



# Projektovanje procesa rada - međuzavisnost aktivnosti

Metod karte međuzavisnih zahvata

# Osnove industrijskog inženjerstva

- Proučavanje organizacionih metoda rada
  - Raspored opreme i komandi na radnom mestu
  - Redosled zahvata ili pokreta pri izvođenju operacije
  - **Međuzavisnost zahvata ili pokreta pri izvođenju operacije**
- Utvrđivanje potrebnog vremena - normativa rada
- Utvrđivanje vrednosti i stimulativno plaćanje rada



# Proučavanje međuzavisnosti zahvata pri izvođenju operacije na radnom mestu

- Proučavanju međuzavisnosti zahvata pristupa se nakon proučavanja rasporeda opreme i projektovanja redosleda zahvata pri izvođenju operacije.
- Proučavanjem međuzavisnih 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.



# Proučavanje međuzavisnosti zahvata pri izvođenju operacije na radnom mestu

- **Metod karte međuzavisnih zahvata** – postupak proučavanja međuzavisnosti zahvata na radnom mestu.
- **Kartom međuzavisnih zahvata** prikazuje se grafički model međuzavisnosti svih zahvata, svih resursa – radnika i mašina u vremenu, prilikom izvođenja operacije na radnom mestu.
- **Nezavisni zahvati** su oni koje resurs može da izvodi bez obzira na to šta drugi resursi rade u tom trenutku, a zavisni zahvati su oni koji zajedno nešto rade.

## Pitalice za proučavanje međuzavisnosti

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

## Način poboljšavanja međuzavisnosti zahvata

1. Eliminisati čekanja resursa koji je usko grlo.
2. Eliminisati čekanja ostalih resursa.
3. Dodeliti zahvate resursima iste vrste tako da vreme ciklusa bude minimalno.
4. Paralelno obavljati nezavisne zahvate na više resursa i više predmeta rada.
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. Poboljšati humanizaciju.
4. Smanjiti sadržaj rada.
5. Sniziti troškove.

## Faze metoda proučavanja metoda rada

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

### I Izbor pravca istraživanja :

- a) definisanje problema,
- b) definisanje verbalnog modela,
- c) objašnjenje problema,
- d) definisanje cilja istraživanja,
- e) definisanje kriterijuma,
- f) definisanje ograničenja.

### II Snimanje postojećeg stanja metodom karte međuzavisnosti zahvata

- g) Prikupljanje podataka o postojećem stanju.

### III Analiza postojećeg stanja

- h) razdvajanje,
- i) kritička ocena,
- j) parcijalna rešenja,
- k) sinteza parcijalnih rešenja.

### IV Projektovanje novih rešenja metodom karte međuzavisnosti zahvata

- l) velika sinteza,
- m) projektovanje optimalnog metoda rada,
- n) proračun ušteda,
- o) utvrđivanje potrebnog vremena,
- p) utvrđivanje relativne vrednosti,
- r) testiranje rezultata proučavanja rada - racionalizacija rada i korišćenje podataka.
- s) prezentacija rezultata, obuka radnika, izbor radnika.

### V Obuka radnika

- t) dobijanje potrebnih saglasnosti, ..., informisanje radnika,

### VI Primena rezultata

- u) provera učinjenih izmena,

### VII Kontrola primene rezultata

- v) primena rezultata PR,
- w) kontrola primene (MR, PV, RV),
- x) proračun ostvarenih efekata.

## Popunjavanje karte međuzavisnih zahvata

Korak	Napomena
1. Popuniti zaglavje karte	<ul style="list-style-type: none"><li>- Popuniti poznate rubrike na početku</li><li>- Na kraju snimanja prekontrolisati i dopuniti zaglavje</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 zahvata 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 skali 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><li>- Nakon poslednjeg zahvata, u kolonama za tip zahvata, sabrati i upisati trajanje svakog tipa zahvata po resursima.</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>





## Primer 1. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

### OPIS PROBLEMA

Proizvodnja i isporuka veće količine elektromotora kasni zbog niske produktivnosti pri izvođenju operacije izrade osovine elektromotora. Da bi se ispoštovali rokovi isporuke, i izbeglo plaćanje penala potrebno je povećati proizvodnju na ovoj operaciji za 30%.

Za izvođenje operacije se koriste dve mašine (strug i glodalica), koje opslužuje jedan radnik.

Zbog ograničenih sredstava ne mogu se angažovati dodatni resursi, već rast proizvodnje treba ostvariti povećanjem produktivnosti.

Prethodnim istraživanjima su sakupljeni sledeći podaci o postojećem stanju:

- Raspored opreme na radnom mestu je dat na slici 1.
- Na radnom mestu se nalazi sledeća oprema: Strug (M-S), Glodalica (M-G), orman za alat (A), radni sto (RS), kutija za neobrađene (M) i obrađene (GK) delove.
- Neobrađeni i obrađeni komadi se nalaze u kutijama, na odgovarajućim dodavačima.
- Mašinska obrada se obavlja automatski, a radnik puni, startuje i prazni mašine.
- Mašine se automatski zaustavljaju na kraju obrade.
- Izarađuje se serija proizvoda.
- Jeden radnik opslužuje obe mašine, na način opisan u nastavku teksta.



## Primer 1. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

### CILJ:

Povećati produktivnost u proizvodnji osovina za elektromotore za 30%, delovanjem na međuzavisnost zahvata radnika i mašina.

### KRITERIJUMI:

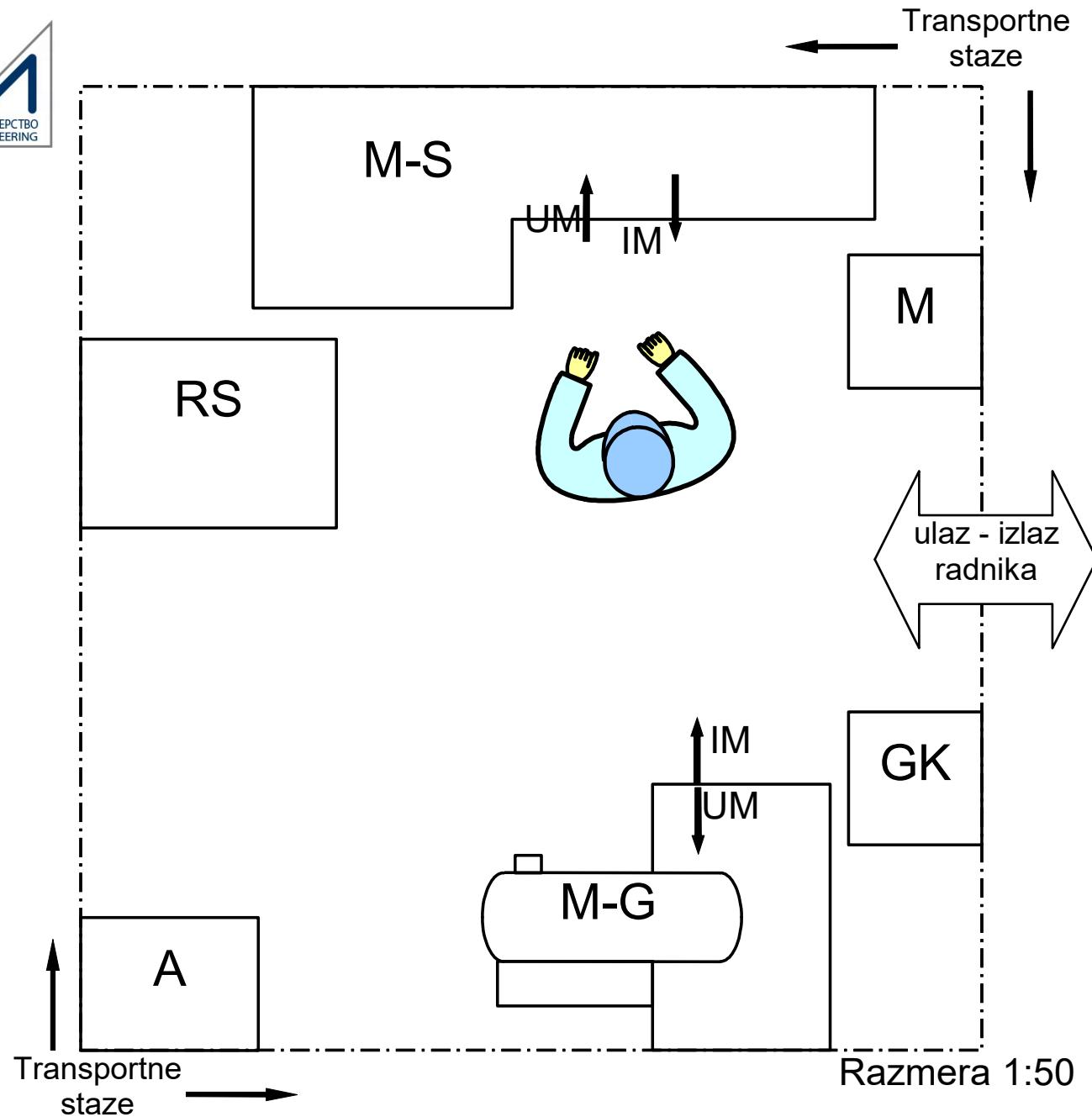
Trajanje ciklusa izrade jedne osovine, produktivnost(broj proizvedenih osovina za 1 sat).

