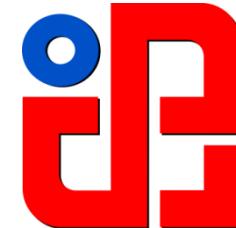




FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
Departman za proizvodno mašinstvo



OPTIMIZACIJA I LOGISTIKA PROIZVODNJE

Tema:

LOGISTIKA PROIZVODNJE

Prof. dr Dejan Lukić

Pojam logistike

Logistika – logistikos - vešt u računanju,

- čovek koji procenjuje i brzo odlučuje

Logistika je delatnost koja se bavi savladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove.

U savremenim uslovima se najčešće koristi za označavanje poslovne funkcije i naučne discipline koja se bavi koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu.

LOGISTIKA (INŽENJERSKA) je funkcija odgovorna za kretanje materijala od dobavljača u preduzeće, kroz operacije unutar preduzeća, te od preduzeća prema kupcu.

Logistika je planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje tokovima materijala (roba-sirovina, poluproizvoda, obradaka, delova, proizvoda) informacija, energije i ljudi između tačke izvora i tačke potrošnje.

Logistika proizvodnje

Osnovni zadaci i ciljevi logistike **osigurati da**

(2) određeni materijal (sirovina, pripremak, obradak, deo..)

(3) odgovarajućeg kvaliteta

(4) u potrebnoj količini

(5) s pravim informacijama

bude raspoloživ

(6) u određenom trenutku (vremenu)

(7) na određenom mestu (savladavanje prostora)

(8) odgovarajućem korisniku

a sve navedeno

(1) s najmanjim (prihvatljivim) troškovima

Interne racionalizacije i poboljšanja ostvaruju se najčešće:

- smanjivanjem troškova
- skraćivanjem vremena (trajanja aktivnosti, skraćivanja puteva)
- smanjenjem prostora (operativni troškovi, putevi, vreme)
- povećanjem iskorišćenosti raspoloživih resursa (opreme, ljudi, prostora),
- povećanjem produktivnosti
- smanjenjem zaliha
- povećanjem kvaliteta logističkih aktivnosti



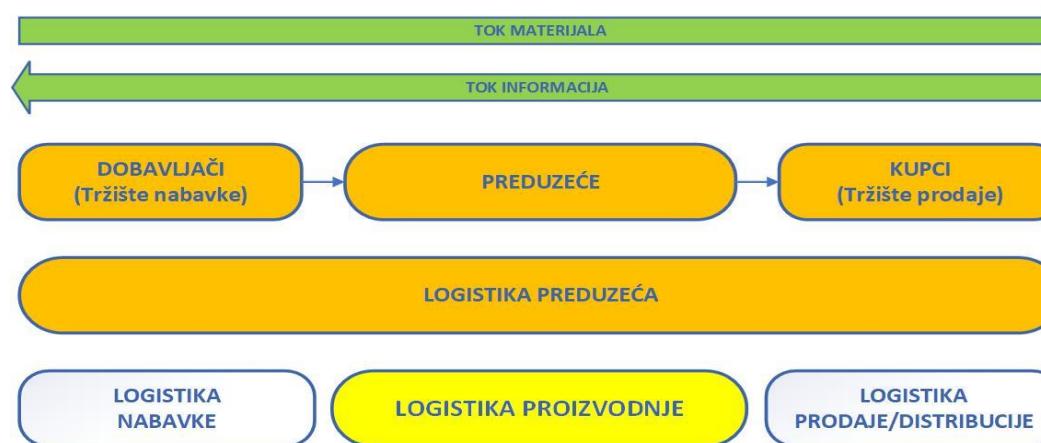
Logistika preduzeća, može se definisati kao integralno planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje svim internim i eksternim tokovima materijala i informacija pod odgovornošću preduzeća.

Logistika proizvodnje, kao deo logistike preduzeća, može se definisati kao planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje tokovima materijala i informacija kroz proizvodni proces, odnosno unutar i između proizvodnih pogona.

Glavni cilj logistike proizvodnje je osigurati potrebne materijale (pravo mesto, pravo vreme, potreban kvalitet, potrebna količina,...) u svim fazama proizvodnje, uz minimalne troškove.

Zadaci logistike proizvodnje uključuju planiranje i upravljanje proizvodnjom, ostvarivanje svih potrebnih kretanja, manipulacije i skladištenja materijala u procesima izrade i montaže, odnosno proizvodnje delova i proizvoda.

OPERATIVNA PRIPREMA - Osnovna funkcija proizvodnje gde se rešavaju zadaci logistike proizvodnje orijentisani na planiranje i upravljanje proizvodnjom, inimizacije kapitala vezanog uz proizvodnju.



Logistika nabavke, može se definisati kao planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje tokovima robe/materijala i informacija od dobavljača do preduzeća.

Zadaci logistike nabavke obuhvataju aktivnosti **osiguranja materijala svim procesima u preduzeću**. Ostvaruje se **tok materijala između tržišta-nabavke i preduzeća**, putem *ulaznog transporta, ulaza materijala u preduzeće (prijem materijala, istovar) i skladištenja (manipulisanje robom/materijalom i usklađenje u ulaznom skladištu)*.

Cilj logistike nabavke je uz najmanje troškove osigurati (u potrebno vreme, količini, zadovoljavajućeg kvaliteta,...) potrebne sirovine i poluproizvode za proizvodnju, delove i komponente za ugradnju u proizvod.

Logistika prodaje, može se definisati kao planiranje, izvršavanje, kontrola i upravljanje tokovima robe/materijala i informacija od proizvođača do kupaca.

Zadaci logistike prodaje su **podrška svim operacijama u procesima distribucije i prodaje gotovih proizvoda kupcima**. Obuhvaćaju čitav niz aktivnosti kao npr. *oblikovanje prodajne mreže, istraživanje potreba tržišta, upravljanje skladištem gotove robe i distribucijskim centrima, planiranje transporta i skladištenja, komisioniranje robe, pakovanje i dr.* Ostvaruje se tok materijala između preduzeća i kupaca, pri čemu se fizički tok ostvaruje aktivnostima komisioniranja, pakovanja, pretovara, transporta i skladištenja.

Cilj logistike distribucije je dostaviti robu kupcima (u potrebno vreme, količini i kvalitetu) uz najmanje troškove.

Operativna priprema 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 delovi, podsklopovi, sklopovi, proizvodi)
- ◆ **u kojim količinama** (obim i serije-broj i veličina)
- ◆ **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.**

PLANIRANJE-TERMINIRANJE-LANSIRANJE-PRAĆENJE PROIZVODNJE

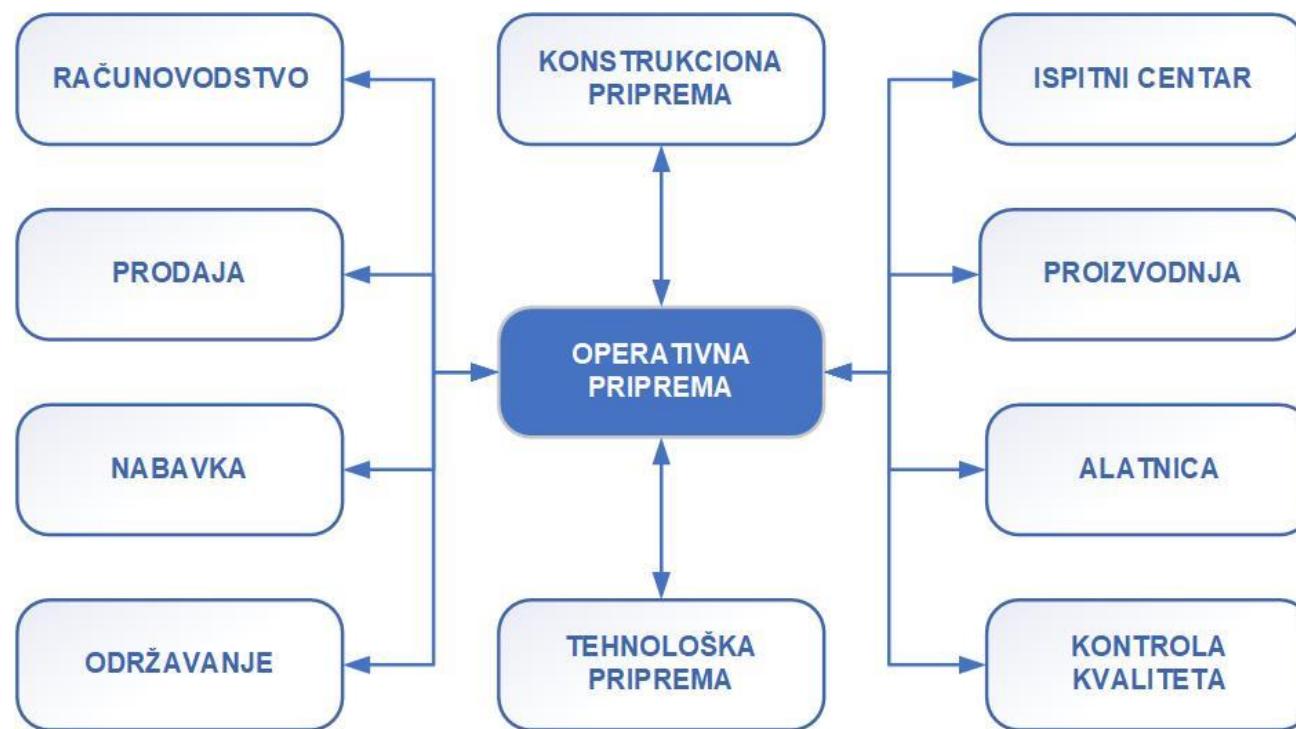
Pitanje: Koliko se puta realizuje operativna priprema proizvodnje?

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

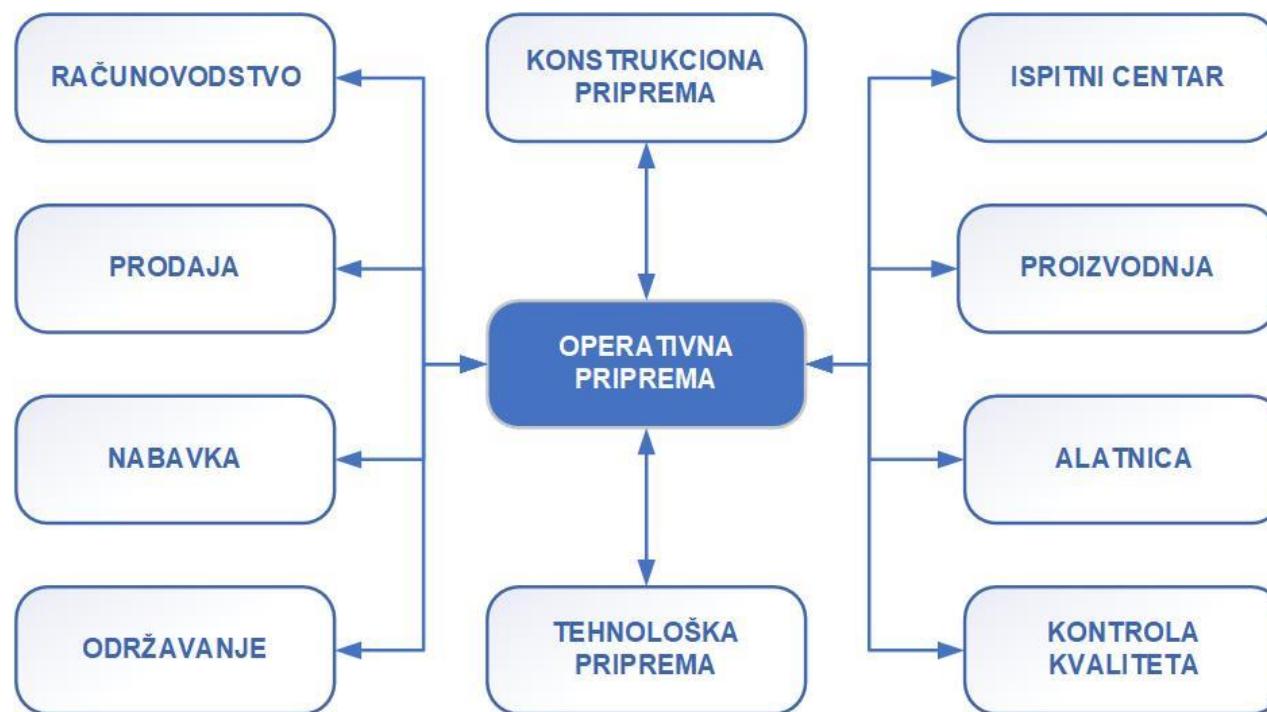
Pitanje: Koliko se puta realizuje konstrukcionalna i tehnološka priprema?

