

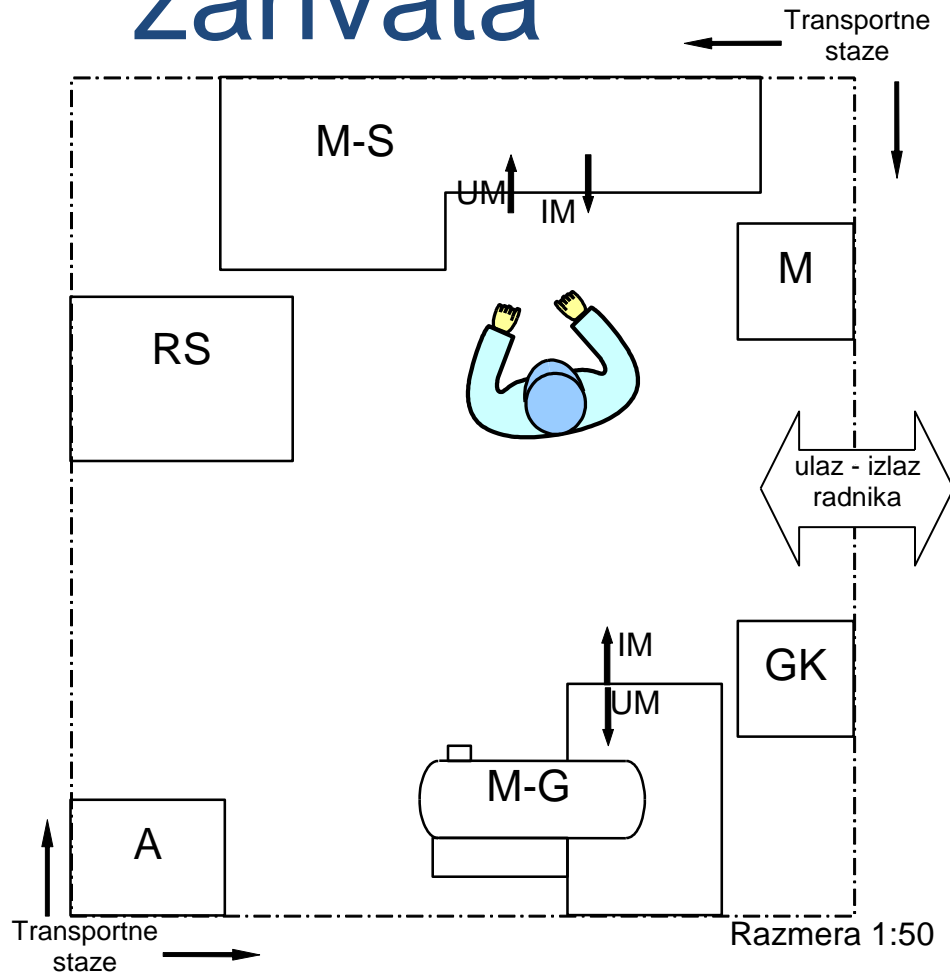


# Osnove industrijskog inženjerstva

## Proučavanje međuzavisnosti zahvata Sinhronizacija resursa

Dragoslav Slović

# Proučavanje međuzavisnosti zahvata



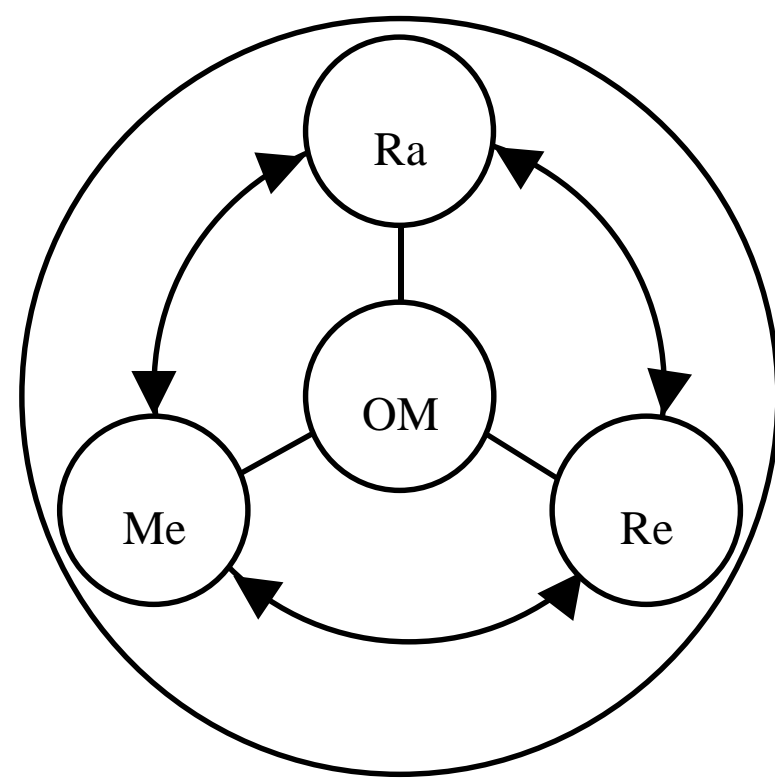
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

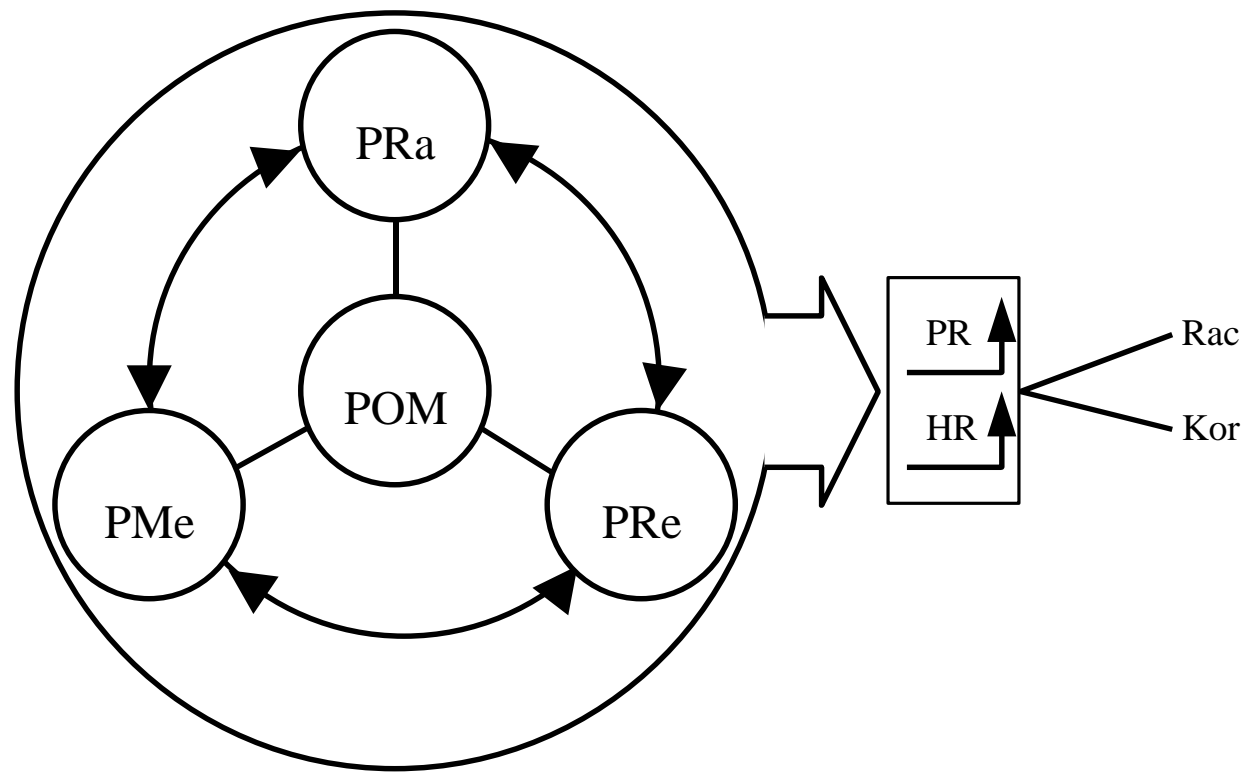
## Metod rada

Metod rada (organizacioni metod rada OM) pri izvođenju operacije na radnom mestu je organizacioni postupak obavljanja određenog skupa aktivnosti (zahvata / pokreta) u oblasti delatnosti ljudskog rada, koje se uvek na isti način obavlja sa ciljem izvršenja nekog zadatka (operacije).

