

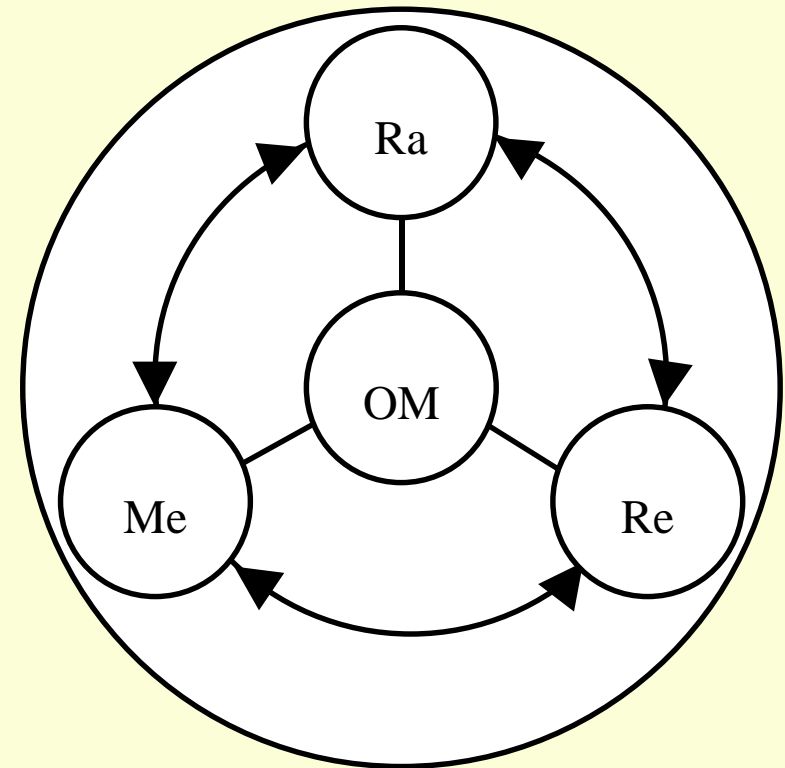
# Projektovanje procesa rada - me uzavisnost aktivnosti

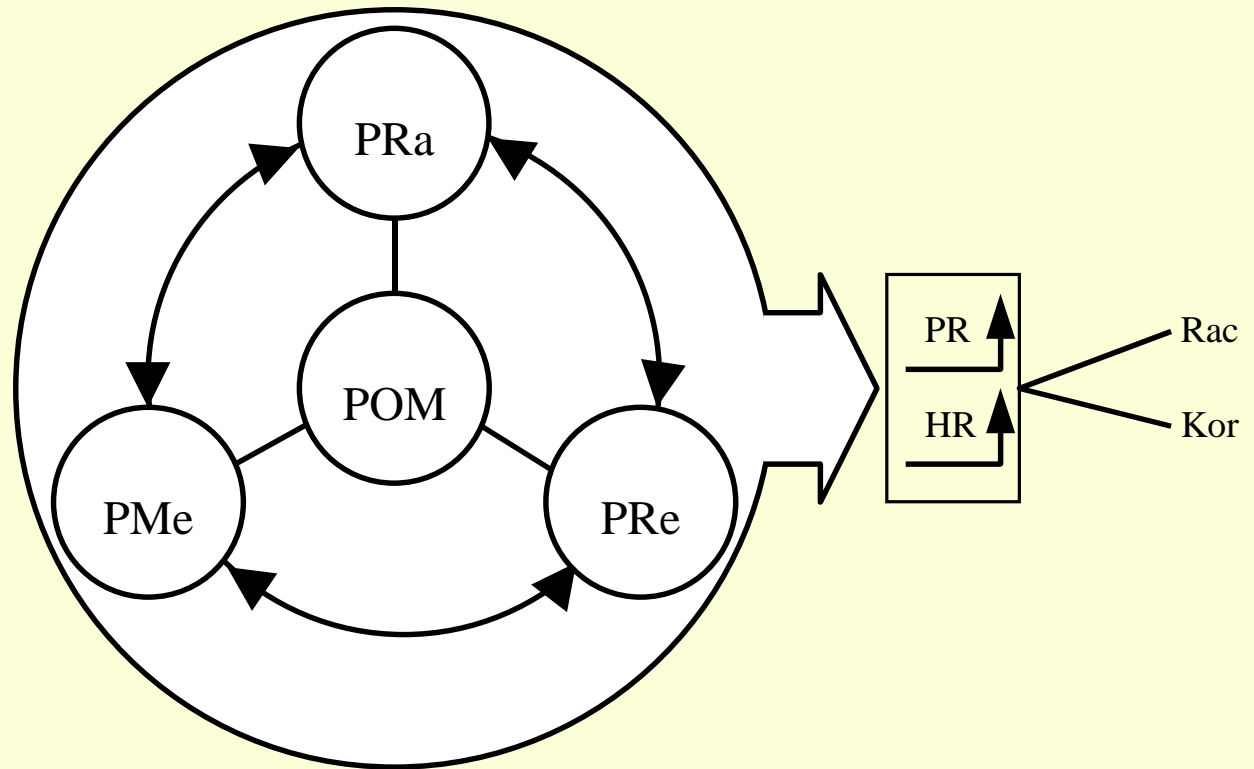
## Metod rada

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

OM je uslovljen:

- Rasporedom objekata na radnom mestu
- Redosledom izvo enja zahvata / pokreta
- Me uzavisnoš u izvo enja 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 izvršenju 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 postupaju 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.

# Proučavanje međuzavisnosti zahvata

- Proučavanjem međuzavisnih zahvata vrši se usklađivanje rada više resursa koji učeštvuju u obavljanju operacija. Ovim proučavanjem vrši se sinhronizacija zahvata, eliminisanje čekanja, drugačija podjela zahvata na resurse (radnike ili mašine) koji učeštvuju u obavljanju operacija
- Karta međuzavisnih zahvata je formular na kome je prikazan tok aktivnosti u vremenu svih resursa koji učeštvuju u obavljanju operacija.
- 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 i pravila za proučavanje me uzavisnosti		
	Me uzavisnost zahvata	
Pitanja za	Resurs	Tok
Postojeće stanje	Ko - šta radi?	Kada se radi?
Razlog	Zašto radi on - to?	Zbog čega se tada radi?
Moguće alternative	Ko - šta bi moglo da radi?	Kada bi se moglo raditi?
Izbor alternativa	Ko – šta 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 i pravila za proučavanje međuzavisnosti

	<b>Međuzavisnost zahvata</b>	
<b>Pitanja za</b>	<b>Resurs</b>	<b>Tok</b>
<b>Postoje li stanje</b>	Ko - šta radi?	Kada se radi?
<b>Razlog</b>	Zašto radi on - to?	Zbog čega se tada radi?
<b>Mogu li alternative</b>	Ko - šta bi moglo da radi?	Kada bi se moglo raditi?
<b>Izbor alternativa</b>	Ko - šta 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>	

alternativa

na radu:

na se radu:

## Pravila

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

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 OBREME I



**Na in  
poboljšavanja**

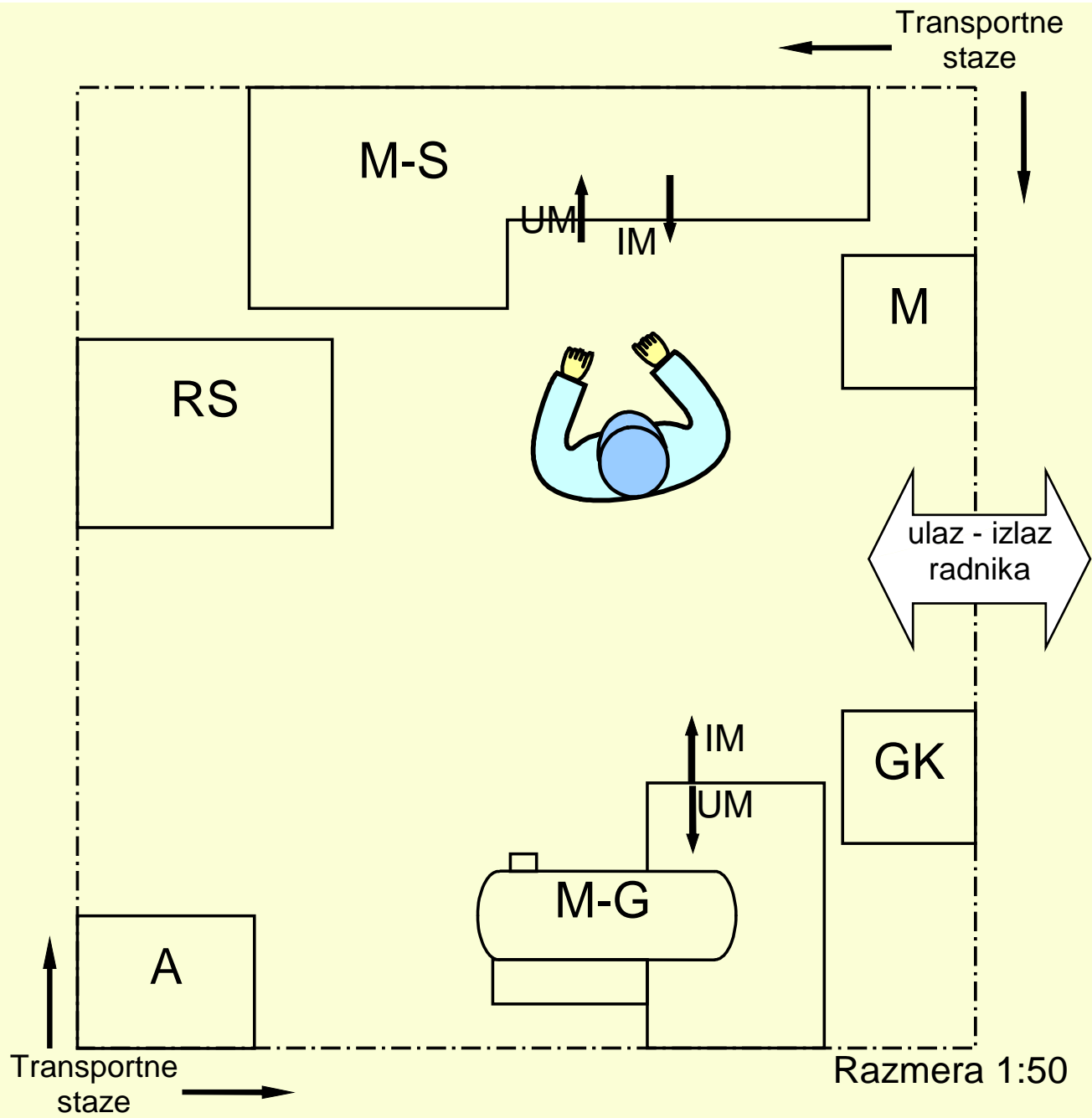
1. Ispitati mogu nost da se eliminiše deo.
2. Ispitati mogu nost da se eliminiše operacija.
3. Eliminirati ekanja.
4. Dodeliti zahvate resursima iste vrste tako da vreme ciklusa bude minimalno.
5. Sinhronizovati rad više resursa.