Veza operativne pripreme sa drugim funkcijama proizvodnog sistema:

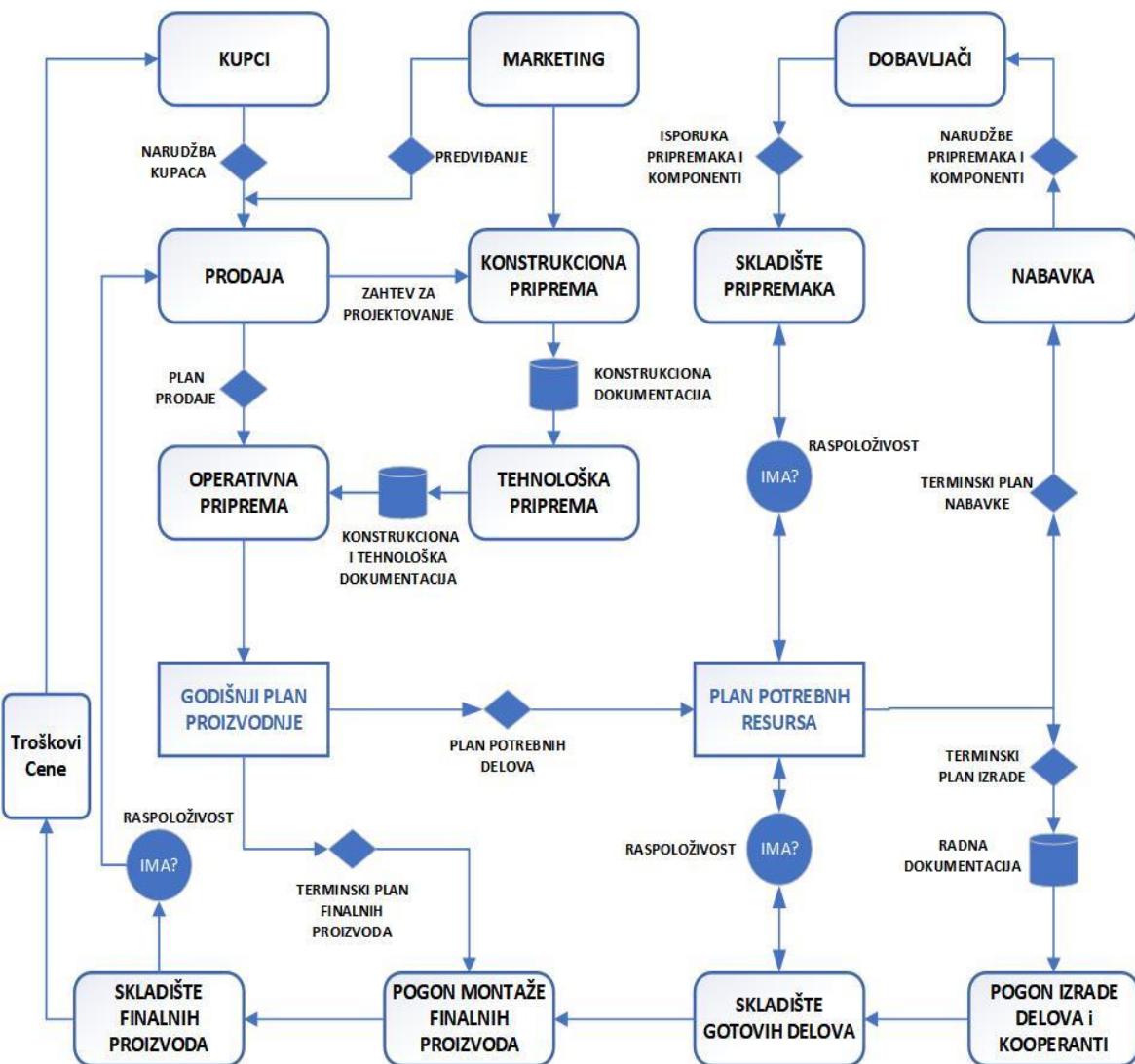
- ◆ **Konstrukciona priprema i ispitni centar** – kod usaglašavanja konstrukcije proizvoda sa željama kupaca/naručioca
- ◆ **Tehnološka priprema** – kod usaglašavanja tehnoloških procesa izrade proizvoda (raspoloživost/zauzetost resursa) i preuzimanja tehnološke dokumentacije (sadržaj TP, karte operacija, upravljački program) 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 operativne pripreme



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

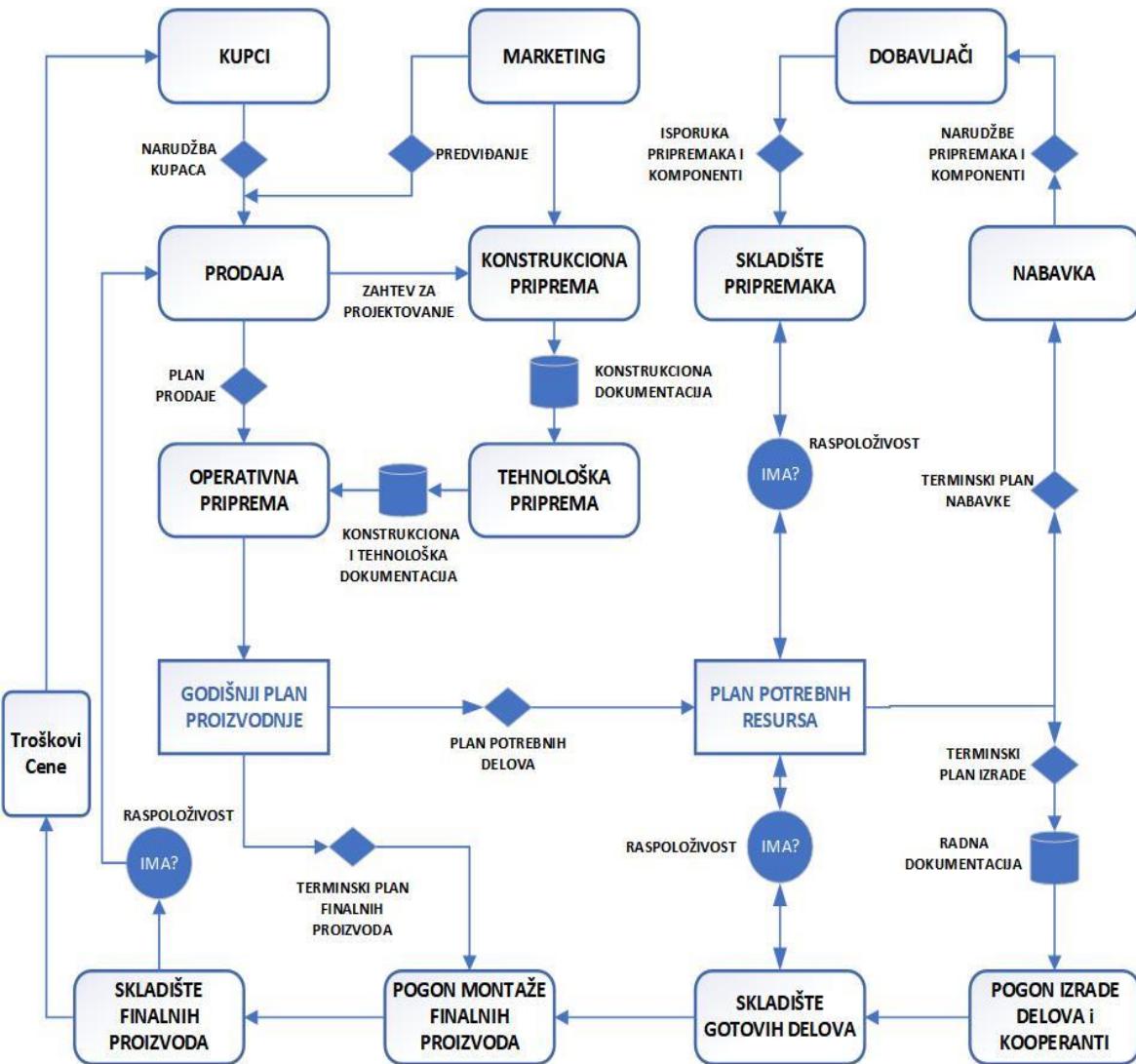
Funkcije *marketinga i prodaje* definišu ZAHTEV ZA PROJEKTOVANJE PROIZVODA službi *konstrukcione pripreme*

Konstrukciona priprema kreira KONSTRUKCIJONU DOKUMENTACIJU i prosleđuje je *tehnološkoj pripremi*.

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

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

Koncept protoka informacija operativne pripreme

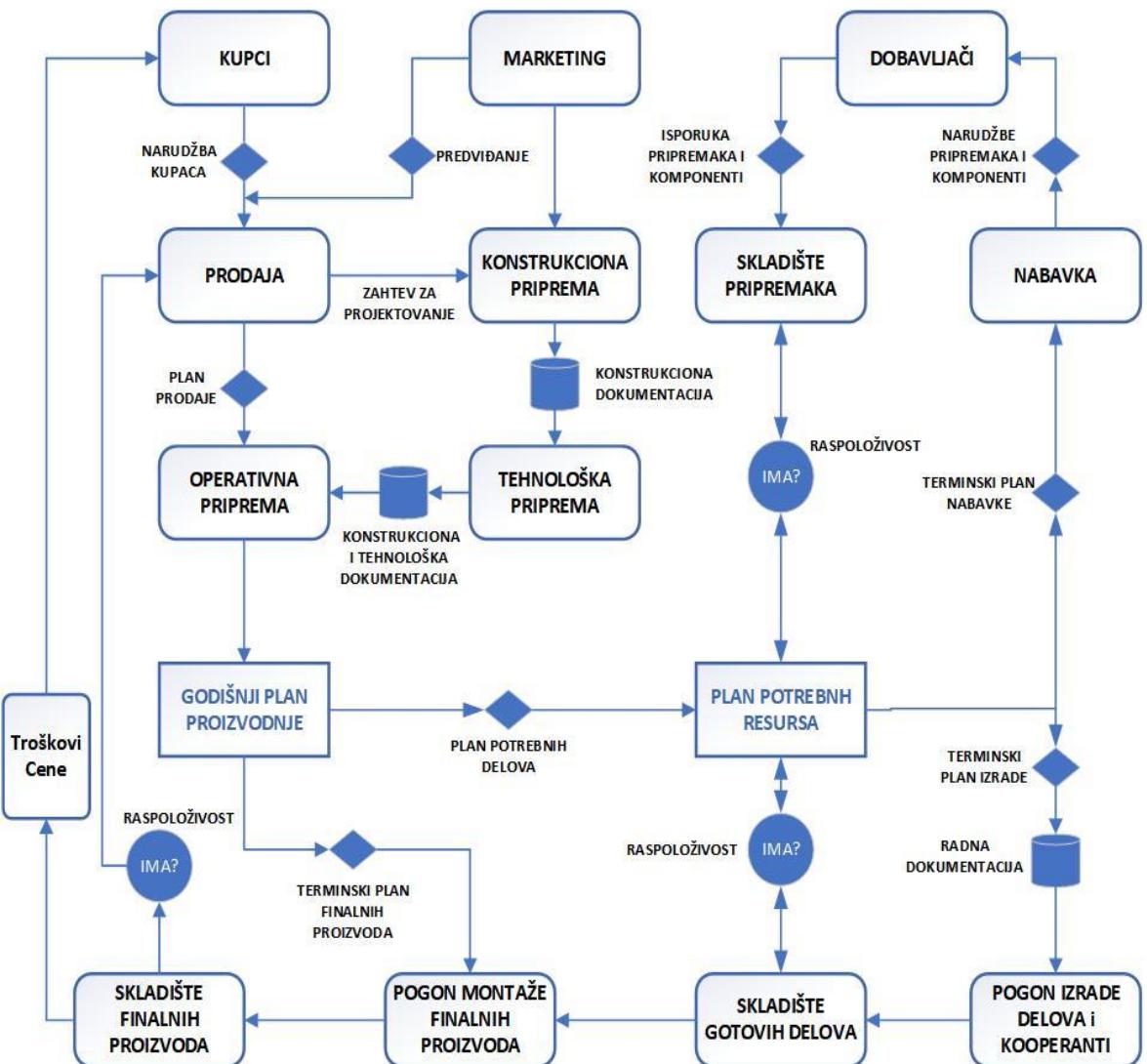


Operativna priprema na osnovu prethodnih informacija kreira GODIŠNJI PLAN PROIZVODNJE sa mesečnom(nedeljnom/dnevnom) dinamikom proizvodnje (uzimajući u obzir proizvodne kapacitete). Ovaj plan obuhvata TERMINSKI PLAN POTREBNIH DELOVA i TERMINSKI PLAN FINALNIH PROIZVODA.

