



# 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 stimulatívno plaćanje rada



## Proučavanje međuzavisnosti zahvata i pokreta pri izvođenju operacije na radnom mestu

- Proučavanju međuzavisnosti zahvata i pokreta pristupa se nakon proučavanja rasporeda opreme i projektovanja redosleda zahvata i pokreta pri izvođenju operacije.
- Zahvati i pokreti se realizuju u sadejstvu više resursa i vrši se sinhronizacija rada svih resursa.
- Ukoliko na radnom mestu radi **jedan radnik**, onda se sinhronizacija radi **na nivou pokreta**.
- U slučaju da radnik radi na jednoj ili više mašina ili radi grupa radnika, sinhronizacija se radi prvo na nivou zahvata, a zatim na nivou pokreta.



## Proučavanje međuzavisnosti zahvata i pokreta pri izvođenju operacije na radnom mestu

- Metod karte međuzavisnih zahvata – postupak proučavanja međuzavisnosti zahvata na radnom mestu.
- Metod pokretograma – postupak proučavanja međuzavisnosti pokreta leve i desne ruke, redosleda pokreta u zahvatu i rasporeda opreme i komandi.
- Metod karte pokreta – postupak proučavanja međuzavisnosti i redosleda pokreta.



# Proučavanje međuzavisnosti zahvata

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

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

## Pravila za projektovanje međuzavisnosti zahvata

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

## Način poboljšavanja međuzavisnosti zahvata

1. Eliminirati čekanja resursa koji je usko grlo.
2. Eliminirati 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. Poboľšati 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:

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

## Popunjavanje karte međuzavisnih zahvata

Korak	Napomena
1. Popuniti zaglavlje karte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Popuniti poznate rubrike na početku</li> <li>- Na kraju snimanja prekontrolisati i dopuniti zaglavlje</li> </ul>
2. Prepoznati sve resurse – radnike ili mašine koji učestvuju u operaciji	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voditi računa o sopstvenoj i bezbednosti drugih lica</li> </ul>
3. Prepoznati i opisati sve zahvate svakog resursa i njihovu međuzavisnost	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Za svaki zahvat svakog resursa prikupiti opis, trajanje, međuzavisnost, tip zahvata,</li> </ul>
4. Nacrtati grafički model međuzavisnih zahvata	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Izradu modela započeti unošenjem resursa – radnika i mašina koji učestvuju u operaciji</li> <li>- Definisati tipove 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>

Završni zahvat		Nosi odlivak od maš. do palete														
		Postojeće / <del>Novo</del> stanje						$\Delta_{NS} = NS - PS$		$\eta_{NS} = \frac{ NS - PS }{PS} \cdot 100 [\%]$						
T [s]	R1: Radnik				R2: Mašina				R3:				R4:			
0	Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip		Opis zahvata	t	tip	
			r	h	r	z	č									
	Nosi odlivak do mašine	40	W		Čeka	40	W									
	Postavlja odlivak u alat	60	W		Puni se	60	W									
100	Steže odlivak	40	W		Steže se	40	W									
	Čeka 120		W		Automatski rad 120		W									
200			W				W									
	Otpušta odlivak	40	W		Otpušta se	40	W									
300	Čisti odlivak	20	W		Čisti se	20	W									
	Nosi odlivak do stola	40	W		Čeka 160		W									
	Obara ivice	20	W				W									
400	Kontroliše obradu	60	W				W									
	Nosi odlivak do palete	40	W				W									
480			W				W									
500			240	120			120	160	200							



# 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.
- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na način opisan u nastavku teksta.