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

**Cilj**

**UKOLIKO SE:**

1. Skra uje vreme ciklusa.
2. Pove ava produktivnost.
3. Poboljšava humanizacija.
4. Smanjuje sadržaj rada.
5. Snižavaju troškovi.



Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

## Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

### OPIS PROBLEMA

Proizvodnja i isporuka ve e koli ine elektromotora kasni zbog niske produktivnosti pri izvo enju operacije izrade osovine elektromotora. Da bi se ispoštovali rokovi isporuke, i izbeglo pla anje penala potrebno je pove ati proizvodnju na ovoj operaciji za 30%.

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

Zbog ograni enih sredstava ne mogu se angažovati dodatni resursi, ve rast proizvodnje treba ostvariti pove anjem produktivnosti.

Prethodnim istraživanjima su sakupljeni slede i podaci o postojećem stanju:

- Raspored opreme na radnom mestu je dat na slici X-2.
- Na radnom mestu se nalazi slede a oprema: Strug (M-S), Glodalica (M-G), orman za alat (A), radni sto (RS), kutija za neobra ene (M) i obra ene (GK) delove.
- Neobra eni i obra eni komadi se nalaze u kutijama, na odgovaraju im dodava ima.
- Mašinska obrada se obavlja automatski, a radnik puni, startuje i prazni mašine.
- Mašine se automatski zaustavljaju na kraju obrade.
- Izara uje se serija proizvoda.
- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na na in opisan u nastavku teksta.

### CILJ:

Pove ati produktivnost u proizvodnji osovina za elektromotore za 30%, delovanjem na me uzavisnost zahvata radnika i mašina.

### KRITERIJUMI:

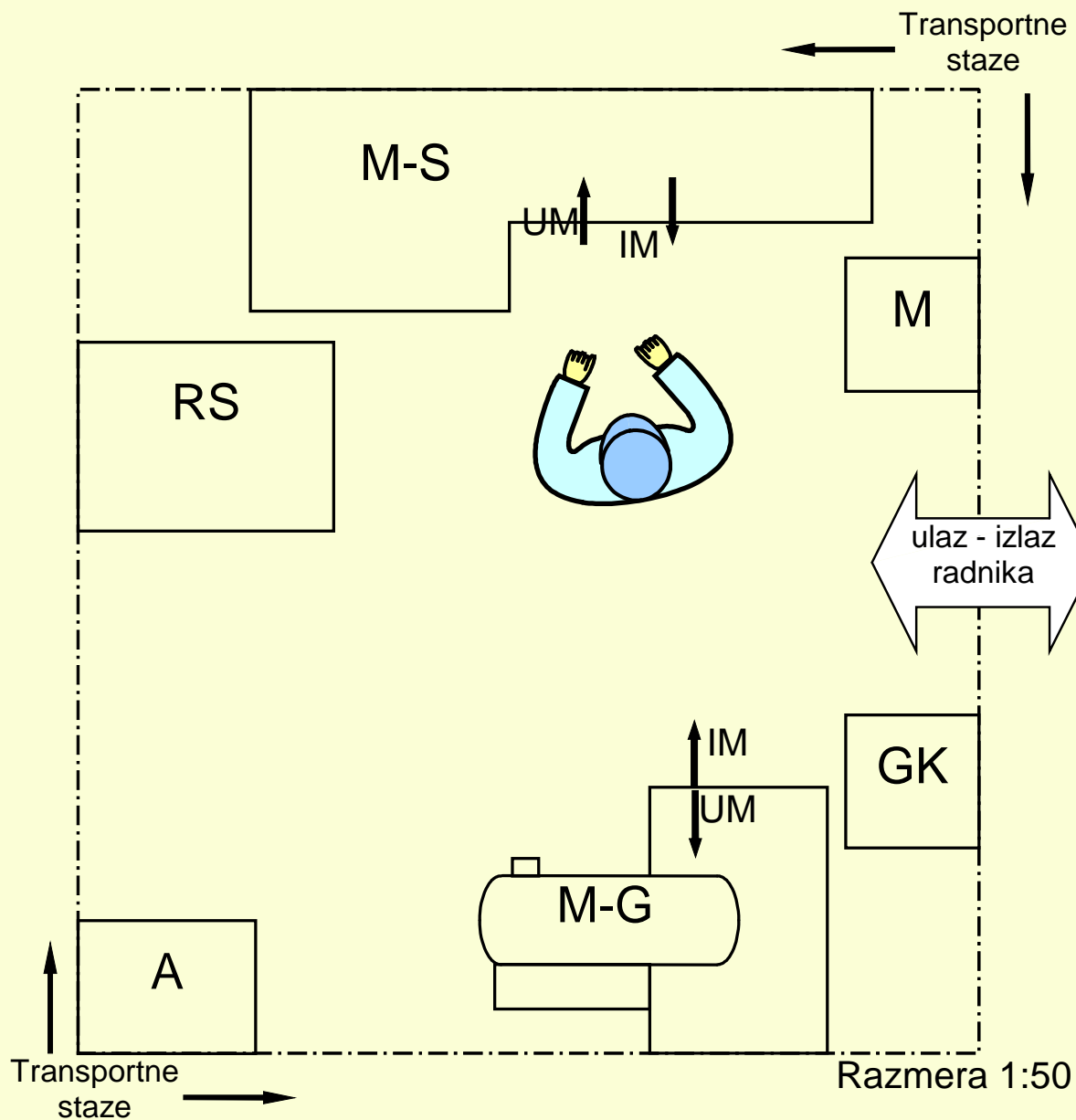
Trajanje ciklusa izrade jedne osovine, produktivnost(broj proizvedenih osovina za 1 sat).

### OGRANI ENJA:

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:

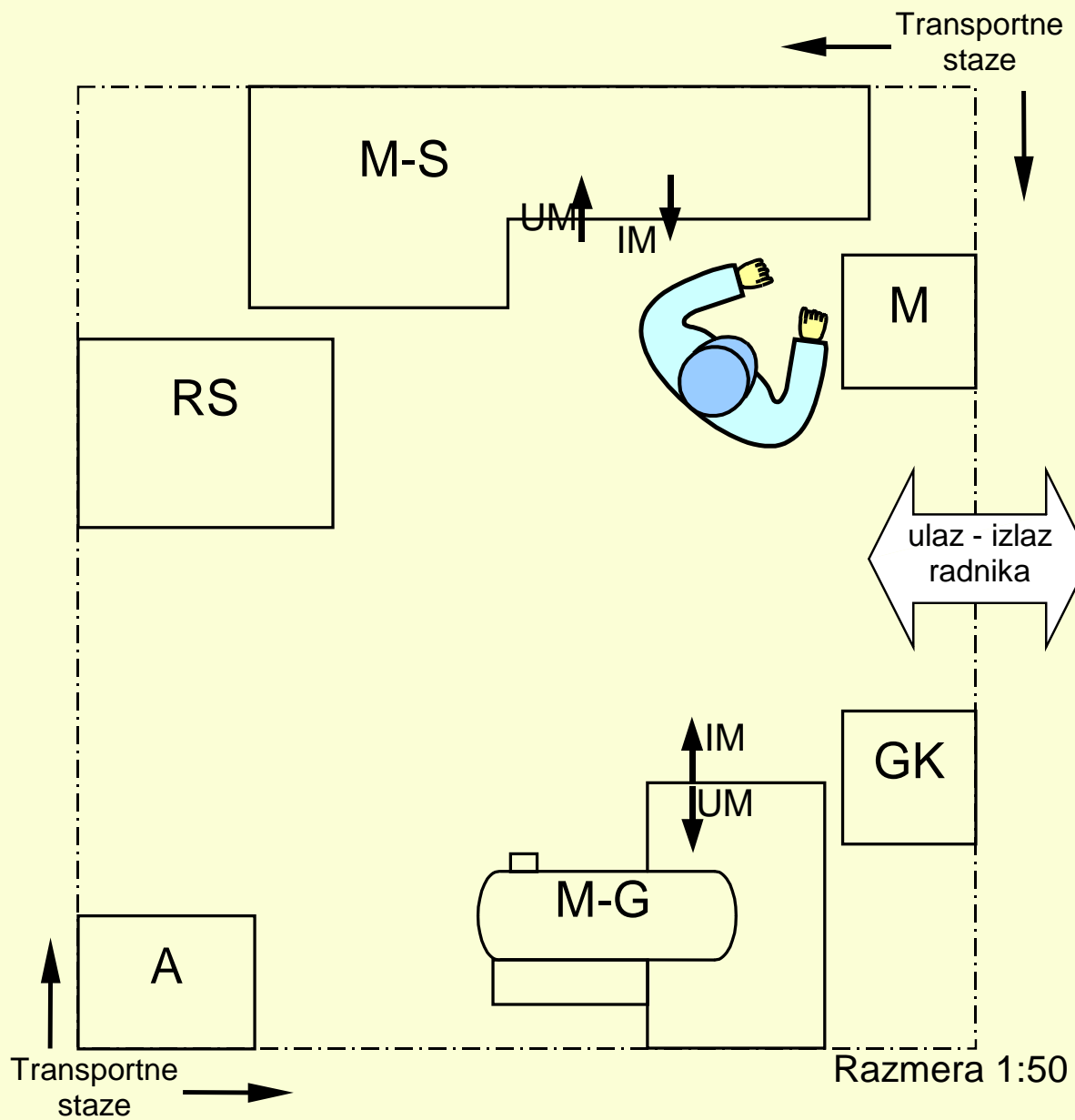
- a) Snimiti postoje e stanje, kartom me uzavisnih zahvata (15 poena).
- b) Analizirati postoje e stanje (20 poena).
- c) Projektovati novo rešenje istom kartom (10 poena).
- d) Prora unati o ekivane uštede, prema definisanim kriterijumima (5 poena).
- e) Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem (5 poena).



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - Očekuje vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obraden komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - Uključuje glodalicu (5 s);
  - Očekuje, dok glodalica, automatski, vrši obradu komada (25 s);
  - Prazni glodalicu i odlaže obradenu osovinu u kutiju za obradene delove (10 s);
  - Vraća se do struga (5 s).

