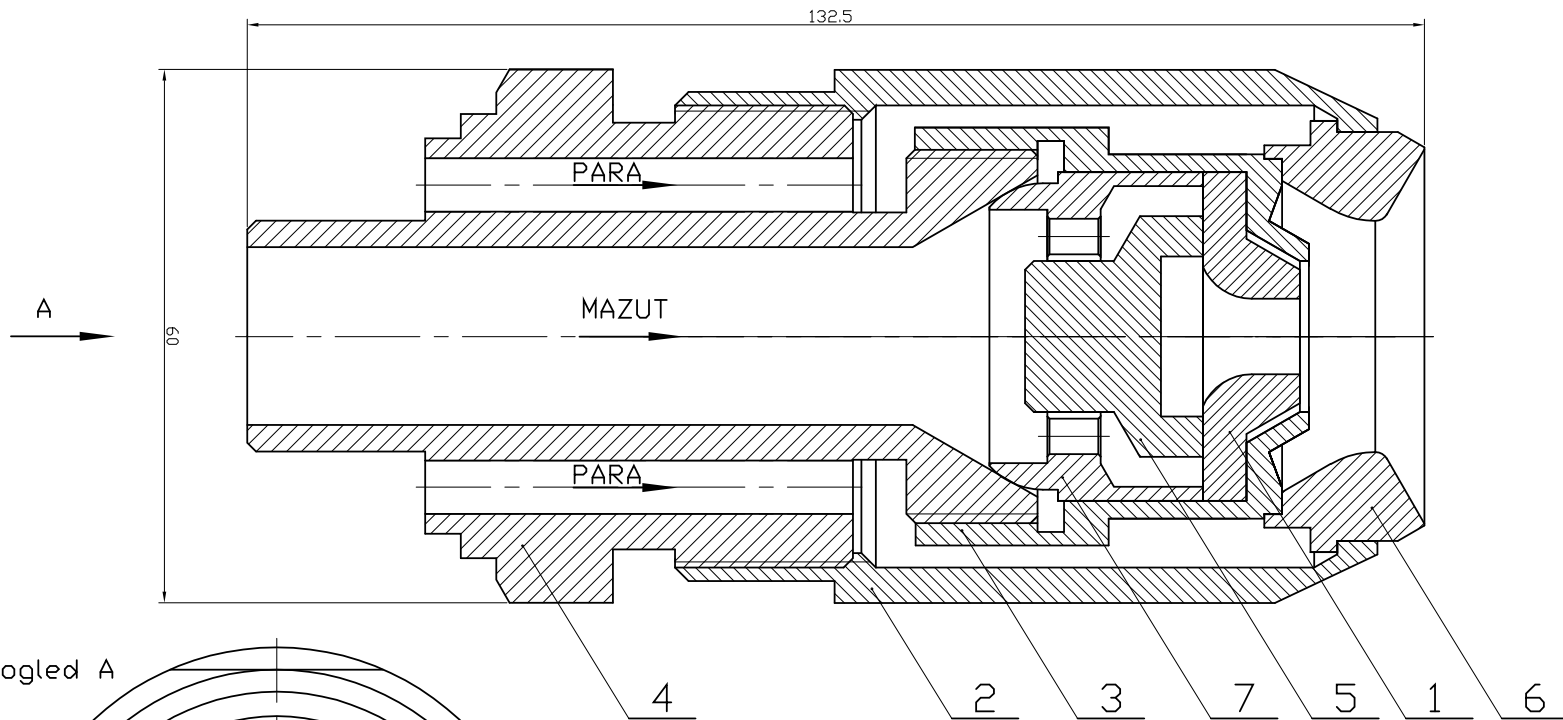
Dizna kao složeni proizvod



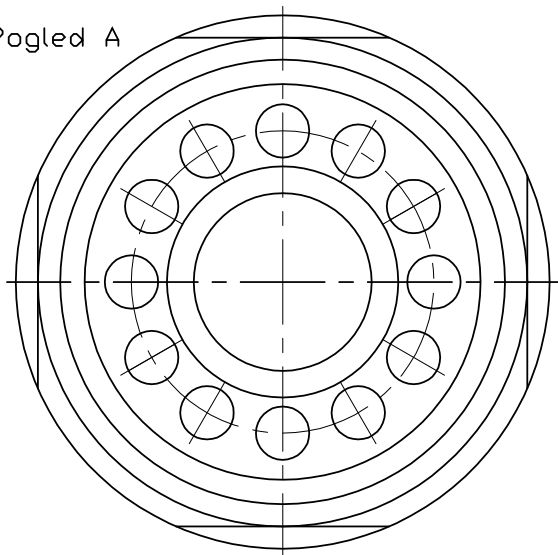
*Program proizvodnje
delova za DIZNU*

Na osnovu usvojenog programa proizvodnje i sklopnih crteža, odnosno strukturnih sastavnica, koje su karakteristične za složene proizvode, mogu se prikazati programi proizvodnje delova pojedinačnih proizvoda u vidu tabele.

<i>PROIZVOD</i>	<i>DIZNA</i>	<i>KOLIČINA</i>	
<i>Redni broj dela</i>	<i>Naziv dela</i>	<i>(kom/proiz.)</i>	<i>(kom/god)</i>
<i>1</i>	<i>Mlaznica</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>
<i>2</i>	<i>Parna navrtka</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>
<i>3</i>	<i>Mazutna navrtka</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>
<i>4</i>	<i>Razvodnik pare</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>
<i>5</i>	<i>Vrtložnik mazuta</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>
<i>6</i>	<i>Parni raspršivač</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>
<i>7</i>	<i>Filter</i>	<i>1</i>	<i>3000</i>



Pogled A



7	K-307	FILTER		Č.7432	1	
6	K-306	PARNI RASPŠIVAC		Č.7432	1	
5	K-305	VRTLOŽNIK MAZUTA		Č.7432	1	
4	K-304	RAZVODNIK PARE		Č.7432	1	
3	K-303	MAZUTNA NAVRTKA		Č.7432	1	
2	K-302	PARNA NAVRTKA		Č.7432	1	
1	K-301	MLAZNICA		Č.4572	1	

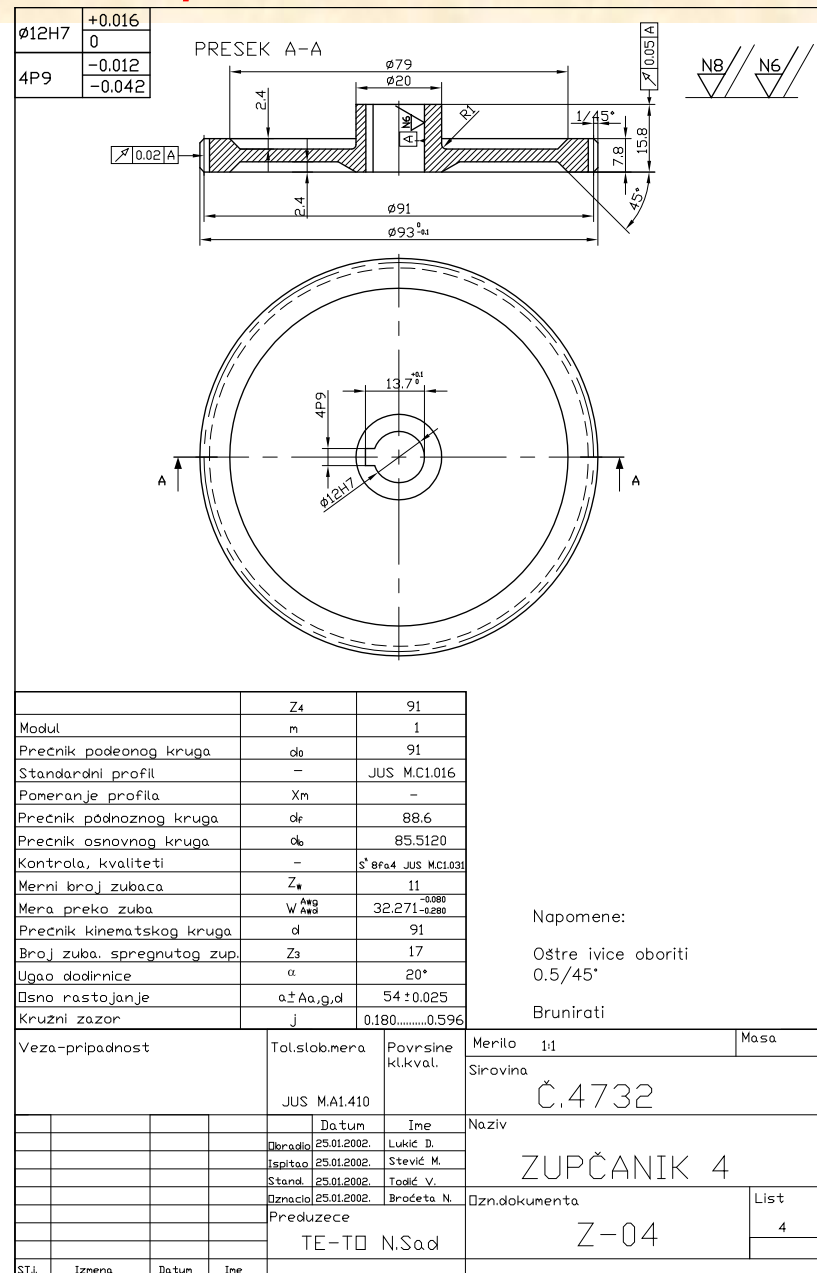
POZ.	Oznaka dela	Naziv - Oblik i velicina	Standard-Oznaka crt	Materijal - Primenbe	KDM
Veza-pripadnost		Tol.slob.mera	Povrsine kl.kval.	Merilo 2:1	Masa
KOTAO-3		JUS-DIN 2768		Sirovina	
		Datum	Ime	Naziv	
		Dobrodo	Lukic D.	DIZNA	
		Isplao	Stevic M.		
		Stand	Toadic V.		
		Oznacio	Broceta N.		
		Preduzece		Ozn.dokumenta	List
		TE-TO N.Sad		K-3	
ST.J.	Izmena	Datum	Ime		

Zupčanik kao pojedinačni proizvod

Logično je da programom proizvodnje delova treba **obuhvatiti i pojedinačne proizvode sa odgovarajućim godišnjim obimom proizvodnje.**

Projektovanje proizvoda, složenih ili pojedinačnih, je osnovni zadatak i izlaz konstrukcione pripreme, na osnovu čega je moguće formiranje modularnih i količinskih sastavnica, na osnovu kojih se utvrđuje **bilans potreba** u sklopovima, podsklopovima, delovima i materijalima za određenu količinu proizvoda u usvojenom operativnom planu.

Program proizvodnje delova, obim proizvodnje i odgovarajući tehnološki procesi njihove izrade i montaže proizvoda čine osnovnu podlogu za proračun proizvodnih resursa, koji su ranije pomenuti.