### OGRANIČENJA:

Može se delovati samo na sinhronizaciju rada radnika i mašina na izradi serije proizvoda. Konstrukcija proizvoda, tehnologija izrade, raspored opreme i redosled zahvata se ne mogu menjati.

### ALGORITAM:

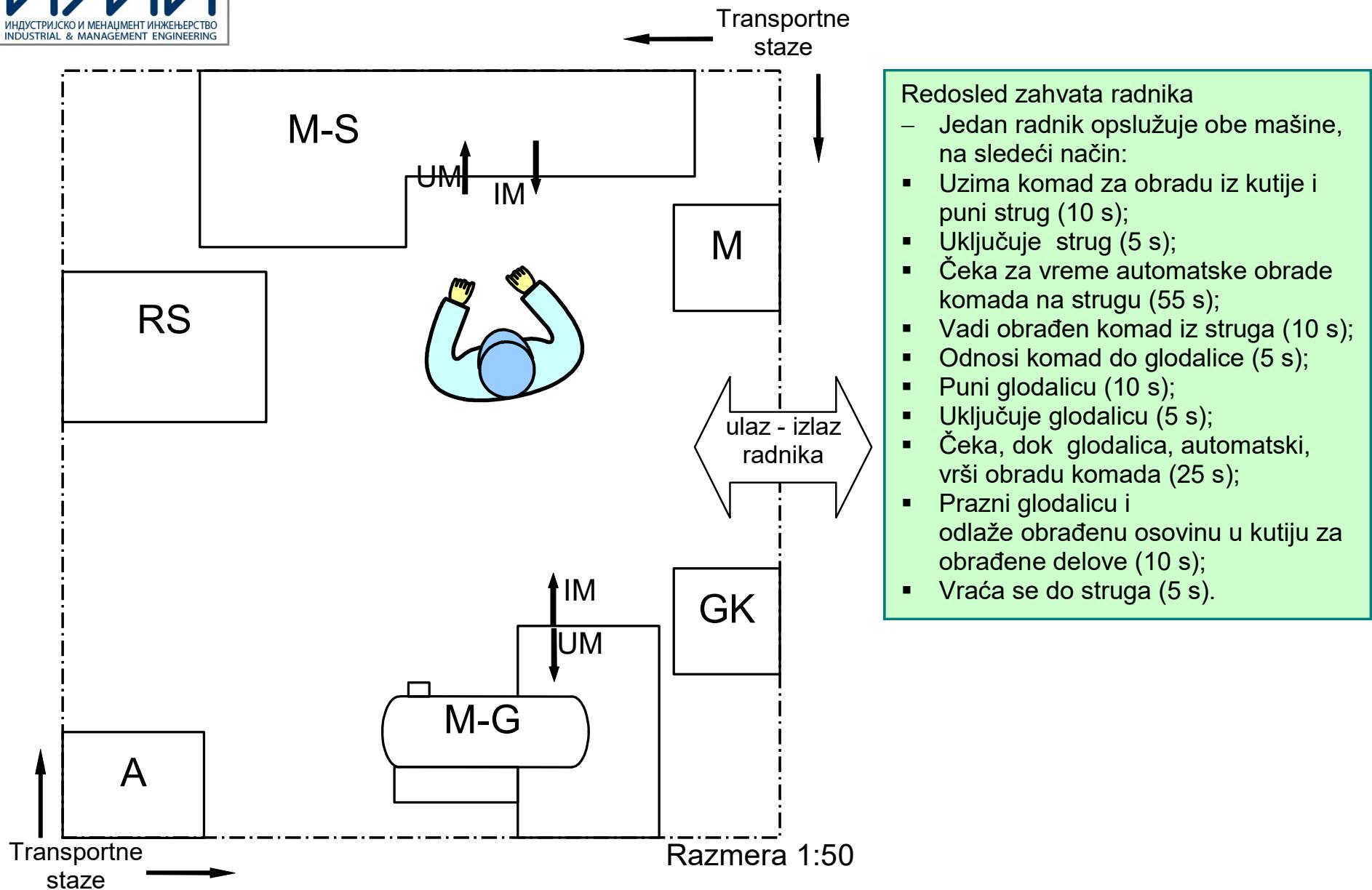
- Snimiti postojeće stanje, kartom međuzavisnih zahvata
- Analizirati postojeće stanje.
- Projektovati novo rešenje istom kartom.
- Proračunati očekivane uštede, prema definisanim kriterijumima.
- Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem.



Razmera 1:50

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

## Primer 1. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba



Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora



## Primer 1. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba Rešenje

- a) Prikazati postojeći način rada kartom međuzavisnih zahvata
  - Karta međuzavisnih zahvata PS
- b) Analizirati postojeće stanje
  - Razdvajanje
  - Kritika sa idejama
  - Sinteza
- c) Projektovati nov način rada kartom međuzavisnih zahvata
  - Karta međuzavisnih zahvata NS
- d) Proračunati uštede.
  - Analiza postojećeg stanja -sinteza
  - Rekapitulacija ušteda
- e) Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem
  - Rekapitulacija ušteda

## a) Prikazati postojeći način rada kartom međuzavisnih zahvata

T [ s ]	R1: Radnik			R2: Strug			R3: Glodalica			R4:		
	Opis zahvata	t	tip r h č	Opis zahvata	t	tip r z č	Opis zahvata	t	tip r z č	Opis zahvata	t	tip r z č
10	Puni strug	10	v v	Puni se	10	v v						
20	Uključuje strug	5	v	Uključuje se	5	v						
30												
40												
50	Čeka	56		Automatski rad struga	55	v v v v v v v v	Čeka	85	v v v v v v v v			
60												
70												
80	Prazni strug	10	v	Prazni se	10	v						
90	Do glodalice	5	v									
100	Puni glodalicu	10	v									
110	Uklj. glodalicu	5	v									
120												
130	Čeka	25		Čeka	60	v v v v v v v v	Automatski rad	25	v v v v v v v v			
140	Prazni glodalicu	10	v v									
	Do struga	5	v									
				50 90 80								
					55 25 80							
						25 55 90						

## a) Prikazati postojeći način rada kartom međuzavisnih zahvata

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda		
	<b>Mašinska radionica</b>					
	Radno mesto			Šifra RM.		
	Operacija			Šifra operacije		
<b>Izrada osovine elektromotora</b>	Opis operacije	Uslovi rada	Normalni, radionički	<b>Rekapitulacija stanja</b>		
		Radnik	D.S.	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje
		Zapisnik		Tc	S	140
		Lista opreme		Pr	kom/h	25,7
		Raspored				
		Redosled				
		Međuzavisnost				
<b>KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA</b>		Tok: rada / predmeta rada		Postojeće / Nove stanje		

$$T_c = 140 \text{ [s]}$$

$$P_r = 3600/140 = 25,7 \text{ [kom/h]}$$



a) Prikazati postojeći  
način rada kartom  
međuzavisnih zahvata

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda								
	Mašinska radionica											
	Radno mesto		Šifra RM.									
Operacija			Šifra operacije									
Opis operacije		Uslovi rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja								
Izrada osovine elektromotora		Radnik	D.S.	Opis veličine Jedinica mere Stanje								
		Zapisnik		Tc 140								
		Lista opreme		Pr kom/h 25,7								
		Raspored										
		Redosled										
		Međuzavisnost										
KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA		Tok: rada / predmeta rada		Postojeće / Novo stanje								
T [ s ]	R1: Radnik			R2: Strug			R3: Glodalica			R4:		
	Opis zahvata	t r	tip h č	Opis zahvata	t r z	tip č	Opis zahvata	t r z	tip č	Opis zahvata	t r z	tip č
10	Puni strug	10	>	Puni se	10	>						
20	Uključuje strug	5	>	Uključuje se	5	>						
30												
40												
50	Čeka	56		Automatski rad struga	55		Čeka	85				
60												
70												
80	Prazni strug	10	>	Prazni se	10	>						
90	Do glodalice	5	>				Puni se	10	>			
100	Puni glodalicu	10	>				Uključuje se	5	>			
110	Uklj. glodalicu	5	>									
120												
130	Čeka	25		Čeka	60		Automatski rad	25				
140	Prazni glodalicu	10	>				Prazni se	10	>			
	Do struga	5	>				Čeka	5	>			
				50	10	80		55	25	55	90	



## b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada osovine elektromotora	Šifra operacije	
Razdvajanje				
<b>1. Po trajnosti:</b> operacija se obavlja trajno, na proizvodu iz stalnog programa preduzeća.				
<b>2. Po stabilnosti:</b> operacija se izvodi stabilno, svakoga radnog dana u toku godine.				
<b>3. Po pravcu istraživanja:</b> međuzavisnost zahvata.				
<b>4. Po kriterijumu:</b> skratiti dužinu trajanja ciklusa. povećati produktivnost.				



## b) Analiza - razdvajanje

### **5. Po elementima međuzavisnosti:**

Nezavisni zahvati radnika I mašina su dati u narednoj tabeli:

Nezavisni zahvati		
Radnik	Strug	Glodalica
Čekanje 1 (za vreme automatskog rada struga)	Automatski rad	Čekanje na vreme rada na strugu i hoda do glodalice
Hod do glodalica	Čekanje za vreme hoda i rada na glodalici	Automatski rad
Čekanje 2 (za vreme automatskog rada glodalice)		Čekanje za vreme hoda do struga
Hod do struga		

### **6. Po metodama i sredstvima:**

Metod karte međuzavisnih zahvata, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalne međuzavisnosti, rešenja iz literature, dobra praksa.