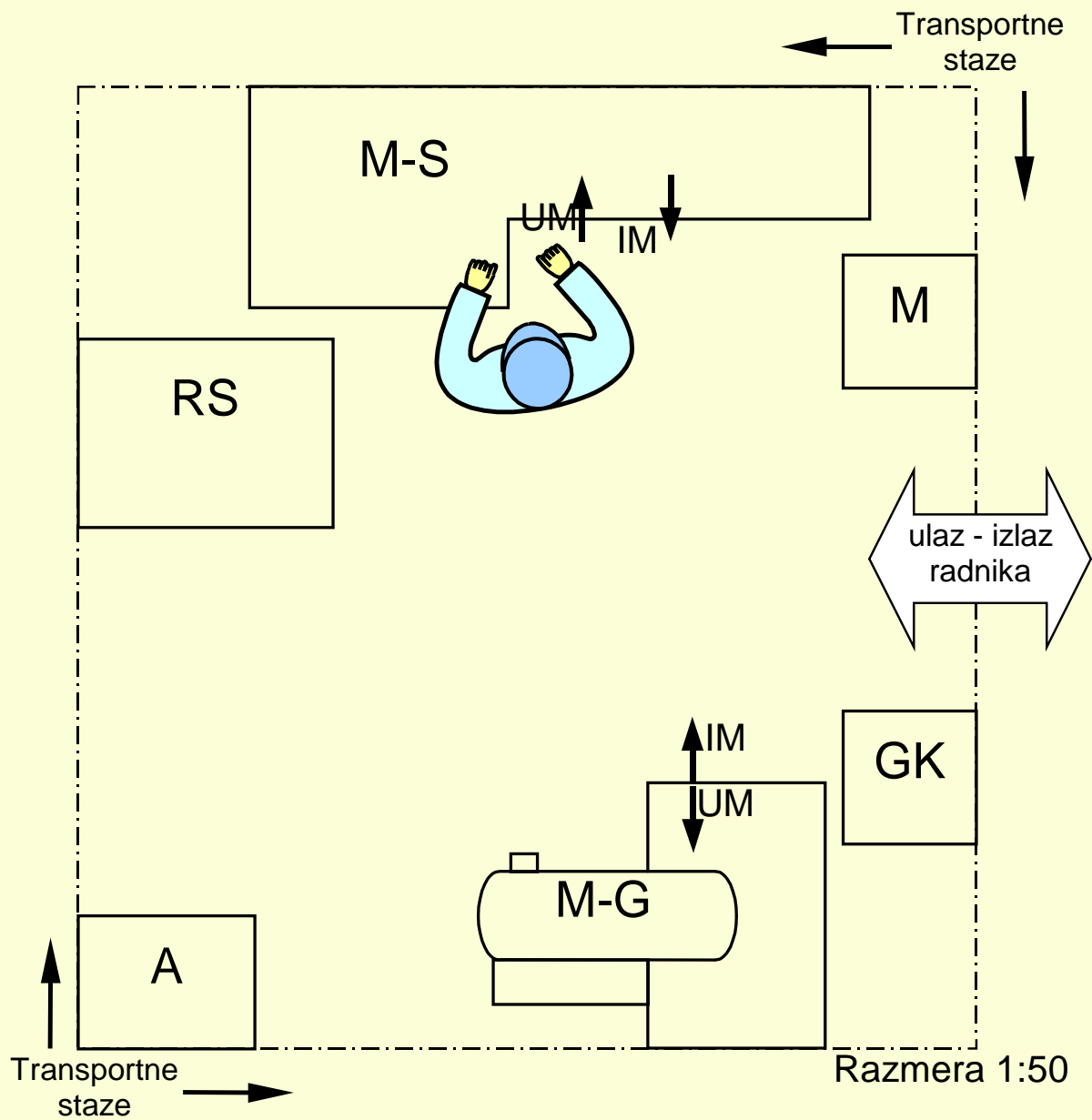
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

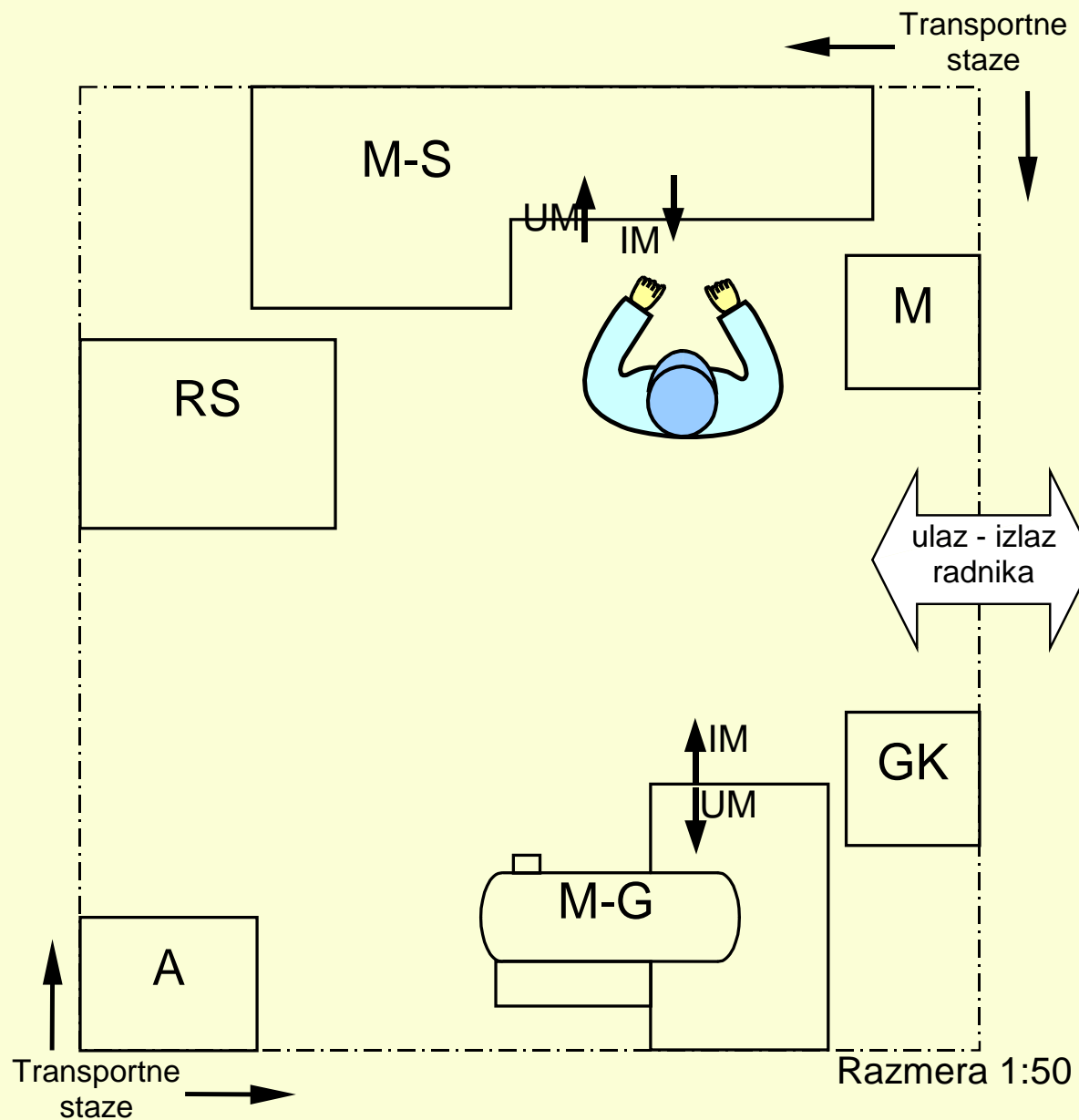
- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - **Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora



- Redosled zahvata radnika
- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
    - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
    - **Uklju uje strug (5 s);**

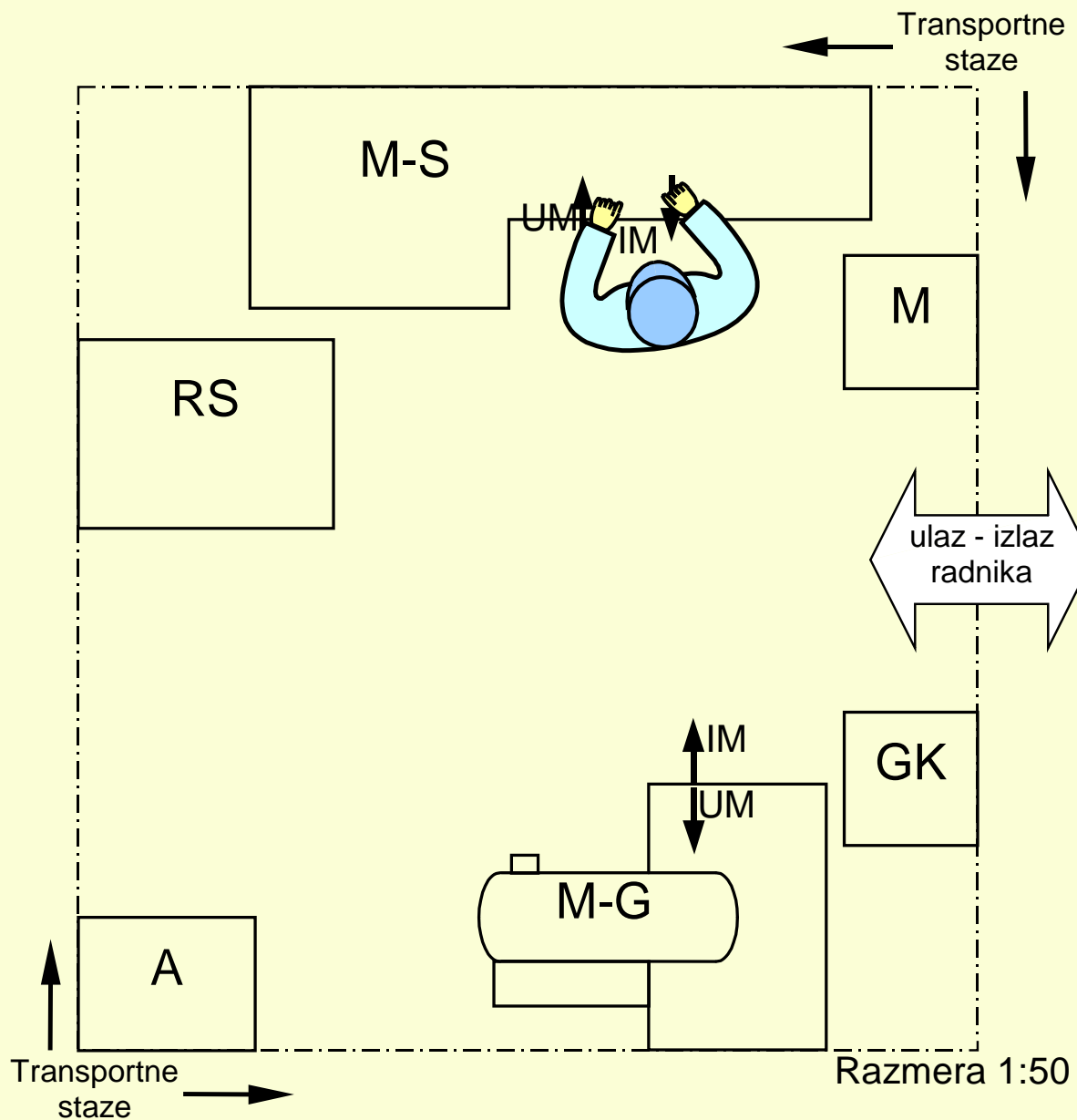
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - **eka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