Na osnovu ovih dokumenata moguće je za svaku operaciju izrade odrediti **vreme zauzetosti** odgovarajućeg obradnog sistema (mašine/radnog mesta), poznato kao vreme operacije-komadno vreme (t_k). Tako, npr. za drugu operaciju obrade NOSAČA LEŽAJA na strugu INDEX GU-600, ovo vreme iznosi **1,7 min/kom**. Ako je planirani obim proizvodnje, prema usvojenom programu proizvodnje nekog proizvoda, odnosno dela (Q_i) onda je ukupno vreme zauzetosti pomenutog obradnog sistema na određenoj operaciji u procesu izrade proizvoda u tom periodu određeno izrazom:

$$T = Q_i \cdot t_{k_i} \quad (\text{min/god})$$

Za **efektivni vremenski kapacitet rada** obradnih i tehnoloških sistema (K_e) **proračunski broj ovih tehnoloških sistema za izradu** određenog proizvoda biće:

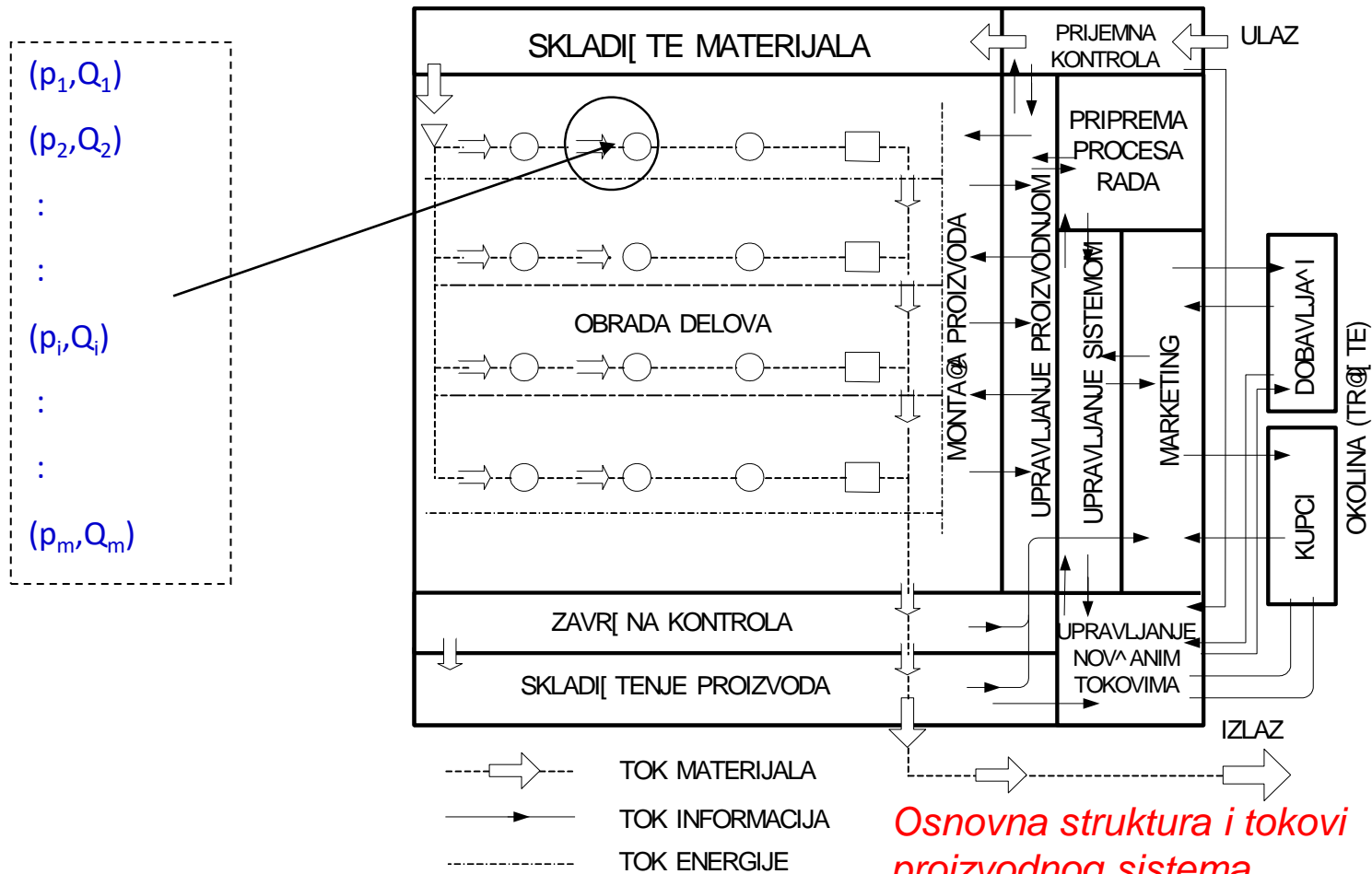
$$N = \frac{Q_i \cdot t_{k_i}}{K_e}$$

Efektivni vremenski kapacitet za obradne i tehnološke sisteme iznosi:

$$K_e = m_e \cdot s_e \cdot n_e \cdot \eta_e \quad (\text{min/god})$$

gde su:

- m_e - broj radnih dana u godini (365-praznici, vikendi...)~250-260 dana
- s_e - broj smena na dan (1, 2 ili 3),
- n_e - ukupan broj časova u smeni (8h-0,5 do 1h za ishranu i odmor,
- η_e - koeficijent iskorišćenja efektivnog vremenskog kapaciteta obradnih i tehnoloških sistema (0,7 do 0,9).



Ako se od ukupnog broja proizvoda, koji čine proizvodni program u posmatranom periodu, najčešće u toku jedne godine, (m) proizvoda/delova (P1-P m) obrađuje na određenom obradnom sistemu, onda je ukupno vreme angažovanja tog obradnog sistema određeno izrazom:

$$T = \sum_{i=1}^m t_{k_i} \cdot Q_i \quad (\text{min/god})$$

Ukupan **proračunski broj obradnih sistema** na posmatranom radnom mestu određen izrazom:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m t_{k_i} \cdot Q_i}{K_e}$$

Proračunski broj obradnih sistema u opštem slučaju **nije ceo broj**, za razliku od usvojenog broja obradnih sistema (N_u) koji mora biti ceo broj. U tom slučaju koeficijent iskorišćenja tako usvojenog broja obradnih sistema na posmatranoj operaciji obrade (m) proizvoda iznosi:

$$\eta = \frac{N}{N_u}$$

Izbor kvalitetnih obradnih i tehnoloških sistema za zadate uslove, odnosno program proizvodnje, kao što je poznato, rešava se u procesu projektovanja tehnoloških procesa **primenom metoda tehnoekonomske optimizacije** ili na bazi metodologija koje su utemeljene na **ocenama eksperata**.

Ova metoda određivanja broja obradnih i tehnoloških sistema daje precizne podatke, ali se može primeniti samo u slučajevima **kada su individualni tehnološki procesi prethodno projektovani**. U drugim, vrlo čestim slučajevima, kada tehnološki procesi nisu projektovani za sve proizvode, odnosno delove, koriste se druge metode.

1.2 Metoda zasnovana na proizvodu reprezentu

Ova metoda, koja se često koristi u praksi je analitička, kod koje se **proizvod reprezent** bira pomoću **ABC analize**. Za tako izabrani proizvod **reprezent određuju se operacijska vremena** na odgovarajćim obradnim sistemima u posmatranim proizvodnim uslovima.

Za određivanje vremena zauzetosti obradnih sistema za pojedine operacije obrade na bazi proizvoda reprezentu potrebno je odrediti **redukovane količine za sve proizvode iz proizvodnog programa**, na bazi utvrđivanja stepena redukcije za masu, tehnološku složenost i slično, za sve delove koji se obrađuju na pojedinim operacijama obrade.

Ako je redukovana količina svih proizvoda koji se obrađuju na određenom obradnom sistemu Q_r , onda je vreme zauzetosti odgovarajućeg obradnog sistema u toku godine određeno izrazom: $T = Q_r \cdot t_{kp}$ gde je:

t_{kp} - **operacijsko vreme obrade reprezentu na posmatranom obradnom sistemu.**

Redukovana količina delova (Q_r), određuje se prema izrazu: $Q_r = \sum_{i=1}^k Q_i \cdot r_i$

a redukovane količine za pojedine delove (Q_{ri}): $Q_{ri} = Q_i \cdot r_i$

Proračunski broj obradnih sistema na posmatranoj operaciji određuje se iz izraza:

$$N = \frac{T}{K_e}$$

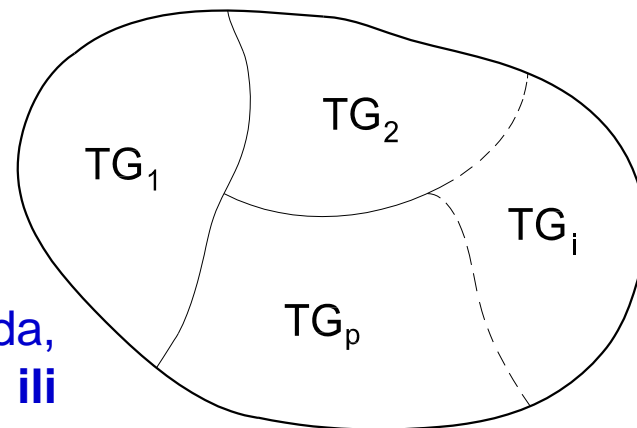
2. Metode zasnovane na karakteristikama grupne i tipske tehnologije

Ove metode su zasnovane na konstrukcionoj i tehnološkoj **sličnosti proizvoda**, odnosno delova, svrstanih u pojedine tehnološke, odnosno operacijske grupe.

Za primenu ovih metoda prethodno je potrebno usvojeni proizvodni program proizvodnje podeliti u nepodni broj **tehnoških, odnosno operacijskih grupa**.

Formiranje grupa vrši se primenom **konstruktivno-tehnoloških klasifikatora** i dodatnih kriterijuma grupisanja koji određuju potrebni nivo tehnološke podobnosti za izradu na pojedinim operacijama.

Kao što je poznato, pojedine tehnološke grupe proizvoda, odnosno delova, izrađuju se po jedinstvenim **grupnim ili tipskim tehnološkim procesima**.



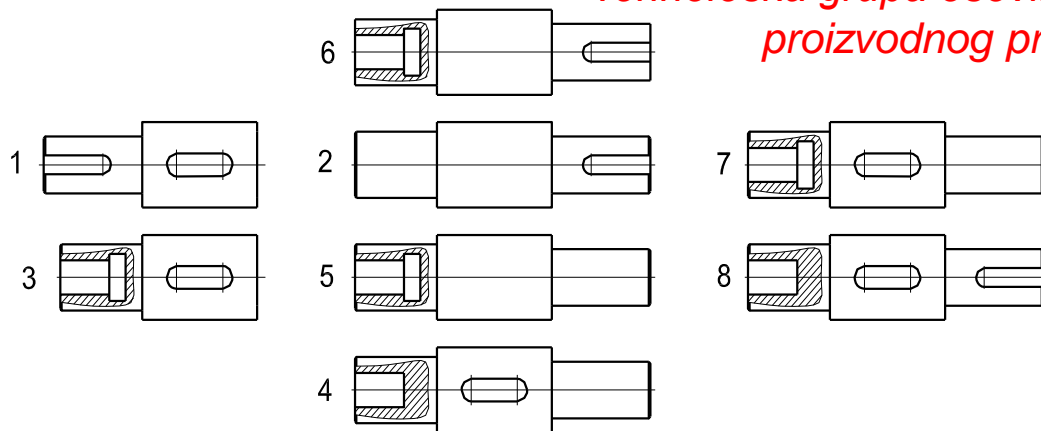
Podela proizvodnog programa na tehnološke grupe

Metode zasnovane na karakteristikama grupne i tipske tehnologije koriste se za određivanje osnovnog (t_g), pomoćnog (t_p) i pripremno-završnog vremena (T_{pz}) obrade **operacijskih, odnosno tehnoloških grupa**. One se u praktičnoj primeni koriste kao **grafoanalitičke, odnosno analitičke i grafičke metode**. U oba slučaja metode obezbeđuju **približno određivanje ciklusnih i pripremno-završnih vremena**, čime se u proizvodnoj praksi dobijaju zadovoljavajući rezultati pri određivanju normativa vremena za pojedine operacije obrade, a time i podloga za određivanje broja obradnih sistema i utvrđivanja vremenskog stepena njihovog iskorišćenja.