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 pripremaka i komponenti i prosleđuje *dobavljačima* koji vrše ISPORUKU pripremaka 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**
 - Godišnje 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 predstavnike grupa proizvoda – proizvode predstavnike*). 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/delova 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 količina 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/ koliko ovih delova ide u proizvod x obim izrade.

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 (težimo NULI).

Nakon definisanja godišnjeg plana i određivanja količina proizvoda/delova potrebno je analizirati aspekte ostvarenja ovog plana - **kapacitete proizvodnih resursa: mašine/radna mesta, alata, pribora, materijala, radnika**.

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

Proračun proizvodnih resursa

Proizvodni resursi obuhvataju širok spektar činioca, odnosno elemenata, koji omogućavaju proces proizvodnje proizvoda.

U ove elemente svakako spadaju **obradni i tehnološki sistemi**, odnosno **mašine, pribori, alati, merila, razni uređaji, elementi unutrašnjeg transporta, materijal, energija, površine, radnici, odnosno izvršioci poslova** i drugi brojni elementi koji obezbeđuju neophodni proizvodni ambijent.

Proračun pomenutih elemenata proizvodnih resursa, temelji se na rešenjima **tehnoloških procesa izrade i montaže proizvoda**, bez obzira da li su oni prethodno projektovani u tehnološkoj pripremi kao individualni, tipski ili grupni. Osim podataka o proizvodima, odnosno delovima proizvoda, koji su dati na odgovarajućoj **tehničkoj dokumentaciji** za proračun proizvodnih resursa neophodne ulazne podatke čine i **plan odnosno program proizvodnje**.

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.

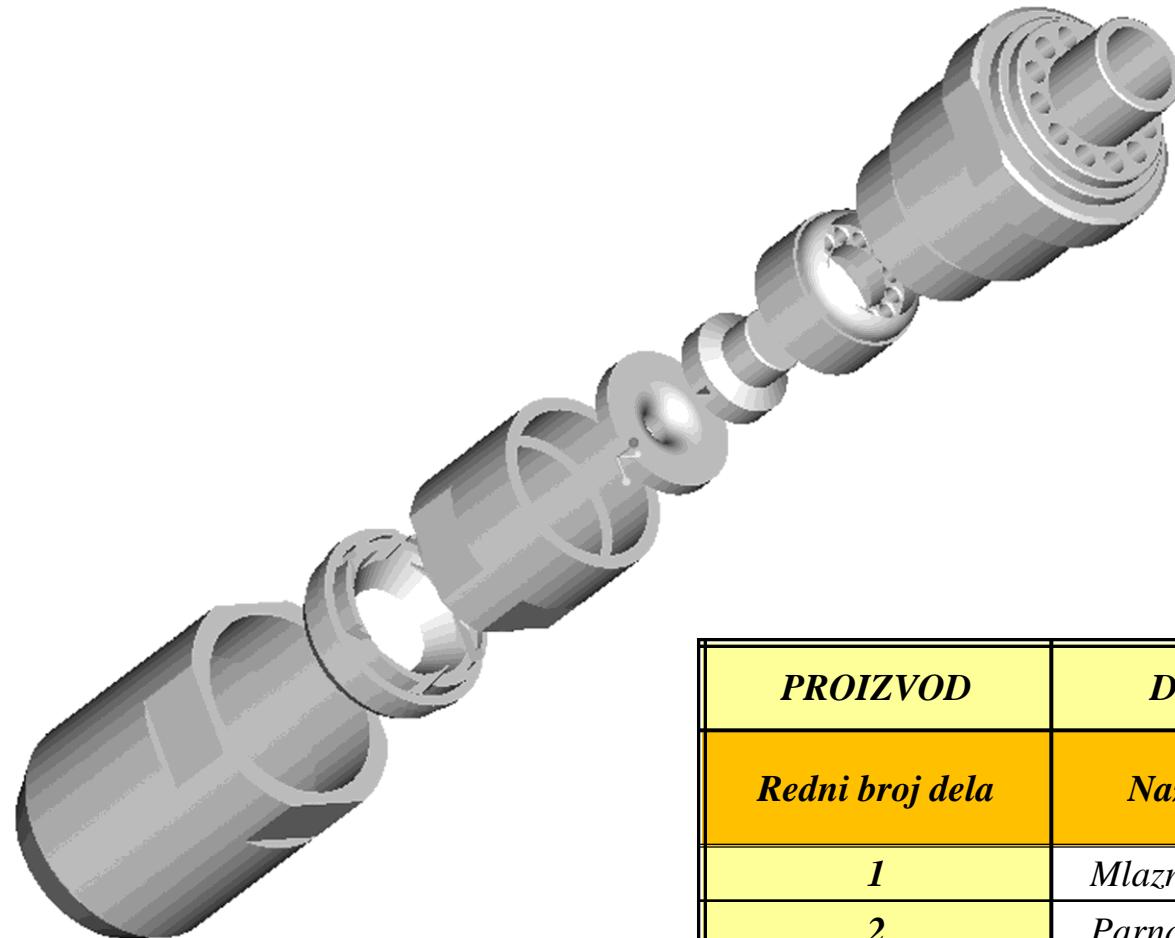
REDNI BROJ	NAZIV PROIZVODA	OBIM PROIZVODNJE
		(kom/god)
1	DIZNA	3000
2	ZUPČANIK 4	2000
3	PUŽNI PRENOSNIK	300
4	REDUKTOR	250

Prikaz dela proizvodnog programa jednog preduzeća

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

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

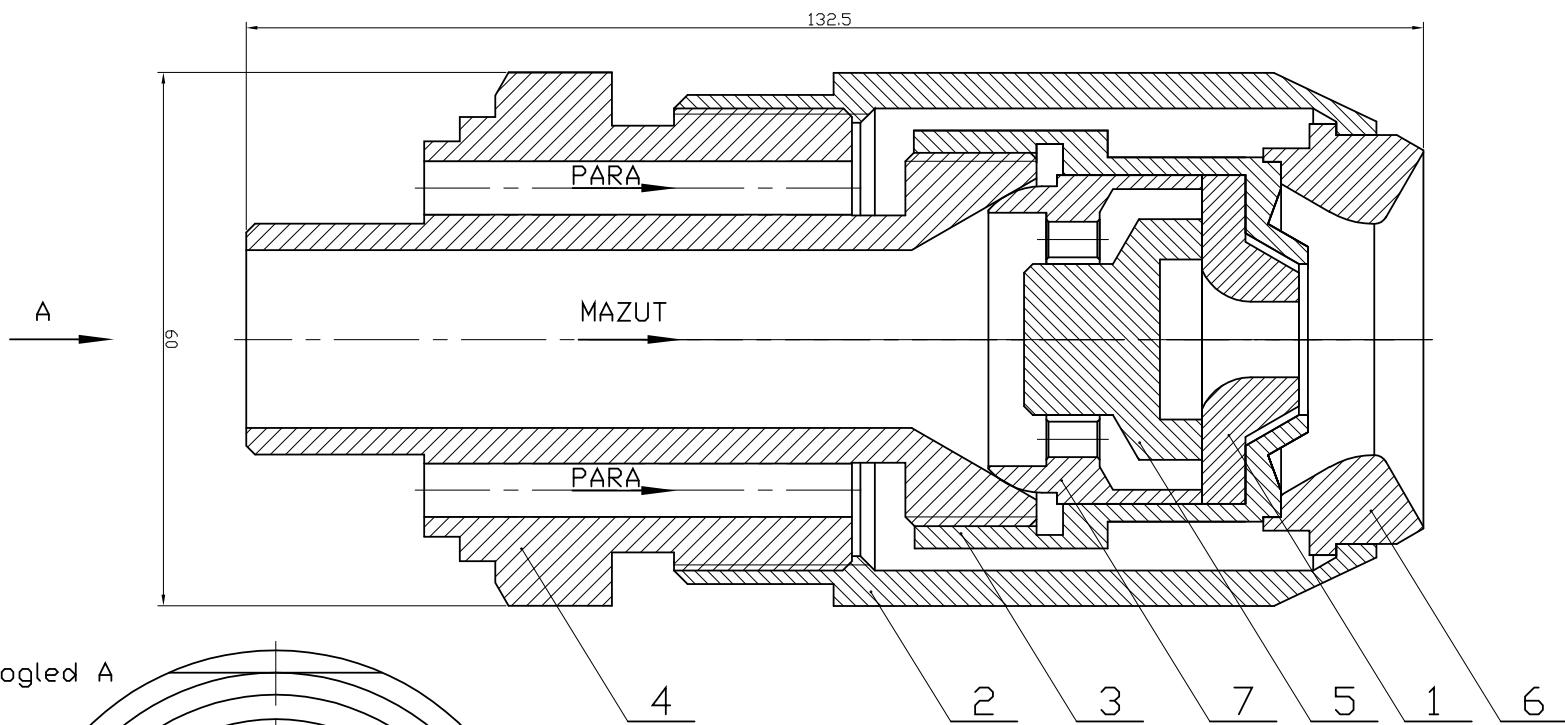
Dizna kao složeni proizvod



*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.

PROIZVOD	DIZNA	KOLIČINA	
		Redni broj dela	Naziv dela
1	Mlaznica	1	3000
2	Parna navrtka	1	3000
3	Mazutna navrtka	1	3000
4	Razvodnik pare	1	3000
5	Vrtložnik mazuta	1	3000
6	Parni raspršivač	1	3000
7	Filter	1	3000