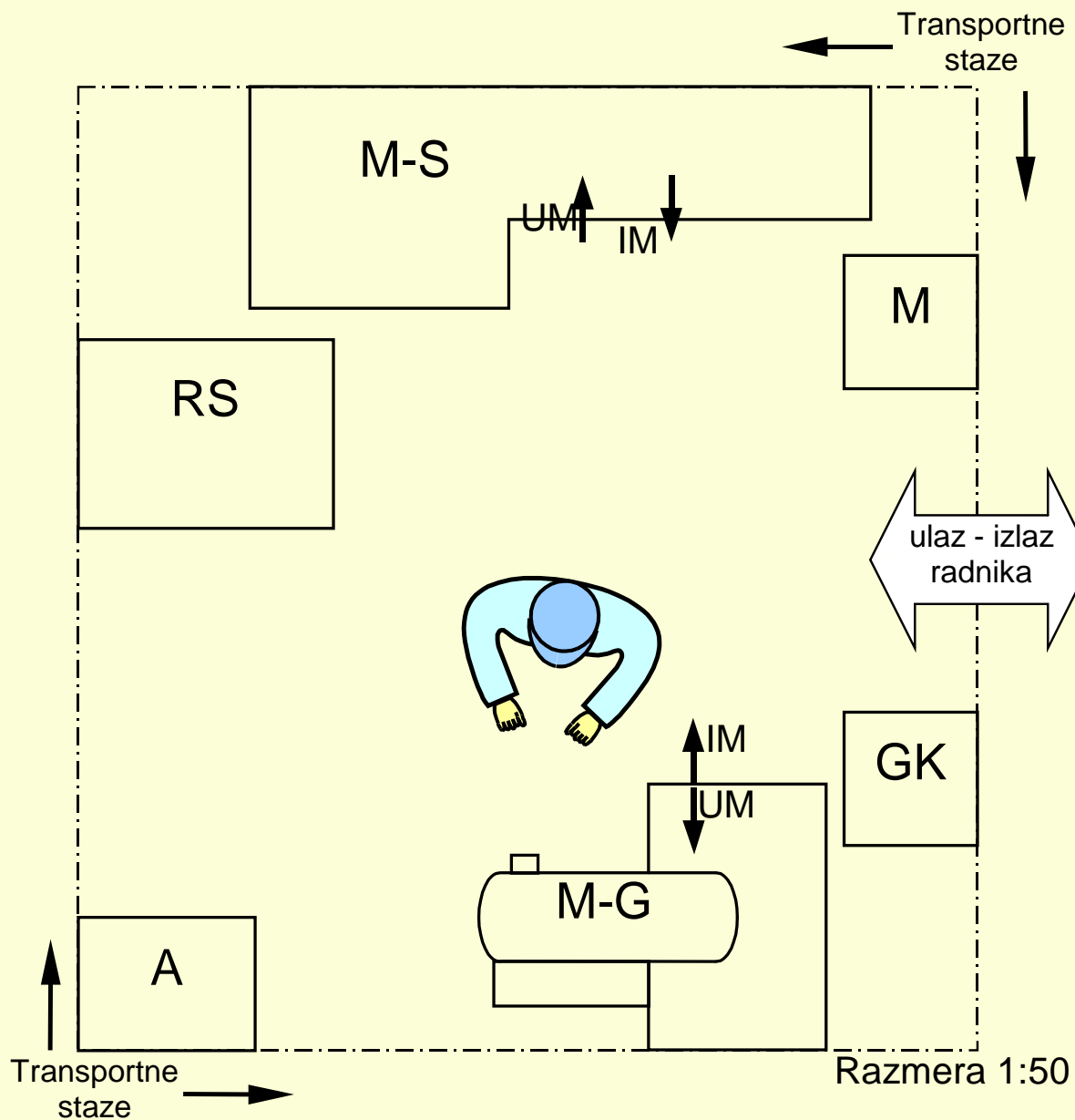


#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - Veka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - **Vadi obraden komad iz struga (10 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

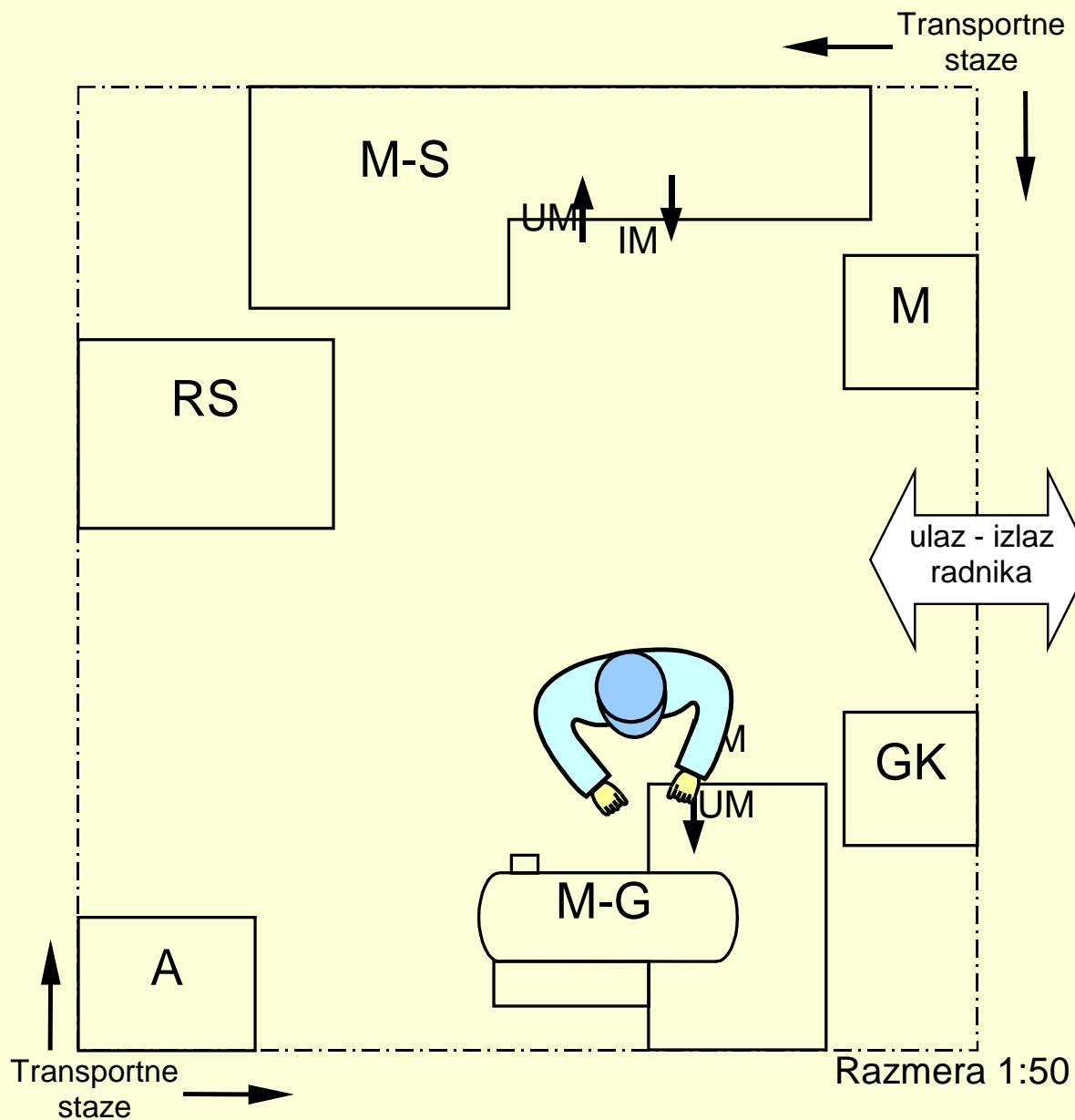




#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - eka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obraden komad iz struga (10 s);
  - **Odnosi komad do glodalice (5 s);**

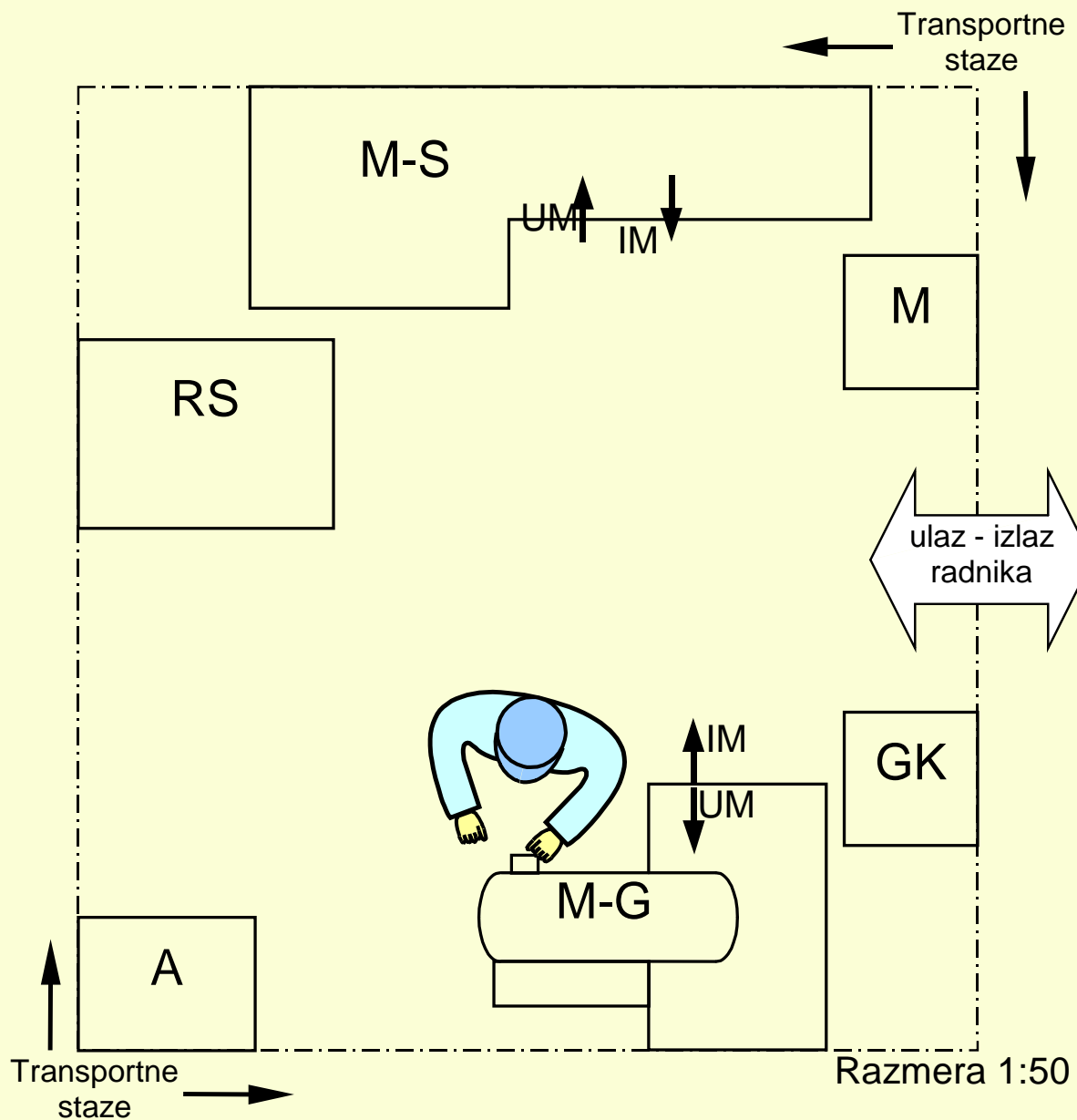
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - eka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obraden komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - **Puni glodalicu (10 s);**