2.1 Grafoanalitička metoda

Ova metoda omogućava jednostavan, odnosno racionalan način **izračunavanja ukupnog vremena obrade tehnoloških ili operacijskih grupa proizvoda** na pojedinim obradnim sistemima koji su pripremljeni za proces obrade prema zahtevima **principa grupe tehnologije**. Prema tome, na osnovu prethodno izvršene klasifikacije delova i formiranja odgovarajućih tehnoloških, odnosno operacijskih grupa, **projektuju se grupni tehnološki procesi i odgovarajuće grupne operacije** za kompleksne delove, koji mogu biti **stvarni ili imaginarni**.

Tehnološka grupa osovina TG1, kao deo proizvodnog programa

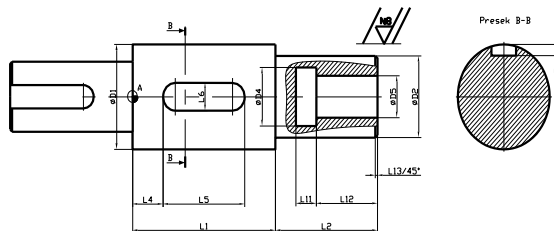


Program proizvodnje tehnološke grupe osovina TG1

DEO	OBIM PROIZVODNJE
	(kom/god)
1	15
2	20
3	45
4	12
5	50
6	11
7	85
8	12



kompleksni deo grupe za obradu na FTC



Sadržaj grupnog tehnološkog procesa

Za ovu tehnološku grupu u zadatim uslovima proizvodnje definisan je sadržaj **grupnog tehnološkog procesa izrade**.

Postupkom grupisanja i dodatne analize tehnološke podobnosti obrade ove grupe osovina na operacijama obrade struganjem-glodanjem i brušenjem prema konceptu grupne tehnologije, utvrđeno je da **nema potrebe za njenim deljenjem na operacijske grupe** na pomenutim obradnim sistemima, odnosno operacijama.

Za projektovani kompleksni deo projektuju se **grupne operacije obrade** na odgovarajućim obradnim sistemima.

FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO		SADRŽAJ GRUPNOG TEHNOLOŠKOG PROCESA				Proizvod		Obim proizvodnje (kom/god)	
OSOVINE, TG1		Broj dela	Identifikacioni Klasifikacioni		Ide u proizvod		Komada		
Oznaka i stanje materijala		Vrsta i dimenzije priprema				Pogon		Odeljenje	
Oznaka	Kod	Oznaka	ODLIVAK	Kod					
Operac.	NAZIV GRUPNE OPERACIJE	Mašina		Vreme (min)				Kom/8h	
		Naziv	Oznaka	Priprem.	Osnovno	Pomoćno	Po kom.		
10	ODSECANJE	TESTERA		15					
20	OBRADA KRAJEVA	NC GLODALICA		20					
30	STRUGANJE I GLODANJE	FTĆ	GU 600	40					
40	KONTROLA	RADNI STO		10					
50	POBOLJŠANJE	TERMIČKA OBRADA		5					
60	KONTROLA TVRDOĆE	LABORATORIJA		10					
70	BRUŠENJE	NC BRUSIL. ZA OKRUG. BRUŠ.		20					
80	ZAVRŠNA KONTROLA	MERNA LABORATORIJA		10					
90	PAKOVANJE	RADNI STO		5					

Karta grupne operacije obrade



Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

KARTA GRUPNE OPERACIJE



Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Naziv grupe (dela):	OSOVINE TG1	Matrica klasifikacionih brojeva	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Identifikacioni broj dela:		
Materijal:			1																										Klasifikacioni broj dela:	
Stanje i dimenzije pripremljena:	VALJANA ŠIPKA Ø=		2																										Oznaka i naziv mašine:	FTC GU 600
Veličina serije:	25		3																										Integralna oznaka:	

Broj oper.	SKICA OPERACIJE	SKICA OPERACIJE	Oznaka			Vreme (min)				Postojanost (kom)						
			Pribora	Alata	Merila	v	s	δ	T _{pr}		t _z	t _p	t _k			
30/1		<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo D₃=... l₃=... Strugati završno D₃=... l₃=... Obraditi ivicu l₁₄/45=... Glodati žljeb l₉/l₁₀=... 	T01 T02 T02 T03	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI	POMIČNO MERILO, ČEPOVI.....										40	
30/2		<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo D₁=... Strugati grubo D₂=... l₂=... Strugati završno D₁=... Strugati završno D₂=... l₂=... Oboriti ivicu l₁₃/45=... Bušiti D₅=... na (l₁₁+l₁₂)=... Useći žljeb D₄=... l₁₁=... Fino strugati D₅=... Glodati žljeb l₆/l₇=... 	T01 T01 T02 T02 T02 T04 T05 T06 T07	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI	POMIČNO MERILO, ČEPOVI.....											

Izradio:		Kontrolisao:		Odobrio:		Izmena:	List/Listova:	1/1
----------	--	--------------	--	----------	--	---------	---------------	-----

Grafički postupak - metoda

Da bi se odredilo **ukupno vreme obrade** neke tehnološke, odnosno operacijske grupe na određenom obradnom sistemu **grafoanalitičkom metodom** potrebno je izdvojiti **najjednostavniji** i **najsloženiji** deo te grupe i na osnovu odgovarajuće grupne operacije definisati vreme operacije obrade za tako izabrane delove. Kriterijum za izbor najjednostavnijeg i najsloženijeg dela neke operacijske grupe određuje se na osnovu **najmanjeg** i **najvećeg broja zahvata** obrade ovih delova na posmatranoj operaciji (kod nas deo 1 i deo 8).

Ukupno ciklusno vreme obrade jedne operacijske grupe delova, može se odrediti na osnovu izraza:

$$T_c = \sum_{i=1}^k (Q_i \cdot t_{ci})$$

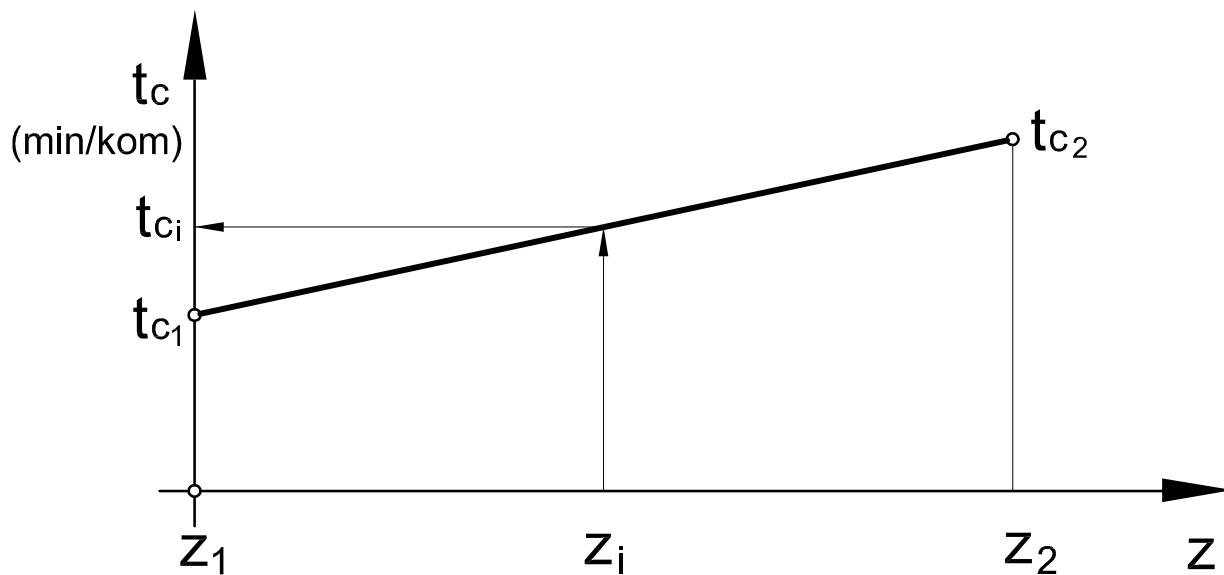
gde su:

- k - broj različitih delova operacijske grupe,
- Q_i - broj pojedinih delova operacijske grupe,
- t_{ci} - ciklusna vremena obrade pojedinih delova operacijske grupe (isto što i t_{ki}).

Za primer prikazane operacijske, odnosno tehnološke grupe, broj različitih delova je $k=8$, dok je broj pojedinih delova dat u tabeli. Ukupni broj delova ove operacijske grupe za obradu na FTC GU 600 biće:

$$n = 15 + 20 + 45 + 12 + 50 + 11 + 85 + 12 = 250 \text{ (delova / god)}$$

Ciklusna vremena (t_{ci}) koja, kao što je poznato, obuhvataju osnovna i pomoćna vremena, određuju se iz **dijagrama sličnosti**.



Zavisnost ciklusnog vremena od broja zahvata, $t_c=f(z)$

Mogućnost određivanja ciklusnih vremena za pojedine delove određene operacijske grupe na osnovu dijagrama sa dovoljnom tačnošću u proizvodnoj praksi utemeljeno je na činjenici da su delovi jedne operacijske grupe, koja je formirana na poznatim principima grupe tehnologije, **međusobno konstrukciono i tehnološki slični**. Zbog toga se iz dijagrama sličnosti, uz prethodno precizno određivanje ciklusnih vremena za najjednostavniji i najsloženiji deo operacijske grupe (t_{c1}) i (t_{c2}) pri odgovarajućim minimalnim i maksimalnim brojem zahvata (z_1) i (z_2) može odrediti ciklusno vreme svakog dela iz operacijske grupe (t_{ci}) za odgovarajući broj zahvata (z_i). Prema tome, na bazi precizno definisanih dijagrama za pojedine operacijske grupe prema izloženoj proceduri može se odrediti **ukupno ciklusno vreme za svaku operacijsku grupu**.

Analitički postupak

Ciklusna vremena za pojedine delove operacijske grupe mogu se odrediti i analitički, koristeći prethodni dijagram ili uz prethodno **određivanje koeficijenta pravca** koji opisuje promenu ciklusnog vremena u zavisnosti od broja zahvata (z).