## CILJ:

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

## KRITERIJUMI:

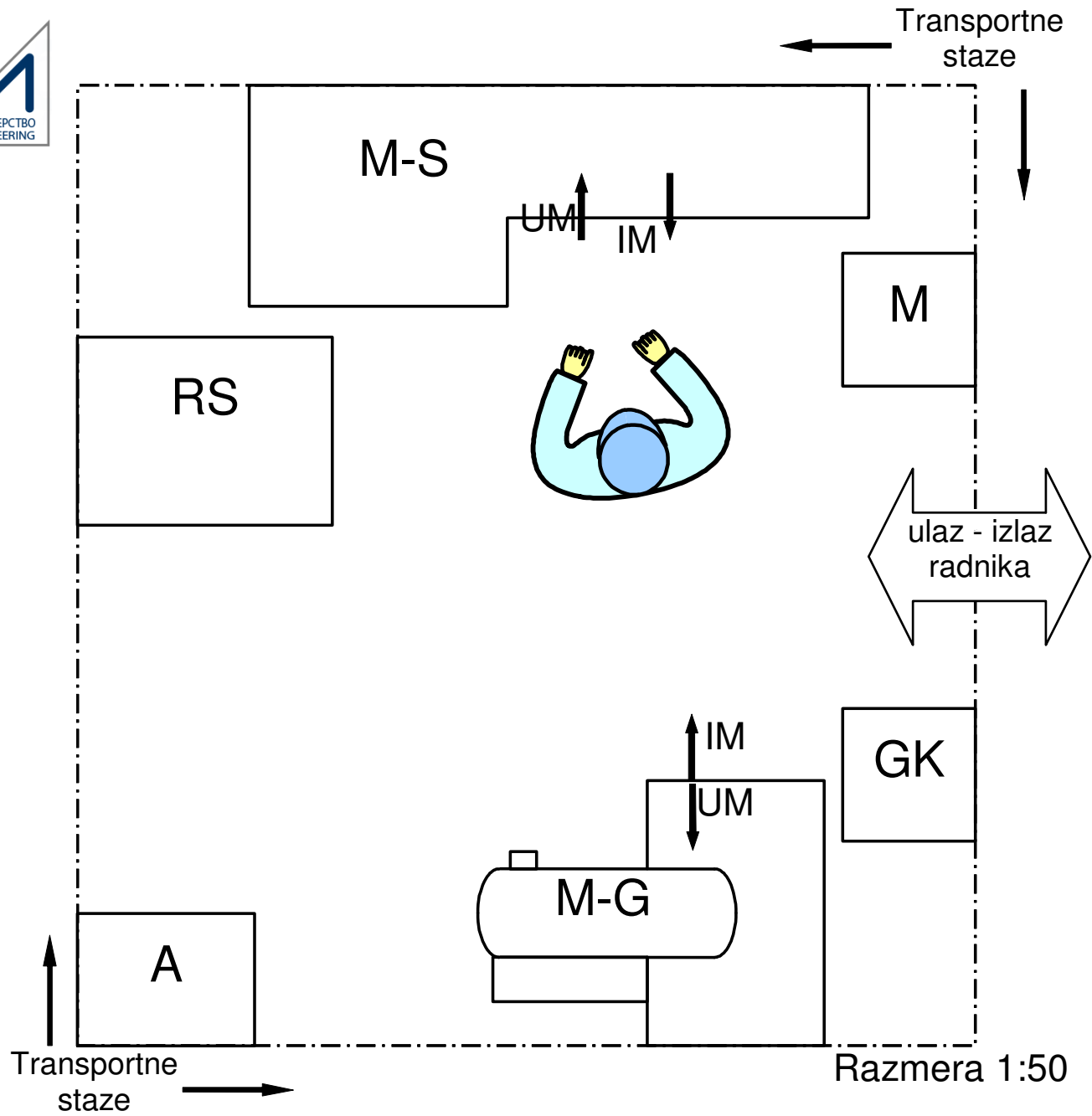
Trajanje ciklusa izrade jedne osovine, produktivnost(broj proizvedenih osovina za 1 sat).