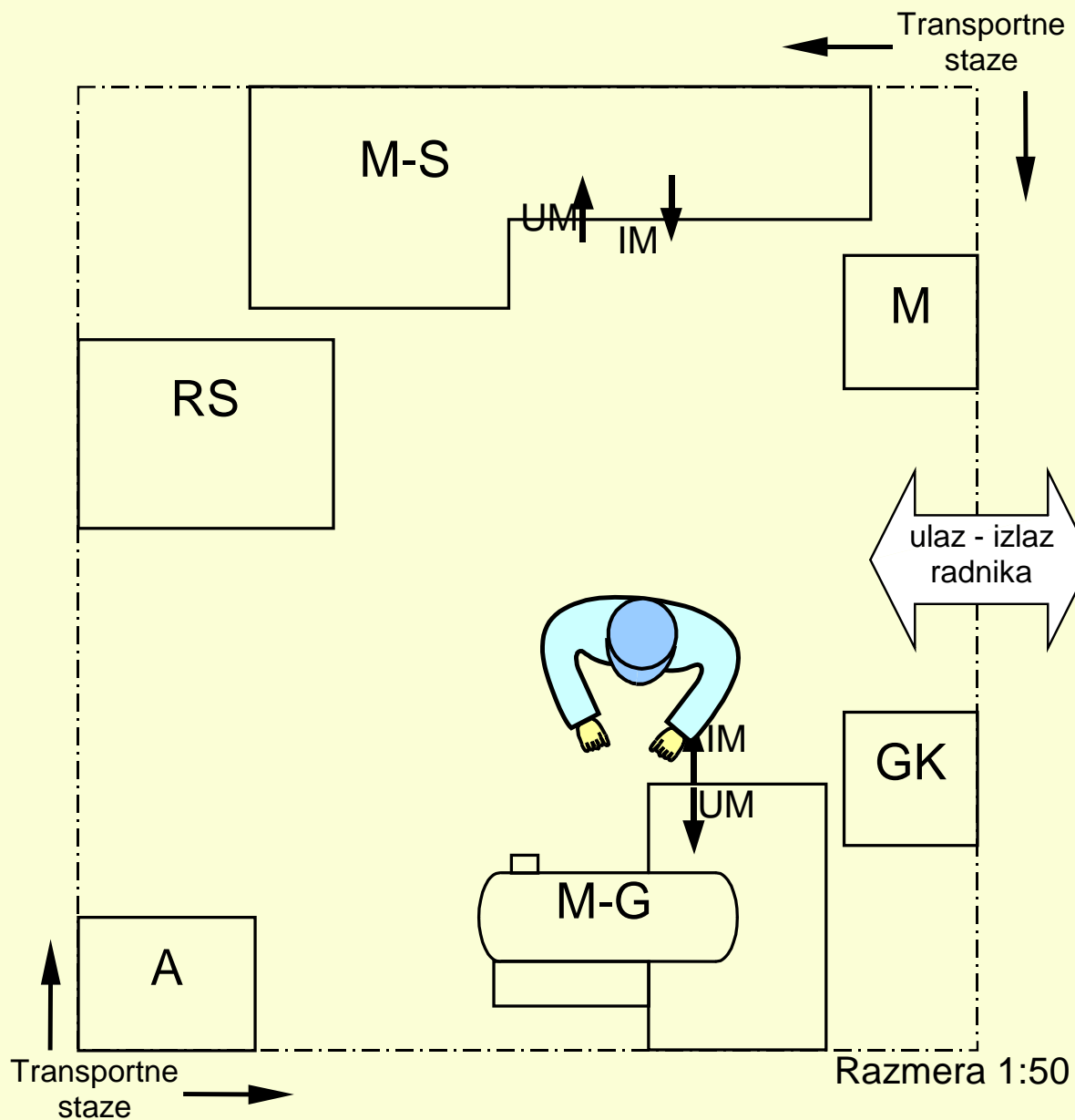
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - eka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obraden komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - **Uključuje glodalicu (5 s);**

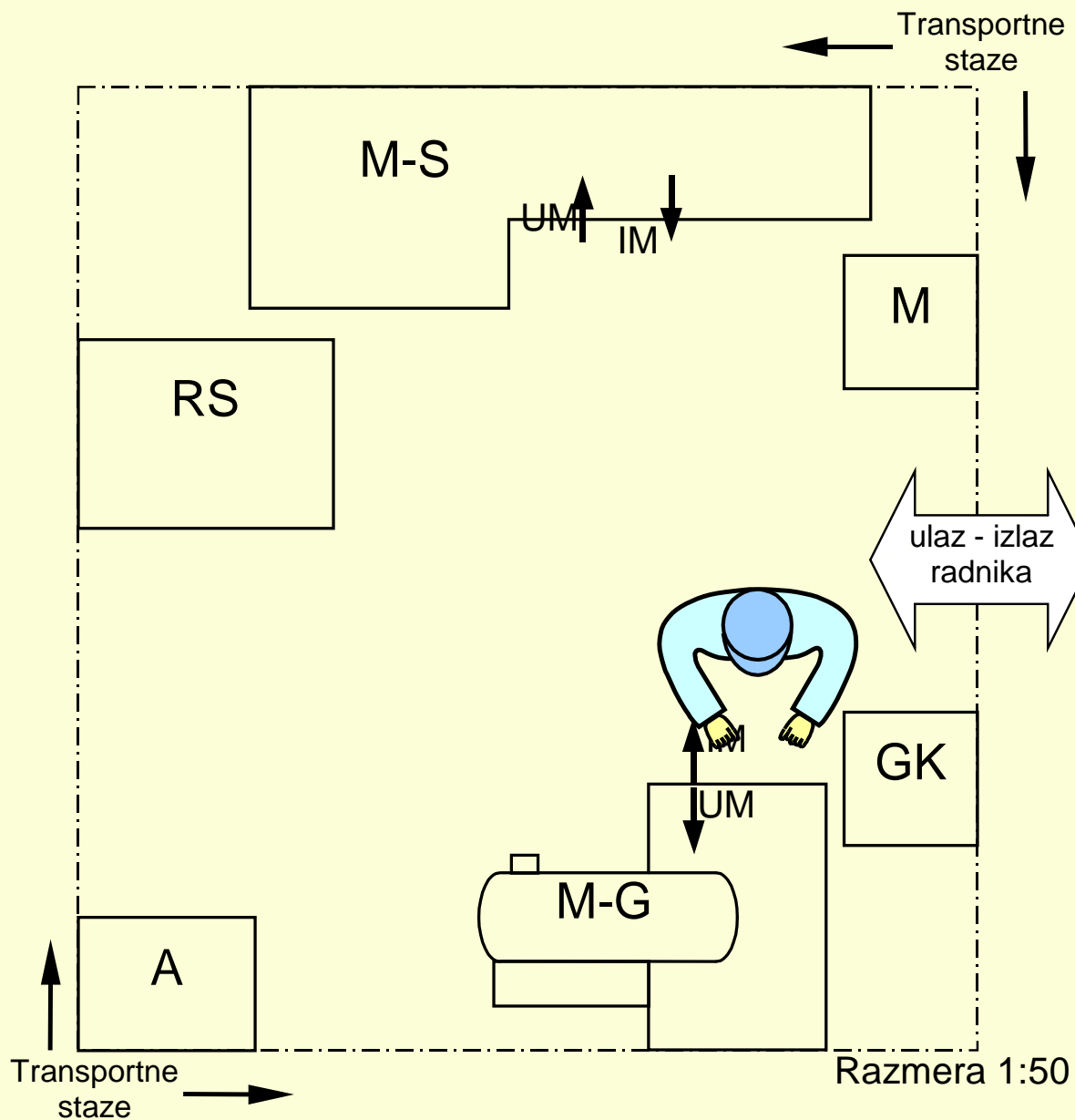
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - eka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obraden komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - Uključuje glodalicu (5 s);
  - **eka, dok glodalica, automatski, vrši obradu komada (25 s);**