Na osnovu dijagrama se vidi da je:

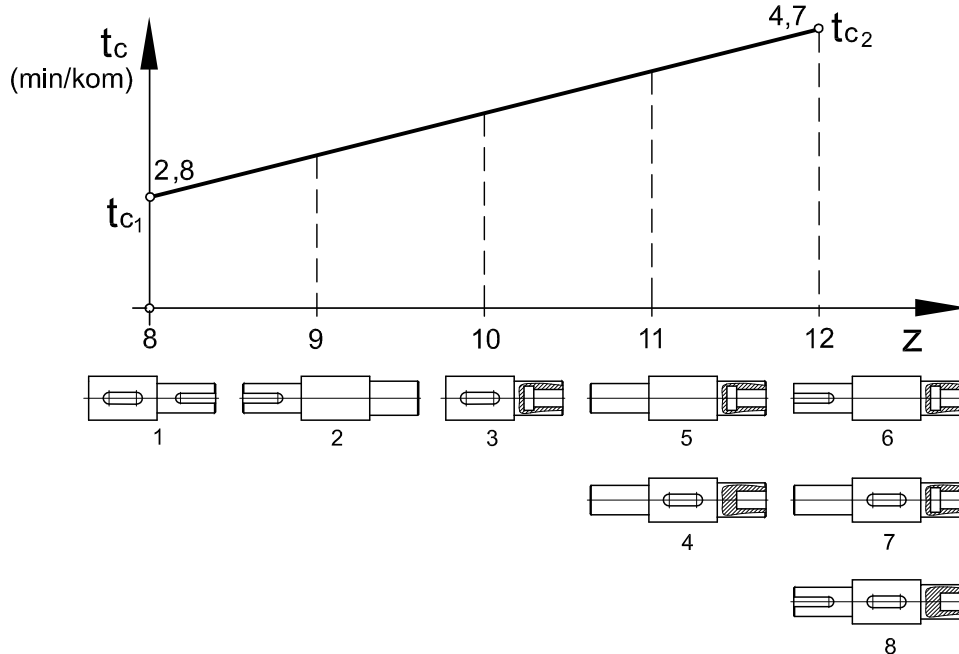
$$t_c = t_{c_1} + k \cdot z \quad k = \frac{t_{c_2} - t_{c_1}}{z_2 - z_1}$$

Prema tome, opšti izraz za određivanje ciklusnog vremena ima oblik:

$$t_{c_i} = t_{c_1} + k \cdot z_i$$

$$k = \frac{4,7 - 2,8}{12 - 8}$$

$$k = 0,46$$



Ukupno ciklusno vreme za određenu operacijsku grupu za obradu na posmatranoj operaciji određuje se prema izrazu:

$$T_c = \sum_{i=1}^k (Q_i \cdot t_{c_i})$$

Tako je, za tehnološku, odnosno operacijsku grupu za obradu struganjem i glodanjem na FTC GU 600, uz prethodno određena ciklusna vremena za najjednostavniji i najsloženiji deo ove grupe, nacrtan dijagram sličnosti.

Na osnovu ovog dijagrama za ostalih šest delova grupe izračunata su vremena prema prethodno datom izrazu.

BROJ DELA	CIKLUSNO VREME
	<i>(min/kom)</i>
<i>1</i>	2.8
<i>2</i>	3.26
<i>3</i>	3.72
<i>4</i>	4.18
<i>5</i>	4.18
<i>6</i>	4.67
<i>7</i>	4.67
<i>8</i>	4.67

Podaci za ciklusna vremena tehnološke grupe TG1

Koristeći podatke iz tabela određeno je ukupno ciklusno vreme posmatrane tehnološke grupe pri obradi na FTC GU 600, koje iznosi:

$$T_c = \sum_{i=1}^8 Q_i \cdot t_{c_i}$$

$$T_c = 15 \cdot 2,8 + 20 \cdot 3,26 + 45 \cdot 3,72 + (12 + 50) \cdot 4,18 + (11 + 85 + 12) \cdot 4,67$$

$$T_c = 1037 \text{ (min/ god)}$$

2.2 Metoda zasnovana na reprezentima tehnoloških grupa

Ova metoda je **analitička** i takođe se zasniva na principima **grupne tehnologije**. Njena primena započinje formiranjem tehnoloških, odnosno operacijskih grupa sa neophodnim nivoom tehnološke podobnosti za obradu na pojedinim grupnim operacijama.

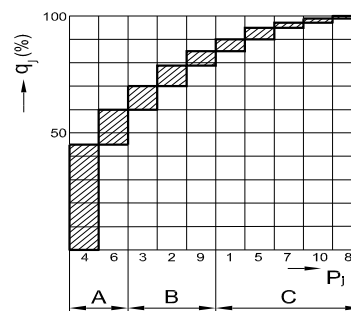
Za svaku tehnološku grupu potom se biraju **reprezenti** i za njih preciziraju operacije obrade na osnovu odgovarajućih grupnih tehnoloških procesa, uključujući i određivanje **vremena operacija reprezentata** (t_{kp}).

Izbor reprezentata vrši se na osnovu **ABC analize**, koja utvrđuje zavisnost između vrste prizvoda i odgovarajućih **količina, masa, vrednosti i dobiti**.

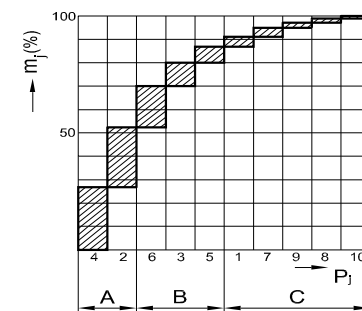
Na bazi ovih zavisnosti vidi se da područje **A** čini **najveći prirast**, područje **B** **značajan prirast**, dok područje **C** čini **mali, nedovoljno značajni prirast**.

Izbor reprezentata posmatrane operacijske grupe prema ABC analizi vrši se u zoni A, kao zoni sa najvećim prirastom, eventualno zoni B.

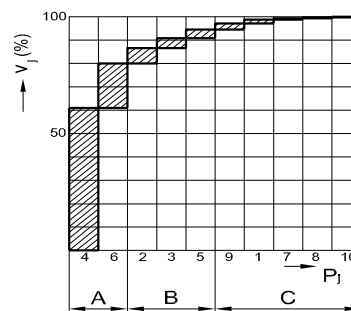
Tako je, na primer, na osnovu ABC analize za reprezent tehnološke grupe, za operaciju obrade na FTC GU 600, izabran deo sa rednim brojem 7. Za izabrani reprezent precizirana je pomenuta operacija obrade.



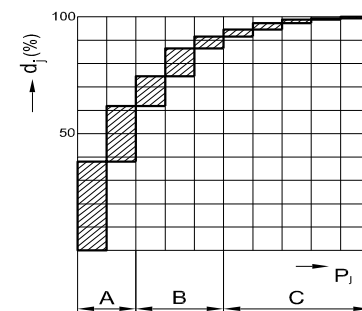
a)



b)



c)



d)

ABC analiza: a) količinskog učešća, b) masenog učešća, c) vrednosnog učešća, d) učešća dobiti

Preciziranje operacije obrade za izabrani reprezent podrazumeva i određivanje odgovarajućeg vremena operacije (t_{kp}), koje u ovom primeru iznosi $t_{kp}=5,5$ min/kom.

Pri tome se napominje da se vreme operacije obrade za reprezentе tehnoloških, odnosno, operacijskih grupa može odrediti jednom od izloženih metoda sličnosti ili preciznim utvrđivanjem, u realnim uslovima, uključujući i procenu eksperata.

Da bi se odredilo vreme angažovanja određenog obradnog sistema za obradu posmatrane operacijske grupe potrebno je odrediti **redukovanu količinu delova te grupe** (Q_r).

Redukovane količine pojedinih delova određene operacijske grupe određuju se na osnovu izraza:

$$Q_{r_i} = Q_i \cdot r_i \quad \text{gde su:}$$

- Q_i - broj pojedinih delova grupe,
- r_i - stepen redukcije i-tog dela.

Stepen redukcije određenog dela operacijske grupe obuhvata redukciju za **masu** (r_m), za **složenost** (r_s) itd, što se može izraziti u vidu izraza: $r_i = r_{m_i} \cdot r_{s_i} \dots r_{k_i}$

Stepen redukcije za masu, tehnološku složenost itd. određuje se respektivno na osnovu izraza:

$$r_{m_i} = \frac{m_i}{m_p}$$

gde su:

- m_i - mase pojedinih delova,
- s_i - stepen tehnološke složenosti delova,
- m_p - masa reprezentа tehnološke grupe,
- s_p - stepen tehnološke složenosti reprezentа tehnološke grupe.

$r_{s_i} = \frac{s_i}{s_p}$ Stepen tehnološke složenosti pojedinih delova operacijske grupe određuje se odnosom broja zahvata delova i broja zahvata odgovarajućeg reprezentа ili **na osnovu podloga** datih tabelarno.

Redukovana količina svih delova

operacijske grupe određena je izrazom:

$$Q_r = \sum_{i=1}^k Q_i \cdot r_i$$

Ako je broj operacijskih grupa za obradu na određenom obradnom sistemu u toku godine (p), onda je vreme zauzetosti tog obradnog sistema u istom periodu određeno izrazom:

$$T = \sum_{i=1}^p Q_{r_i} \cdot t_{kp_i}$$

Kao i u ranijim slučajevima, **proračunski broj obradnih sistema** za obradu svih (p) operacijskih grupa u toku godine na posmatranoj operaciji iznosiće:

$$N = \frac{T}{K_e}$$

Metoda koja je zasnovana na reprezentima tehnoloških grupa u praksi omogućava **preciznije određivanje broja obradnih sistema** na pojedinim operacijama u odnosu na grafoanalitičku metodu, koja je jednostavnija, ali manje tačna.

Proračun potrebnih količina materijala odnosno pripremake

Na osnovu usvojenog programa proizvodnje ili sadržaja tehnoloških procesa izrade svakog proizvoda iz proizvanog programa mogu se odrediti **potrebne količine materijala, odnosno pripremake**.

Ako je za određeni proizvod izabrani pripremak standardni, kao što su naprimer određene vrste i dimenzije šipkastog, cevastog ili nekog drugog standardnog materijala, onda se na osnovu podataka o određenom pripreмку koji su dati u **Sadržaju tehnološkog procesa** i obima proizvodnje mogu odrediti potrebne godišnje količine materijala u vidu tabelarnog pregleda.

<i>REDNI BROJ</i>	<i>NAZIV MATERIJALA</i>	<i>VRSTA</i>	<i>DIMENZIJE PRIPREMKA</i>	<i>Q (kom/god)</i>	<i>UKUPNA DUŽINA</i>
<i>1</i>	<i>Toplo valjana šipka</i>	<i>Č.0545</i>	<i>Ø40x500</i>	<i>300</i>	<i>Ø40x150000</i>
<i>2</i>	<i>Vučena šipka</i>	<i>Č.0645</i>	<i>Ø10x100</i>	<i>300</i>	<i>Ø10x30000</i>
<i>3</i>	<i>Šavna cev</i>	<i>Č.0146</i>	<i>Ø100/2x25</i>	<i>100</i>	<i>Ø100/2x2500</i>
<i>i</i>					
<i>k</i>	<i>Vučena cev</i>	<i>Al</i>	<i>Ø25/2x100</i>	<i>100</i>	<i>Ø25/2x10000</i>

Pregled potrebnih količina materijala

Količina specijalnih materijala, odnosno pripremake, kao što su razni odlivci, otkovci, otpresci i slično određuju se na osnovu odgovarajućih obima proizvodnje proizvoda u skladu sa usvojenim programom proizvodnje i masom pripremake (masom otkovka, odlivka, otpreska...).