## b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada osovine elektromotora	Šifra operacije	
Razdvajanje				

### 1. Po trajnosti:

operacija se obavlja trajno, na proizvodu iz stalnog programa preduzeća.

### 2. Po stabilnosti:

operacija se izvodi stabilno, svakoga radnog dana u toku godine.

### 3. Po pravcu istraživanja:

međuzavisnost zahvata.

### 4. Po kriterijumu:

skratiti dužinu trajanja ciklusa.

povećati produktivnost.

### 5. Po elementima međuzavisnosti:

Nezavisni zahvati radnika I mašina su dati u narednoj tabeli:

Nezavisni zahvati		
Radnik	Strug	Glodalica
Čekanje 1 (za vreme automatskog rada struga)	Automatski rad	Čekanje na vreme rada na strugu i hoda do glodalice
Hod do glodalica	Čekanje za vreme hoda i rada na glodalici	Automatski rad
Čekanje 2 (za vreme automatskog rada glodalice)		Čekanje za vreme hoda do struga
Hod do struga		

### 6. Po metodama i sredstvima:

Metod karte međuzavisnih zahvata, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalne međuzavisnosti, rešenja iz literature, dobra praksa.

## b) Analiza – kritika sa idejama

FON	Radno mesto		Šifra RM.				
	Operacija	Izrada osovine elektromotora	Šifra				
Kritika		Ideje					
<b>Međuzavisnost</b>							
<b>Pravilo 1:</b> Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (čovek ili mašina) koji je usko grlo ciklusa. Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika ( $\xi_R$ ) i stepena korišćenja maštine ( $\mu_M$ ).							
$\xi_R = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 =$ $= (50 + 10) / 140 * 100 = 43 \%$							
$\mu_{struga} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 =$ $= (55 + 25) / 140 * 100 = 57 \%$							
$\mu_{glodalice} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 =$ $= (25 + 25) / 140 * 100 = 36 \%$							
<b>Usko grlo ciklusa je strug.</b>							
Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima strug.							

## b) Analiza – kritika sa idejama

### Međuzavisnost

#### Pravilo 3:

Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.

#### Potrebno je eliminisati čekanje struga.

#### Zbog čega strug čeka?

Strug čeka, dok radnik nosi prethodno obrađeni komad do glodalice, postavlja ga i čeka da glodalica obavi mašinsku obradu komada, jer nije napunjen sledećim komadom za obradu.

#### Može li se eliminisati čekanje struga?

Može, ideje 1. a) – 1.c).

### Međuzavisnost

#### 1. Čekanje struga za vreme rada sa glodalicom

- a) Ukoliko se posmatra izrada serije delova moguće je paralelno izvoditi obradu dva komada na strugu i glodalici.
- b) Za vreme automatske obrade na strugu (obrađuje i-ti komad), radnik može odneti prethodno obrađeni komad do glodalice (i-1 komad) i izvršiti obradu na glodalici.
- c) Nakon obrade komada na strugu (i-1 komad) radnik ga može izvaditi i staviti na radni sto pored struga, zatim napuniti strug sa sledećim komadom za obradu (i-ti komad) i startovati strug, a nakon toga za vreme automatske obrade i-tog komada na strugu izvršiti zahvate vezane za obradu i-1-og komada na glodalici.



## b) Analiza – kritika sa idejama

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada osovine elektromotora	Šifra	
Kritika		Ideje		
<b>Međuzavisnost</b>			<b>Međuzavisnost</b>	
<b>Pravilo 1:</b> Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (čovek ili mašina) koji je usko grlo ciklusa. Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika ( $\xi_R$ ) i stepena korišćenja maštine ( $\mu_M$ ). $\xi_R = (t_{rada} + t_{hodanja}) / t_{ukupno} * 100 =$ $= (50 + 10) / 140 * 100 = 43 \%$ $\mu_{struga} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 =$ $= (55 + 25) / 140 * 100 = 57 \%$ $\mu_{glodalice} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 =$ $= (25 + 25) / 140 * 100 = 36 \%$			<b>1. Čekanje struga za vreme rada sa glodalicom</b> a) Ukoliko se posmatra izrada serije delova moguće je paralelno izvoditi obradu dva komada na strugu i glodalici. b) Za vreme automatske obrade na strugu (obrađuje i-ti komad), radnik može odneti prethodno obrađeni komad do glodalice (i-1 komad) i izvršiti obradu na glodalici. c) Nakon obrade komada na strugu (i-1 komad) radnik ga može izvaditi i staviti na radni sto pored struga, zatim napuniti strug sa sledećim komadom za obradu (i-ti komad) i startovati strug, a nakon toga za vreme automatske obrade i-tog komada na strugu izvršiti zahvate vezane za obradu i-1-og komada na glodalici.	
<b>Usko grlo ciklusa je strug.</b> Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima strug.				
<b>Pravilo 3:</b> Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika. <b>Potrebno je eliminisati čekanje struga.</b> <b>Zbog čega strug čeka?</b> Strug čeka, dok radnik nosi prethodno obrađeni komad do glodalice, postavlja ga i čeka da glodalica obavi mašinsku obradu komada, jer nije napunjen sledećim komadom za obradu.				
<b>Može li se eliminisati čekanje struga?</b> Može, ideje 1. a) – 1.c).				



## b) Analiza – sinteza

FON	Radno	Šifra RM.	Šifra																																	
	Operacija																																			
Sinteza																																				
<b>Radnik bi trebalo da obavlja operaciju na sledeći način:</b>																																				
<table border="1"><thead><tr><th>RB</th><th>Opis zahvata</th><th>Potrebno vreme [s]</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Postavlja (i-ti) komad u strug, dok glodalica čeka</td><td>10</td></tr><tr><td>2</td><td>Uključuje strug</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>Za vreme automatske obrade (i-tog) komada na strugu</td><td>55</td></tr><tr><td>4</td><td>Nosi (i-1) komad do glodalice</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>Postavlja (i-1) komad u glodalicu</td><td>10</td></tr><tr><td>6</td><td>Uključuje glodalicu</td><td>5</td></tr><tr><td>7</td><td>Čeka za vreme automatske obrade (i-1) komada na glodalici</td><td>25</td></tr><tr><td>8</td><td>Vadi obrađeni (i-1) komad iz glodalice i odlaže ga</td><td>10</td></tr><tr><td>9</td><td>Vraća se do struga (koji je u međuvremenu završio obradu)</td><td>5</td></tr><tr><td>10</td><td>Vadi (i-ti) komad iz struga i postavlja ga na radni sto</td><td>10</td></tr></tbody></table>				RB	Opis zahvata	Potrebno vreme [s]	1	Postavlja (i-ti) komad u strug, dok glodalica čeka	10	2	Uključuje strug	5	3	Za vreme automatske obrade (i-tog) komada na strugu	55	4	Nosi (i-1) komad do glodalice	5	5	Postavlja (i-1) komad u glodalicu	10	6	Uključuje glodalicu	5	7	Čeka za vreme automatske obrade (i-1) komada na glodalici	25	8	Vadi obrađeni (i-1) komad iz glodalice i odlaže ga	10	9	Vraća se do struga (koji je u međuvremenu završio obradu)	5	10	Vadi (i-ti) komad iz struga i postavlja ga na radni sto	10
RB	Opis zahvata	Potrebno vreme [s]																																		
1	Postavlja (i-ti) komad u strug, dok glodalica čeka	10																																		
2	Uključuje strug	5																																		
3	Za vreme automatske obrade (i-tog) komada na strugu	55																																		
4	Nosi (i-1) komad do glodalice	5																																		
5	Postavlja (i-1) komad u glodalicu	10																																		
6	Uključuje glodalicu	5																																		
7	Čeka za vreme automatske obrade (i-1) komada na glodalici	25																																		
8	Vadi obrađeni (i-1) komad iz glodalice i odlaže ga	10																																		
9	Vraća se do struga (koji je u međuvremenu završio obradu)	5																																		
10	Vadi (i-ti) komad iz struga i postavlja ga na radni sto	10																																		
<p>Zahvati 4 do 8 se obavljaju istovremeno sa automatskom obradom na strugu (zahvat 3).</p>																																				
<p><b>Efekti predloženih mera:</b> Realizacijom predloženog rešenja skratiće se ciklus proizvodnje na 85 sekundi po komadu i povećaće se produktivnost na 42 komada na sat.</p>																																				



c) Projektovati nov način rada kartom međuzavisnih zahvata

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda									
	Mašinska radionica												
	Radno mesto		Šifra RM.										
	Operacija		Šifra operacije										
Izrada osovine elektromotora	Opis operacije	Uslovi rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja									
				Opis veličine Jedinica mere Stanje									
	Radnik	D.S.		Tc 85									
	Zapisnik			Pr kom/h 42,3									
	Lista opreme												
	Raspored												
	Redosled												
	Međuzavisnost												
KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA	Tok: rada / predmeta rada			Postojeće / Novo stanje									
T [ s ]	R1: Radnik			R2: Strug			R3: Glodalica			R4:			
	Opis zahvata	t r	tip h č	Opis zahvata	t r	tip z č	Opis zahvata	t r	tip z č	Opis zahvata	t r	tip z č	
10	Puni strug	10	>	Puni se	10	>	Čeka	20	>				
20	Ukjučuje strug	5	>	Uključuje se	5	>							
30	Do glodalice	5	>				Puni se	10	>				
40	Puni glodalicu	10	>				Uključuje se	5	>				
50	Uklj. glodalicu	5	>				Automatski rad struga	55	>	Automatski rad glodalice	25	>	
60	Čeka	25	>										
70	Prazni glodalicu	10	>							Prazni se	10	>	
80	Do struga	5	>	Čeka	5	>							
90	Prazni strug	10	>	Prazni se	10	>	Čeka	15	>				
		50	10	25			50	25	5		25	25	35