OM je uslovljen:

- Rasporedom objekata na radnom mestu
- Redosledom izvođenja zahvata / pokreta
- Međuzavisnošću izvođenja zahvata / pokreta





## Proučavanje metoda rada

Proučavanje metoda rada (POM) je proces istraživanja postojećih i budućih metoda rada i projektovanja optimalnih metoda rada, u kome se rešava problem organizacije rada pri izvođenju operacije na radnom mestu.

Ciljevi POM su:

- povećanje produktivnosti rada
- poboljšanje humanizacije u radu

Ciljevi POM se ostvaruju:

- racionalizacijom metoda rada i
- korišćenjem dobijenih podataka za planiranje, kontrolu i unapređivanje

## Metod proučavanja metoda rada (MPOM)

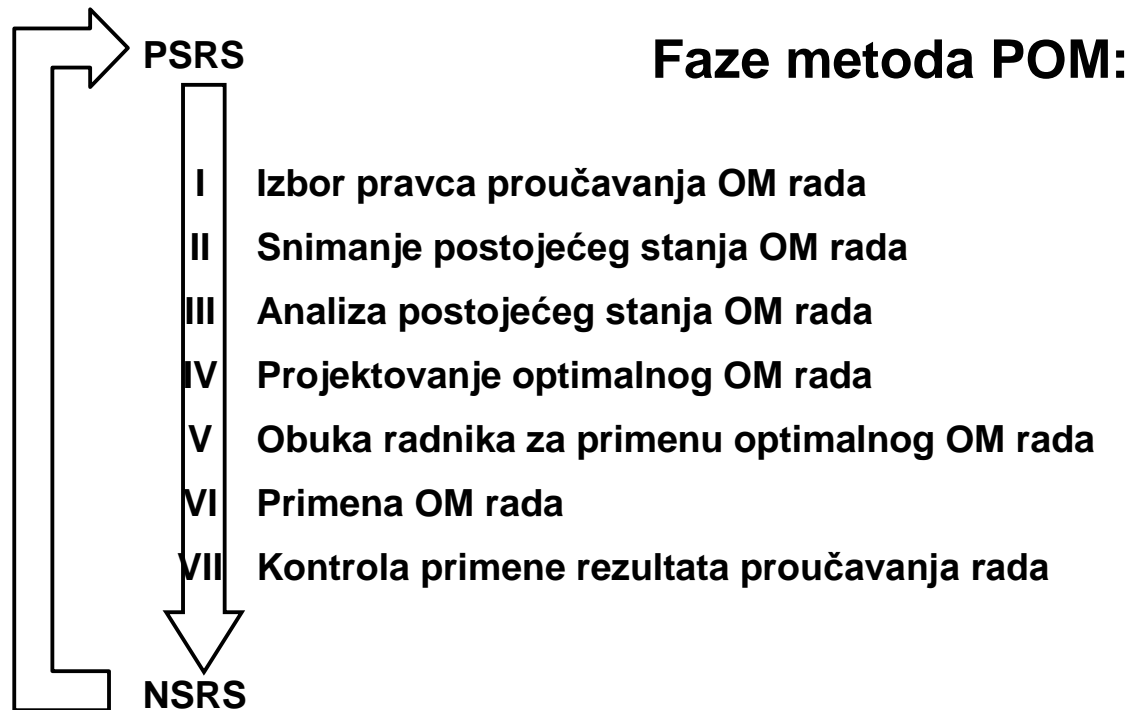
pri izvođenju operacije na radnom mestu  
je složen proces  
u kome se sistematski, smišljeno i planski postupa pri radu  
radi ostvarivanja postavljenog cilja,  
koji se meri unapred definisanim kriterijumima,  
a realizuje u okviru datih ograničenja.