Proračun potrebnih količina alata, pribora i merila

Planiranje potrebnih količina reznog alata je kompleksan zadatak, jer je teško definisati zakonitost njegove potrošnje na pojedinim operacijama izrade različitih proizvoda.

U osnovi postoje **dve metode planiranja** i određivanja potrebnih količina reznog alata i to:

- *Analitička metoda,*
- *Statistička metoda.*

Analitička metoda se primenjuje u slučajevima kada se može uspostaviti čvrsta zavisnost između **postojanosti određenog alata** i **broja obradaka ili proizvoda** koji se obrade u periodu postojanosti alata.

Kod alata sa **mehanički pričvršćenim reznim pločicama** njihova godišnja količina (Q_a) određena je izrazom:

$$Q_a = \frac{Q \cdot t_g}{T \cdot z_1} \cdot a_1$$

- gde su:
- Q - obim proizvodnje (*kom/god*),
 - t_g - osnovno vreme obrade (*min/kom*),
 - T - postojanost alata (*min/sečivu*),
 - z_1 - broj reznih sečiva alata,
 - a_1 - koeficijent sigurnosti zbog loma alata i sl.

Potrebna **godišnja količina reznog alata koji se oštiri** određuje se na osnovu izraza:

$$Q_a = \frac{Q \cdot t_g}{T(i+1)} \cdot a_1 \quad \text{gde je:}$$

- i - broj oštrenja alata,
- T - postojanost alata (*min/sečivu*).

Statističke metode planiranja alata zasnivaju se na praćenju potrošnje alata u prethodnom periodu i utvrđivanju zavisnosti te potrošnje od obima proizvodnje u istom periodu.

Ako se plan proizvodnje u određenom periodu povećava i iznosi Q_i u odnosu na plan proizvodnje u prethodnom periodu koji je iznosio Q_{i-1} , odnosno ako je:

$$Q_i = Q_{i-1} \cdot p_1$$

onda se može iskazati potrebna količina alata u posmatranom periodu u vidu izraza:

$$Q_{a_i} = Q_{a(i-1)} \cdot p_1' \quad \text{gde su: } \begin{cases} \bullet p_1 - \text{koeficijent korekcije plana proizvodnje,} \\ \bullet p_1' - \text{koeficijent korekcije potrošnje alata.} \end{cases}$$

Koeficijenti p i p' ponašaju se približno jednako, s tim što pri većem planu proizvodnje nešto brže raste p_1' u odnosu na p_1 .

Potrošnja reznog alata, određena na jedan ili drugi način, omogućuje određivanje potrebnih zaliha alata u određenom periodu. Na osnovu toga određuje se **zaliha reznog alata u odgovarajućem skladištu** proizvodnog sistema na dva načina:

- **Minimalna zaloha** $S_{\min} = p_r \cdot f_s$
- **Maksimalna zaloha** $S_{\max} = S_{\min} + \frac{P_g}{f_p}$

gde su:

- p_r - potrošnja alata u roku isporuke od strane proizvođača,
- f_s - koeficijent sigurnosti isporuka,
- P_g - godišnja potrošnja alata,
- f_p - koeficijent poručivanja koji se odnosi na broj poručivanja u toku godine.

Količina alata **koji se poručuje** iznosi:

$$K_p = p_r + \frac{P_g}{2 \cdot f_p}$$

Ovakav način određivanja zaliha alata, pored neophodnosti poznavanja uslova u proizvodnom sistemu, zahteva i **poznavanje uslova na tržištu alata** u pogledu rokova izrade, isporuke, cena i niza drugih faktora.

Planiranje **univerzalnih ili specijalnih pribora i merila**, po vrstama i količinama vrši se u skladu sa zahtevima tehnoloških procesa izrade i montaže proizvoda, kao i od projektovanih rešenja u pogledu upravljanja kvalitetom njihove izrade.

Pregled potrebnih reznih alata, pribora i merila pogodno je prikazati u **odgovarajućim dokumentima**.

Pregled reznog alata



Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

PREGLED REZNIH ALATA



Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Red. br.	NAZIV I OSNOVNE KARAKTERISTIKE	Oznaka	Tačnost	Količina	Cena	Vrednost	PRIMEDBE
				kom	din/kom	din/god	
1	2	3	4	5	6	7	8

Pregled potrebnih pribora i merila



Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

PREGLED PRIBORA I MERILA

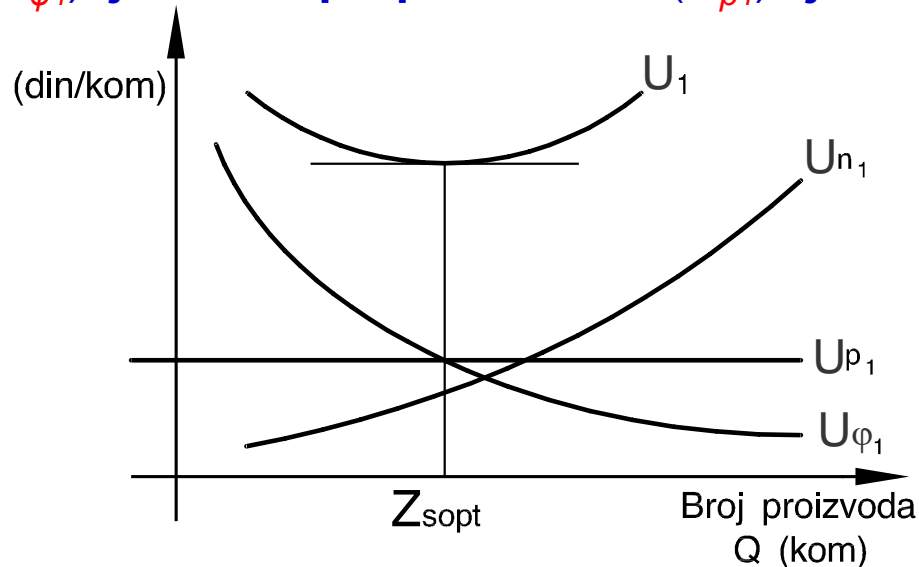


Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Red.br.	NAZIV I OSNOVNE KARAKTERISTIKE	Oznaka	Tačnost	Količina	Cena	Vrednost	PRIMEDBE
				kom	din/kom	din/god	
1	2	3	4	5	6	7	8

Određivanje optimalne veličine serije

Određivanje optimalne veličine serije (Z_{sopt}) zasnovano je na analizi pojedinačnih troškova izrade proizvoda. **Ukupne troškove** po jednom proizvodu (U_1) čine **jedinični fiksni** ($U_{\varphi 1}$), **jedinični proporcionalni** (U_{p1}) i **jedinični neproporcionalni troškovi** (U_{n1}).



Problem određivanja optimalne veličine serije, osim što je vezan za analizu pomenutih troškova, vezan je i za analizu ostalih parametara kao što su najčešće **pripremno-završna vremena** u vremenu izrade proizvoda, **vreme trajanja ciklusa proizvodnje**, **veličina zaliha u procesu izrade** i **količina nedovršene proizvodnje**. Sve ovo upućuje na određivanje veličine serije na osnovu prethodno utvrđene veličine vremena trajanja operativnog plana i **optimalnog broja serija** u posmatranom vremenskom periodu (n_s).

Ako je operativnim planom proizvodnje usvojen obim proizvodnje određenog proizvoda (Q) onda je:

$$Q = Z_{sopt} \cdot n_s$$

Terminski (operativni) planovi detaljnije definišu zadatke iz godišnjih planova koji se obavljaju u kraćim vremenskim periodima (polugodište, kvartal, mesec, nedelja, dan), i to na nivou manjih organizacijskih jedinica. Na izbor terminskih jedinica utiče vrsta proizvodnog programa i tip proizvodnje, a terminski planovi daju odgovor na pitanja **šta, koliko i kada** treba proizvoditi.

Terminski plan izrade proizvoda

Prvo se izrađuje **TERMINSKI PLAN IZRADE PROIZVODA** na osnovu dinamike prodaje kupcu ili predaje pojedinih proizvoda u skladište gotovih proizvoda, uzimajući u obzir o raspoloživi proizvodni kapacitet (mašina/radnih mesta, radnika).

Godišnji plan se deli po terminima kao što je to prikazano matricom i dobijaju se terminski plan. Ovakvi planovi mogu se podeliti (precizirati) na manje terminske jedinice, pa se njihovom izradom postiže:

- ♦ određivanje termina početka i završetka ciklusa proizvodnje delova, sklopova i finalnih proizvoda
- ♦ grubo terminiranje operacija izrade u okviru proizvodnog ciklusa pojedinih izradaka. Tehnike izvođenja ovakvog plana mogu biti numeričke i grafičke pomoću gantograma
- ♦ fino terminiranje operacija po pojedinim radnim mestima

Tabela: Godišnji operativni terminski plan količina i dinamike proizvodnje proizvoda iz programa proizvodnje

Termin	D_1	D_2	D_3		D_r		D_m	Σ
Proizvod								
P_1	Q_{11}	Q_{12}	Q_{13}		Q_{1r}		Q_{1m}	Q_1
P_2	Q_{21}	Q_{22}	Q_{23}		Q_{2r}		Q_{2m}	Q_2
P_3	Q_{31}	Q_{32}	Q_{33}		Q_{3r}		Q_{3m}	Q_3
P_j	Q_{j1}	Q_{j2}	Q_{j3}		Q_{jr}		Q_{jm}	Q_j
P_n	Q_{n1}	Q_{n2}	Q_{n3}		Q_{nr}		Q_{nm}	Q_n

Gde su:

P_j – j-ti proizvod iz godišnjeg plana proizvodnje

Q_j – godišnja količina proizvodnje j-tog proizvoda

Q_{jr} – količina proizvodnje j-tog proizvoda koji treba da se završi u r-tom terminu

D_r – r-ti proizvodni termin završetka proizvoda u poslovnoj godini

Operativni terminski plan opterećenja kapaciteta

Kako količine pojedinih proizvoda i izradaka mogu biti različito dinamički raspoređene po vremenskim terminima operativnim terminskim planom opterećenja kapaciteta **kontrolišu se ukupna godišnja, ali i opterećenja pojedinih proizvodnih kapaciteta u pojedinim vremenskim terminima.**

Tabela: Operativni terminski plan opterećenja kapaciteta

Termin	D_1	D_2	D_3		D_r		D_m	Σ
Kapacitet								
K_1	T_{11}	T_{12}	T_{13}		T_{1r}		T_{1m}	T_1
K_2	T_{21}	T_{22}	T_{23}		T_{2r}		T_{2m}	T_2
K_3	T_{31}	T_{32}	T_{33}		T_{3r}		T_{3m}	T_3
K_j	T_{j1}	T_{j2}	T_{j3}		T_{jr}		T_{jm}	T_j
K_n	T_{n1}	T_{n2}	T_{n3}		T_{nr}		T_{nm}	T_n

Gde su:

K_j – j-ta vrsta proizvodnog kapaciteta (mašina/radno mesto)

T_j – godišnje opterećenje (fond sati) j-te vrste proizvodnog kapaciteta (npr. mašine)

T_{jr} – opterećenje (fond sati) j-tog kapaciteta za izradu delova u r-tom terminu

Opterećenja se računaju na osnovi vremena operacija i količina izradaka, broja radnih dana i smena u toku dana, a u cilju utvrđivanja eventualnih preopterećenja tj. uskih grla.