## 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.

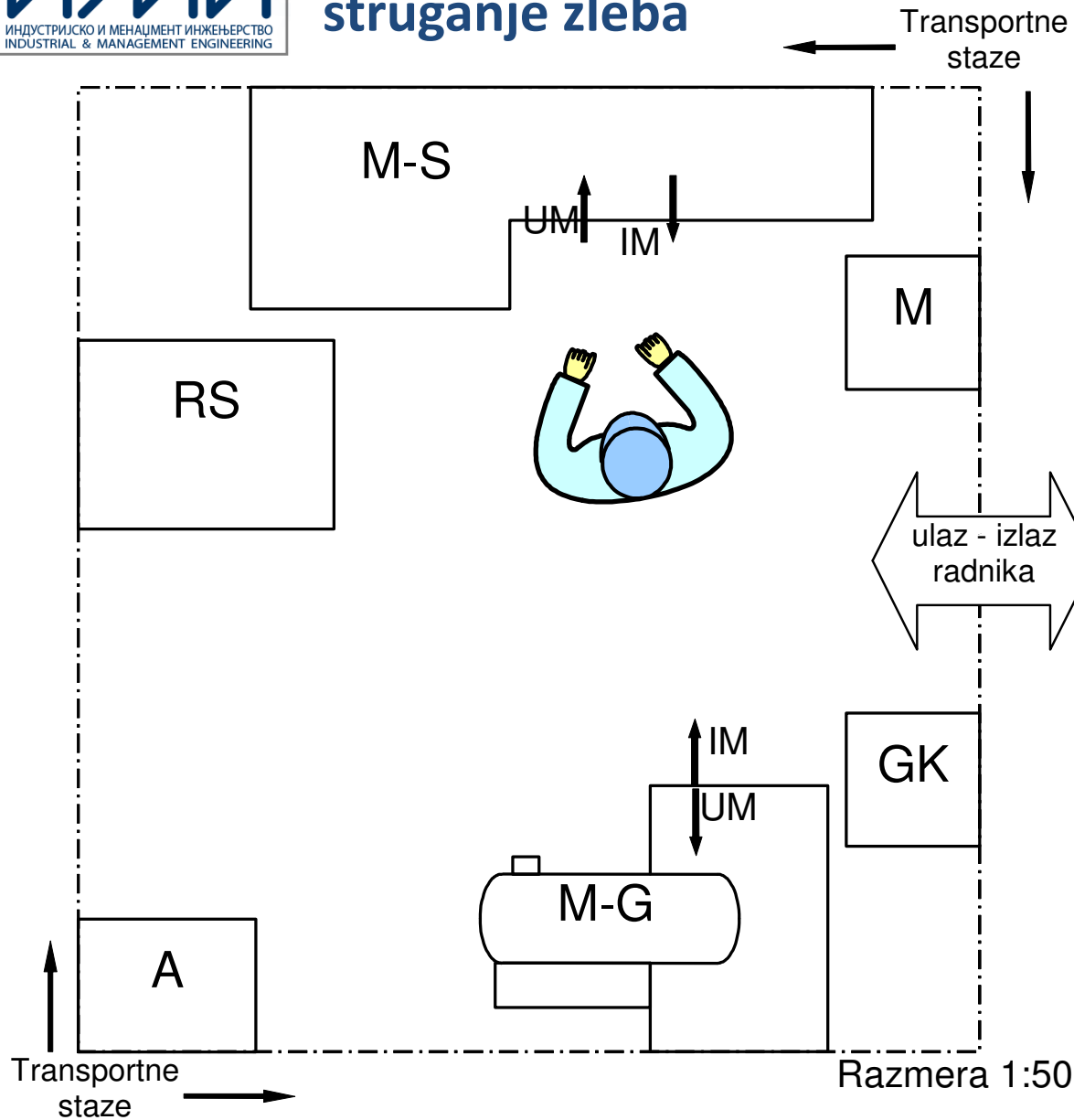
## ALGORITAM:

- 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.



Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

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

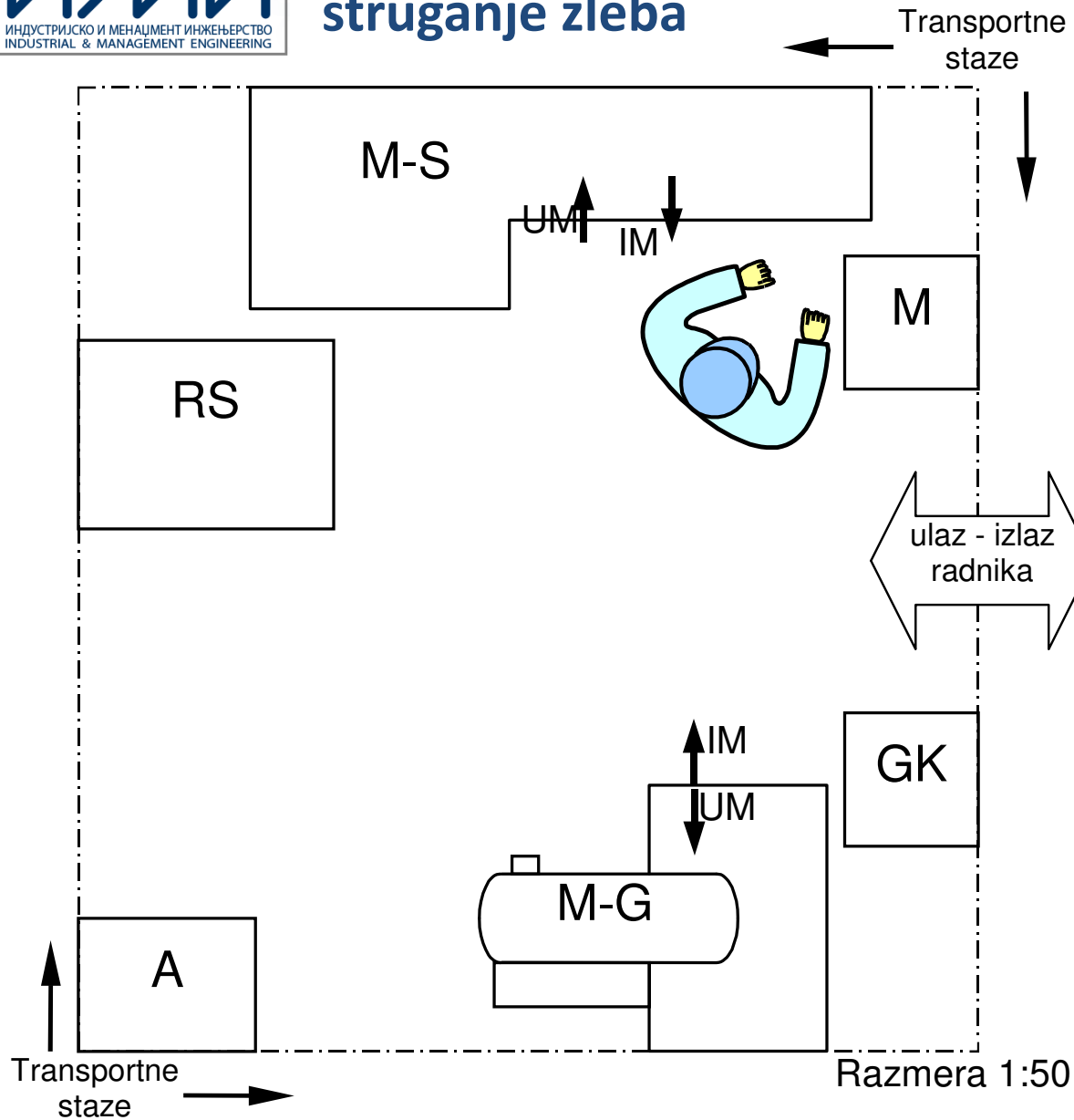


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen 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 osovine elektromotora