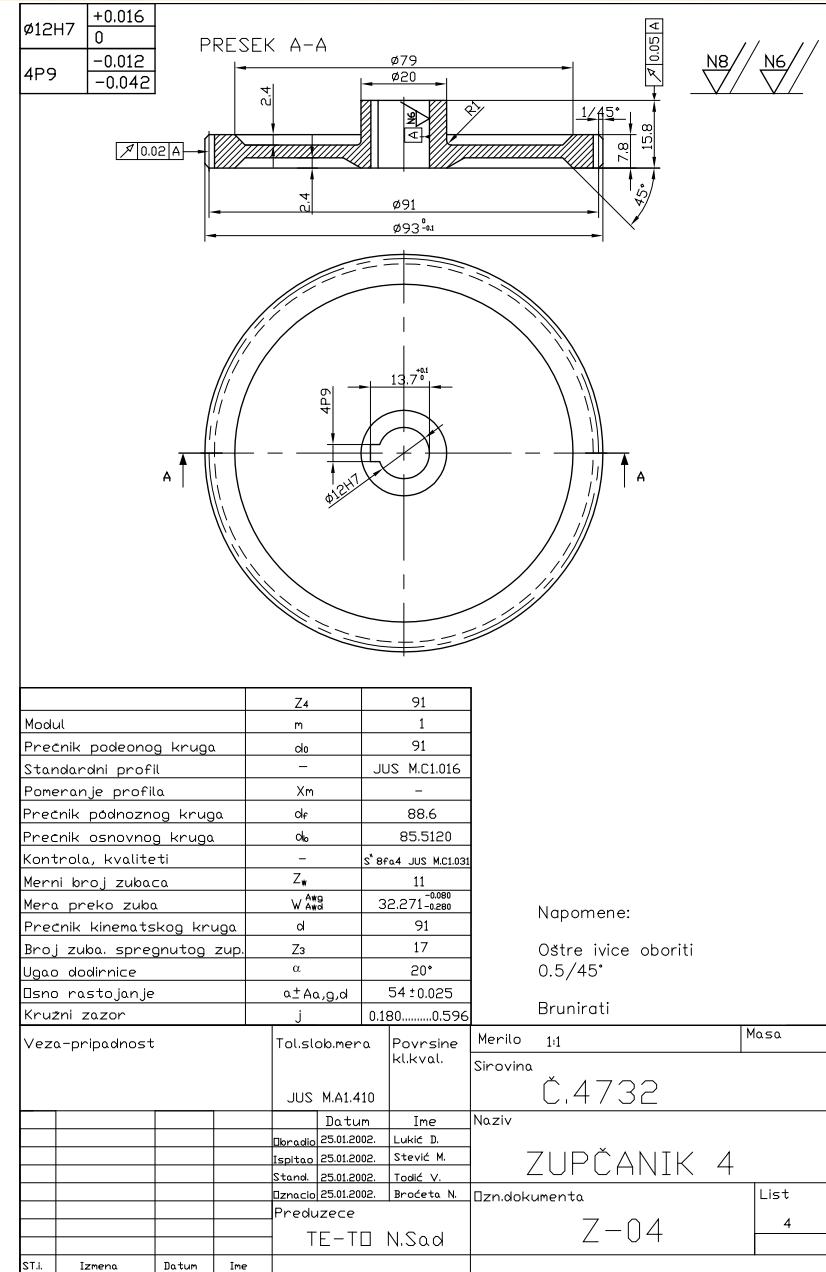
7	K-3.07	FILTER	Č.7432	1	
6	K-3.06	PARNI RASPŠIVAC	Č.7432	1	
5	K-3.05	VRTLOŽNIK MAZUTA	Č.7432	1	
4	K-3.04	RAZVODNIK PARE	Č.7432	1	
3	K-3.03	MAZUTNA NAVRTKA	Č.7432	1	
2	K-3.02	PARNA NAVRTKA	Č.7432	1	
1	K-3.01	MLAZNICA	Č.4572	1	
POZ.	Oznaka dela	Naziv - Oblik i velicina	Standard-Oznaka crt.	Materijal - Primedbe	KOM
Veza-pripadnost		Tol.stob.mera	Povrsine kl.kval.	Merilo 2:1	Masa
KOTAΩ-3		JUS-DIN 2768		Sirovina	
		Datum	Ime	Naziv	
		Obrađao 25.06.2002.	Lukic D.	DIZNA	
		Ispitao 25.06.2002.	Stevic M.		
		Stand. 25.06.2002.	Todic V.		
		Oznacio 25.06.2002.	Broceta N.	Ozn.dokumenta	List
				TE-TD N.Sad	K-3
ST.j.	Izmena	Datum	Ime		

Zupčanik kao pojedinačni proizvod

Programom proizvodnje delova treba obuhvatiti i pojedinačne proizvode sa odgovarajućim godišnjim obimom prizvodnje.

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 poteba u sklopovima, podsklopovima, delovima i materijalima za određenu količinu proizvoda u usvojenom operativnom planu.

Program proizvodnje proizvoda/sklopova/delova (3D modeli - 2D radionički crteži), obim proizvodnje i odgovarajući tehnološki procesi njihove izrade i montaže (Sadržaji TP, Karte operacija, Upravljački programi, instrukcije rada...) proizvoda čine osnovnu podlogu za proračun proizvodnih resursa (mašina/radnih mesta, pribora, alata, radnika....).



Određivanje proizvodnih kapaciteta

1. Metode zasnovana na individualnim tehnološkim procesima

1.1 Metoda zasnovana na individualnim tehnološkim procesima svih delova

Pod individualnim tehnološkim procesima izrade proizvoda podrazumeva se da su oni projektovani za sve proizvode, odnosno delove, koji čine usvojeni program proizvodnje. Tako projektovani tehnološki procesi prikazuju se na odgovarajućoj tehnološkoj dokumentaciji kao što je SADRŽAJ TP i KARTE OPERACIJA.

FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO		SADRŽAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA		Proizvod	
				Objim proizvodnje (kom/god)	1200

Naziv dela	NOSAČ LEŽAJA	Broj dela	Identifikacioni Klasifikacioni	Ide u proizvod	Komada
Oznaka i stanje materijala			Vrsta i dimenzije pripremka	Pogon	Odelenje
Oznaka PAISI10Mg44 Kod	PAISI10Mg44	Oznaka ODILIKAV	Kod		

Operac	NAZIV OPERACIJE	Mašina		Vreme (min)			Kom/8h
		Naziv	Oznaka	Priprem.	Osnovno	Pomoćno	
10	SRTUGANJE I BUŠENJE	FTČ	GU 600	20		1,9	252
20	STRUGANJE I BUŠENJE	FTČ	GU 600	20		1,7	282
30	ZAVRŠNA KONTROLA	MERNA LABORATORIJA		10			
40	PAKOVANJE	RADNI STO		5			

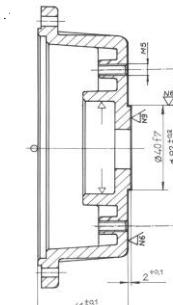
FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO		KARTA OPERACIJE		Proizvod	
				Objim proizvodnje (kom/god)	1200

Naziv dela	NOSAČ LEŽAJA	Broj dela	Identifikacioni Klasifikacioni	Veličina serije	120
Oznaka i stanje materijala			Vrsta i dimenzije pripremka	Broj operacija	20

Oznaka i stanje materijala	Vrsta i dimenzije pripremka	Vreme operacije			
	P.AISI10Mg44	Pripremno zavrsno	Osnovno	Pomoćno	Po komadu
Pogon	Odeljenje	Naziv i oznaka masnine	Ident. broj masnine	T _{pr}	T _g
		INDEX GU-600		20	0,5

Naziv operacije	Sredstvo za hladenje	Oznaka	Obrad. sa delom	Kom/8h
STRUGANJE	EMULZIJA			

Faza	OPIS OPERACIJE	Režim obrade			Pribori, alati i merila	Postojanost alata	Kod zahvata
		n	s	δ			
					Specijalni pribor		
1	Strugati grubo na dužinu 43 ^{0,1}	710	0,3	1	PTGNR TNMG	2020 K-16 160404 K-20	15
2	Strugati stepenicu polu- zavrsno ø41 na dužini 2 ^{0,1}	800	0,2	1,15	R S71,5 KNUX	160405 R11 K-20	18
3	Strugati stepenicu zavrsno ø40 /7 na dužini 2 ^{0,1}				R S71,5 KNUX	160405 R11 K-20	10
4	Zabušiti 4xø2,5 na prečniku ø8 ^{0,1}	5000	0,06		Zabušivac	JUS K. D3. 061	45
5	Bušiti 4xø2,2 na prečniku ø8 ^{0,1}	3150	0,1		Spiralna burđija	JUS K. D3. 021	12
6	Uputiti 4xø2,5 na prečniku ø8 ^{0,1}	2000	0,14		Komčni upuštač	JUS K. D3. 321	50
7	Urezati navoj 4xM5 na prečniku ø8 ^{0,1}	630	0,8		Mašinski ureznički zubci	DIN 376	12



Na osnovu tehnološke dokumentacije 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 dela biće:

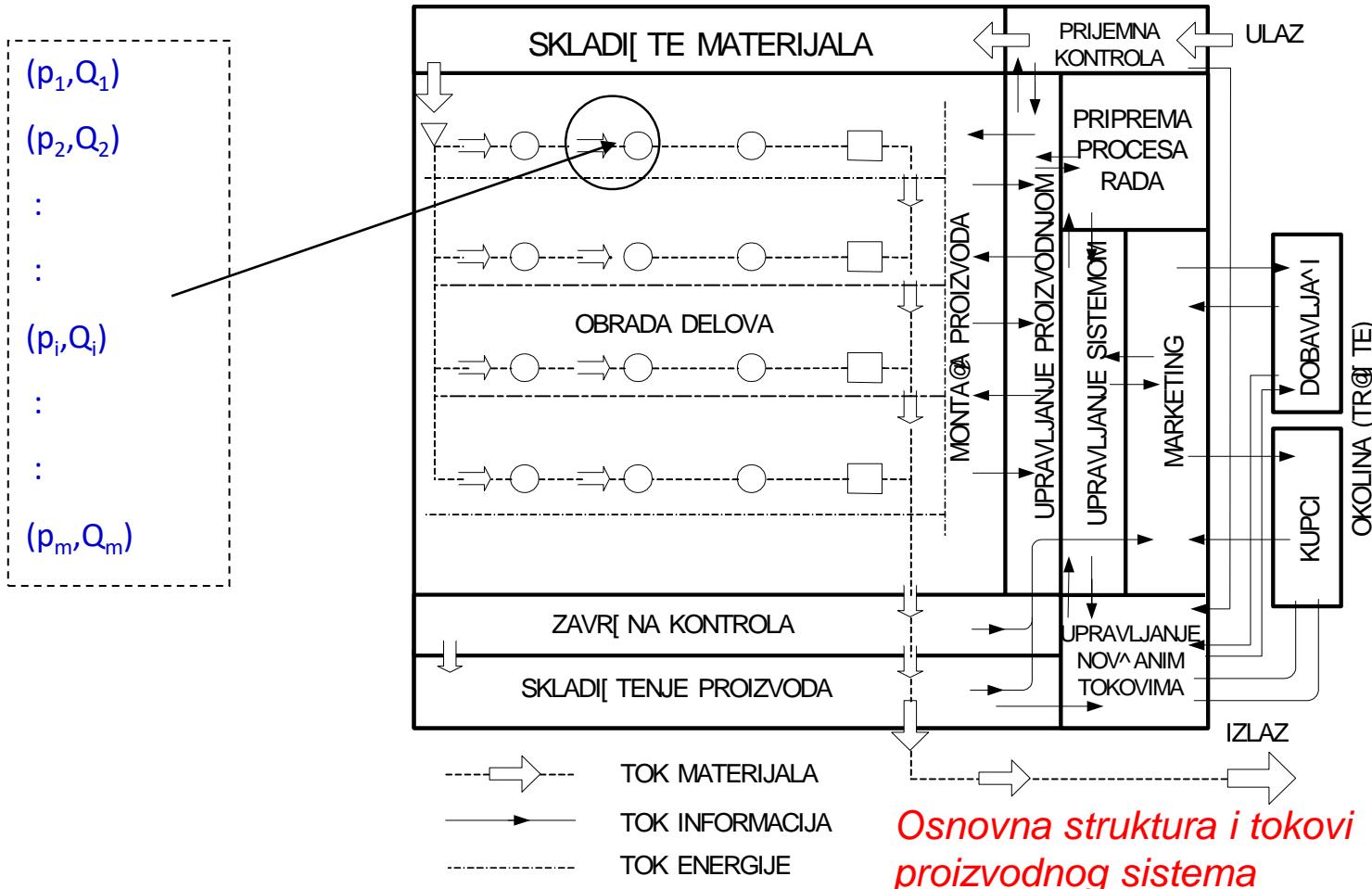
$$N = \frac{Q_i \cdot t_{k_i}}{K_e}$$

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, održavanje, ...),
- s_e - broj smena na dan (1, 2 ili 3),
- n_e - ukupan broj časova u smeni (7 do 7,5h/8h-0,5-1h 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/delova, koji čine proizvodni program u posmatranom periodu, najčešće u toku jedne godine, (m) proizvoda/delova 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/mašina na posmatranom radnom mestu određen izrazom:

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

Proračunski broj obradnih sistema/mašina 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 teehnoekonomske 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 (npr. kod projektovanja nove fabrike).

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 odgovarajućim obradnim sistemima u posmatranim proizvodnim uslovima.

Za određivanje vremena zauzetosti obradnih sistema/mašina za pojedine operacije izrade na bazi proizvoda reprezenta potrebno je odrediti **redukovane količine za sve proizvode iz proizvodnog programa**, na bazi utvrđivanja stepena redukcije (mase, stepena složenosti...) za sve delove na pojedinim operacijama.