Vrednost opterećenja pojedinačnog kapaciteta (mašine/radnog mesta) izračunava se na osnovu izraza:

$$T_{jr} = \sum_{j=1}^n Q_{jr} \cdot t_{kij}$$

Gde su:

T_{jr} – Vremensko opterećenje j-te vrste proizvodnog kapaciteta (npr. Mašine)

Q_{jr} – Broj komada-količina j-tog proizvoda/dela koja se mora izraditi u r-tom terminu

t_{kij} – vreme operacije (t_k) i-tog proizvoda/dela na j-tom proizvodnom kapacitetu (mašini)

Vrlo finim planiranjem kapaciteta moguće je pomoću **gantograma** planirati rad svakog pojedinog kapaciteta dinamički (sabiranjem svih operacija koje se na resursu-mašini/radnom mestu moraju izvršiti unutar terminskog razdoblja).

Operativni terminski plan reprodukcijskog materijala formira se za određene vremenske termine po asortimanu i količinama, i podloga je službi nabavke za ugovaranje u skladu sa stanjem zaliha na skladištu, te terminima nabavke pojedinih materijala.

Pri tome mora se uzeti u obzir veličina serije/broj komada pojedinih delova-proizvoda i termini proizvodnje jer se reprodukcionu materijal mora osigurati pre početka procesa njihove proizvodnje.

Veličina parcijalnih količina/mase reprodukcijskih materijala za pojedini vremenski interval (D_r) izračunava se na osnovu izraza:

$$m_{ir} = \sum_{i=1}^n q_{ir} \cdot Q_{ij}$$

Gde su:

m_{ir} – Količina/masa i-tog reprodukcijskih materijala za r-ti vremenski interval

q_{ir} – Potrebna količina/masa i-te vrste repromaterijala za izradu j-tog dela/proizvoda

Q_{ir} – Broj komada-količina i-tog proizvoda/dela koja se mora izraditi u r-tom terminu

Tabela: Operativni terminski plan reprodukcijonog materijala

Termin	D_1	D_2	D_3		D_r		D_m	Σ
Materijal								
M_1	m_{11}	m_{12}	m_{13}		m_{1r}		m_{1m}	M_1
M_2	m_{21}	m_{22}	m_{23}		m_{2r}		m_{2m}	M_2
M_3	m_{31}	m_{32}	m_{33}		m_{3r}		m_{3m}	M_3
M_i	m_{i1}	m_{i2}	m_{i3}		m_{ir}		m_{jm}	M_i
M_n	m_{n1}	m_{n2}	m_{n3}		m_{nr}		m_{nm}	M_n

Gde su:

M_i – godišnja količina/masa i-ti vrste reprodukcijonog materijala


m_{ir} – potrebna količina/masa i-te vrste reprodukcijonog materijala u r-tom terminu

$i=1, 2, 3, \dots, n$ – vrsta reprodukcijonog materijala

Razrada godišnjeg dinamičkog plana za slučaj širokog asortimana (velikog broja različitih varijanti i vrsta proizvoda) a malih količina je vrlo složena pa se pristupa racionalizaciji kroz izbor proizvoda predstavnika-reprezentata grupa proizvoda (kao što smo ranije prikazali)

Tehnike razvoja i prikaza operativnih planova

Tablični – numerički se određuju termini lansiranja, termini planiranja pojedinih operacija, termini predaje u skladište gotovih proizvoda/ili kupcu.

 TERMINSKI PLAN			Razdoblje		od: ____ do: ____		Plan	Potpis	Datum				
			Pogon:				Izradio						
			Radionica:				Ovjerio						
Red. broj	Oznaka dijela	Lansirana količina	Radni dani terminskog razdoblja										Predana količina
			1	2	3	4		r		$t-2$	$t-1$	t	
1	1	x x x	-	LAN	O_1	O_2	-----	O_i	-----	O_n	PRE	-	y y y
2	2	x x x	O_{n-1}	-	O_n	-		PRE		-	-	-	y y y
.
k	j	x x x	-	-	-	-		LAN	-----	O_{n-5}		O_{n-4}	y y y
.
s	m	x x x	LAN	O_1	O_2	O_3	-----	O_i	-----	O_{n-1}	O_n	PRE	y y y
.

Legenda: LAN – termin lansiranja; O_i – termin i -te operacije; PRE – termin predaje

Lansiranje proizvodnje

Lansiranje proizvodnje se u osnovi deli na sledeće poslove:

- ♦ Izrada operativne (lansirne) dokumentacije
- ♦ Osiguranje proizvodnih resursa (materijala, alata, kapaciteta...)
- ♦ Lansiranje konkretne proizvodnje

Operativna (lansirna) dokumentacija

Operativna dokumentacija obuhvata manji ili veći broj dokumenata u zavisnosti od složenosti sistema planiranja i organizacije preduzeća (grana industrije, tip proizvodnje, veličina preduzeća, kompleksnost proizvoda i proizvodnog procesa, širina asortimana proizvoda, stabilnost plana proizvodnje, znanja iz oblasti planiranja i organizacije proizvodnje....)

Lansiranje dokumentacije podrazumeva prenošenje različitih **podataka** kojima se *prikazuju tehničko-tehnološki i organizacioni zahtevi* iz pripreme proizvodnje ka proizvodnim pogonima u pisanom obliku (ručno ili primenom računara) ili pak elektronski kod automatske proizvodnje gde se svi podaci mogu očitati ili prelistati sa računara (preko terminala) .

Podloge za izradu operativne dokumentacije čine:

- ◆ **Godišnji i terminski planovi proizvodnje**

ŠTA, KADA I KOLIKO treba proizvesti delova/proizvoda

- ◆ **Konstrukciona dokumentacija** (crteži sklopova i delova, sastavnice)

KAKVE SU KARAKTERISTIKE DELOVA/PROIZVODA (oblik, dimenzije, tačnost, kvalitet, tvrdoća, površinska zaštita.....)

- ◆ **Tehnološka dokumentacija** (karte sadržaja TP, karte operacija, popisi materijala i resursa, instrukcione liste, upravljački programi)

SADRŽAJ TP – KOJI JE Redosled operacija rada, GDE ĆE SE RADITI OPERACIJE (radna mesta/mašine), ZA KOJE VREME (komadna i pripremno-završna)

KARTE OPERACIJA – KOJI JE Redosled zahvata, KOJI alati, pribori, merila, parametri/režimi obrade, KOJA SHP sredstva....

POPIS MATERIJALA – KOJE, KAKVE I KOLIKO Sirovina/priprema

Osnovnu operativnu dokumentaciju u vidu radnog naloga čine:

- ◆ **Radni list**
- ◆ **Izručnica**
- ◆ **Predatnica**
- ◆ **Izveštaji o izvršenju proizvodnje**

Radni nalog predstavlja osnovni dokument za upravljanje proizvodnim pogonom pomoću koga se definiše: **koju aktivnost treba izvršiti? gde će se izvoditi? u kom trenutku? koliko vremena će trajati?**

Predstavlja: **NALOG ZA IZVRŠENJE POSLA, PODLOGU ZA OBRAČUN TROŠKOVA i RADNOG VREMENA RADNIKA (Nakon realizacije procesa proizvodnje) I OSNOVNI DOKUMENT ZA PRAĆENJE PROCESA PROIZVODNJE.**

Kod složenih proizvoda izdaju se posebno radni nalozi za izradu svakog dela, montažu podsklopova/sklopova i montažu gotovog proizvoda.


Sadržaj radnog naloga sadrži sve operacije rada na delu/sklopu/proizvodu, vremena rada, ostvarene količine,


Radni list se kreira za pojedine operacije koje su definisane u radnom nalogu, pa predstavljaju nalog za izvršenje pojedinih operacija rada.

(TFR) RADNI LIST		PROIZVODNI NALOG		REDNI BROJ LISTA	
NAZIV ENTITETA		OZNAKA ENTITETA		NAZIV OPERACIJE	
				BROJ	
NAZIV RADNOG MJESTA		OZNAKA STROJA		M.J. TROŠKA	
				SL. POSL.	
				T _{PF}	
LANSIRANO		ŠKART		DOBRO	
IME I PREZIME IZVRŠIOCA				ŠIFRA	
NS/KOM		NORMA		EFEKTIVA	
IZVRŠIOCI		LANSER		IZVRŠIOCI	
POSLOVOĐA		KONTROLOR		POENTER	
DATUM					
POTPIS					

Izručnica materijala služi za izdavanje reprodukcionog materijala (sirovina, pripremaka, gotovih delova, podsklopova i sklopova) iz skladišta u cilju dalje obrade ili montaže (Razdužuje se skladište i zadužuje proizvodnja).

Predatnica služi za definisanje količine i kvaliteta gotovog dela/sklop/proizvoda koji se predaje u skladište. U slučaju da se iz proizvodnog procesa vraća višak izdatog materijala u skladište tada ovaj dokument ima naziv **povratnica**.

 IZRUČNICA		PROIZVODNI NALOG		RED. BR. IZRUČNICE	
		NAZIV ENTITETA	OZNAKA ENTITETA	MJESTO TROŠKA	SKLADIŠTE
MATERIJAL		OZNAKA MATERIJALA		JED. MJERA	DIMENZIJA
TRAŽENO	IZDANO	STANJE	JEDIN. CIJENA	UKUPNA CIJENA	
IZVRŠIOČ	LANSER	SKLADIŠTAR	IZVRŠIOČ	KONTROLOR	POENTER
DATUM					
POTPIS					

 PREDATNICA		PROIZVODNI NALOG		RED. BR. PREDATNICE	
		NAZIV ENTITETA	OZNAKA ENTITETA	PREDAJE:	SKLADIŠTE
LANSIRANO	ZA PREDAJU	PRIMLJENO	STANJE		
JED. MJERE	JEDINIČNA CIJENA		UKUPNA CIJENA		
IZVRŠIOČ	LANSER	IZVRŠIOČ	SKLADIŠTAR	KONTROLOR	POENTER
DATUM					
POTPIS					

Osiguranje proizvodnih resursa se odvija paralelno sa izradom operativne lansirne dokumentacije jer se oni moraju osigurati pre početka proizvodnje, kako ne bi dolazilo do nepredviđenih zastoja i poremećaja terminskog plana proizvodnje:

- ◆ Osiguranje konstrukcione i tehnološke dokumentacije – kao osnove za realizaciju procesa proizvodnje
- ◆ Osiguranje reproduktionog materijala (sirovina, pripremaka, delova, sklopova) po količini i asortimanu u skladištu iz sopstvene proizvodnje, od kooperanata ili iz nabavke
- ◆ Osiguranje ispravnih standardnih alata/pribora i specijalnih alata/pribora po količini i asortimanu prema tehnološkim procesima (kartama operacija)
- ◆ Osiguranje proizvodnih kapaciteta (mašina/radnih mesta, uređaja, radnika)

U slučaju da proizvodni resursi nisu raspoloživi u dovoljnoj količini i strukturi potrebno je izvršiti promenu operativnog terminskog plana

Lansiranje konkretne proizvodnje

Lansiranje konkretne proizvodnje se odnosi na lansiranje radne dokumentacije u proizvodnju u tačno određenom trenutku u skladu sa planskim terminima, uz proveru raspoloživih proizvodnih resursa.