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



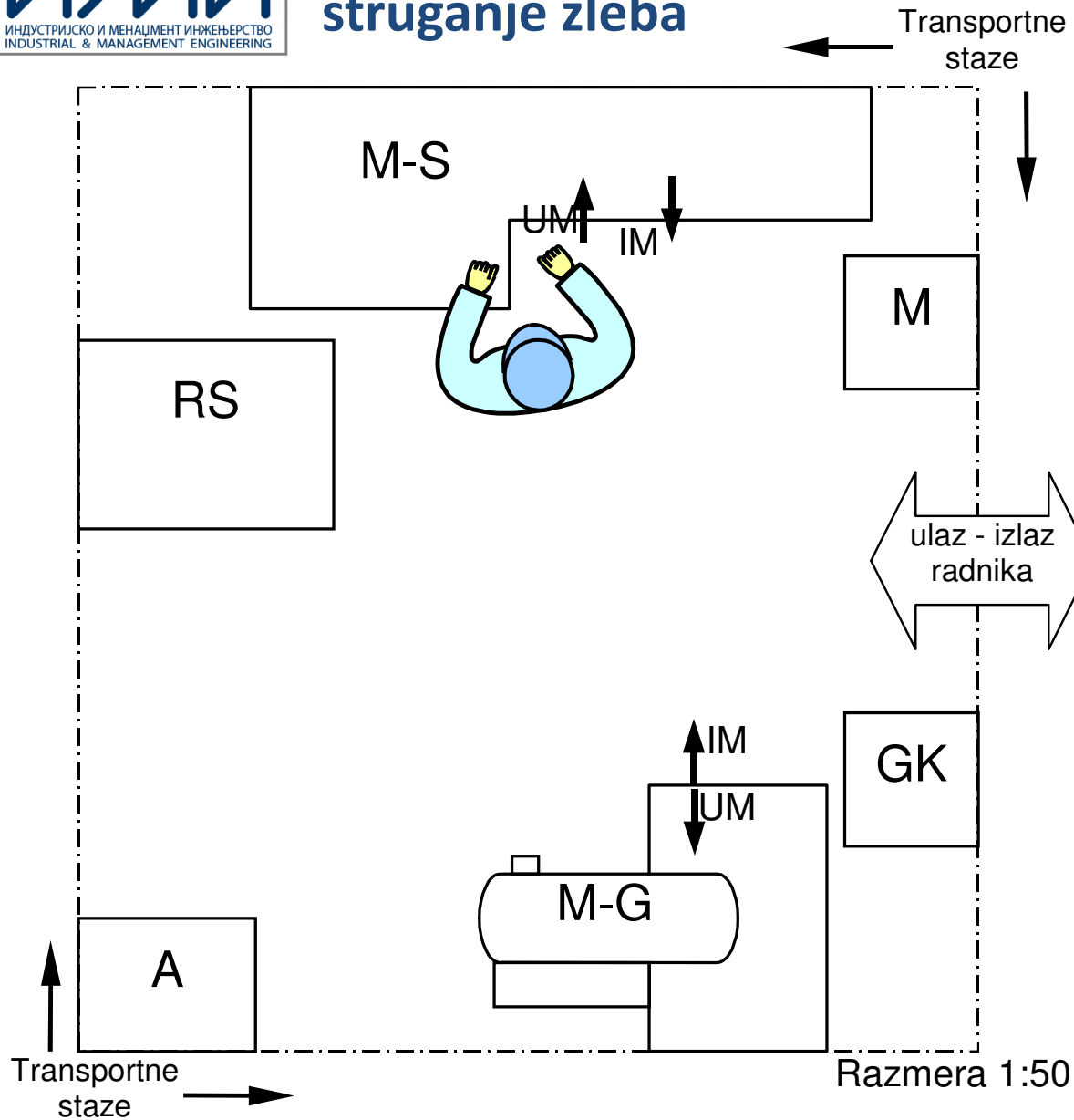
### Redosled zahvata radnika

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

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora



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

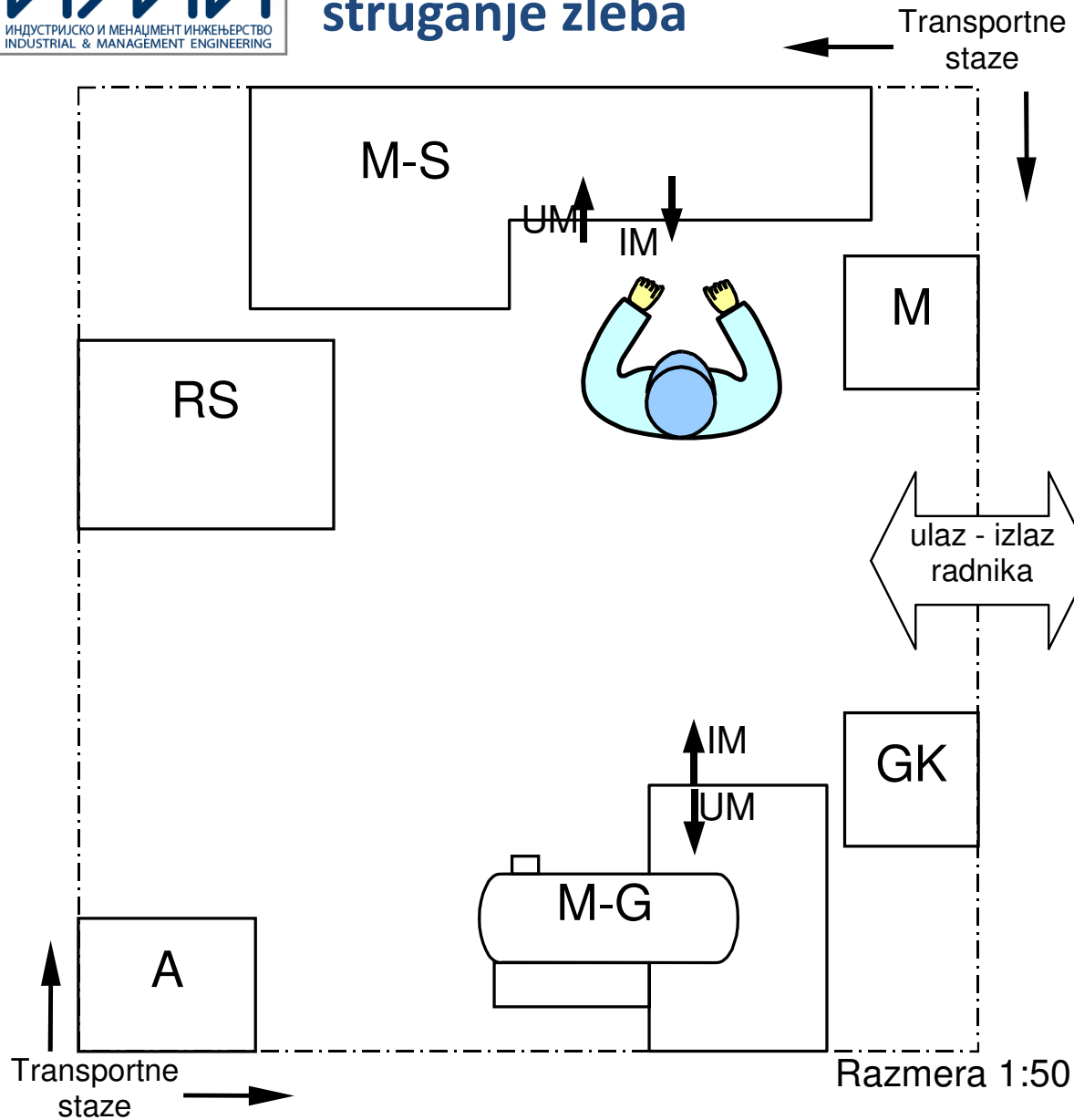


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - Uzima komad za obradu iz kutije i puni strug (10 s);
  - **Uključuje strug (5 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