Ako je redukovana količina svih proizvoda koji se obrađuju na određenom obradnom sistemu Q_r , onda je vreme zauzetosti odgovarajućeg obradnog sistema/mašine u toku godine određeno izrazom:

$$T = Q_r \cdot t_{kp}$$

gde je:

t_{kp} - vreme operacije obrade reprezenta 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 količne za pojedine delove (Q_{ri}): $Q_{ri} = Q_i \cdot r_i$

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

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

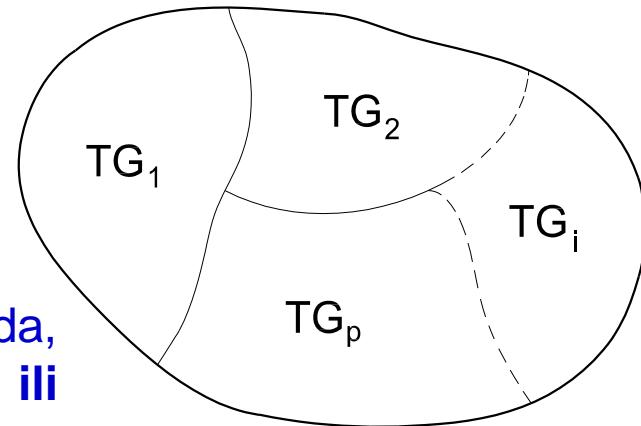
2. Metode zasnovane na karakteristikama grupne i tipske tehnologije

Ove metode su zasnovane na konstrukcionalnoj 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 neophodni 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**.

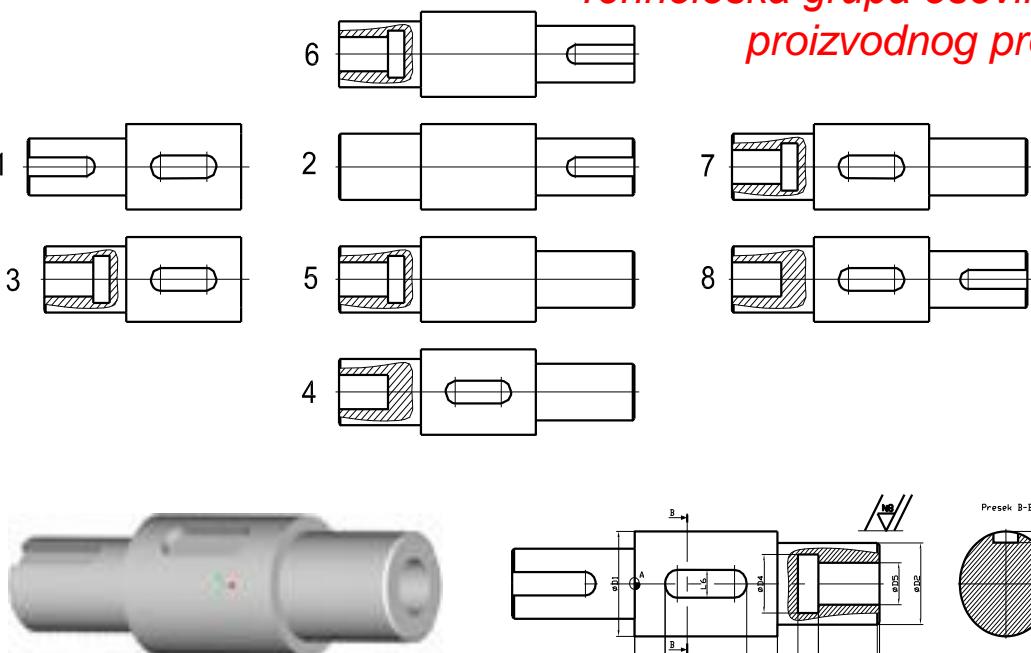


Podela proizvodnog programa na tehnološke grupe

Metode zasnovane na karakteristikama grupne i tipske tehnologije koriste se za određivanje osnovnog/glavnog (t_g), pomoćnog (t_p) i pripremno-završnog vremena (T_{pz}) obrade **operacijskih, odnosno tehnoloških grupa**. One se u praktičnoj primeni koriste kao **analitičke, grafičke ili grafoanalitičke**. U svim slučajima 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/mašina i utvrđivanja vremenskog stepena njihovog iskorišćenja.

2.1 Metoda sličnosti

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 grupne 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.

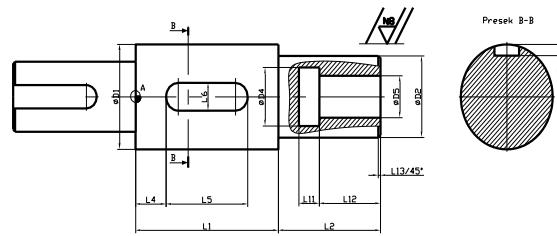


*kompleksni deo grupe
za obradu na FTČ*

*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



Sadržaj grupnog tehnoškog 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 krajeva, struganja-glodanja i brušenja 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)		250	
Naziv grupe/dela Osovine,TG1		Broj dela	Identifikacioni Klasifikacioni			Ide u proizvod	Komada
Oznaka i stanje materijala		Vrsta i dimenzije pripremka		Pogon		Odelenje	
Oznaka	Kod	Oznaka	ODLIVAK	Kod			
Operac.	NAZIV GRUPNE OPERACIJE		Mašina		Vreme (min)		Kom/8h
			Naziv	Oznaka	Priprem.	Osnovno	
10	ODSECANJE		TESTERA		15		
20	OBRADA KRAJEVA		NC GLODALICA		20		
30	STRUGANJE I GLODANJE		FTČ	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

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:

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

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 FTĆ GU 600 biće:

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

Karta grupne operacije obrade najjednostavnijeg dela grupe

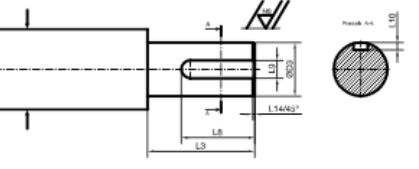
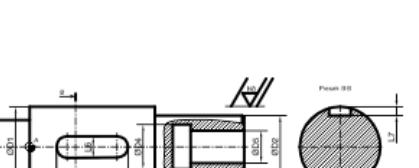


Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

KARTA GRUPNE OPERACIJE



Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Naziv grupe (dela):	OSOVINE TG1 DEO 1	Matrična 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:	Č.0545		0																										
Stanje i dimenzije pripremka:	VALJANA ŠIPKA Ø=65		1																								Klasifikacioni broj dela:		
Veličina serije:	25		2																								Oznaka i naziv mašine:	FTČ GU 600	
Broj oper.	SKICA OPERACIJE			SKICA OPERACIJE			Oznaka						Vreme (min)												Postojanost (kom)				
30/1				<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo $D_3=62$ $l_3=65$ Strugati završno $D_3=58$ $l_3=65$ Obraditi ivicu $l_{14}/45=1/45$ Glodati žljeb $l_9/l_{10}=6/3$ 			T01	T02	T02	T03	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI			POMIČNO MERILO, ČEPOVI.....															
30/2				<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo $D_1=62$ Strugati grubo $D_2=....$ $l_2=....$ Strugati završno $D_1=60$ Strugati završno $D_2=....$ $l_2=....$ Oboriti ivicu $l_{13}/45=1/45$ Bušiti $D_5=....$ na $(l_{11}+l_{12})=....$ Useći žljeb $D_4=....$ $l_1=....$ Fino strugati $D_5=....$ Glodati žljeb $l_6/l_7=8/4,1$ 			T01	T01	T02	T02	T02	T02	T04	T05	T06	T07	POMIČNO MERILO, ČEPOVI.....			40			2,8						
Izradio:		Kontrolisao:																								Izmena:		List/Listova:	1/1

Karta grupne operacije obrade najsloženijeg dela grupe



Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

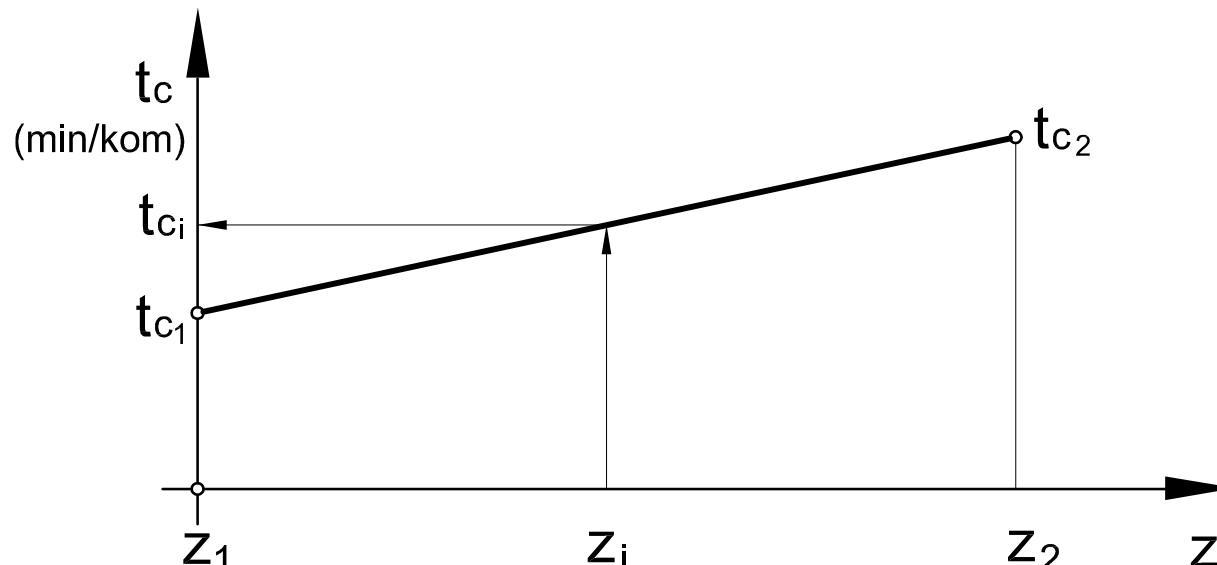
KARTA GRUPNE OPERACIJE



Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Naziv grupe (dela):	OSOVINE TG1 DEO 8	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: Klasifikacioni broj dela: Oznaka i naziv mašine: Integralna oznaka:	FTČ GU 600	
Materijal:	Č.0545		0																											
Stanje i dimenzije pripremka:	VALJANA ŠIPKA Ø=65		1																											
Veličina serije:	25		2																											
Broj oper.	SKICA OPERACIJE				SKICA OPERACIJE				Oznaka			Vreme (min)			Postojanost (kom)															
									Pribora	Alata	Merila	v	s	δ	T _p	t _x	t _y	t _z												
30/1					<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo $D_3=60$ $l_3=50$ Strugati završno $D_3=55$ $l_3=50$ Obraditi ivicu $l_{14}/45=1/45$ Glodati žljeb $l_9/l_{10}=8/4,1$ 				T01	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZAČ, ŠILJCI	POMIČNO MERILO, ČEPOVI.....	40	4,7																	
30/2					<ul style="list-style-type: none"> Strugati grubo $D_1=62$ Strugati grubo $D_2=55$ $l_2=35$ Strugati završno $D_1=60$ Strugati završno $D_2=52$ $l_2=35$ Oboriti ivicu $l_{13}/45=1/45$ Bušiti $D_5=10$ na $(l_{11}+l_{12})=18$ Fino strugati $D_5=12$ Glodati žljeb $l_6/l_7=6/3$ 				T01																					
Izradio:		Kontrolisao:							Odobrio:																		Izmena:	List/Listova:	1/1	

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 grupne tehnologije, **međusobno konstrukciono i tehnološki slični**. Zbog toga se iz dijagrama sličnosti, uz prethodno precizno određivanje ciklusnih vremena za najednostavniji 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:

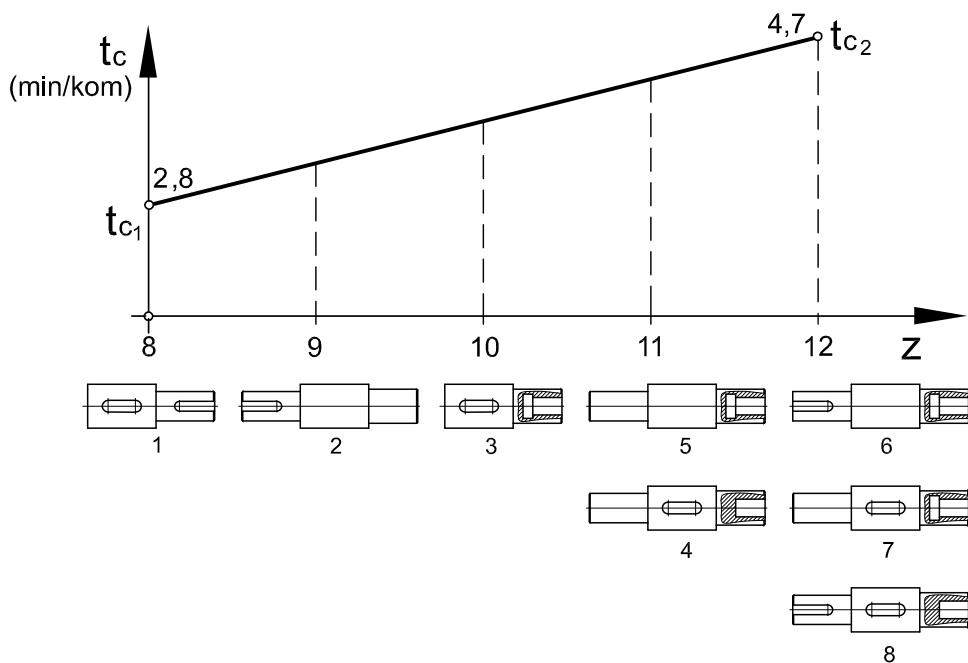
$$t_c = t_{c_1} + k \cdot z \quad k = \frac{t_{c_2} - t_{c_1}}{z_2 - z_1}$$