## d), e) Rekapitulacija ušteda

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod		Šifra proizvoda		
	Mašinska radionica						
	Radno mesto				Šifra RM.		
	Operacija	Prodaja na benzinskoj pumpi			Šifra operacije		
Izrada osovine elektromotora		Rekapitulacija stanja i ušteda					
		Opis veličine	Jedinica mere	Stanje	Očekivane uštede		
		Tc	s	140	85		
		Pr	kom	25,7	42,3		
		$\Delta_{NS} = NS - PS;$		$\eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$			
Rekapitulacija ušteda							
<p>Boljom sinhronizacijom radnika i mašina skratiće se vreme ciklusa za 39%, povećaće se produktivnost za 64%. Humanizovaće se rad, jer radnik više ne mora da čeka dok mašina vrši obradu.</p>							



## Primer 2. Priprema doručka za tri osobe

### OPIS PROBLEMA

Najvažniji obrok u toku dana je doručak. Dugo vreme pripreme doručka izaziva kašnjenje u izvršavanju daljih svakodnevnih aktivnosti, kao i zamor izvršilaca ove aktivnosti. U cilju povećanja produktivnosti i poboljšanja humanizacije operacije angažovana su tri studenta Fakulteta organizacionih nauka. Studenti su snimili operaciju pripreme doručka za tri osobe i prikupili podatke o postojećem stanju:

- u izvođenju operacije učestvuju dva radnika uz upotrebu šporeta;
- u kuhinji se nalaze sledeći elementi: frižider (F), radna površina 1 (RP1), radna površina 2 (RP3), sudopera (SU), šporet (Š), sto za serviranje doručka (S);
- raspored opreme u kuhinji prikazan je na slici 1;
- sastojci za sendviče se nalaze u frižideru, hleb se nalazi na RP1;
- tanjiri se nalaze u komodi iznad RP2, džezva se nalazi u komodi iznad sudopere, šolje se nalaze iznad RP2, čaj iznad RP1, a escajg se nalazi u fioci ispod RP1;
- pravljenje sendviča se izvodi ručno, i za doručak se pravi ukupno 3 sendviča;
- napravljeni sendvići se peku u rerni;
- uz sendviče, za doručak se služi čaj, koji se kuva na šporetu.



## Primer 2. Priprema doručka za tri osobe

### CILJ:

Povećanje produktivnosti i poboljšanje humanizacije u radu delovanjem na međuzavisnost zahvata radnika i mašina.

### KRITERIJUMI:

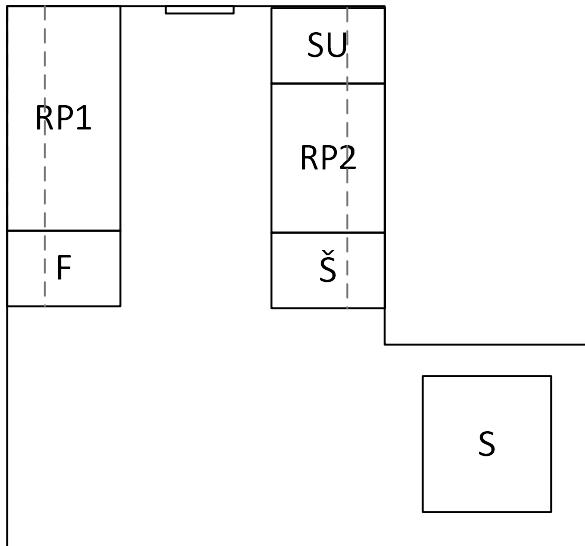
Trajanje ciklusa pravljenja doručka , produktivnost (broj pripremljenih doručaka na sat)

### OGRANIČENJA:

Kuhinjski elementi se ne mogu premeštati. Nema drugih ograničenja.

### ALGORITAM:

- Snimiti postojeće stanje kartom međuzavisnih zahvata.
- Analizirati postojeće stanje.
- Projektovati novo rešenje istom kartom.
- Proračunati očekivane uštede prema definisanim kriterijumima.
- Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem.



Slika 1. Raspored opreme u kuhinji

## Primer 2. Priprema doručka za tri osobe

### Redosled zahvata radnika:

- Jedan radnik uzima (15 s) i donosi pleh (koji стоји у рерни шпoreta) до радне површине RP1 (15s), dok drugi radnik uzima materijal za sendviče iz frižidera (45s) i donosi do radne površine RP1 (15s);
- Dok drugi radnik maže margarin i kečap na hleb (60s), prvi radnik seče sir (45s), a zatim ga i postavlja na namazani hleb (30s);
- Oba radnika stavljaju šunku preko sira na hleb (30s);
- Prvi radnik preklapa namazani hleb drugim parčetom hleba (15s), a zatim drugi radnik uključuje šporet i stavlja pleh sa sendvičima u rernu (30s), dok za to vreme prvi radnik rasklanja, odnosno vraća sastojke u frižider (30s);
- Sendvići se peku u rerni 300 sekundi, a nakon 150 sekundi pečenja, drugi radnik proverava koliko su pečeni sendvići (15s);
- Kada su sendvići pečeni, prvi radnik vadi pleh iz rerne (15s), a zatim, zajedno sa drugim radnikom, na radnoj površini RP2 postavlja sendviče na tanjire (60s);
- Prvi radnik dekoriše sendviče kečapom (60s), a drugi radnik majonezom (15s);
- Oba radnika nose tanjire sa sendvičima do stola za posluživanje doručka (15s);
- Prvi radnik zatim ide u kuhinju po escajg (15s), uzima ga (15s), nosi do stola za posluživanje doručka (15s) i postavlja ga na sto (15s);
- Nakon toga, drugi radnik ide do kuhinje (15s), uzima džezvu i sipa u nju vodu (15s), stavlja je na šporet i uključuje ga (15s), zatim uzima tri šolje i stavlja ih na radnu površinu 2 (30s), stavlja kesice čaja u šolje (15s), i čeka da provri voda na šporetu (30s);
- Drugi radnik zatim gasi šporet i uzima džezvu (15s), sipa vodu u šolje (15s), nosi šolje do stola (15s) i postavlja ih na sto za posluživanje doručka (15s).



## Primer 2. Priprema doručka za tri osobe

### Rešenje

- a) Prikazati postojeći način rada kartom međuzavisnih zahvata
  - Karta međuzavisnih zahvata PS
- b) Analizirati postojeće stanje
  - Razdvajanje
  - Kritika sa idejama
  - Sinteza
- c) Projektovati nov način rada kartom međuzavisnih zahvata
  - Karta međuzavisnih zahvata NS
- d) Proračunati uštede.
  - Analiza postojećeg stanja -sinteza
  - Rekapitulacija ušteda
- e) Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem
  - Rekapitulacija ušteda



FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda
	Kuhinja		Doručak	
	Radno mesto			Šifra RM.
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe		Šifra operacije
Opis operacije  Priprema doručka za tri osobe	Uslovi rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja	
	Radnik	K.V. i B.G.	Opis veličine	Jedinica mere
	Zapisnik			
	Lista opreme			
	Raspored			
	Redosled			
	Međuzavisnost			

T [ s ]	R1: Radnik 1			R2: Radnik 2			R3: Šporet			R4:		
	Opis zahvata	t	tip r h č	Opis zahvata	t	tip r h č	Opis zahvata	t	tip r z č	Opis zahvata	t	tip r h č
30	Uzima pleh	15	>	Uzima materijal	45	>						>
	Donosi do RP1	15	>	Donosi do RP1	15	>						>
60	Čeka	30	>									>
90	Seče sir	45	>	Maže margarin i kečap	60	>						>
120	Stavlja sir	30	>	Čeka	15	>						>
150	Stavlja šunku	30	>	Stavlja šunku	30	>						>
180	Preklapa hleb	30	>	Čeka	15	>						>
210	Rasklanja	15	>	Uključuje rernu i stavlja sendviće	30	>			Uključuje se i puni	30	>	>
240												>
270												>
300												>
330												>
360	Čeka	300	>	Čeka	150	>						>
390												>
420				Kontroliše rernu	15	>						>
450												>
480												>
510				Čeka	135	>						>