Osnovni zadaci lansiranja proizvodnje su:

- ◆ Dostava izručnica skladištima radi pripreme i izdavanja repromaterijala
- ◆ Dostava radnih lista i predatnica rukovodiocima proizvodnih pogona
- ◆ Dopremanje konstrukcione dokumentacije (crteži delova, podsklopova, sklopova ili proizvoda) i tehnološke dokumentacije (karte operacija, instrukcioni listovi, upravljački programi) na radna mesta
- ◆ Dopremanje repromaterijala na radna mesta

Lansiranje proizvodnje započinje kada se isporuči radni nalog i ostala operativna radna dokumentacija. Na osnovu **izručnice** u skladištu se priprema, izdaje i na radno mesto doprema potreban repromaterijal u cilju realizacije operacija iz tehnološkog procesa. **Radne liste** služe za izdavanje konkretnog naloga pojedinom radniku da na radnom mestu mašini u skladu sa kartom operacije/instrukcionom listom realizuje operaciju rada uz primenu adekvatnih pribora, alata, merila, parametara rada i drugih uputstava. Kada se završi izrada dela/podsklopa/sklopa ili proizvoda putem **predatnice** se isti skladišti u odgovarajući magacin.

Praćenje proizvodnje

Praćenje proizvodnje (završna aktivnost operativne pripreme) obuhvata:

- ◆ Praćenje proizvodnje – količine i termini
- ◆ Praćenje poremećaja proizvodnje (škart, lom alata, otkazi...)
- ◆ Utvrđivanje završetka izrade i otpremanje u skladište ili u prodaju/kupcu

Praćenje odvijanja proizvodnje kroz:

- Kontrolu i procenu toka proizvodnje odnosno stvarnog ciklusa proizvodnje
- Prikupljanje podataka iz pogona,
- Utvrđivanje gotovosti delova i otprema u skladišta,
- Obračun i zatvaranje radnih naloga te obračun utroška svih resursa.

Praćenje proizvodnje predstavlja završnu aktivnost operativne pripreme. Pri tome se moraju kontinualno analizirati i obrađivati povratne informacije:

- ◆ U vezi sa osiguranjem materijalnih resursa
- ◆ U vezi sa planiranjem kapaciteta
- ◆ U vezi sa ostvarenjem toka proizvodnje

- **U vezi sa osiguranjem materijalnih resursa**

Postiže se praćenjem toka proizvodnje lansirane količine svakog dela/proizvoda u odnosu na planirane termine (ako postoji kašnjenje dolazi do intervencije rukovodioca proizvodnje).

Takođe se vrši analiza stanja na skladištima bilo pomoću obrasca stanje skladišta entiteta, bilo automatskom obradom podataka pomoću računara. Treba znati da li ima određenog entiteta/resursa dovoljno na skladištu, pa ga ne treba lansirati u proizvodnju, kao i znati da li je materijal eventualno naručen u nabavci i koji je trenutak njegovog dospeća.

- **U vezi sa planiranjem kapaciteta**

U slučaju preopterećenja kapaciteta kada se ne može garantovati dovršenje proizvodnje potrebno je da rukovodilac proizvodnje pronađe rešenje (alternative radnim mestima/uska grla) ili da prolongira planske termine.

- **U vezi sa ostvarivanjem proizvodnog toka**

Potrebno je voditi kontinulnu brigu o delovima tokom izrade, te evidentirati termine njihovog dovršenja. Praćenjem odvijanja proizvodnje prema radnom nalogu moguće je ustanoviti određena kašnjenja i neostvarivanja planiranih termina, te bez obzira na razloge (lomovi alata, kvar opreme i slično) uticati preko rukovodioca proizvodnje na njihovo otklanjanje. Za specifičan slučaj većeg škarta na osnovu izveštaja službe kontrole kvaliteta inicira se ili dorada delova ili lansiranje dodatnih količina.

RESURS →

↓ POSTUPAK - NOSIOCI

R.B.	Opis	Sastavnica	Popis operacija	Popis materijala	Plan prodaje finalnih proizvoda	Operativni term. plan fin. proiz.	Operativni term. plan izrade	Plan opterećenja opreme	Plan potrebnog repmaterijala	Radne liste	Izručnice materijala	Predatnice proizvoda	Cijena koštanja	Skладиšte finalnih proizvoda	Skладиšte gotovih dijelova	Skладиšte repmaterijala	Gotovi dijelovi	Gotovi finalni proizvodi	Kupci	Dobavljači	Radione - proizvodna priprema
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	Izrada sastavnica Konstrukcija	①																			
2	Izrada tehnologije obrade Tehnološka priprema	①	②	③								④									
3	Izrada plana prodaje Prodaja	①			④							②						③			
4	Izrada operativnog terminskog plana finalnih proizvoda Operativna priprema				①	③								②							
5	Izrada operativnog terminskog plana izrade dijelova Operativna priprema				①	③									②						
6	Izrada plana korištenja proizvodne opreme Operativna priprema		②			①	③														
7	Izrada plana potreba reprodukcijjskih materijala Operativna priprema			②		①		④								③					
8	Nabavka reprodukcijjskog materijala Nabava							①								③				②	
9	Lansiranje proizvodnje dijelova i finalnih proizvoda Operativna priprema		③	⑤		①			④	⑥	②										
10	Izdavanje reprodukcijjskog materijala Operativna priprema									①						②					③
11	Izdavanje dijelova Radionica obrade								①								③				②
12	Uskladištenje dijelova Operativna priprema											②		③		①					
13	Montaža finalnih proizvoda Radionica montaže								①	②					③			⑤			④
14	Uskladištenje finalnih proizvoda Operativna priprema											②		③				①			
15	Isporuka finalnih proizvoda Prodaja				①									②				③	④		

① Korišteni resurs

② Formirani resurs

Metode operativnog planiranja

Pri operativnom planiranju primenjuje se više metoda:

- ◆ Metoda planiranja po jednokratnom proizvodnom nalogu
- ◆ Metoda planiranja po min-max zalihama
- ◆ Metoda planiranja potreba za materijalom – MRP I
- ◆ Metoda planiranja proizvodnih resursa – MRP II

Metoda se obično primenjuje kod **pojedinačne i maloserijske proizvodnje** koja se retko ponavlja ili su intervali ponavljanja dugački i nesigurni.

Metoda se bazira na **planiranju tačno određenog broja delova** koji su potrebni za montažu finalnog proizvoda **za definisani terminski period** (montaža podsklopova, sklopova pa finalnog proizvoda).

U cilju lakšeg praćenja procesa proizvodnje - **lansiranje se vrši pod zajedničkim proizvodnim nalogom.**

Pri tome treba težiti da na skladištima ne **ostanu zalihe pojedinih delova**, podsklopova i sklopova, već da budu ugrađeni u finalni/e proizvod/e.

Tako se **u proizvodnju lansira količina delova/sklopova/podsklopova koja je potrebna za završnu montažu proizvoda**, te **nema ni početnih ni završnih zaliha** gotovih delova, podsklopova i sklopova.

Metoda se obično primenjuje kod **serijske proizvodnje** koja se kontinualno ponavlja, u kraćim ili dužim intervalima/periodima.

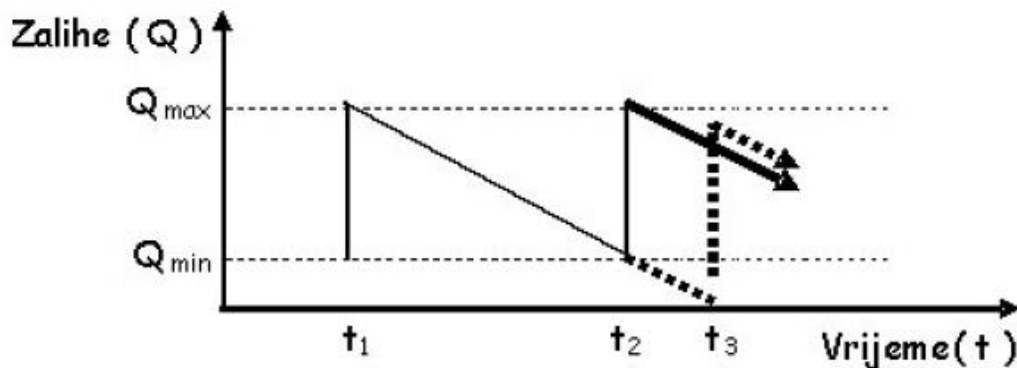
Kod serijske proizvodnje **potrebno je realizovati planirani ritam montaže finalnih proizvoda** (uz prethodnu montažu podsklopova i sklopova). Zbog toga je potrebno **osigurati ritam proizvodnje delova** tako da u **skladištu** u svakom trenutku postoji potreban asortiman i broj delova za kontinualnu montažu proizvoda.

Sistem upravljanja zalihama se bazira na **sigurnim zalihama**, odnosno vrši se **periodična izrada delova (uz naručivanje materijala)**, ne onda kada se svi delovi (i materijal) upotrebe, već **kada količine na skladištu (zalihe delova i materijala) dostignu neku minimalnu – sigurnosnu veličinu**.

Kako zalihe delova i materijala vežu dosta obrtnog kapitala, teži se da one budu što manje, odnosno da zalihe delova (materijala) ne pređu maksimalnu veličinu.

Politika planiranja proizvodnje se svodi na proveru stanja zaliha u pravilnim vremenskim periodima i održavanje stanja zaliha između minimuma i maksimuma (koji se definišu za svaki proizvod).

Opšte kretanje zaliha delova (materijala)



A KONSTANTNA
DOBAVNA KOLIČINA

$$q = Q_{max} - Q_{min} = \text{const}$$

$$t \neq \text{const}$$

B PERIODIČNO
NARUČIVANJE

$$t = \text{const}$$

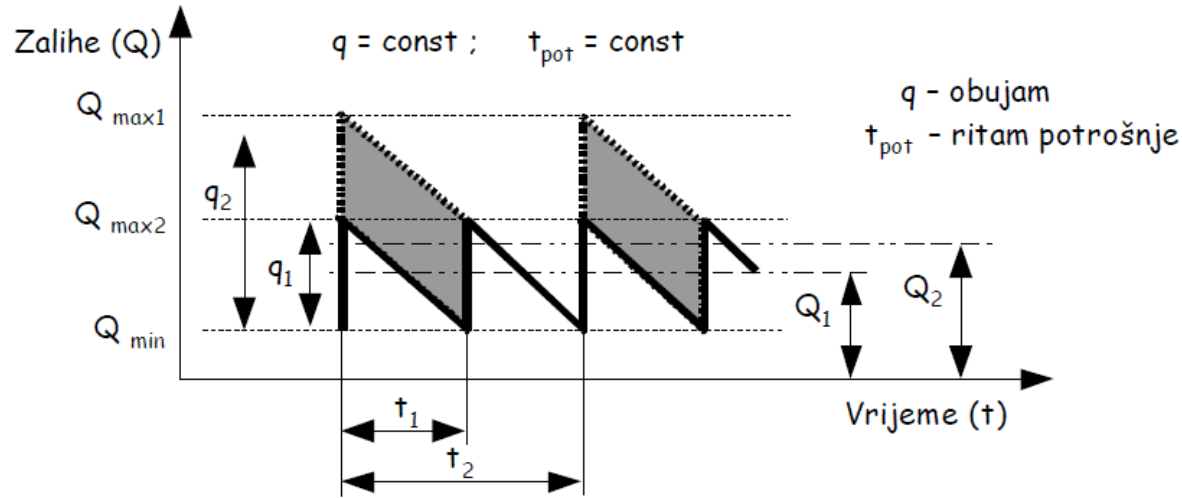
$$q \neq \text{const}$$

Prema grafičkom prikazu opšteg kretanja zaliha jednog entiteta **obnova** se vrši **dobavljanjem konstantnog obima/izradom delova konstantnog obima ($Q_{max} - Q_{min}$)**, i to kod **kontinuirane i jednolike potrošnje u jednolikim vremenskim intervalima**.