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

$$t_{c_i} = t_{c_1} + k \cdot (z_i - z_1)$$

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

$$k = 0,46$$



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 FTĆ 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 (min/kom)
1	2,8
2	3,26
3	3,72
4	4,18
5	4,18
6	4,67
7	4,67
8	4,67

Podaci za ciklusna vremena tehnološke grupe TG1

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

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

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

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

Određivanje pripremno-završnog vremena

Za određivanje pripremno-završnog vremena operacijske grupe za obradu na posmatranoj operaciji, odnosno mašini, koristi se, takođe, **metoda sličnosti** koja je bazirana na principima grupne i tipske tehnologije. Za najjednostavniji deo operacijske grupe utvrđuje se pripremno-završno vreme u zadatim uslovima proizvodnje, poznato i kao **osnovno pripremno-završno vreme**. Pripremno-završno vreme za ostale delove operacijske grupe određuje se, tako što se vremenu T_{pz_1} dodaju **među pripremno-završna vremena** (T_{mpzi}) koja zavise od broja zahvata.

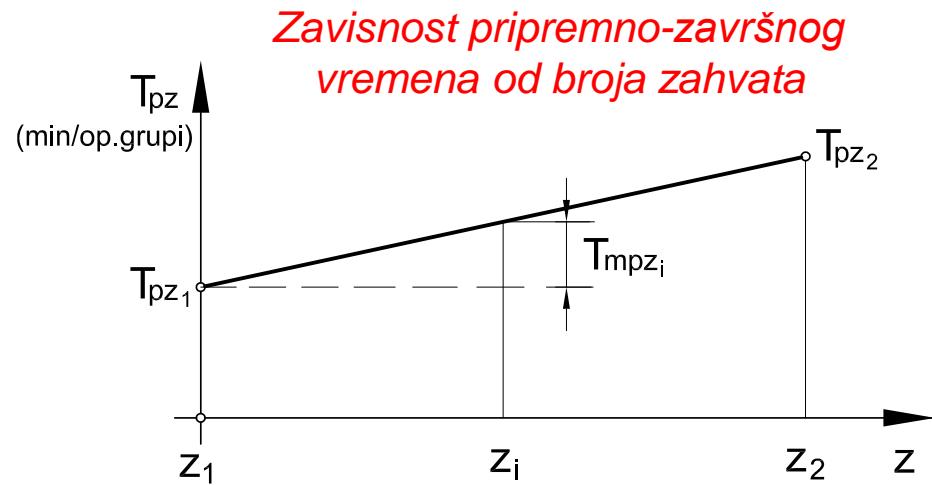
Prema tome, ukupno pripremno-završno vreme operacijske grupe za obradu na posmatranom obradnom sistemu pri broju serija (n_s) određeno je izrazom:

$$T_{pz} = \left(T_{pz_1} + \sum_{i=2}^k T_{mpzi_i} \right) \cdot n_s$$

$$T_{pz} = \left(T_{pz_1} + \sum_{i=2}^k k \cdot z_i \right) \cdot n_s$$

U drugom izrazu se uzima isti koeficijent pravca (k) kao kod određivanja ciklusnih vremena. Sada se može odrediti ukupno **vreme zauzetosti obradnog sistema** pri obradi određene operacijske grupe u vidu jedne ili više serija iz izraza: $T_u = T_c + T_{pz}$ dok je vreme zauzetosti određenog obradnog sistema za obradu (p) operacijskih grupa u toku godine određeno izrazom:

$$T = \sum_{i=1}^p T_{c_i} + \sum_{i=1}^p T_{pz_i}$$



Proračunski broj obradnih sistema za **obradu svih operacijskih grupa** na posmatranoj operaciji biće:

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

Na osnovu **proračunatog i usvojenog** broja obradnih sistema stepen iskorišćenja je određen prema izrazu:

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

Za posmatrani primer obrade tehnološke grupe osovina TG1 na FTČ GU 600, pripremno-završno vreme za najjednostavniji deo, odnosno osnovno pripremno-završno vreme je **40 min/ser**. Među pripremno-završna vremena za ostalih sedam različitih osovina za koeficijent **k=0,46**, prikazana su u tabeli:

Ukupno pripremno-završno vreme za posmatrani primer, kada se cela operacijska grupa obrađuje u jednoj seriji (**n_s=1**) biće:

$$T_{pz} = \left(T_{pz_1} + \sum_{i=2}^8 T_{mpz_i} \right) \cdot 1$$

$$T_{pz} = 40 + 0,46 + 0,92 + 1,38 + 1,38 + 1,84 + 1,84$$

$$T_{pz} = 50 \text{ (min/ ser)}$$

BROJ DELA	T _{mpz} (min/ser.)
2	0.46
3	0.92
4	1.38
5	1.38
6	1.84
7	1.84
8	1.84

Izložena metoda u praksi daje sasvim zadovoljavajuće rezultate u pogledu tačnosti određivanja vremena zauzetosti obradnih i tehnoloških sistema, iako njome **nisu obuhvaćeni vremenski gubici vezani za organizacione faktore**.

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 reprezenata** (t_{kp}).

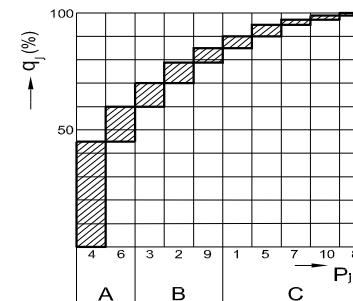
Izbor reprezenata vrši se na osnovu **ABC analize**, koja utvrđuje zavisnost između vrste prizvoda i odgovarajućih **količina, masa, vrednosti i dobiti**.

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

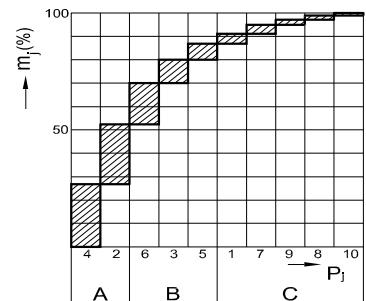
Izbor reprezenta posmatrane operacijske grupe prema ABC analizi vrši se u zoni A, kao zoni sa najvećim priрастом, eventualno zoni B.

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

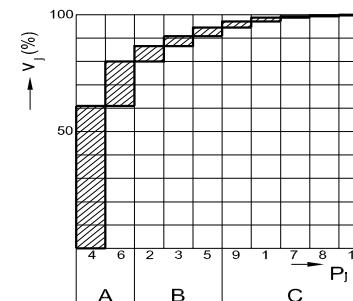
ABC analiza: a) količinskog učešća, b) masenog učešća, c) vrednosnog učešća, d) učešća dobiti



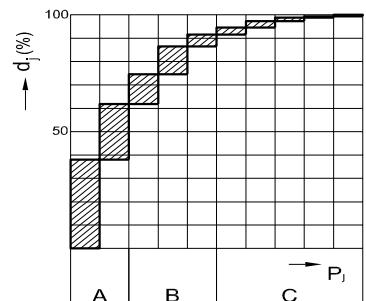
a)



b)



c)



d)

Karta operacije za proizvod reprezentant



Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

KARTA GRUPNE OPERACIJE



Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Naziv grupe (dela):		OSOVINE TG1 DEO 7	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: Klasifikacioni broj dela: Oznaka i naziv mašine: Integralna oznaka:
Materijal:		Č.0645		1																									
Stanje i dimenzije pripremka:		VALJANA ŠIPKA Ø=70		2																									
Veličina serije:		25		3																									
Broj oper.	SKICA OPERACIJE				SKICA OPERACIJE				Oznaka									Vreme (min)				Postojanost (kom)							
	v	s	δ		T _{pr}	t _z	t _z	t _k																					
30/1			<ul style="list-style-type: none">Strugati grubo D₃=65 l₃=50Strugati završno D₃=60 l₃=50Obraditi ivicu l₁₄/45=1/45Glodati žljeb l₉/l₁₀=....	T01 T02 T02 T03	SAMOCENTRIRAJUĆI STEZĀC, ŠILJCI	POMIČNO MERILO, ČEPOVI.....																							
30/2			<ul style="list-style-type: none">Strugati grubo D₁=66Strugati grubo D₂=63 l₂=60Strugati završno D₁=64Strugati završno D₂=60 l₂=60Oboriti ivicu l₁₃/45=1/45Bušiti D₅=12 na (l₁₁+l₁₂)=15Useći žljeb D₄=18 l₁₁=3Fino strugati D₅=16Glodati žljeb l₆/l₇=8/3	T01 T01 T02 T02 T02 T04 T05 T06 T07																						40	5,5		
Izradio:	Kontrolisao:	Odobrio:																								Izmena:	List/Listova:	1/1	

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 reprezente 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 **redukovana količina delova te grupe** (Q_r).

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

$$Q_{r_i} = Q_i \cdot r_i \quad \text{gde su:} \quad \begin{aligned} & \bullet \quad Q_i - \text{broj pojedinih delova grupe,} \\ & \bullet \quad r_i - \text{stepen redukcije i-tog dela.} \end{aligned}$$

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:

$$r_{m_i} = \frac{m_i}{m_p} \quad \text{gde su:} \quad \begin{aligned} & \bullet \quad m_i - \text{mase pojedinih delova,} \\ & \bullet \quad s_i - \text{stepen tehnološke složenosti delova,} \\ & \bullet \quad m_p - \text{masa reprezenta tehnološke grupe,} \\ & \bullet \quad s_p - \text{stepen tehnološke složenosti reprezenta tehnološke grupe.} \end{aligned}$$

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

Redukovana količina svih delova operacijske grupe određena je izrazom:

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

Podloge za određivanje stepena tehnološke složenosti

Podloge za određivanje stepena tehnološke složenosti rotacionih delova

STEPEN TEHNOLOŠKE SLOŽENOSTI	KARAKTERISTIKE ROTACIONIH DELOVA
1	<i>Delovi imaju spoljašnje i unutrašnje rotacione površine, glatke, stepenaste i sa usecima, aksijalne rupe i otvore, paralelne i međusobno upravne ravne spoljašnje površine</i>
2	<i>Delovi imaju spoljašnju i unutrašnju složenu konturu rotacionog oblika, sa i bez navoja, aksijalne i radijalne rupe i otvore pod ugлом, ravne spoljašnje površine, ureze, proreze i žljebove za klinove</i>
3	<i>Delovi imaju složenu rotacionu spoljašnju konturu, sa i bez funkcionalnih rotacionih žljebova, glatke prolazne unutrašnje otvore, aksijalne rupe sa ekscentričnom osom, unutrašnje i spoljašnje aksijalne žljebove, cilindrično, konično i tanjurasto ozubljenje</i>
4	<i>Delovi imaju složenu spoljašnju i unutrašnju rotacionu konturu, sa i bez navoja, sa i bez profilnih površina, sa spoljašnjim i unutrašnjim aksijalnim žljebovima, cilindrično, konično i tanjurasto ozubljenje.</i>
5	<i>Delovi imaju spoljašnju složenu rotacionu konturu, vučni navoj, specijalne oblike profilnih površina, otvore sa ekscentričnom osom, glatke ili stepenaste specijalne oblike rotacionih površina, ozubljenje u vidu zupčastih letvi.</i>

Podloge za određivanje stepena tehnološke složenosti

Podloge za određivanje stepena tehnološke složenosti prizmatičnih delova

STEPEN TEHNOLOŠKE SLOŽENOSTI	KARAKTERISTIKE PRIZMATIČNIH DELOVA
1	<i>Delovi imaju spoljašnje ravne površine kao odgovarajući pripremci, više paralelnih međusobno orijentisanih površina, unutrašnje ravne površine kao pripremci, bez glavnih otvora, bez stepenastih i bez funkcionalnih ureza, sa i bez pomoćnih otvora i rupa bez navoja</i>
2	<i>Delovi imaju spoljašnje ravne površine kao pripremci, više ravnih površina koje su međusobno upravne ili pod proizvoljnim uglom, unutrašnje površine profilnog oblika, ravne ili lučne, glavne funkcionalne stepenaste otvore sa i bez navoja, pomoćne rupe i otvore pod proizvoljnim uglovima, sa i bez navoja</i>
3	<i>Delovi imaju spoljašnje ravne profilne površine, površine za vođenje, unutrašnje površine ravne ili profilne, ravne ili lučne unutrašnje površine, stepenaste glavne otvore, glavne otvore sa žljebovima, pomoćne otvore pod raznim uglovima sa i bez navoja, pomoćne otvore i proreze specijalnog oblika</i>
4	<i>Delovi imaju spoljašnje ravne površine za vođenje ili raznih profilnih oblika, koje su međusobno upravne, unutrašnje površine ravne, lučne ili profilne glatke otvore, glatke složene sa i bez žljebova, otvore sa cilindričnim ozubljenjem, površine sa spoljašnjim ozubljenjem</i>
5	<i>Delovi imaju spoljašnje ravne površine raznih profila i međusobnog položaja sa izdancima unutrašnje površine, profilne i za vođenje specijalnih oblika profila unutrašnjih površina, glavne otvore jednostavne i složene sa i bez profilnih žlebova i specijalnih oblika, pomoćne otvore sa i bez navoja, ozubljenja, površine sa spoljašnjim ozubljenjem</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.