Njegova primena zahteva upotrebu pojedinačnih metoda iz  
oblasti proučavanja organizacionih metoda:

- modela,
- konca,
- hodograma,
- pokretograma, ...

i raznih posebnih metoda istraživanja:  
posmatranje, merenje, eksperiment, upoređivanje, indukcija,  
dedukcija, analiza, sinteza, ...,

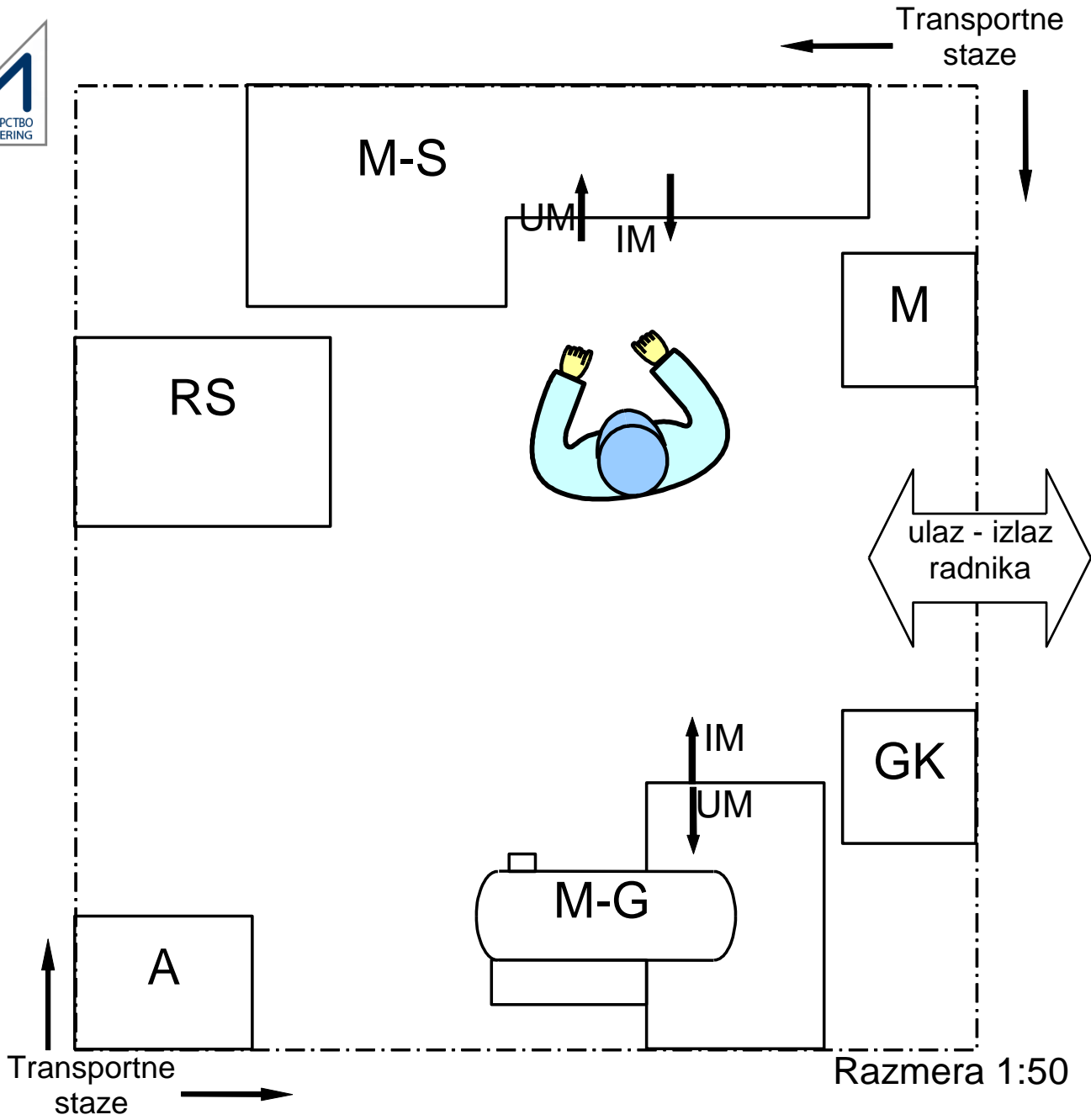
pri čemu je osnovna filozofska orijentacija u istraživanju  
materijalistička.