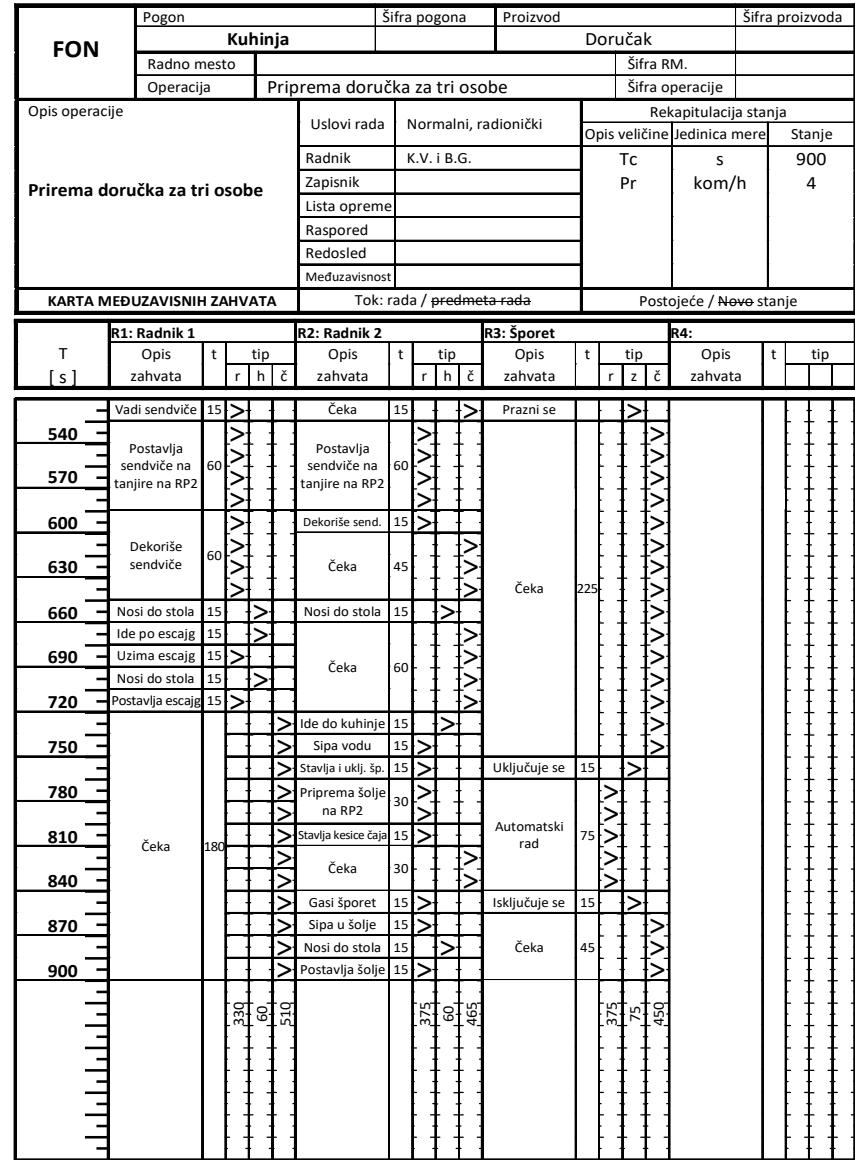
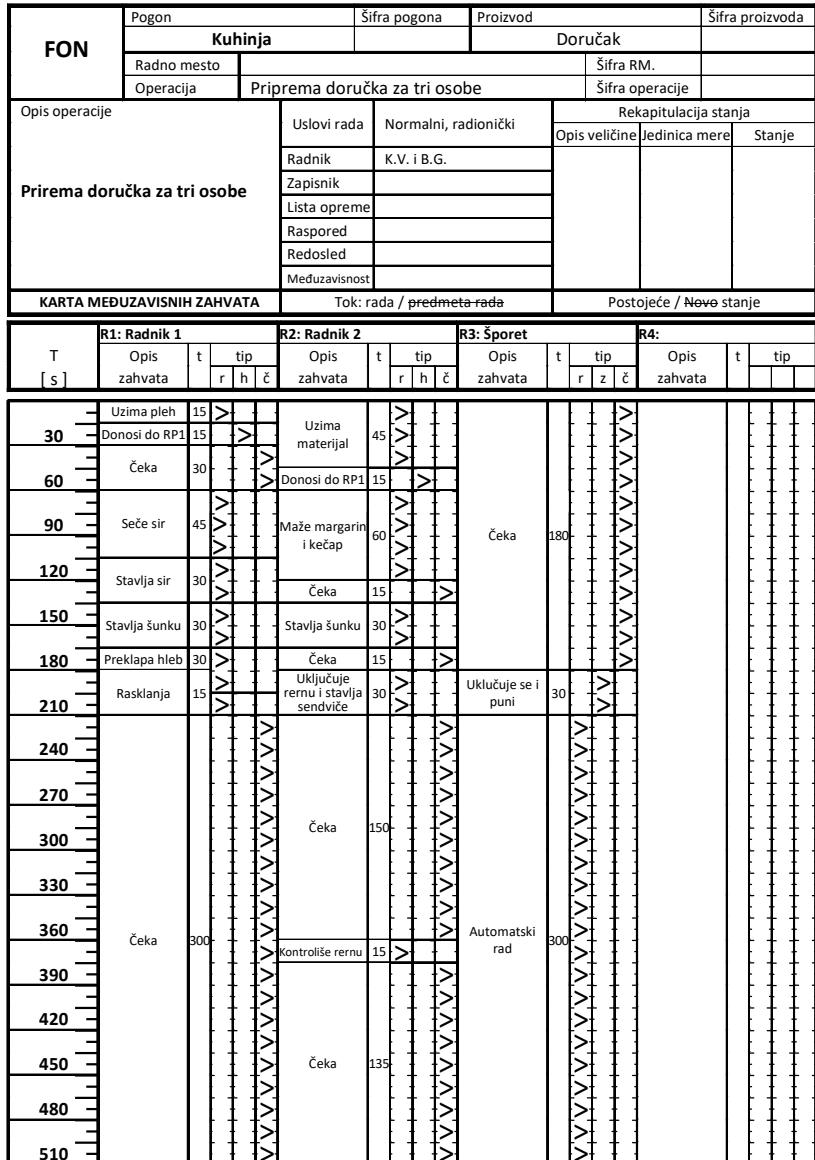
a) Prikazati postojeći  
način rada kartom  
međuzavisnih zahvata



a) Prikazati postojeći  
način rada kartom  
međuzavisnih zahvata

FON	Pogon			Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda									
	Kuhinja			Doručak											
	Radno mesto			Šifra RM.											
Operacija	Priprema doručka za tri osobe			Šifra operacije											
Opis operacije	Uslovi rada	Normalni, radionički		Rekapitulacija stanja											
				Opis veličine	Jedinica mere	Stanje									
Priprema doručka za tri osobe	Radnik	K.V. i B.G.		Tc Pr	s kom/h	900 4									
	Zapisnik														
	Lista opreme														
	Raspored														
	Redosled														
	Međuzavisnost														
	KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA														
Tok: rada / predmeta rada															
Postojeće / Novo stanje															
T [ s ]	R1: Radnik 1		R2: Radnik 2		R3: Šporet										
	Opis zahvata	t r h č	Opis zahvata	t r h č	Opis zahvata	t r z č									
540	Vadi sendviče	15 >	Čeka	15 >	Prazni se	>									
570	Postavlja sendviće na tanjire na RP2	60 >	Postavlja sendviće na tanjire na RP2	60 >		>									
600			Dekoriše send.	15 >											
630	Dekoriše sendviće	60 >	Čeka	45 >		Čeka									
660	Nosi do stola	15 >	Nosi do stola	15 >											
690	Ide po escajg	15 >													
720	Uzima escajg	15 >	Čeka	60 >											
750			Ide do kuhinje	15 >											
780			Sipa vodu	15 >											
810			Stavlja i uklj. šp.	15 >	Uključuje se	15 >									
840			Priprema šolje na RP2	30 >											
870			Stavlja kesice čaja	15 >											
900			Čeka	30 >	Automatski rad	75 >									
			Gasi šporet	15 >	Isključuje se	15 >									
			Sipa u šolje	15 >											
			Nosi do stola	15 >	Čeka	45 >									
			Postavlja šolje	15 >											
		330 60 510		375 60 465		375 75 450									