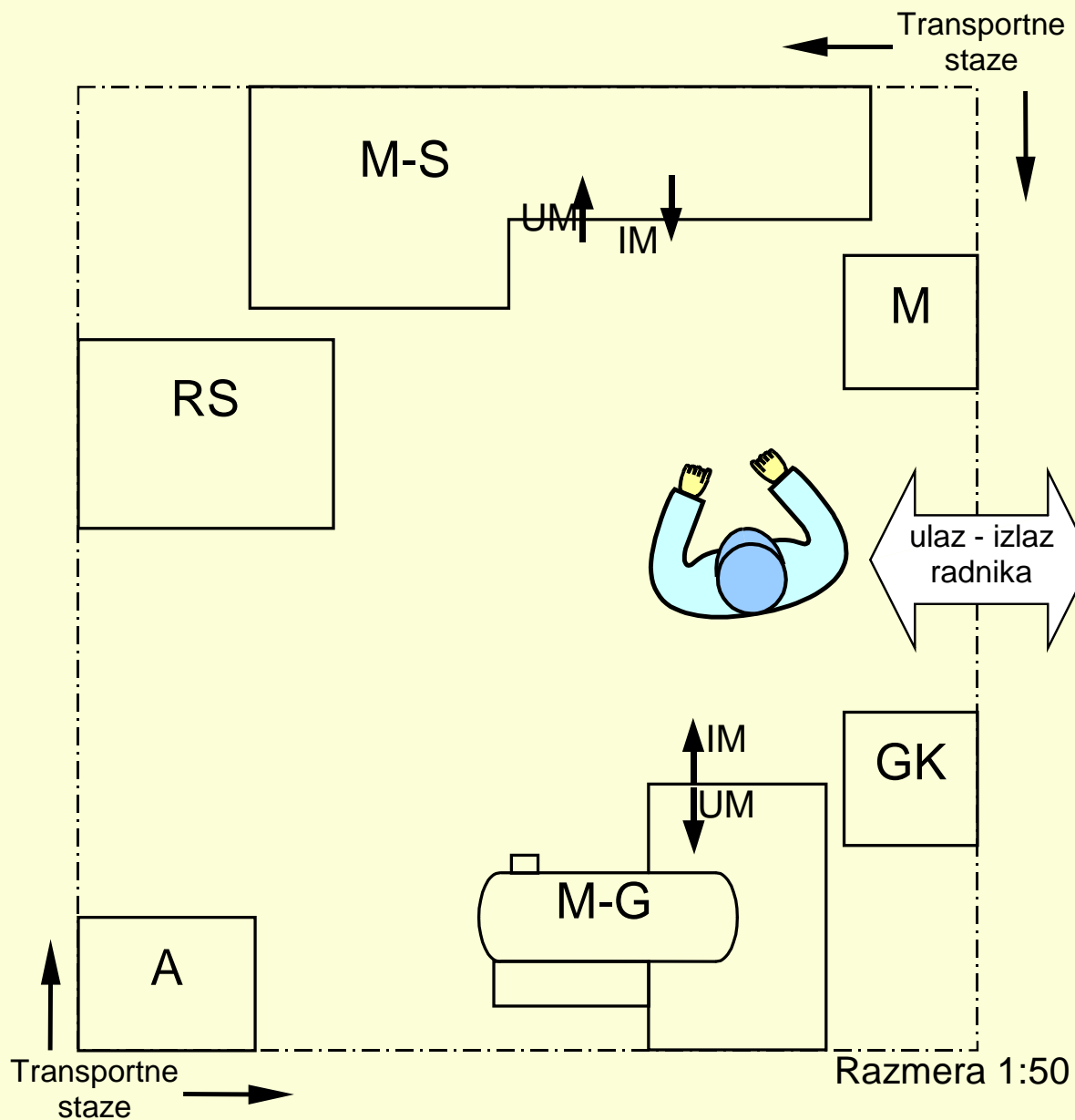
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - Čeka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obrađeni komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - Uključuje glodalicu (5 s);
  - Čeka, dok glodalica, automatski, vrši obradu komada (25 s);
  - **Prazni glodalicu i odlaže obrađenu osovinu u kutiju za obrađene delove (10 s);**
  -

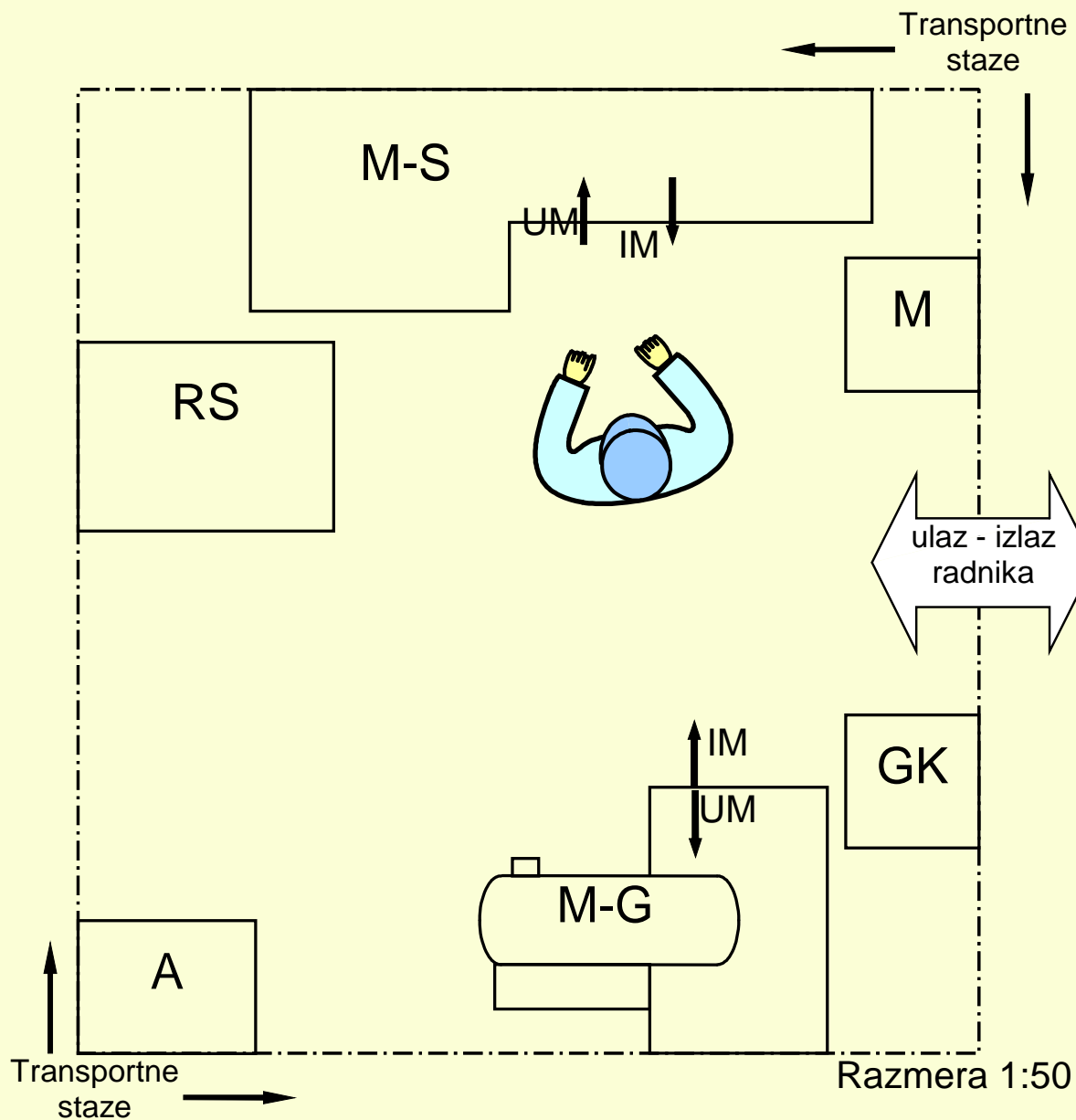
Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovinu elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - Čeka za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obrađeni komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - Uključuje glodalicu (5 s);
  - Čeka, dok glodalica, automatski, vrši obradu komada (25 s);
  - Prazni glodalicu i odlaže obrađenu osovinu u kutiju za obrađene delove (10 s);
  - **Vraća se do struga (5 s).**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovin elektromotora



#### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na slede i na in:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - Uključuje strug (5 s);
  - Vraća se za vreme automatske obrade komada na strugu (55 s);
  - Vadi obrađeni komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - Uključuje glodalicu (5 s);
  - Vraća se, dok glodalica, automatski, vrši obradu komada (25 s);
  - Prazni glodalicu i odlaže obrađenu osovinu u kutiju za obrađene delove (10 s);
  - Vraća se do struga (5 s).


Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora









 <small>laboratorija za proučavanje rada</small>		Karta me uzavisnih zahvata														
Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>					Snima :	<b>D.S.</b>		Studija:	<b>P-X-2</b>						
Tok:	rada / <del>materijala</del>					Datum:	<b>15.8.98</b>		Strana: 3	Od: 7						
Opis operacije:	<b>Izrada osovine elektromotora</b>					<b>Rekapitulacija</b>										
Alat / pribor	=					Opis veli ine	Jedinica mere	PS	NS	$U_{NS}$	$y_{NS}$					
Uslovi rada	<b>Normalni, radioni ki</b>					Tc	s	140								
Resursi	<b>R1: Radnik P.Z</b> <b>R2: Strug; R3: Glodalica</b>					Pr	$\frac{kom}{h}$	25,7								
Po etni zahvat	<b>Puni strug</b>															
Završni zahvat	<b>Vra a se do struga</b>															
Postoje e / <del>Novo</del> stanje						$\Delta_{NS} = NS - PS$ ; $\eta_{NS} = \frac{ NS - PS }{PS} * 100$ [%]										
T [s]	<b>R1: Radnik</b>				<b>R2: Strug</b>				<b>R3: Glodalica</b>				<b>R4:</b>			
0	Opis zahvata		t	tip	Opis zahvata		t	tip	Opis zahvata		t	tip	Opis zahvata		t	tip
	Puni strug		10	h	Puni se		10	h								
	Uklj. strug		5	h	Uklju uje se		5	h								
30																
	eka		55	h	Automatski rad struga		55	h	eka		85	h				
60																

## Razdvajanje

### **1. Po trajnosti:**

operacija se obavlja trajno, na proizvodu iz stalnog programa preduze a.

### **2. Po stabilnosti:**

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

### **3. Po pravcu istraživanja:**

me uzavisnost zahvata.

### **4. Po kriterijumu:**

4.1. skratiti dužinu trajanja ciklusa

4.2. pove ati produktivnost

### **5. Po elementima me uzavisnosti:**

Nezavisni zahvati radnika i mašina su dati u narednoj tabeli:

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

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

Metod karte me uzavisnih zahvata, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalne me uzavisnosti, rešenja iz literature, dobra praksa.

## Razdvajanje

### **1. Po trajnosti:**

operacija se obavlja trajno, na proizvodu iz stalnog programa preduze a.

### **2. Po stabilnosti:**

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

### **3. Po pravcu istraživanja:**

me uzavisnost zahvata.

### **4. Po kriterijumu:**

4.1. skratiti dužinu trajanja ciklusa

4.2. pove ati produktivnost

me uzavisnost zahvata.

#### **4. Po kriterijumu:**

4.1. skratiti dužinu trajanja ciklusa

4.2. pove ati produktivnost

#### **5. Po elementima me uzavisnosti:**

Nezavisni zahvati radnika i mašina su dati u narednoj tabeli:

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

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

Metod karte me uzavisnih zahvata, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalne me uzavisnosti, rešenja iz literature, dobra praksa.