## Metod proučavanja rada

Metod proučavanja rada sadrži brojne faze koje se odvijaju u određenom nizu i između kojih postoji složena zavisnost. Osnovni niz postupka predstavlja vertikalni proces:

- |  |   |
|--|---|
| <b>I Izbor pravca istraživanja - proučavanja rada:</b> | a) definisanje problema,<br>b) definisanje verbalnog modela,<br>c) objašnjenje problema,<br>d) definisanje cilja istraživanja,<br>e) definisanje kriterijuma,<br>f) definisanje ograničenja.  |
| <b>II Snimanje postojećeg stanja</b>                   | g) Prikupljanje podataka o postojećem stanju.   |
| <b>III Analiza postojećeg stanja</b>                   | h) razdvajanje,<br>i) kritička ocena,<br>j) parcijalna rešenja,<br>k) sinteza parcijalnih rešenja.  |
| <b>IV Projektovanje novih rešenja</b>                  | l) velika sinteza,<br>m) projektovanje optimalne organizacione metode,<br>n) proračun ušteta,<br>o) utvrđivanje potrebnog vremena,<br>p) utvrđivanje relativne vrednosti,<br>r) upotreba rezultata proučavanja rada - racionalizacija rada i korišćenje podataka. |
| <b>V Obuka radnika</b>                                 | s) prezentacija rezultata, obuka radnika, izbor radnika.  |
| <b>VI Primena rezultata proučavanja rada</b>           | t) dobijanje potrebnih saglasnosti, ..., informisanje radnika,<br>u) provera učinjenih izmena,<br>v) primena rezultata PR,  |
| <b>VII Kontrola primene rezultata proučavanja rada</b> | w) kontrola primene (OM, PV, RV),<br>x) proračun ostvarenih efekata.  |



Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora



# Značaj proučavanja međuzavisnosti

- Operaciju na radnom mestu često obavlja više resursa – radnika i/ili mašina i postoji potreba da se njihov rad uskladi-sinhronizuje.
- Radnik obavlja zahvate koji se mogu grupisati u tri grupe: radi, hoda ili čeka. Mašina obavlja aktivnosti koje se mogu, takođe, grupisati u tri grupe: radi, zauzeta je ili čeka.
- Proučavanjem međuzavisnosti zahvata vrši se sinhronizacija aktivnosti više resursa – radnika i mašina koji zajedno obavljaju operaciju, čime se skraćuje vreme potrebno za izvođenje operacije i povećava produktivnost. Posebno se vodi računa o humanizaciji rada, kako bi se rad olakšao i učinio bezbednijim.
- Prethodno, kao prethodni korak u definisanju proizvodnog procesa, su definisani raspored i redosled, a proučavanjem međuzavisnosti **po prvi put se usaglašavaju – sinhronizuju zahvati svih resursa koji obavljaju operaciju, eliminišu čekanja resursa i propisuje međuzavisnost svih zahvata** pri izvođenju operacije na radnom mestu koja omogućava najlakši, najbezbedniji i najproduktivniji rad.
- Ukoliko postoji potreba, trebalo bi se **vratiti** na proučavanje redosleda ili rasporeda.