Međutim postoji niz drugih varijacija pri čemu se mogu varirati obim obnove, ritam termina obnove, ritam trošenja zaliha, ali i sve veličine istovremeno.

Važno je zalihe održavati između planiranih min–max količina.

Kretanje zaliha delova (materijala) u zavisnosti od obima i ritma potrošnje



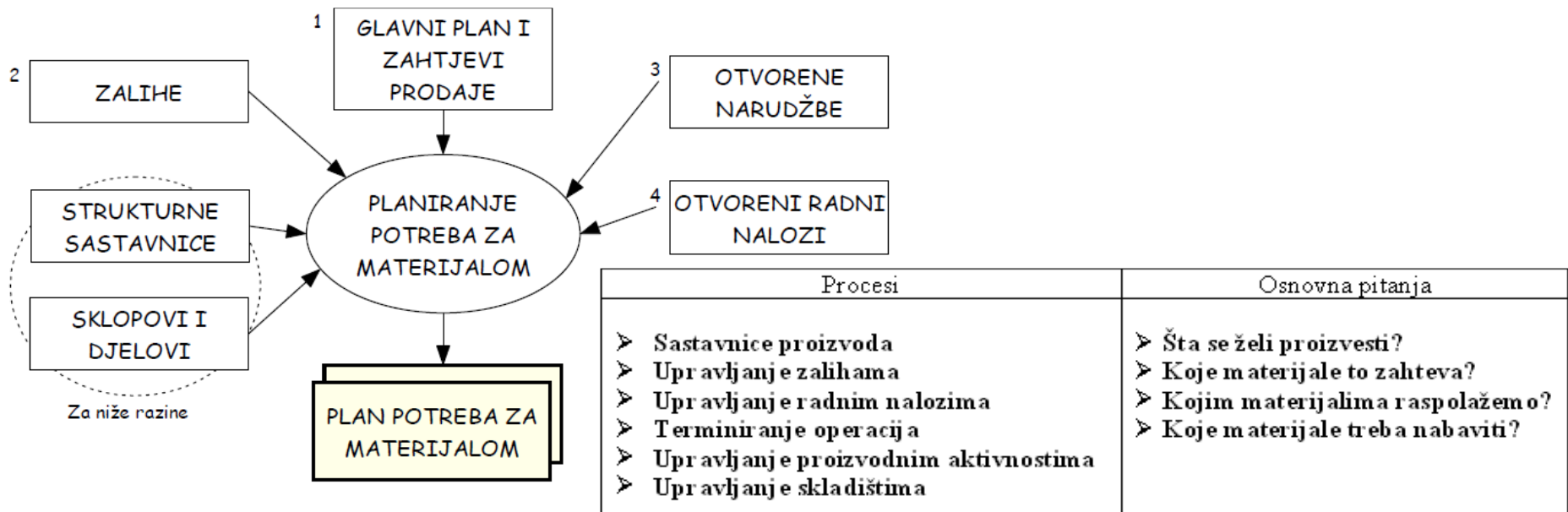
Kriterijum definicije min – max količina kompleksni su i višeslojni, a kao jedna od bitnih varijabli pojavljuje se prosečna vrednost/količina ukupnih zaliha. Treba težiti da je ona što niža, a to se ostvaruje što nižim signalnim, odnosno minimalnim količinama, a srazmerno riziku realizacije proizvodnje (rizici zastoja i nepravnomerne obnove).

Granica min. zavisi i od količina obnove zaliha te učestalosti obnove. **Prosečna vrednost zaliha niža je za slučajeve malih količina obnove, te češćeg obnavljanja (ciklus obnove). Najpovoljniji je slučaj kada je obim (količina) i ciklus obnove (učestalost) zaliha usklađen s dinamikom potrošnje delova pri montaži u što kraćim vremenskim intervalima, ali se to u praksi teško postiže osim kod masovne proizvodnje.** Razlog je u ograničenjima vezanim za ekonomičnost i racionalnost proizvodnje male količine delova čiji bi ritam izrade bio usklađen s ritmom trošenja.

Metoda MRP (Material Requirements Planning) se bazira na planiranju potreba za materijalom na osnovu glavnog plana proizvodnje.

Prema MRP modelu plan potreba se bazira na osnovu plana prodaje ili pojedinačnih zahteva kupaca, podataka o proizvodima, zalihama, narudžbenicama i otvorenim radnim nalogima. Za proizvodnju niže složenosti planovi potrebe za materijalom se baziraju na osnovu sklopova proizvoda (sklop/podsklop/delovi) i strukturnih sastavnica.

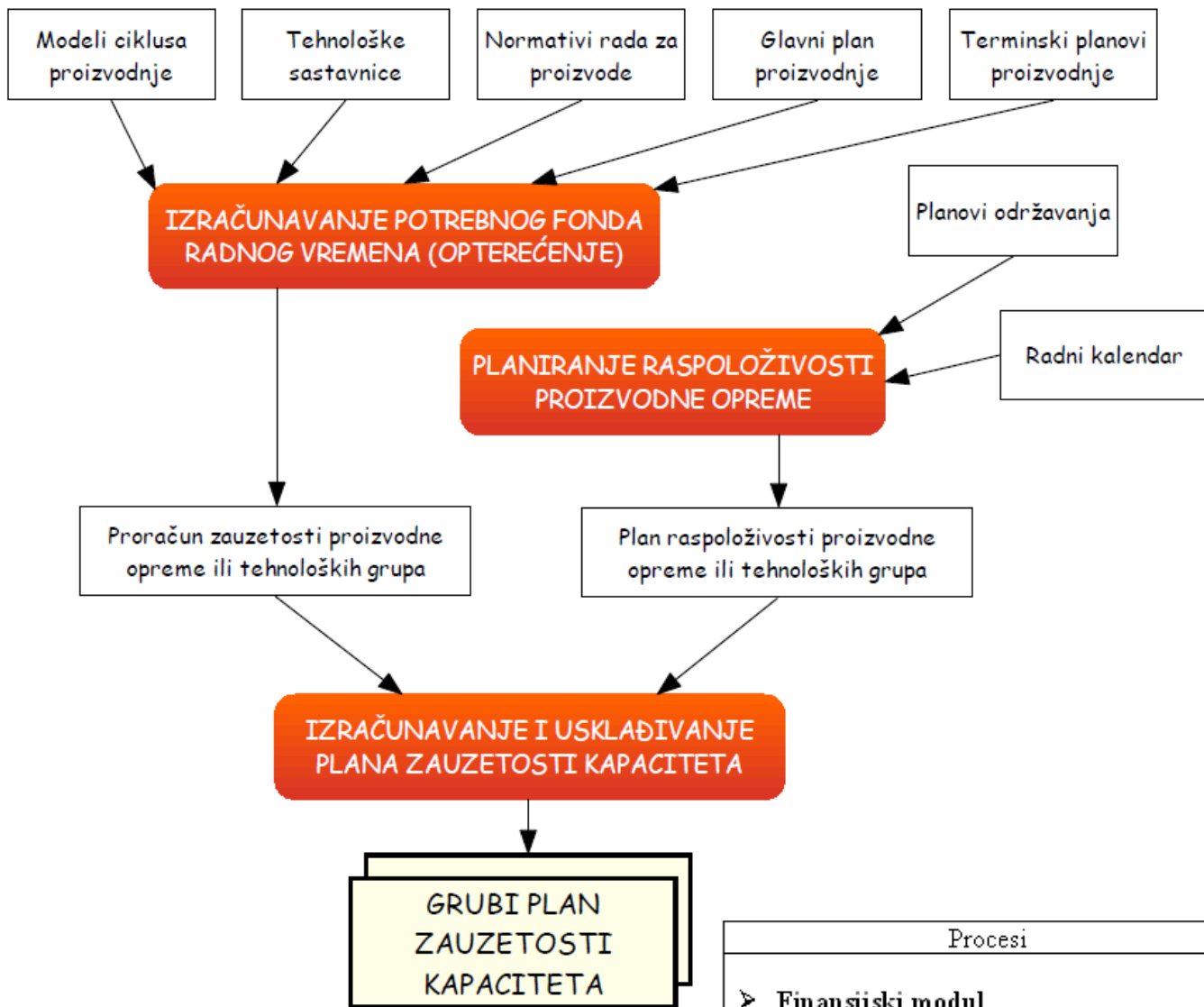
Kod MRP modela težište planiranja i upravljanja materijalom nije na zalihama, već na planiranoj potrošnji i tokovima materijala. Znači, potrošnja materijala određuje potražnju, a tokovi materijala određuju tok proizvodnje.



Metoda je poznata pod nazivom **MPR II** (Manufacturing Resource Planning), otklanja osnovni nedostatak MRP I modela koji su orijentisani na materijalne resurse uz zanemarivanje ostalih proizvodnih resursa, posebno kapaciteta.

Osnovna ideja MRP II modela je da glavni plan proizvodnje treba da bude usklađen ne samo s mogućnostima pripreme proizvodnje i nabavke, već i sa proizvodnim kapacitetima. Ono se vrši uporedno s izradom glavnog plana proizvodnje, sadrži **zbirni plan opterećenja pojedinih mašina ili tehnoloških grupa**, te *odgovara na pitanje da li je u nekom planskom razdoblju moguće proizvesti planirane količine proizvoda.*

Aktivnosti usklađenog planiranja kapaciteta obuhvataju **proračun potrebnog fonda radnog vremena, opterećenja odnosno potrebne kapacitete i raspoložive proizvodne kapacitete.** Prilikom proračuna opterećenja, tj. potrebnih kapaciteta u obzir se uzimaju **normativi rada, vrednosti veličina serija, te modeli stvarnih ciklusa proizvodnje.** Usklađivanjem zauzetosti kapaciteta formiraju se **grubi planovi zauzetosti proizvodne opreme ili tehnoloških grupa koji se analitički iskazuju za svaku terminsku jedinicu,** te se **opterećenja mogu prebacivati na prethodne ili naredne terminske jedinice.** **Značajne korekcije opterećenja vrše se korekcijom glavnog plana proizvodnje, preraspodelom opterećenja među proizvodnom opremom ili angažiranjem kooperanata.**



Procesi	Osnovna pitanja
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Finansijski modul ➤ Biznis plan ➤ Planiranje resursa ➤ Prodajni i proizvodni plan ➤ Porudžbine kupaca ➤ Glavni plan proizvodnje ➤ Planiranje kapaciteta ➤ Inženjerske izmene ➤ MRP: Planiranje materijalnih potreba 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Šta se želi proizvesti? ➤ Koje materijale to zahteva? ➤ Kojim materijalima raspoložemo? ➤ Koje materijale treba nabaviti? ➤ Koja ograničenja se moraju zadovoljiti?