Kritika	Ideje
<p><b>Me uzavisnost</b></p> <p><b>Pravilo 4:</b>            Prioritet u izvršavanju me usobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (ovek ili mašina) koji je usko grlo ciklusa.            Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika (<math>\zeta_R</math>) i stepena korišćenja mašine (<math>\mu_M</math>).</p> $\zeta_R = (t_{rada} + t_{hodanja}) / t_{ukupno} * 100 = (50 + 10) / 140 * 100 = 43 \%$ $\mu_{struga} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 = (55 + 25) / 140 * 100 = 57 \%$ $\mu_{glodalice} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 = (25 + 25) / 140 * 100 = 36 \%$ <p><b>Usko grlo ciklusa je strug.</b></p> <p>Prioritet u izvršavanju me usobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p><b>Pravilo 3:</b>            Nezavisne zahvate obaviti za vreme ekanja na mašinu ili radnika.</p> <p><b>Potrebno je eliminisati ekanje struga.</b></p> <p><i>Zbog čega strug eka?</i>            Strug eka, dok radnik nosi prethodni obrađeni komad do glodalice, postavlja ga i eka da glodalica obavi mašinsku obradu komada, jer nije napunjen sledećim komadom za obradu.</p> <p><i>Može li se eliminisati ekanje struga?</i>            Može, ideja 1.</p>	<p><b>Me uzavisnost</b></p> <p><b>1. ekanje struga za vreme rada sa glodalicom</b></p> <p>a) Ukoliko se posmatra izrada serije delova moguće je paralelno izvoditi obradu dva komada na strugu i glodalici.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

Kritika	Ideje
<p><b>Me uzavisnost</b></p> <p><b>Pravilo 1:</b>            Prioritet u izvršavanju me usobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (ovak ili mašina) koji je usko grlo ciklusa.            Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika (<math>\xi_R</math>) i stepena korišćenja mašine (<math>\mu_M</math>).</p> $\xi_R = (t_{rada} + t_{hodanja}) / t_{ukupno} * 100 = (50 + 10) / 140 * 100 = 43 \%$ $\mu_{struga} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 = (55 + 25) / 140 * 100 = 57 \%$ $\mu_{glodalice} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 = (25 + 25) / 140 * 100 = 36 \%$ <p><b>Usko grlo ciklusa je strug.</b></p> <p>Prioritet u izvršavanju me usobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p><b>Pravilo 6:</b>            Nezavisne zahvate obaviti za vreme ekanja na mašinu ili radnika.  <b>Potrebno je eliminisati ekanje struga.</b></p>	



Kritika	Ideje
<p><b>Me uzavisnost</b></p> <p><b>Pravilo 1:</b>            Prioritet u izvršavanju me usobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (ovak ili mašina) koji je usko grlo ciklusa.</p> <p>Usko grlo se može odrediti na osnovu stepena zauzetosti radnika (<math>\xi_R</math>) i stepena korišćenja mašine (<math>\mu_M</math>).</p> $\xi_R = (t_{rada} + t_{hodanja}) / t_{ukupno} * 100 = (50 + 10) / 140 * 100 = 43 \%$ $\mu_{struga} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 = (55 + 25) / 140 * 100 = 57 \%$ $\mu_{glodalice} = (t_{rada} + t_{zauzetosti}) / t_{ukupno} * 100 = (25 + 25) / 140 * 100 = 36 \%$ <p><b>Usko grlo ciklusa je strug.</b></p> <p>Prioritet u izvršavanju me usobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p><b>Pravilo 3:</b>            Nezavisne zahvate obaviti za vreme odvajanja na mašinu ili radnika.</p> <p><b>Potrebno je eliminisati otklanjanje struga.</b></p>	

Kritika	Ideje
<p data-bbox="398 172 696 212"><b>Me uzavisnost</b></p> <p data-bbox="398 272 819 312"><i>Zbog ega strug eka?</i></p> <p data-bbox="398 373 1099 643">Strug eka, dok radnik nosi prethodno, obra eni komad do glodalice, postavlja ga i eka da glodalica obavi mašinsku obradu komada, jer nije napunjen slede im komadom za obradu.</p> <p data-bbox="398 703 1072 743"><i>Može li se eliminisati ekanje struga?</i></p> <p data-bbox="398 754 745 794">Može, ideja 1 a - c.</p>	<p data-bbox="1108 172 1406 212"><b>Me uzavisnost</b></p>

Kritika	Ideje
<p data-bbox="398 172 696 212"><b>Me uzavisnost</b></p> <p data-bbox="398 268 819 316"><i>Zbog ega strug eka?</i></p> <p data-bbox="398 371 1093 643">Strug eka, dok radnik nosi prethodno, obraeni komad do glodalice, postavlja ga i eka da glodalica obavi mašinsku obradu komada, jer nije napunjen sledeim komadom za obradu.</p> <p data-bbox="398 699 1070 746"><i>Može li se eliminisati ekanje struga?</i></p> <p data-bbox="398 754 745 802">Može, ideja 1 a - c.</p>	<p data-bbox="1108 172 1400 212"><b>Me uzavisnost</b></p> <p data-bbox="1108 268 1794 363"><b>1. ekanje struga za vreme rada sa glodalicom</b></p> <p data-bbox="1108 419 1794 603">a) Ukoliko se posmatra izrada serije delova mogu e je paralelno izvoditi obradu dva komada na strugu i glodalici.</p> <p data-bbox="1108 643 1794 922">b) Za vreme automatske obrade na strugu (obrauje i-ti komad), radnik može odneti prethodno obraeni komad do glodalice ( i-1 komad) i izvršiti obradu na glodalici.</p> <p data-bbox="1108 962 1794 1425">c) Nakon obrade komada na strugu (i-1 komad) radnik ga može izvaditi i staviti na radni sto pored struga, zatim napuniti strug sa sledeim 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.</p>

## Sinteza

Trebalo bi da radnik obavlja operaciju na slede i na in:

rb	Opis zahvata	Potrebno vreme [ s ]
1	Postavlja (i-ti) komad u strug, dok glodalica eka	10
2	Uklju uje 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	Uklju uje glodalicu	5
7	eka za vreme automatske obrade (i-1) komada na glodalici	25
8	Vadi obra eni (i-1) komad iz glodalice i odlaže ga	10
9	Vra a se do struga (koji je u me uvremenu završio obradu)	5
9	Vadi (i-ti) komad iz struga i postavlja ga na radni sto	10

Zahvati 4 do 8 se obavljaju istovremeno sa automatskom obradom na strugu (zahvat 3).

### Efekti predloženih mera:

Realizacijom predloženog rešenja skрати se ciklus proizvodnje na 85 sekundi po komadu i pove a se produktivnost na 42 komada na sat.

## Sinteza

Trebalo bi da radnik obavlja operaciju na slede i na in:

rb	Opis zahvata	Potrebno vreme [ s ]
1	Postavlja (i-ti) komad u strug, dok glodalica eka	10
2	Uklju uje 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	Uklju uje glodalicu	5
7	eka za vreme automatske obrade (i-1) komada na glodalici	25
8	Vadi obra eni (i-1) komad iz glodalice i odlaže ga	10
9	Vra a se do struga (koji je u me uvremenu završio obradu)	5
9	Vadi (i-ti) komad iz struga i postavlja ga na radni sto	10

Zahvati 4 do 8 se obavljaju istovremeno sa automatskom obradom na strugu

		[ s ]
1	Postavlja (i-ti) komad u strug, dok glodalica eka	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	eka za vreme automatske obrade (i-1) komada na glodalici	25
8	Vadi obradjeni (i-1) komad iz glodalice i odlaže ga	10
9	Vraća se do struga (koji je u međuvremenu završio obradu)	5
9	Vadi (i-ti) komad iz struga i postavlja ga na radni sto	10

Zahvati 4 do 8 se obavljaju istovremeno sa automatskom obradom na strugu (zahvat 3).

### **Efekti predloženih mera:**

Realizacijom predloženog rešenja skratila se ciklus proizvodnje na 85 sekundi po komadu i povećala se produktivnost na 42 komada na sat.





# Karta me uzavisnih zahvata

Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>	Snima :	<b>D.S.</b>	Studija:	<b>P-X-2</b>		
Tok:	rada / materijala	Datum:	<b>15.8.98</b>	Strana: 7	Od: 7		
Opis operacije:	<b>Izrada osovine elektromotora</b>	<b>Rekapitulacija</b>					
Alat / pribor	<b>Turpija, nonijus</b>	Opis voljine	Jedinica mere	<b>PS</b>	<b>NS</b>	<b>U<sub>NS</sub></b>	<b>Y<sub>NS</sub></b>
Uslovi rada	<b>Normalni, radioni ki</b>	<b>Tc</b>	<b>s</b>	<b>140</b>			
Resursi	<b>R1: Radnik P.Z</b> <b>R2: Strug; R3: Glodalica</b>	<b>Pr</b>	<b>kom h</b>	<b>25,7</b>			
Po etni zahvat	<b>Puni strug</b>						
Završni zahvat	<b>Prazni strug</b>						
<b>Postojeće / Novo stanje</b>		$\Delta_{NS} = NS - PS$ ; $\eta_{NS} = \frac{ NS - PS }{PS} * 100$ [%]					

T [s]	R1: Radnik				R2: Strug				R3: Glodalica				R4:			
	Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip	
0			r	h			r	z			r	z				
	Puni strug	10			Puni se	10			eka	20						
	Uklj. strug	5			Uklju uje se	5										
	Do glodalice	5														
30	Puni glodalicu	10							Puni se	10						
	Uklj. glodal.	5							Uklju uje se	5						
	eka	25			Automatski rad struga	55			Automatski rad	25						
60	Prazni glodalicu	10							Prazni se	10						







# Karta me uzavisnih zahvata

Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>	Snima :	<b>D.S.</b>	Studija:	<b>P-X-2</b>		
Tok:	rada / materijala	Datum:	<b>15.8.98</b>	Strana: 7	Od: 7		
Opis operacije:	<b>Izrada osovine elektromotora</b>	<b>Rekapitulacija</b>					
Alat / pribor	<b>Turpija, nonijus</b>	Opis voljine	Jedinica mere	PS	NS	$U_{NS}$	$Y_{NS}$
Uslovi rada	<b>Normalni, radioni ki</b>	Tc	s	140	85	-55	39%
Resursi	<b>R1: Radnik P.Z</b> <b>R2: Strug; R3: Glodalica</b>	Pr	kom/h	25,7	42,3	16,6	64%
Po etni zahvat	<b>Puni strug</b>						
Završni zahvat	<b>Prazni strug</b>						
<b>Postojeće / Novo stanje</b>		$\Delta_{NS} = NS - PS$ ; $\eta_{NS} = \frac{ NS - PS }{PS} * 100$ [%]					

T [s]	R1: Radnik			R2: Strug			R3: Glodalica			R4:		
	Opis zahvata	t	tip r h	Opis zahvata	t	tip r z	Opis zahvata	t	tip r z	Opis zahvata	t	tip
0	Puni strug	10		Puni se	10		eka	20				
	Uklj. strug	5		Uklju uje se	5							
	Do glodalice	5										
30	Puni glodalicu	10					Puni se	10				
	Uklj. glodal.	5					Uklju uje se	5				
	eka	25		Automatski rad struga	55		Automatski rad	25				
60	Prazni glodalicu	10					Prazni se	10				

## Rešenje:

- a) Snimak postojećeg stanja je dat u obrascu:  
Karta međuzavisnih zahvata - postojeće stanje, P-X-2.
- b) Analiza postojećeg stanja je data u tabelarnom obliku, u prethodnom delu teksta.
- c) Novo stanje je projektovano u obrascu:  
Karta međuzavisnih zahvata - novo stanje, P-X-2.
- d) Proračun o ekvivalentnim uštedama je dat u projektu novog rešenja, deo rekapitulacija.
- e) Boljom sinhronizacijom radnika i mašina skratilo se vreme ciklusa za 39%, povećala se produktivnost za 64%.  
Humanizovao se rad, jer radnik više ne mora da čeka dok mašina vrši obradu.