## Pitalice i pravila za proučavanje međuzavisnosti

	<b>Međuzavisnost zahvata</b>	
<b>Pitanja za</b>	<b>Resurs</b>	<b>Tok</b>
<b>Postojeće stanje</b>	Ko - što radi?	Kada se radi?
<b>Razlog</b>	Zašto radi on - to?	Zbog čega se tada radi?
<b>Moguće alternative</b>	Ko - što bi moglo da radi?	Kada bi se moglo raditi?
<b>Izbor alternativa</b>	Ko - što bi trebalo da radi?	Kada bi trebalo da se radi?
<b>Pravila</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (radnik ili mašina) koji je usko grlo ciklusa jedne ili više operacija, koje se izvršavaju na jednom ili više radnih mesta.</li> <li>2. Za vreme nezavisnog rada jedne mašine obaviti zavisne zahvate na drugoj mašini.</li> <li>3. Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.</li> <li>4. Ispitati međuzavisnost zahvata i razdvojiti zahvate na zavisne i nezavisne. Ispitati mogućnost paralelnog rada na nezavisnim zahvatima.</li> <li>5. Dodeliti zahvate resursima iste vrste, tako da vreme ciklusa bude minimalno.</li> </ol>	
<b>Način poboljšavanja</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ispitati mogućnost da se eliminiše deo.</li> <li>2. Ispitati mogućnost da se eliminiše operacija.</li> <li>3. Eliminirati čekanja.</li> <li>4. Dodeliti zahvate resursima iste vrste tako da vreme ciklusa bude minimalno.</li> <li>5. Sinhronizovati rad više resursa.</li> </ol>	
	<b>RACIONALIZOVATI RASPORED OPREME I KOMANDI I REDOSLED ZAHVATA</b>	
<b>Cilj</b>	<p style="text-align: center;"><b>UKOLIKO SE:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skraćuje vreme ciklusa.</li> <li>2. Povećava produktivnost.</li> <li>3. Poboljšava humanizacija.</li> <li>4. Smanjuje sadržaj rada.</li> <li>5. Snižavaju troškovi.</li> </ol>	

## Pitalice za proučavanje međuzavisnosti

	<b>Međuzavisnost zahvata</b>	
<b>Pitanja za</b>	<b>Resurs</b>	<b>Tok</b>
<b>Postojeće stanje</b>	Ko - što radi?	Kada se radi?
<b>Razlog</b>	Zašto radi on - to?	Zbog čega se tada radi?
<b>Moguće alternative</b>	Ko - što bi moglo da radi?	Kada bi se moglo raditi?
<b>Izbor alternativa</b>	Ko - što bi trebalo da radi?	Kada bi trebalo da se radi?

## Pravila za projektovanje međuzavisnosti zahvata

1. Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (radnik ili mašina) koji je usko grlo ciklusa jedne ili više operacija, koje se izvršavaju na jednom ili više radnih mesta.
2. Za vreme nezavisnog rada jedne mašine obaviti zavisne zahvate na drugoj mašini.
3. Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.
4. Ispitati međuzavisnost zahvata i razdvojiti zahvate na zavisne i nezavisne. Ispitati mogućnost paralelnog rada na nezavisnim zahvatima.
5. Dodeliti zahvate resursima iste vrste, tako da vreme ciklusa bude minimalno.

1. Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (radnik ili mašina) koji je usko grlo ciklusa jedne ili više operacija, koje se izvršavaju na jednom ili više radnih mesta.

- Usko grlo u operaciji je onaj resurs koji ima najveći stepen zauzetosti (stepen zauzetosti radnika se računa kao zbir rada i hodanja podeljen sa trajanjem ciklusa) ili korišćenja (stepen korišćenja mašine se računa kao zbir rada i zauzetosti podeljen sa trajanjem ciklusa).
- Međusobno zavisni zahvati su zahvati koje izvršava više od jednog resursa zajedno, a međusobno nezavisni zahvati su zahvati koje svaki resurs izvršava samostalno.
- Resurs koji je usko grlo određuje koliko će trajati ciklus operacije i trebalo bi da ima prioritet prilikom izvršavanja međuzavisnih zahvata.
- Prioritet znači da je potrebno sprečiti ili eliminisati čekanje uskog grla na drugi resurs pre izvođenja međuzavisnih zahvata, čak i ako se poveća čekanje resursa koji nije usko grlo. Na taj način se povećava produktivnost.

## 2. Za vreme nezavisnog rada jedne mašine obaviti zavisne zahvate na drugoj mašini.

- Postoje brojni slučajevi u proizvodnji da jedan radnik radi na više mašina.
- Savremene mašine mogu da deo ciklusa operacije (rad mašine) obavljaju samostalno, bez prisustva i neposrednog učešća radnika.
- Radnik na takvim mašinama najčešće puni, prazni i aktivira mašinu.
- Potrebno je posmatrati izradu serije delova – prethodni, tekući i naredni deo prilikom analize.
- Trebalo bi da za vreme dok jedna mašina nezavisno obrađuje tekući deo radnik napuni, isprazni ili aktivira drugu mašinu (sledeću mašinu prethodnim iz serije, a prethodnu mašinu narednim iz serije), čime se smanjuje čekanje i trajanje ciklusa. Na taj način se povećava produktivnost.