## a) Prikazati postojeći način rada kartom međuzavisnih zahvata





## b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto Operacija	Šifra RM. Šifra operacije																																																			
Razdvajanje																																																					
<b>1. Po trajnosti:</b>																																																					
operacija se obavlja trajno, na proizvodu iz stalne ponude																																																					
<b>2. Po stabilnosti:</b>																																																					
operacija se izvodi stabilno, svakoga dana u toku godine																																																					
<b>3. Po pravcu istraživanja:</b>																																																					
međuzavisnost zahvata																																																					
<b>4. Po kriterijumu:</b>																																																					
trajanje ciklusa pravljenja doručka																																																					
produktivnost (broj pripremljenih doručaka na sat)																																																					
<b>5. Po elementima međuzavisnosti:</b>																																																					
Nezavisni zahvati radnika i šporeta su dati u narednoj tabeli:																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Nezavisni zahvati</th></tr> <tr> <th style="text-align: center;">Radnik 1</th> <th style="text-align: center;">Radnik 2</th> <th style="text-align: center;">Šporet</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Uzimanje pleha</td> <td style="text-align: center;">Uzimanje materijala</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 1 (dok radnici pripremaju sendviče)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Donošenje pleha do RP1</td> <td style="text-align: center;">Donošenje materijala do RP1</td> <td style="text-align: center;">Automatski rad rerne</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Čekanje 1 (dok radnik 2 uzima sav materijal i donosi do RP1)</td> <td style="text-align: center;">Mazanje margarina i kečapa na hleb</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 2 (dok radnici dekorišu i postavljaju sendviče, i dok radnik2 priprema vodu za čaj)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sećenje sira</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 1 (dok radnik 1 stavlja sir)</td> <td style="text-align: center;">Automatski rad ringle</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Rasklanjanje namirnica</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 2 (dok radnik 2 preklapa hleb)</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 3 (dok drugi radnik pravi i servira čaj)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Čekanje 2 (za vreme automatskog rada šporeta)</td> <td style="text-align: center;">Čekanja 3 i 4 (za vreme automatskog rada šporeta)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Odlazak po escajg</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 5 (dok radnik 1 završava dekoraciju sendviča)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Uzimanje escajga</td> <td style="text-align: center;">Čekanje 6 (dok radnik 1 odlazi, uzuima i donosi escajg do stola)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Odrošenje escajga do sola</td> <td style="text-align: center;">Odlazak do kuhinje</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Postavljanje escajga</td> <td style="text-align: center;">Sipanje vode u džezvu</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Čekanje 3 (dok radnik 2 priprema i postavlja čaj)</td> <td style="text-align: center;">Priprema šolji i kesica za čaj</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Čekanje 7 (za vreme automatskog rada šporeta)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Sipanje vode u šolje</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Odrošenje šolja sa čajem do stola</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Postavljanje šolja na sto</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nezavisni zahvati			Radnik 1	Radnik 2	Šporet	Uzimanje pleha	Uzimanje materijala	Čekanje 1 (dok radnici pripremaju sendviče)	Donošenje pleha do RP1	Donošenje materijala do RP1	Automatski rad rerne	Čekanje 1 (dok radnik 2 uzima sav materijal i donosi do RP1)	Mazanje margarina i kečapa na hleb	Čekanje 2 (dok radnici dekorišu i postavljaju sendviče, i dok radnik2 priprema vodu za čaj)	Sećenje sira	Čekanje 1 (dok radnik 1 stavlja sir)	Automatski rad ringle	Rasklanjanje namirnica	Čekanje 2 (dok radnik 2 preklapa hleb)	Čekanje 3 (dok drugi radnik pravi i servira čaj)	Čekanje 2 (za vreme automatskog rada šporeta)	Čekanja 3 i 4 (za vreme automatskog rada šporeta)		Odlazak po escajg	Čekanje 5 (dok radnik 1 završava dekoraciju sendviča)		Uzimanje escajga	Čekanje 6 (dok radnik 1 odlazi, uzuima i donosi escajg do stola)		Odrošenje escajga do sola	Odlazak do kuhinje		Postavljanje escajga	Sipanje vode u džezvu		Čekanje 3 (dok radnik 2 priprema i postavlja čaj)	Priprema šolji i kesica za čaj			Čekanje 7 (za vreme automatskog rada šporeta)			Sipanje vode u šolje			Odrošenje šolja sa čajem do stola			Postavljanje šolja na sto	
Nezavisni zahvati																																																					
Radnik 1	Radnik 2	Šporet																																																			
Uzimanje pleha	Uzimanje materijala	Čekanje 1 (dok radnici pripremaju sendviče)																																																			
Donošenje pleha do RP1	Donošenje materijala do RP1	Automatski rad rerne																																																			
Čekanje 1 (dok radnik 2 uzima sav materijal i donosi do RP1)	Mazanje margarina i kečapa na hleb	Čekanje 2 (dok radnici dekorišu i postavljaju sendviče, i dok radnik2 priprema vodu za čaj)																																																			
Sećenje sira	Čekanje 1 (dok radnik 1 stavlja sir)	Automatski rad ringle																																																			
Rasklanjanje namirnica	Čekanje 2 (dok radnik 2 preklapa hleb)	Čekanje 3 (dok drugi radnik pravi i servira čaj)																																																			
Čekanje 2 (za vreme automatskog rada šporeta)	Čekanja 3 i 4 (za vreme automatskog rada šporeta)																																																				
Odlazak po escajg	Čekanje 5 (dok radnik 1 završava dekoraciju sendviča)																																																				
Uzimanje escajga	Čekanje 6 (dok radnik 1 odlazi, uzuima i donosi escajg do stola)																																																				
Odrošenje escajga do sola	Odlazak do kuhinje																																																				
Postavljanje escajga	Sipanje vode u džezvu																																																				
Čekanje 3 (dok radnik 2 priprema i postavlja čaj)	Priprema šolji i kesica za čaj																																																				
	Čekanje 7 (za vreme automatskog rada šporeta)																																																				
	Sipanje vode u šolje																																																				
	Odrošenje šolja sa čajem do stola																																																				
	Postavljanje šolja na sto																																																				
<b>6. Po metodama i sredstvima:</b>																																																					
Metod karte međuzavisnih zahvata, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalne međuzavisnosti, rešenja iz literature, dobra praksa.																																																					

## b) Analiza – kritika sa idejama

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra	
Kritika		Ideje		
<b>Međuzavisnost</b>				
<b>Pravilo 1:</b>				
Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (čovek ili mašina) koji je usko grlo ciklusa.				
Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika ( $\xi_R$ ) i stepena korišćenja maštine ( $\mu_M$ ).				
$\xi_{\text{Radnika}1} = (t_{\text{rada}} + t_{\text{hodanja}}) / t_{\text{ukupno}} * 100 =$ $= (330 + 60) / 900 * 100 = 43,33 \%$				
$\xi_{\text{Radnika}2} = (t_{\text{rada}} + t_{\text{hodanja}}) / t_{\text{ukupno}} * 100 =$ $= (375 + 60) / 900 * 100 = 48,33 \%$				
$\mu_{\text{šporeta}} = (t_{\text{rada}} + t_{\text{zauzetosti}}) / t_{\text{ukupno}} * 100 =$ $= (375 + 75) / 900 * 100 = 50,00 \%$				
<b>Usko grlo ciklusa je šporet.</b>				
Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima šporet.				
<b>Potrebno je eliminisati čekanja šporeta.</b>				

## b) Analiza – kritika sa idejama

### Međuzavisnost

#### Pravilo 3:

Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.

*Zbog čega šporet čeka?*

Postoje tri čekanja šporeta.

Čekanje 1 – dok radnici pripremaju snedviče za pečenje

Čekanje 2 – dok radnici dekorišu i postavljaju sendviče i dok radnik 2 priprema vodu za čaj

Čekanje 3 – dok drugi radnik pravi servira čaj

*Može li se eliminisati čekanje šporeta?*

Čekanje 2 se može eliminisati, ideje 1. a) – 1.c).

#### Pravilo 4:

Ispitati mogućnost paralelnog rada na nezavisnim zahvatima.

*Mogu li radnici izvoditi nezavisne zahvate paralelno?*

Mogu, ideje 2.a) – 2.b)

### Međuzavisnost

#### 1. Čekanje 2 šporeta

- a) Moguće je paralelno peći sendviče i kuvati vodu za čaj.
- b) Za vreme paralelnog pečenja sendviča i kuvanja vode za čaj, radnici mogu izvaditi i pripremiti escajg i šolje, i staviti čaj u šolje
- c) Kako je manje vremena potrebno za kuvanje vode, nego za pečenje sendviča, preostalo vreme rada treba iskoristiti za pripremu i serviranje čaja na sto.

#### 2. Paralelno izvođenje nezavisnih zahvata radnika

- a) Kada radnik 1 uzme pleh i doneše ga do RP1, može pomoći radniku 2 pri uzimanju maetrijala
- b) Dok radnik 1 stavlja sendviče u rernu, i zatim rasklanja namirnice, radnik 2 može pripremiti čaj
- c) Kako je radniku 1 potrebno više vremena za dekoraciju sendviča, radnik 2 mu može pomoći, kako bi dekorisali sendviče za kraće vreme



## b) Analiza – kritika sa idejama

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra	
<b>Kritika</b>			<b>Ideje</b>	
<b>Međuzavisnost</b>			<b>Međuzavisnost</b>	
<b>Pravilo 1:</b> Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (čovek ili mašina) koji je usko grlo ciklusa. Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika ( $\zeta_R$ ) i stepena korišćenja maštine ( $\mu_M$ ).			<b>1. Čekanje 2 šporeta</b> a) Moguće je paralelno peći sendvič i kuvati vodu za čaj.  b) Za vreme paralelnog pečenja sendviča i kuvanja vode za čaj, radnici mogu izvaditi i pripremiti escajg i šolje, i staviti čaj u šolje  c) Kako je manje vremena potrebno za kuvanje vode, nego za pečenje sendviča, preostalo vreme rada trene iskoristiti za pripremu i serviranje čaja na stol.	
$\zeta_{\text{Radnika}1} = (t_{\text{rada}} + t_{\text{hodanja}}) / t_{\text{ukupno}} * 100 =$ $= (330 + 60) / 900 * 100 = 43,33 \%$ $\zeta_{\text{Radnika}2} = (t_{\text{rada}} + t_{\text{hodanja}}) / t_{\text{ukupno}} * 100 =$ $= (375 + 60) / 900 * 100 = 48,33 \%$ $\mu_{\text{sporeta}} = (t_{\text{rada}} + t_{\text{zauzetosti}}) / t_{\text{ukupno}} * 100 =$ $= (375 + 75) / 900 * 100 = 50,00 \%$			<b>2. Paralelno izvođenje nezavisnih zahvata radnika</b> a) Kada radnik 1 uzme pleh i doneše ga do RP1, može pomoći radniku 2 pri uzimanju maestrijala b) Dok radnik 1 stavlja sendviče u rernu, i zatim rasklanja namirnice, radnik 2 može pripremiti čaj c) Kako je radniku 1 potrebno više vremena za dekoraciju sendviča, radnik 2 mu može pomoći, kako bi dekorisali sendvič za kraće vreme	
<b>Usko grlo ciklusa je šporet.</b> Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima šporet. <b>Potrebno je eliminisati čekanja šporeta.</b>				
<b>Pravilo 3:</b> Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.				
<i>Zbog čega šporet čeka?</i> Postoje tri čekanja šporeta. Čekanje 1 – dok radnici pripremaju sendviče za pečenje Čekanje 2 – dok radnici dekorišu i postavljaju sendviče i dok radnik 2 priprema vodu za čaj Čekanje 3 – dok drugi radnik pravi servira čaj <i>Može li se eliminisati čekanje šporeta?</i> Čekanje 2 se može eliminisati, ideje 1. a) – 1.c).				
<b>Pravilo 4:</b> Ispitati mogućnost paralelnog rada na nezavisnim zahvatima. <i>Mogu li radnici izvoditi nezavisne zahvate paralelno?</i> Mogu, ideje 2.a) – 2.b)				