## Zadatak 1: Operacija opsluživanja formule u pit-stopu

**Opis problema:** McLotus, favorit u tekućem šampionatu formule, je na početku sezone dva puta osvojio drugo mesto, sa zaostatkom od 3 sekunde u odnosu na prvoplasiranog. Analizom toka trke je utvrđeno da je prvo mesto izgubljeno zbog lošeg rada mehaničara u pit-stopu.

Zbog toga je angažovan konsultant za proučavanje rada, sa zadatkom da izvrši racionalizaciju rada na ovoj operaciji.

Sakupljeni su podaci o postojećem stanju dati u nastavku teksta.

**Cilj:** Povećati produktivnost i humanizovati rad racionalizacijom rada na ovoj operaciji delovanjem na međuzavisnost zahvata mehaničara.

**Kriterijumi:** Vreme potrebno za opsluživanje vozila, zauzetost svakog mehaničara.

**Ograničenja:** Svi zahvati se moraju obaviti. Nije moguće nabavljati novu opremu. Svi mehaničari su uvežbani za obavljanje svih zahvata. Za vreme podizanja i spuštanja vozila ne smeju se obavljati drugi zahvati, dok se ostali zahvati mogu obavljati paralelno. Skidanje i montaža točkova se moraju obavljati kada je vozilo podignuto. Dolivanje benzina se može obavljati i kada je vozilo podignuto i kada je spušteno. Jedan mehaničar mora da dežura sa protivpožarnim aparatom za vreme dok se sipa benzin. Brisanje vetrobrana se može obavljati i dok je vozilo spušteno.

**Algoritam:**

- Snimiti postojeće stanje kartom međuzavisnih zahvata (15 poena).
- Analizirati postojeće stanje (20 poena).
- Projektovati novo rešenje istom kartom (10 poena).
- Proračunati otkrivane uštede, prema datim kriterijumima (5 poena).
- Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem (5 poena).

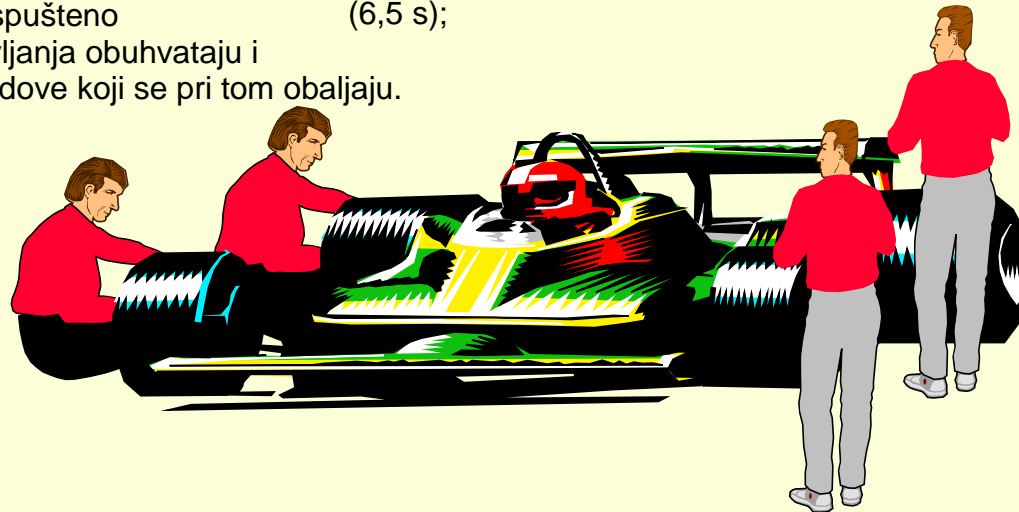
Napomena: prikazati stanje u razmeri tako da rastojanje između dva duža podeoka predstavlja 0,5 sekundi.



Operaciju izvode etiri mehanici, tako što svaki od njih izvodi sledeće zahvate:

- Mehanikar 1:
  - \* pokazuje gde treba parkirati, dok se vozilo parkira (0,5 s);
  - \* skida točak (2,0 s);
  - \* postavlja novi točak (2,5 s);
  - \* signalizira da vozilo može da krene (0,5 s);
- Mehanikar 2:
  - \* podiže vozilo dizalicom, nakon što je parkirano (1,0 s);
  - \* skida točak (2,0 s);
  - \* postavlja novi točak (2,5 s);
  - \* spušta vozilo i izvlači dizalicu (1,0 s);
- Mehanikar 3:
  - \* skida točak (2,0 s);
  - \* postavlja novi točak (2,5 s);
  - \* briše vetrobran na vozilu, dok je vozilo podignuto (1,0 s);
  - \* dežura uz vatrogasni aparat dok se doliva benzin (6,5 s);
- Mehanikar 4:
  - \* skida točak (2,0 s);
  - \* postavlja novi točak (2,5 s);
  - \* sipa benzin, nakon što je vozilo spušteno (6,5 s);

Zahvati skidanja i postavljanja obuhvataju i donošenje i odnošenje točkova i hodove koji se pri tom obaljavaju.





FON		Karta me uzavisnih zahvata											
Pogon:		Pit stop				Snima :		D.S.		Studija		X-3	
Tok:		rada / materijala				Datum:		29.03.2007.		Strana 1		Uk. strana 1	
Opis operacije:		Opsluživanje formule u pit stopu – zamena to kova, brisanje vetrobrana i dolivanje goriva				Rekapitulacija							
Alat / pribor						Opis veli ine		Jedinica mere		PS		NS	
Uslovi rada		Rad na otvorenom				Tc		s		15			
Resursi:		R1: mehani ar 1; R2: mehani ar 2 R3: mehani ar 3; R3: mehani ar 4											
Po etni zahvat													
Završni zahvat													
Postoje e / Novo stanje						$\Delta_{NS} = NS - PS : n_{NS} = \frac{ NS-PS }{100} * 100\%$							
T	R1: Mehani ar 1			R2: Mehani ar 2			R3: Mehani ar 3			R4: Mehani ar 4			
I	zahvat	t	tip		zahvat	t	tip		zahvat	t	tip		
0			r	h			r	h			r	h	
1	Pokazuje	0,5	Z		eka				Z			Z	
2				Z	Podiže vozilo		Z		eka			Z	
3	Skida to ak	2,0	Z		Skida to ak	2,0	Z		Skida to ak	2,0	Z		
4			Z				Z				Z		
5	Postavlja novi	2,5	Z		Postavlja novi	2,5	Z		Postavlja novi	2,5	Z		





I 0	zahvat	t	tip			zahvat	t	tip			zahvat	t	tip			zahvat	t	tip								
			r	h				r	h				r	h				r	h							
	Pokazuje	0,5	Z			eka				Z				Z					Z							
1					Z	Podiže vozilo		Z			eka			Z					Z							
2	Skida to ak	2,0	Z			Skida to ak	2,0	Z			Skida to ak	2,0	Z			Skida to ak	2,0	Z								
3			Z					Z					Z					Z								
4			Z					Z					Z					Z			Z			Z		
5	Postavlja novi to ak	2,5	Z			Postavlja novi to ak	2,5	Z			Postavlja novi to ak	2,5	Z			Postavlja novi to ak	2,5	Z								
6			Z					Z					Z					Z								
7			Z					Z					Z					Briše vetrobran			Z				Z	
8					Z	Spušta vozilo		Z						Z					Z							
9	eka				Z	eka				Z	Dežura uz pp aparat	6,5	Z			Sipa benzin	6,5	Z								
10					Z					Z					Z					Z			Z			
11					Z					Z								Z			Z			Z		
12					Z					Z								Z			Z			Z		
13					Z					Z								Z			Z			Z		
14					Z					Z								Z			Z			Z		
15			Signalizira	0,5	Z									Z					eka			Z				
			5,5		9,5			6,5		8,5			12,0		3,0				11,5		3,5					

## Zadatak 2: Operacija prodaje kafe

**Opis problema:** Mala pržionica kafe iz kraja prodaje sveže mlevenu kafu. Da bi opstala u sve ve ojoj konkurenciji na tržištu kafe potrebno je da poveća brzinu usluge kupcima. Operacija prodaje kafe predstavlja usko grlo. Da bi se poboljšao nivo usluge i zadovoljili kupci potrebno je skratiti trajanje ove operacije. U pržionici radi jedan prodavac koji koristi jedan mlin za kafu. Zbog ograničenih sredstava ne mogu se angažovati dodatni resursi, već rast produktivnosti treba ostvariti boljim korišćenjem postojećih resursa.

Prethodnim istraživanjima su sakupljeni sledeći podaci o postojećem stanju:

- Pored prodavca, koji koristi mlin u izvođenju operacije učestvuju i kupac.
- Zbog prirode posla potrebno je uslužiti jednog kupca pre početka usluživanja sledećeg.
- Prodavac obavlja operaciju na sledeći način:
  - \* Prima porudžbinu za 200 grama sveže samlevene kafe (0,05 min);
  - \* Odlazi do mlina (0,05 min);
  - \* Sipa kafu u mlin i uključuje ga (0,10 min);
  - \* Čeka za vreme mlevenja kafe (0,25 min);
  - \* Vadi samlevenu kafu i sipa je u papirnu kesu (0,15 min);
  - \* Odnosi kesu do vage (0,05 min);
  - \* Meri težinu kafe (0,10 min);
  - \* Zatvara kesu (0,05 min);
  - \* Predaje kafu kupcu (0,05 min);
  - \* Naplaćuje kafu (0,15 min);
  - \* Vraća kusur (0,15 min);

**Cilj:** Povećati produktivnost prodaje za 20%, delovanjem na međuzavisni

**Kriterijum:** Trajanje ciklusa usluživanja, produktivnost (broj uslužjenih kupaca)

**Ograničenja:** Može se delovati samo na sinhronizaciju rada prodavca, kupca i r

**Algoritam:**

- a) Snimiti postojeće stanje kartom međuzavisnih zahvata (15 poena)
- b) Analizirati postojeće stanje (20 poena).
- c) Projektovati novo rešenje istom kartom (10 poena).
- d) Proračunati otkrivane uštede, prema datim kriterijumima (5 poena)
- e) Objasniti kako se predloženim rešenjem delovalo na problem i

# Projektni zadatak

## – 5. deo

### Sadržaj

- **Postavka zadatka**
  - Opis problema (procesa)
  - Cilj
  - Kriterijum
  - Ograničenja
  - Postupak rada
- **Snimak PS** - Karta me uzavisnih zahvata
- **Analiza PS** - Analiza postojećeg stanja
- **Projekat NS** - Karta me uzavisnih zahvata
- **Efekti**
  - Proračun ušteda
  - Objašnjenje o ekvivalentnim efektima

**Dostaviti u papiru:**

**Smer Upravljanje kvalitetom: 28.04.**

**Smer Operacioni menadžment: 08.05.**