### 3. Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.

- Postoje brojni slučajevi u proizvodnji da jedan radnik radi na više mašina.
- Savremene mašine mogu da deo ciklusa operacije (rad mašine) obavljaju samostalno, bez prisustva i neposrednog učešća radnika.
- Radnik za to vreme često čeka. Ovo je navika iz perioda rada na starim mašinama, kada je radnik morao sve vreme da kontroliše rad mašine.
- Potrebno je posmatrati izradu serije delova – prethodni, tekući i naredni deo prilikom analize.
- Trebalo bi da za vreme dok drugi radnik ili mašina nezavisno obrađuje tekući deo radnik obavi nezavisne zahvate na prethodnom ili sledećem delu iz serije, čime se smanjuje čekanje i trajanje ciklusa. Na taj način se povećava produktivnost.

4. Ispitati međuzavisnost zahvata i razdvojiti zahvate na zavisne i nezavisne. Ispitati mogućnost paralelnog rada na nezavisnim zahvatima.

- Međusobno zavisni zahvati su zahvati koje izvršava više od jednog resursa zajedno, a međusobno nezavisni zahvati su zahvati koje svaki resurs izvršava samostalno.
- Nezavisne zahvate svaki resurs – radnik ili mašina, mogu obavljati bez obzira na to šta u tom periodu rade ostali resursi.
- Potrebno je posmatrati izradu serije delova – prethodni, tekući i naredni deo prilikom analize.
- Trebalo bi da za vreme dok jedna resurs nezavisno obrađuje tekući deo drugi resurs obavi nezavisne zahvate na prethodnom ili sledećem delu iz serije, čime se smanjuje čekanje i trajanje ciklusa. Na taj način se povećava produktivnost.



## 5. Dodeliti zahvate resursima iste vrste, tako da vreme ciklusa bude minimalno.

- Postoje brojni slučajevi u proizvodnji da više radnika ili mašina iste vrste radi zajedno na istoj operaciji.
- Idealno bi bilo da svi radnici ili mašine rade sve vreme tokom trajanja ciklusa operacije, ali to najčešće nije slučaj.
- Potrebno je posmatrati izradu serije delova – prethodni, tekući i naredni deo prilikom analize.
- Jedan pristup je da se posao podeli tako da svi radnici budu približno isto opterećeni, ali ovaj pristup može dovesti do gubitaka.
- Trebalo bi da se posao podeli tako da ukupno trajanje ciklusa bude minimalno a da se različito opterećeni radnici rotiraju tokom smene u određenim intervalima. Na taj način se povećava produktivnost.
- Ako se posmatraju mašine, trebalo bi opet voditi računa o tome da trajanje ciklusa bude minimalno, a ne da opterećenje mašina bude približno isto. Na taj način se povećava produktivnost.

## Način poboljšavanja međuzavisnosti

1. Ispitati mogućnost da se eliminiše deo.
2. Ispitati mogućnost da se eliminiše operacija.
3. Eliminirati čekanja.
4. Dodeliti zahvate resursima iste vrste tako da vreme ciklusa bude minimalno.
5. Sinhronizovati rad više resursa.

**RACIONALIZOVATI RASPORED OPREME I KOMANDI  
I REDOSLED ZAHVATA**

## Ciljevi proučavanja međuzavisnosti

1. Skratiti potrebno vreme za operaciju.
2. Povećati produktivnost.
3. Poboľjšati humanizaciju.
4. Smanjiti sadržaj rada.
5. Sniziti troškove.

## Metodi i tehnike proučavanja međuzavisnosti

- Metod i Karta međuzavisnih zahvata  
(međuzavisnost više aktivnosti svih resursa u vremenu)

Pitanje:  
Šta se i kako prikazuje kartom \_\_\_\_\_?