Pregled tehnološke opreme



Fakultet
tehničkih
nauka
Novi Sad

PREGLED TEHNOLOŠKE OPREME



Departman
za
proizvodno
mašinstvo

Proračun potrebnih količina materijala odnosno pripremaka

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

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

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

Pregled potrebnih količina materijala

Količina specijalnih materijala, odnosno pripremaka, kao što su razni odlivci, otkovci, otpresci i slično određuju se na osnovu odgovarajućih obima proizvodnje proizvoda u skladu sa usvojenim programom proizvodnje.

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 praćenu potrošnje alata u prethodom 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:

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

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

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

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

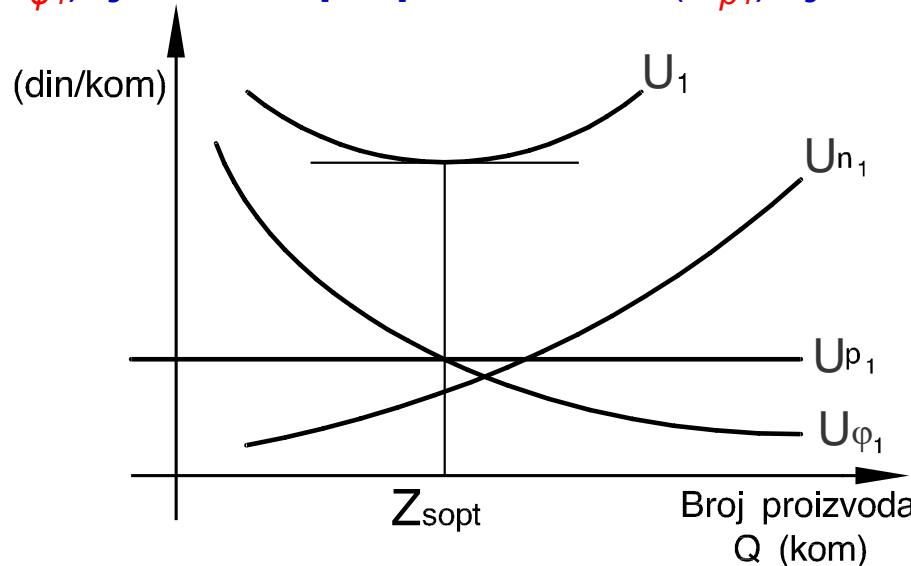


Departman
za
proizvodno
mašinstvo

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_{φ_1}), **jedinični proporcionalni** (U_{p_1}) i **jedinični neproporcionalni troškovi** (U_{n_1}).



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:

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

Određivanje optimalnog razmeštaja radnih mesta

Optimalni razmeštaj radnih mesta u određenom proizvodnom pogonu, odnosno sistemu, je zadatak koji se rešava nekom od **metoda linearног programiranja**.

Kao **kriterijumi za optimalni razmeštaj** radnih mesta mogu se usvojiti:

- **Rastojanje radnih mesta,**
- **Količine, odnosno obim proizvodnje,**
- **Količina kretanja prozvoda, koja je određena proizvodom mase proizvoda i rastojanja radnih mesta i**
- **Troškovi kretanja, odnosno transporta proizvoda između radnih mesta.**

U matrici inteziteta kretanja proizvoda, vrste i kolone predstavljaju **radna mesta**, a polja **intezitet kretanja između parova radnih mesta**. Logično je da se polja koja se nalaze na dijagonali ne uzimaju u obzir. **Nezauzeta polja** u matrici znače da ne postoji veza između radnih mesta koja generišu ova polja.

Rešenja kojima treba težiti pri utvrđivanju razmeštaja radnih mesta odnose se na polja koja su **iznad dijagonale matrice** inteziteta kretanja, jer ova rešenja predstavljaju **progresivan**, dok polja ispod dijagonale predstavljaju **povratan tok** proizvoda u sistemu.

U postupku određivanja optimalnog razmeštaja radnih mesta potrebno je obezbiti **minimalnu ukupnu količinu kretanja** težnjom za rasporedom zauzetih polja iznad ili što bliže dijagonali matrice. Postupak se praktično izvodi **zamenom mesta parova radnih mesta** i proverom pomenutog kriterijuma.

Matrica inteziteta kretanja proizvoda

KUDA OD	1	2	3	...	i	i+1	...	m
1		$x_{1,2}$	$x_{1,3}$		$x_{1,i}$	$x_{1,i+1}$		$x_{1,m}$
2	$x_{2,1}$		$x_{2,3}$		$x_{2,i}$	$x_{2,i+1}$		$x_{2,m}$
3	$x_{3,1}$	$x_{3,2}$			$x_{3,i}$	$x_{3,i+1}$		$x_{3,m}$
:								
i	$x_{i,1}$	$x_{i,2}$	$x_{i,3}$			$x_{i,i+1}$		$x_{i,m}$
i+1	$x_{i+1,1}$	$x_{i+1,2}$	$x_{i+1,3}$		$x_{i+1,i}$			$x_{i+1,m}$
:								
m	$x_{m,1}$	$x_{m,2}$	$x_{m,3}$		$x_{m,i}$	$x_{m,i+1}$		

Optimalno raspoređivanje radnika na radna mesta na osnovu minimalne vrednosti funkcije cilja

Zadatak raspoređivanja radnika predstavlja specijalan slučaj **transportnog zadatka**. Potrebno je rasporediti **n** radnika na **n** poslova pri čemu svaki radnik može da radi **svaki posao**, ali samo **jedan posao u jednom trenutku**. Zadatak raspoređivanja se može odnositi ne samo na raspoređivanje radnika na poslove nego i na **raspoređivanje mašina na poslove i slično**.

Matematički model optimalnog raspoređivanja ima oblik: $\min f(x) = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}$
pri ograničenjima: $\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$

gde su:

- n - ukupan broj radnika,
- c_{ij} - efikasnost rada i -tog radnika na j -tom radnom mestu
- $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ako } i\text{-ti radnik radi } j\text{-ti posao} \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$

Prvi skup ograničenja znači da jedan posao izvršava jedan radnik. **Drugi skup ograničenja** znači da jedan radnik u jednom trenutku može da radi samo jedan posao.

Kako podaci c_{ij} predstavljaju efikasnost ili **vreme izvršenja posla**, to se traži **minimumom funkcije cilja**. Ako podaci c_{ij} predstavljaju **profit** koji se ostvaruje prilikom izvršenja posla ili neku sličnu veličinu, onda se traži **maksimum funkcije cilja**.

Ako je **broj kolona i broj redova jednak** onda se radi o **zatvorenom** modelu.
Ako je **broj kolona i redova različit** onda se radi o **otvorenom** modelu.

Otvoreni model

Otvoreni model se rešava tako što se **svodi na zatvoreni** dodavanjem nedostajućih kolona tj. redova. Veštački dodate kolone tj. redovi predstavljaju **fiktivnog radnika** tj. **posao**. Jedinične cene u veštačkim redovima ili kolonama su **nule**.

Optimalno raspoređivanje radnika na osnovu maksimalne vrednosti funkcije cilja

Ako u formulaciji transportnog zadatka podaci c_{ij} predstavljaju profit koji se ostvaruje prilikom izvršenja posla ili neku sličnu veličinu čijem se maksimiziranju teži, tada je potrebno naći **maksimum funkcije cilja**. Zadatak raspoređivanja u kome se traži maksimum funkcije cilja se rešava tako što se primenjuju **koraci 1 i 2**.

Korak 1: Pronalazi se najveći element u svakoj koloni i oduzima se od svih elemenata te kolone.

Korak 2: U redovima gde nema nula pronalazi se najveći element i oduzima se od svih elemenata tog reda. Ostali redovi se samo prepisuju neizmenjeni.

Kako za funkciju cilja važi:

$$\min F(X) = -\max F(-X)$$

to je potrebno **nastaviti sa rešavanjem zadatka** kao u slučaju pronalaženja minimuma funkcije cilja.

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

DOO BIOELEMENTS NOVI SAD- OGRANAK AGROMA AGROMA	OPERATIVNI PLAN PROIZVODNJE	Oznaka dokumenta: Period od: _____ Period do: _____
--	------------------------------------	--

	Izradio:	Pregledao:	Izmenu izradio:	Izmenu pregledao:
Datum				
Ime				

Oznaka: A-02-01

List 1 od 1

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 Kapacitet	D ₁	D ₂	D ₃		D _r		D _m	Σ
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. maštine)

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. Maštne)

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 pomoći **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 reproduksijskog 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 reprodukcioni materijal mora osigurati pre početka procesa njihove proizvodnje.

Veličina parcijalnih količina/mase reproduksijskih 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 reproduksijskih 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 reprodukcionog 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 reprodukcionog materijala

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

i=1, 2, 3.....n – vrsta reprodukcionog 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-reprezenata 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				
Red. broj	Oznaka dijela	Lansirana količina	Radni dani terminskog razdoblja								Predana količina		
			1	2	3	4	r	t-2			
1	1	xxx	-	LAN	O ₁	O ₂	O _i	-----	O _n	PRE	-	yyy
2	2	xxx	O _{n-1}	-	O _n	-	.	PRE	.	-	-	-	yyy
.	
k	j	xxx	-	-	-	-	.	LAN	O _{n-5}	O _{n-4}	yyy	
.	
s	m	xxx	LAN	O ₁	O ₂	O ₃	-----	O _i	-----	O _{n-1}	O _n	PRE	yyy
.	

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

Gantogram – numeričko/grafički se određuju termini lansiranja, termini trajanja pojedinih operacija, termini predaje u skladište gotovih proizvoda/ili kupcu (mogu se i definisati resursi, troškovi...).

TERMINSKI PLAN			Razdoblje		od: _____ do: _____		Plan	Potpis	Datum	
Red. broj	Oznaka dijela	Lansirana količina	Radni dani terminskog razdoblja							Predana količina
			1	1	2	3	r	t-2	t-1	
1	1	xxx	PL							yyy
			IZ							
2	2	xxx	PL							yyy
			IZ							
3	3	xxx	PL							yyy
			IZ							
			PL							
			IZ							
			PL							
			IZ							
k	j	xxx	PL							
			IZ							
			PL							
			IZ							
			PL							
			IZ							
s	m	xxx	PL							yyy
			IZ							

Legenda: PL – planirano; IZ – izvršeno;

Planske ploče – Planovi se ne predstavljaju brojevima i crtežima, već postavljanjem i premeštanjem tehničkih elemenata (pločica, traka i sl.)