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

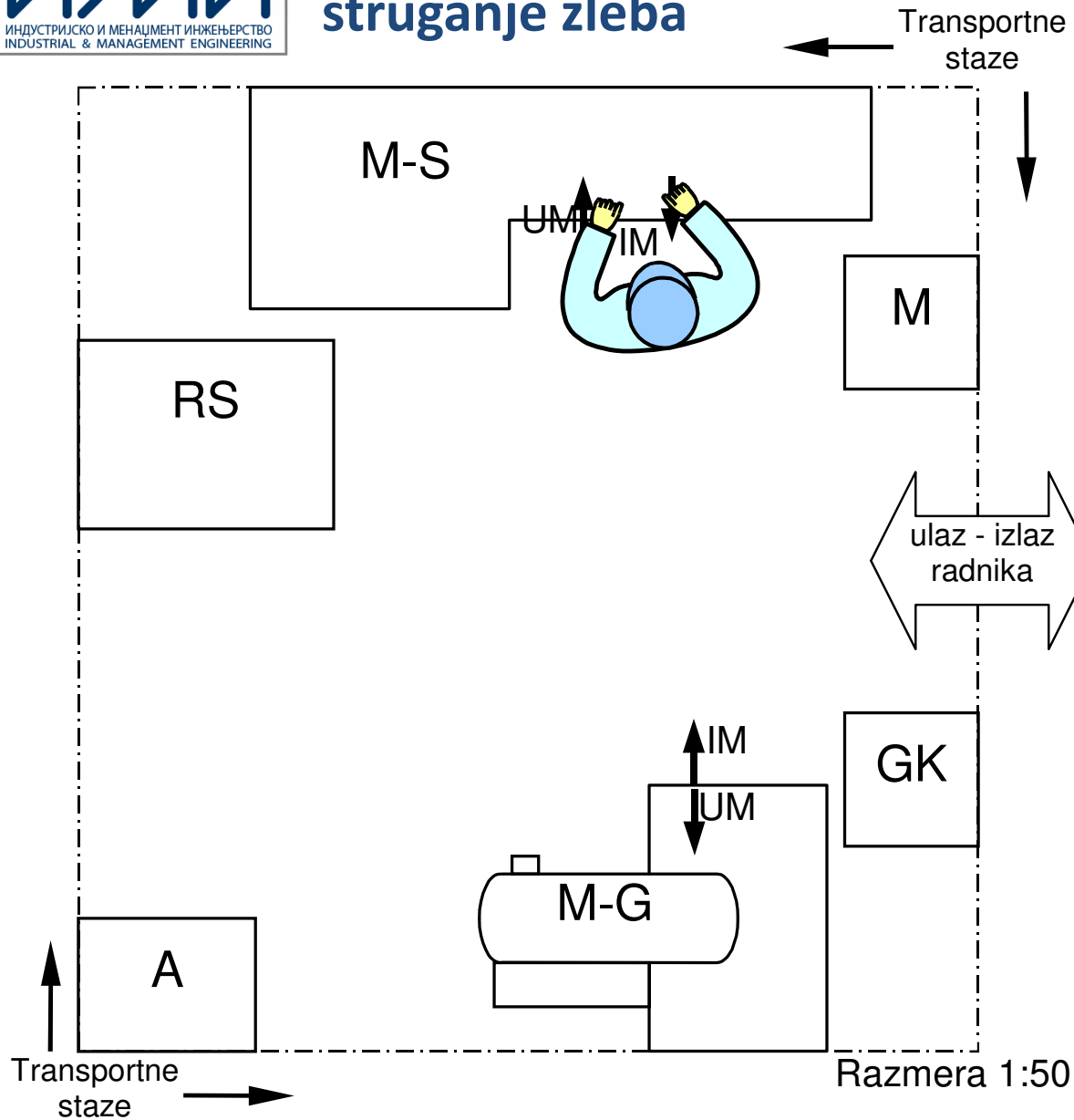


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

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