Laboratorija za proizvodnju rada																
Karta međuzavisnih zahvata																
Pogon:		Mašinska radionica					Snimač:		D.S.		Studija:		P-X-2			
Tok:		rada / materijala					Datum:		15.8.98		Strana: 3		Od: 7			
Opis operacije:		Izrada osovine elektromotora					Rekapitulacija									
Alat / pribor:		=					Opis veličine	Jedinica mere	PS	NS	$\Delta_{NS}$	$\eta_{NS}$				
Uslovi rada:		Normalni, radionički					Tc	s	140							
Resursi:		R1: Radnik P.Z R2: Strug; R3: Glodalica					Pr	kom/h	25,7							
Početni zahvat:		Puni strug														
Završni zahvat:		Vraća se do struga														
Postojeće / <del>Novo</del> stanje						$\Delta_{NS} = NS - PS$ ; $\eta_{NS} = \frac{[NS - PS]}{PS} \cdot 100 [\%]$										
T [s]	R1: Radnik				R2: Strug				R3: Glodalica				R4:			
0	Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip	
	Puni strug	10	r r h c		Puni se	10	r r z c									
	Uklj. strug	5	r r h c		Uključuje se	5	r r z c									
30	Čeka	55	r r h c		Automatski rad struga	55	r r z c		Čeka	85	r r z c					
60	Prazni strug	10	r r h c		Prazni se	10	r r z c									
90	Do glodalice	5	r r h c						Puni se	10	r r z c					
	Puni glodalicu	10	r r h c						Uključuje se	5	r r z c					
	Uklj. glodal.	5	r r h c						Automatski rad	25	r r z c					
120	Čeka	25	r r h c		Čeka	60	r r z c		Prazni se	10	r r z c					
	Prazni glodalicu	10	r r h c						Čeka	5	r r z c					
	Do struga	5	r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													
			r r h c													

## Karta međuzavisnih zahvata

Kartom međuzavisnih zahvata prikazuje se grafički model međuzavisnosti svih zahvata, svih resursa – radnika i mašina u vremenu, prilikom izvođenja operacije na radnom mestu, upotrebom odgovarajućih simbola aktivnosti, koji su prikazani u formi tabele.

Za svaki resurs – radnika ili mašinu koji učestvuju u operaciji tabela ima posebnu veću kolonu. Svaka od ovih većih kolona je podeljena na pet delova, tako da sadrži opis, trajanje i prostor za ucrtavanje odvijanja zahvata u vremenu, prema tipu zahvata (postoje tri kolone, za radnika radi, hoda ili čeka, a za mašinu radi, zauzeta ili čeka).

Pored toga, sa leve strane, kao prva kolona, nalazi se vremenska osa, koja u odgovarajućoj razmeri prikazuje protok vremena prilikom obavljanja operacije.



## Popunjavanje karte međuzavisnih zahvata

Korak	Napomena
1. Popuniti zaglavlje karte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Popuniti poznate rubrike na početku</li> <li>- Na kraju snimanja prekontrolisati i dopuniti zaglavlje</li> </ul>
2. Prepoznati sve resurse – radnike ili mašine koji učestvuju u operaciji	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voditi računa o sopstvenoj i bezbednosti drugih lica</li> </ul>
3. Prepoznati i opisati sve zahvate svakog resursa i njihovu međuzavisnost	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Za svaki zahvat svakog resursa prikupiti opis, trajanje, međuzavisnost, tip zahvata,</li> </ul>
4. Nacrtati grafički model međuzavisnih zahvata	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Izradu modela započeti unošenjem resursa – radnika i mašina koji učestvuju u operaciji</li> <li>- Definisati tipove svakog resursa, radnik radi, hoda ili čeka, a mašina radi, zauzeta je ili čeka</li> <li>- Upisati opis i trajanje zahvata.</li> <li>- U odgovarajuću rubriku ucrtati izlomljenu liniju koja prikazuje početak, trajanje i kraj zahvata, zavisno od tipa zahvata</li> <li>- Voditi računa o vremenskoj osi i razmeri</li> <li>- Voditi računa da se moraju uneti svi zahvati svih resursa, a da je ukupno trajanje svih zahvata svakog resursa jednako trajanju ciklusa</li> </ul>
5. Izračunati i upisati potrebne podatke za rekapitulaciju	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voditi računa o ukupnom trajanju ciklusa i ciklusu svakog resursa</li> </ul>