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 pisanim oblicima (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

- ◆ Konstrukcionalna 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/pripremaka

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 _{pz}			
LANSIRANO	ŠKART	DOBRO	IME I PREZIME IZVRŠIOCA				
NS/KOM	NORMA	EFEKTIVA	ŠIFRA				
IZRŠIOC	LANSER	IZRŠIOC	POSLOVOĐA	KONTROLOR	POENTER		
DATUM							
POTPIS							

RADNI NALOG

Oznaka RN:

Plan količina:

Rok početka:;

Rok završetka:

Proizvod/sklop/podsklop/deo			Materijal/Pripremак			Količina		
Oznaka	Naziv	Broj crteža	Oznaka	Vrsta/Naziv	Dimenzije (mm)	Jedinica mere	Po kom.	Po RN

Operacija		Mašina/Radno mesto		Vreme			Ostvarena količine			
Broj Op	Naziv/Opis	Naziv	Oznaka	Tpz min/ser	tk min/kom	Tk min/ser	Tk-ostvar min/ser	Dobro	Škart	Overa

DOO BIOELEMENTS NOVI SAD-

OGRANAK AGRONA

AGROMA**RADNI LIST**

Oznaka RN:

Plan količina:

Rok početka:;

Rok završetka:

Proizvod/sklop/podsklop/deo			Materijal/Pripremак			Količina		
Oznaka	Naziv	Broj crteža	Oznaka	Vrsta/Naziv	Dimenzije (mm)	Jedinica mere	Po kom.	Po RN

Operacija			Mašina/Radno mesto		Vreme		Ostvarena količine		
Broj Op	Naziv/Skica/Opis	Naziv	Oznaka	Tpz (min/ser)	tk (min/kom)	Dobro	Škart	Overa	

	Izradio:	Pregledao:	Izmenu izradio:	Izmenu pregledao:
Datum				
Ime				

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**.

TFR		IZRUČNICA		PROIZVODNI NALOG		RED.BR.IZRUČNICE	
NAZIV ENTITETA		OZNAKA ENTITETA		MJESTO TROŠKA		SKLADIŠTE	
MATERIJAL		OZNAKA MATERIJALA		JED. MJERA		DIMENZIJA	
TRAŽENO		IZDANO		STANJE		JEDIN. CIJENA	
IZVRŠIOC		LANSER		SKLADIŠTAR		IZVRŠIOC	
DATUM						KONTROLOR	
POTPIS						POENTER	
TFR		PREDATNICA		PROIZVODNI NALOG		RED.BR.PREDATNICE	
NAZIV ENTITETA		OZNAKA ENTITETA		PREDAJE:		SKLADIŠTE	
LANSIRANO		ZA PREDAJU		PRIMLJENO		STANJE	
JED. MJERE		JEDINIČNA CIJENA		UKUPNA CIJENA			
IZVRŠIOC		LANSER		IZVRŠIOC		SKLADIŠTAR	
DATUM						KONTROLOR	
POTPIS						POENTER	

Pomoćni dokumenti - olakšavaju rad osoblju operativne pripreme:

- ◆ **Karton materijala** – ukazuje za koji deo, sklop ili proizvod se koristi koji repromaterijal (sirovina, poluproizvod, deo, sklop)
 - ◆ **Stanje skladišta** – ukazuje na promenu ulaz/izlaz entiteta u/iz skladišta (sirovina, pripremak, deo, sklop, proizvod, alat, pribor...)
 - ◆ **Karta/datoteka alata**
 - ◆ **Karta/datoteka pribora**

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 reprodukcionog 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 cilju prevencije zastoja i kašnjenja važno je redovno održavanje proizvodnih resursa.

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

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 skladišta** 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 **repronaterijala** 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 kontinuálnu 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 - NOSIOC

R.B.	Opis	Sastavica	Popis operacija	Popis materijala	Plan prodaje finalnih proizvoda	Operativni term. plan fin. proiz.	Operativni term. plan izrade	Plan opterećenja opreme	Plan potrebnog reproduciranja materijala	Radne liste	Izrucnice materijala	Predatnice proizvoda	Cijena koštanja	Skladište finalnih proizvoda	Skladište gotovih dijelova	Skladište reproducirajala	Gotovi dijelovi	Gotovi finalni proizvodi	Kupci	Dobavljači	Radionice - proizvodna oprema
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 reproducacijskih materijala	Operativna priprema		(2)			(1)	(4)									(3)				
8	Nabavka reproducacijskog materijala	Nabava							(1)								(3)				(2)
9	Lansiranje proizvodnje dijelova i finalnih proizvoda	Operativna priprema	(3) (5)			(1)			(4) (6) (2)												(3)
10	Izdavanja reproducacijskog materijala	Operativna priprema								(1)							(2)				
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 zalihamama
- ◆ 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.

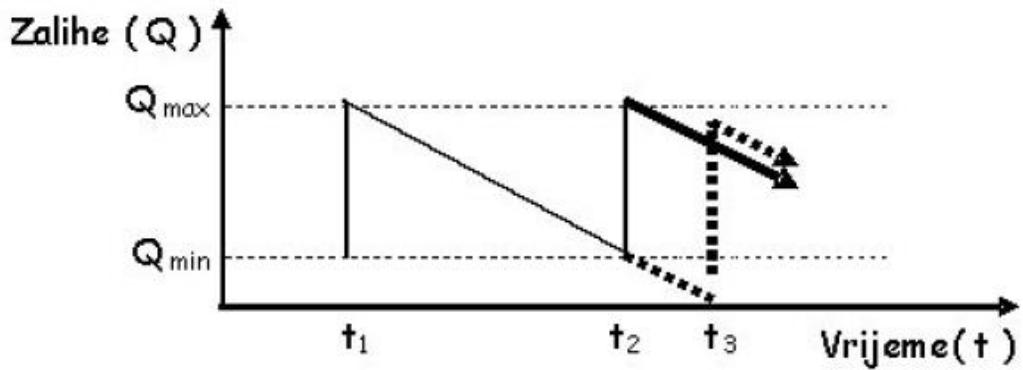
Kod serijske proizvodnje **potrebno je realizovati planirani ritam montaže finalnih proizvoda** (uz prethodnu montažu podsklopova i sklopova). Zbog toga je potrebno **osigurati ritam proizvodnje delova** tako da u skladištu u **svakom trenutku postoji potreban asortiman i broj delova za kontinualnu montažu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

Sistem upravljanja zalihamu se bazira na **sigurnim zalihamama**, 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
 $q = Q_{\max} - Q_{\min} = \text{const}$
 $t \neq \text{const}$

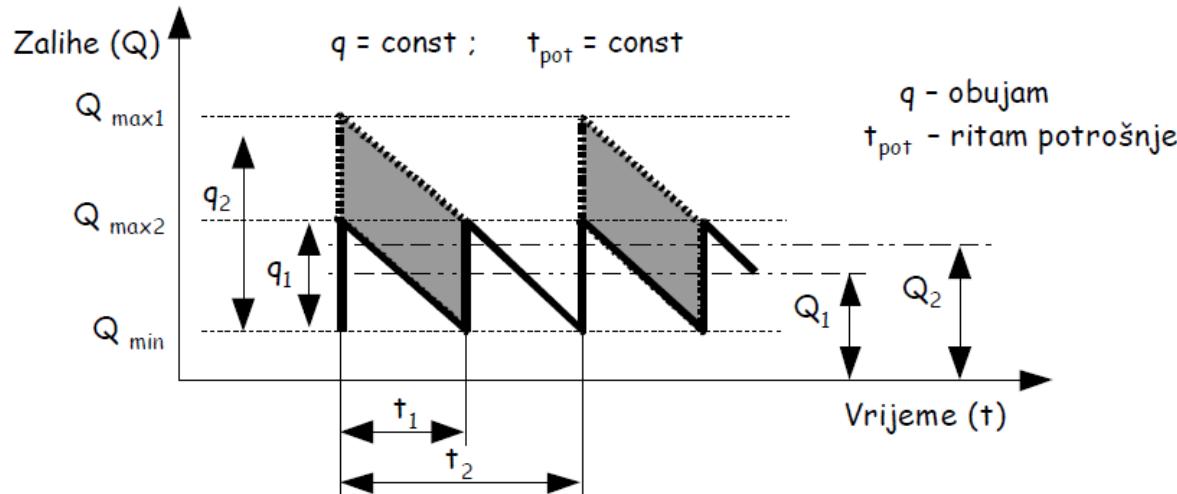
B PERIODIČNO NARUČIVANJE
 $t = \text{const}$
 $q \neq \text{const}$

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



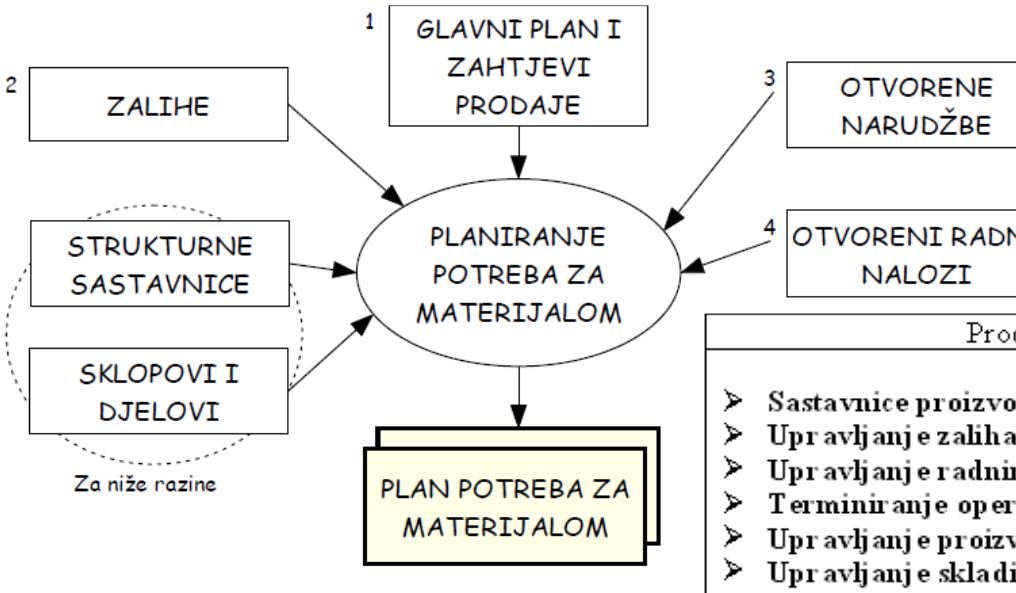
Kriterijum definicije min – max količina kompleksni su i višeslojni, a kao jedna od bitnih varijabli pojavljuje se prosečna vrednost/količina ukupnih zaliha. Treba težiti da je ona što niža, a to se ostvaruje što nižim signalnim, odnosno minimalnim količinama, a srazmerno riziku realizacije proizvodnje (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, zalihamama, narudžbenicama i otvorenim radnim nalozima. Za proizvodnju niže složenosti planovi potrebe za materijalom se baziraju na osnovu sklopova proizvoda (sklop/podsklop/delovi) i struktturnih sastavnica.

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



Procesi	Osnovna pitanja
<ul style="list-style-type: none">➤ Sastavnice proizvoda➤ Upravljanje zalihamama➤ Upravljanje radnim nalozima➤ Terminiranje operacija➤ Upravljanje proizvodnim aktivnostima➤ Upravljanje skladišta	<ul style="list-style-type: none">➤ Šta se želi proizvesti?➤ Koje materijale to zahteva?➤ Kojim materijalima raspoložem o?➤ Koje materijale treba nabaviti?

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.

Modeli ciklusa
proizvodnje

Tehnološke
sastavnice

Normativi rada za
proizvode

Glavni plan
proizvodnje

Terminski planovi
proizvodnje

IZRAČUNAVANJE POTREBNOG FONDA
RADNOG VREMENA (OPTEREĆENJE)

Planovi održavanja

PLANIRANJE RASPOLOŽIVOSTI
PROIZVODNE OPREME

Radni kalendar

Proračun zauzetosti proizvodne
opreme ili tehnoloških grupa

Plan raspoloživosti proizvodne
opreme ili tehnoloških grupa

IZRAČUNAVANJE I USKLAĐIVANJE
PLANA ZAUZETOSTI KAPACITETA

GRUBI PLAN
ZAUZETOSTI
KAPACITETA

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 raspolažem o?➤ Koje materijale treba nabaviti?➤ Koja ograničenja se moraju zadovoljiti?