## b) Analiza – sinteza

FON	Radno Operacija	Potpisani RM. Priprema doručka za tri osobe	Šifra																																																																																												
Sinteza																																																																																															
Radnici bi trebalo da obavljaju operaciju na sledeći način:																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Opis zahvata radnika 1</th> <th>Potrebno vreme [s]</th> <th>Opis zahvata radnika 2</th> <th>Potrebno vreme [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Uzima pleh iz rerne</td><td>15</td><td>Uzima potreban materijal</td><td>30</td></tr> <tr><td>Donosi pleh do radne površine 1</td><td>15</td><td>Donosi ga do radne površine 1</td><td>15</td></tr> <tr><td>Postavlja hleb u pleh</td><td>15</td><td>Maže margarin i kečap</td><td>60</td></tr> <tr><td>Seče sir</td><td>45</td><td>Čeka</td><td>15</td></tr> <tr><td>Stavlja sir na namazani hleb</td><td>30</td><td>Stavlja šunku na snedviču</td><td>30</td></tr> <tr><td>Stavlja šunku na snedviču</td><td>30</td><td>Preklapa sendvič parčetom hleba</td><td>15</td></tr> <tr><td>Preklapa sendvič parčetom hleba</td><td>15</td><td>Uzima džezvu i sipa vodu u nju</td><td>15</td></tr> <tr><td>Uključuje rernu i stavlja sendviče u nju</td><td>30</td><td>Stavlja džezvu na ringlu i uključuje ringlu</td><td>15</td></tr> <tr><td>Rasklanja namirnice</td><td>30</td><td>Priprema šolje na radnoj površini 2</td><td>30</td></tr> <tr><td>Uzima escajg iz fioka</td><td>15</td><td>Stavlja kesice čaja u šolje</td><td>15</td></tr> <tr><td>Nosi escajg do stola</td><td>15</td><td>Čeka da provri voda za čaj</td><td>30</td></tr> <tr><td>Postavlja escajg na sto</td><td>15</td><td>Gasi ringlu</td><td>15</td></tr> <tr><td>Vraća se u kuhinju</td><td>15</td><td>Sipa vodu u šolje</td><td>15</td></tr> <tr><td>Čeka da se sendviči ispeku</td><td>210</td><td>Nosi šolje do stola za posluživanje</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Postavlja šolje</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Vraća se u kuhinju</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Kontroliše rernu</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Čeka da se sendviči ispeku</td><td>150</td></tr> <tr><td>Isključuje rernu i vadi sendviče iz rerne</td><td>15</td><td>Čeka da radnik 1 izvadi sendviče</td><td>15</td></tr> <tr><td>Postavlja sendviče na tanjire</td><td>60</td><td>Postavlja sendviče na tanjire</td><td>60</td></tr> <tr><td>Dekoriše sendviče</td><td>45</td><td>Dekoriše sendviče</td><td>45</td></tr> <tr><td>Nosi sendviče do stola</td><td>15</td><td>Nosi sendviče do stola</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>				Opis zahvata radnika 1	Potrebno vreme [s]	Opis zahvata radnika 2	Potrebno vreme [s]	Uzima pleh iz rerne	15	Uzima potreban materijal	30	Donosi pleh do radne površine 1	15	Donosi ga do radne površine 1	15	Postavlja hleb u pleh	15	Maže margarin i kečap	60	Seče sir	45	Čeka	15	Stavlja sir na namazani hleb	30	Stavlja šunku na snedviču	30	Stavlja šunku na snedviču	30	Preklapa sendvič parčetom hleba	15	Preklapa sendvič parčetom hleba	15	Uzima džezvu i sipa vodu u nju	15	Uključuje rernu i stavlja sendviče u nju	30	Stavlja džezvu na ringlu i uključuje ringlu	15	Rasklanja namirnice	30	Priprema šolje na radnoj površini 2	30	Uzima escajg iz fioka	15	Stavlja kesice čaja u šolje	15	Nosi escajg do stola	15	Čeka da provri voda za čaj	30	Postavlja escajg na sto	15	Gasi ringlu	15	Vraća se u kuhinju	15	Sipa vodu u šolje	15	Čeka da se sendviči ispeku	210	Nosi šolje do stola za posluživanje	15			Postavlja šolje	15			Vraća se u kuhinju	15			Kontroliše rernu	15			Čeka da se sendviči ispeku	150	Isključuje rernu i vadi sendviče iz rerne	15	Čeka da radnik 1 izvadi sendviče	15	Postavlja sendviče na tanjire	60	Postavlja sendviče na tanjire	60	Dekoriše sendviče	45	Dekoriše sendviče	45	Nosi sendviče do stola	15	Nosi sendviče do stola	15
Opis zahvata radnika 1	Potrebno vreme [s]	Opis zahvata radnika 2	Potrebno vreme [s]																																																																																												
Uzima pleh iz rerne	15	Uzima potreban materijal	30																																																																																												
Donosi pleh do radne površine 1	15	Donosi ga do radne površine 1	15																																																																																												
Postavlja hleb u pleh	15	Maže margarin i kečap	60																																																																																												
Seče sir	45	Čeka	15																																																																																												
Stavlja sir na namazani hleb	30	Stavlja šunku na snedviču	30																																																																																												
Stavlja šunku na snedviču	30	Preklapa sendvič parčetom hleba	15																																																																																												
Preklapa sendvič parčetom hleba	15	Uzima džezvu i sipa vodu u nju	15																																																																																												
Uključuje rernu i stavlja sendviče u nju	30	Stavlja džezvu na ringlu i uključuje ringlu	15																																																																																												
Rasklanja namirnice	30	Priprema šolje na radnoj površini 2	30																																																																																												
Uzima escajg iz fioka	15	Stavlja kesice čaja u šolje	15																																																																																												
Nosi escajg do stola	15	Čeka da provri voda za čaj	30																																																																																												
Postavlja escajg na sto	15	Gasi ringlu	15																																																																																												
Vraća se u kuhinju	15	Sipa vodu u šolje	15																																																																																												
Čeka da se sendviči ispeku	210	Nosi šolje do stola za posluživanje	15																																																																																												
		Postavlja šolje	15																																																																																												
		Vraća se u kuhinju	15																																																																																												
		Kontroliše rernu	15																																																																																												
		Čeka da se sendviči ispeku	150																																																																																												
Isključuje rernu i vadi sendviče iz rerne	15	Čeka da radnik 1 izvadi sendviče	15																																																																																												
Postavlja sendviče na tanjire	60	Postavlja sendviče na tanjire	60																																																																																												
Dekoriše sendviče	45	Dekoriše sendviče	45																																																																																												
Nosi sendviče do stola	15	Nosi sendviče do stola	15																																																																																												
Potrebno je 300 sekundi da se sendviči ispeku. Dok se sendviči peku u rerni, na ringli se kuva voda za čaj (75 sekundi).																																																																																															
<b>Efekti predloženih mera:</b>																																																																																															
Realizacijom predloženog rešenja skratiće se ciklus pripreme doručka, povećaće se produktivnost, i poboljšati humanizacija jednakim opterećenjem radnika.																																																																																															



### c) Projektovati nov način rada kartom međuzavisnih zahvata

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda								
	Kuhinja		Doručak									
	Radno mesto		Šifra RM.									
Operacija	Priprema doručka za tri osobe		Šifra operacije									
Opis operacije		Uslovi rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja								
Priprema doručka za tri osobe				Opis veličine Jedinica mere Stanje								
		Radnik	K.V. i B.G.									
		Zapisnik										
		Lista opreme										
		Raspored										
		Redosled										
		Međuzavisnost										
KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA		Tok: rada / predmeta rada		Prestojeće / Novo stanje								
T [ s ]	R1: Radnik 1			R2: Radnik 2			R3: Šporet			R4:		
	Opis zahvata	t	tip	Opis zahvata	t	tip	Opis zahvata	t	tip	Opis zahvata	t	tip
	r	h	č	r	h	č	r	h	č	r	z	č
30	Uzima pleh	15	>				Uzima materijal	30	>			
	Donosi do RP1	15	>				Donosi do RP1	15	>			
60	Postavlja hleb	15	>									
90	Seče sir	45	>				Maže margarin i kečap	60	>			
120	Stavlja sir	30	>				Čeka	15	>			
150	Stavlja šunku	30	>				Stavlja šunku	30	>			
180	Preklapa hleb	15	>				Sipa vodu	15	>			
	Uključuje rernu i stavlja sendviće	30	>				Stavlja i uklj. rin.	15	>			
210	Rasklanja	30	>				Preprikašuje šolje na RP2	30	>			
240	Uzima escajg	15	>				Stavlja kesice čaja	15	>			
270	Nosi do stola	15	>				Čeka	30	>			
300	Postavlja escajg	15	>				Nosi do stola	15	>			
330	Ide do kuhinje	15	>				Postavlja šolje	15	>			
360							Ido do kuhinje	15	>			
390							Kontroliše rernu	15	>			
420	Čeka	210	>									
450							Čeka	165	>			
480												
510	Izklj. i vadi send.	15	>									
							Prazni se		>			



FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda				
	Kuhinja		Doručak					
	Radno mesto			Šifra RM.				
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe		Šifra operacije				
Opis operacije  Priprema doručka za tri osobe	Uslovi rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja					
	Radnik	K.V. i B.G.	Tc Pr	s kom/h	Opis veličine			
	Zapisnik				Jedinica mere			
	Lista opreme				Stanje			
	Raspored				630			
	Redosled				5,7			
	Međuzavisnost							
KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA		Tok: rada / predmeta rada	Postojeće / Novo stanje					
T [ s ]	R1: Radnik 1		R2: Radnik 2		R3: Šporet		R4:	
	Opis zahvata	t zahvata	tip r h č	Opis zahvata	t zahvata	tip r h č	Opis zahvata	t zahvata

c) Projektovati nov način rada kartom međuzavisnih zahvata

<b>540</b>	Postavlja sendviče na tanjire na RP2	60	V V V V V V	Postavlja sendviče na tanjire na RP2	60	V V V V V V			
<b>570</b>							Čeka	120	
<b>600</b>	Dekoriše sendviče	45	V V V V V V	Dekoriše sendviče	45	V V V V V V			
<b>630</b>	Nosi do stola	15	V	Nosi do stola	15	V			
		360 60 210			360 60 210			300 45 285	



c) Projektovati nov način rada rada kartom međuzavisnih zahvata

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda			
	Kuhinja		Doručak				
	Radno mesto		Šifra RM.				
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe		Šifra operacije			
Priprema doručka za tri osobe	Opis operacije	Ustvari rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja			
		Radnik	K.V. i B.G.				
		Zapisnik					
		Lista opreme					
		Raspored					
		Redosled					
		Međuzavisnost					
KARTA MEDUZAVISNIH ZAHVATA		Tok: rada / predmeta rada		Postojeće / Novo stanje			
R1: Radnik 1		R2: Radnik 2		R3: Šporet		R4:	
T [ s ]	Opis zahvata	t r   h   č	Opis zahvata	t r   h   č	Opis zahvata	t r   z   č	
30	Uzima pleh	15 >	Uzima materijal	30 >		>	
	Donosi do RP1	15 >	Donosi do RP1	15 >		>	
60	Postavlja hleb	15 >				>	
90	Seče sir	45 >	Maže margarin i kečap	60 >		>	
120	Stavlja sir	30 >	Čeka	15 >		>	
150	Stavlja šunku	30 >	Stavlja šunku	30 >		>	
180	Preklapa hleb	15 >	Sipa vodu	15 >		>	
	Uključuje rennu i stavlja sendviće	30 >	Stavlja u uklj. rin.	15 >	Uključuje se i puni	>	
210	Rasklanja	30 >	Priprema šolje na RP2	30 >		>	
240	Uzima escajg	15 >	Stavlja kesice čaja	15 >		>	
270	Nosi do stola	15 >	Čeka	30 >		>	
300	Postavlja escajg	15 >	Gasi ringlu	15 >		>	
330	Ide do kuhinje	15 >	Sipa u šolje	15 >		>	
360			Nosi do stola	15 >		>	
390			Postavlja šolje	15 >		>	
420			IDE DO KUHINJE	15 >		>	
450			Kontroliše rennu	15 >		>	
480							
510	Isklj. i vadji send.	15 >			Prazni se	>	

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda				
	Kuhinja		Doručak					
	Radno mesto		Šifra RM.					
Opis operacije	Priprema doručka za tri osobe		Šifra operacije					
Priprema doručka za tri osobe	Uslovi rada	Normalni, radionički	Rekapitulacija stanja					
	Radnik	K.V. i B.G.	Opis veličine	Jedinica mere				
	Zapisnik		Tc	S				
	Lista opreme		Pr	kom/h				
	Raspored							
	Redosled							
	Međuzavisnost							
KARTA MEĐUZAVISNIH ZAHVATA		Tok: rada / predmeta rada	Postejeće / Novo stanje					
T [ s ]	R1: Radnik 1		R2: Radnik 2		R3: Šporet		R4:	
	Opis zahvata	t r h č	Opis zahvata	t r h č	Opis zahvata	t r h č	Opis zahvata	t r h č
540	Postavlja sendviče na tanjire na RP2	60	Postavlja sendviče na tanjire na RP2	60				
570								
600	Dekoriše sendviče	45	Dekoriše sendviče	45	Čeka	120		
630	Nosi do stola	15	Nosi do stola	15				
		360 60 210			360 60 210		300 45 285	



## d), e) Rekapitulacija ušteda

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda	
	Kuhinja		Doručak za tri osobe		
	Radno mesto				Šifra RM.
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe			Šifra operacije
Opis operacije  Priprema doručka za tri osobe		Rekapitulacija stanja i ušteda			
		Opis veličine	Jedinica mere	Stanje	Očekivane uštede
		Tc	s	900	630
		Pr	kom	4	5,7
					1,7
					42,5%
		$\Delta_{NS} = NS - PS;$ $\eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$			
Rekapitulacija ušteda					

Boljom sinhronizacijom radnika i mašina skratiće se vreme ciklusa, sa 900 na 630 sekundi, odnosno za 30% i povećaće se produktivnost za 42,5%. Jednakim opterećenjem i skraćenjem vremena čekanja radnika, poboljšaće se humanizacija u radu.

# **PROJEKTNI ZADATAK -**

## **Postavljanje stola za svečani ručak za 6 ljudi**

### **III deo (8 poena)**

- **Izbor pravca istraživanja**
  - Definisanje i objašnjenje problema
  - Definisanje cilja istraživanja
  - Definisanje kriterijuma istraživanja
  - Definisanje ograničenja
  - Definisanje algoritma
- **Snimanje postojećeg stanja**
  - Karta međuzavisnih zahvata
- **Analiza postojećeg stanja**
  - Razdvajanje
  - Kritika sa idejama
  - Sinteza
- **Projektovanje novih rešenja**
  - Karta međuzavisnih zahvata
  - Proračun i objašnjenje očekivanih ušteda

Rok za predaju III dela:  
**21.04.2020.** u ponoć

Projektni zadatak se predaje u elektronskoj formi, i to slanjem na e-mail:  
**barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs**

## DOMAĆI ZADATAK

### IV DEO - Proučavanje redosleda zahvata pri izvođenju operacije (4 poena)

- **Snimanje postojećeg stanja**
  - Karta međuzavisnih zahvata
- **Analiza postojećeg stanja**
  - Razdvajanje
  - Kritika sa idejama
  - Sinteza
- **Projektovanje novih rešenja**
  - Karta međuzavisnih zahvata
  - Proračun i objašnjenje očekivanih ušteda

Rok za predaju IV domaćeg zadatka  
**21.04.2020.** u ponoć

Domaći zadatak se predaje u elektronskoj formi (jedan dokument), i to slanjem na e-mail:  
**barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs**

## Termin plan

Ned	SRE	Vežbe	Snimanje	Domaći zadatak
6.	25.03.	II deo - Proučavanje redosleda (Karta prostornog rasporeda i redosleda zahvata)		
29.03. (nedelja) do ponoći		ROK ZA PREDAJU - slanjem na: barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs	I DEO - 13 poena	I ZADATAK - 6 poena
7.	01.04.	II deo - Proučavanje redosleda (Karta zahvata)	Zadavanje II dela	Zadavanje III zadatka
04.04. (nedelja) do ponoći		ROK ZA PREDAJU - slanjem na: barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs		II ZADATAK - 4 poena
8.	08.04.	III deo – Proučavanje međuzavisnosti (Karta međuzavisnih zahvata)	Zadavanje III dela	Zadavanje IV zadatka
14. 04. (utorak) do ponoći		ROK ZA PREDAJU - slanjem na: barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs	II DEO - 10 poena	III ZADATAK - 6 poena
9.	15.04.	IV deo - Proučavanje međuzavisnosti (Karta pokretogram)		
21. 04. (utorak) do ponoći		ROK ZA PREDAJU - slanjem na: barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs	III DEO - 8 poena	IV ZADATAK - 4 poena
10	22.04.	IV deo - Proučavanje međuzavisnosti (Karta pokreta )	Zadavanje IV dela	Zadavanje V zadatka
11	29.04.	Vežba 1 – Utvrđivanje potrebnog vremena – ocena brzine		3 poena
05. 05. (utorak) do ponoći		ROK ZA PREDAJU - slanjem na: barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs	IV DEO - 10 poena	V ZADATAK - 6 poena
12	06.05.	Vežba 2 - Utvrđivanje potrebnog vremena – uzorkovanje rada		3 poena
13	13.05.	Završni čas		
SNIMAK NOVOG STANJA – naknadno će biti određen				

Termin plan je napravljen za slučaj da vanredno stanje traje do kraja semestra!

Ukoliko se prekine ranije vanredno stanje, termin plan će biti ažuriran u skladu sa rasporedom nastave.