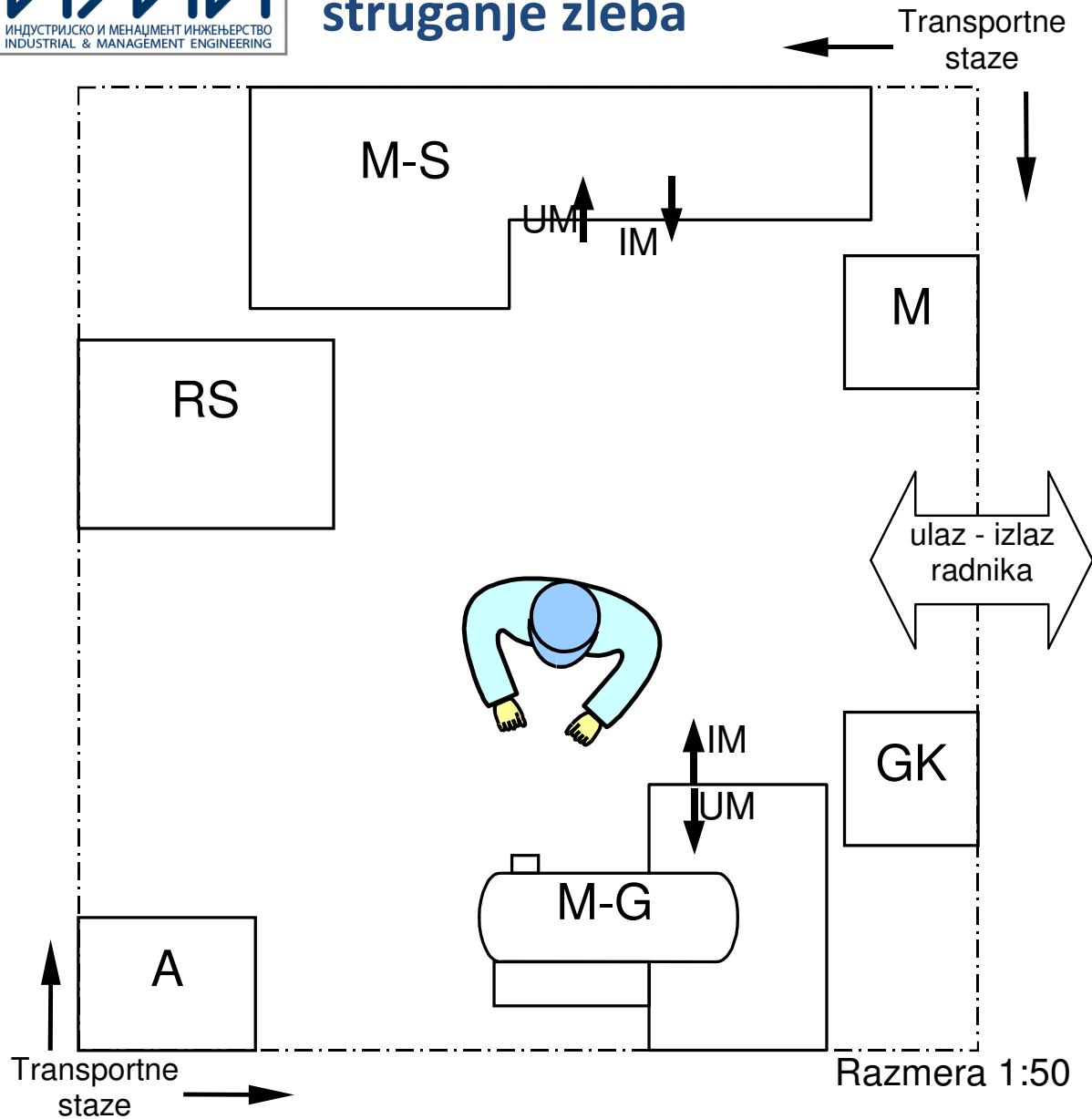


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen komad iz struga (10 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

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

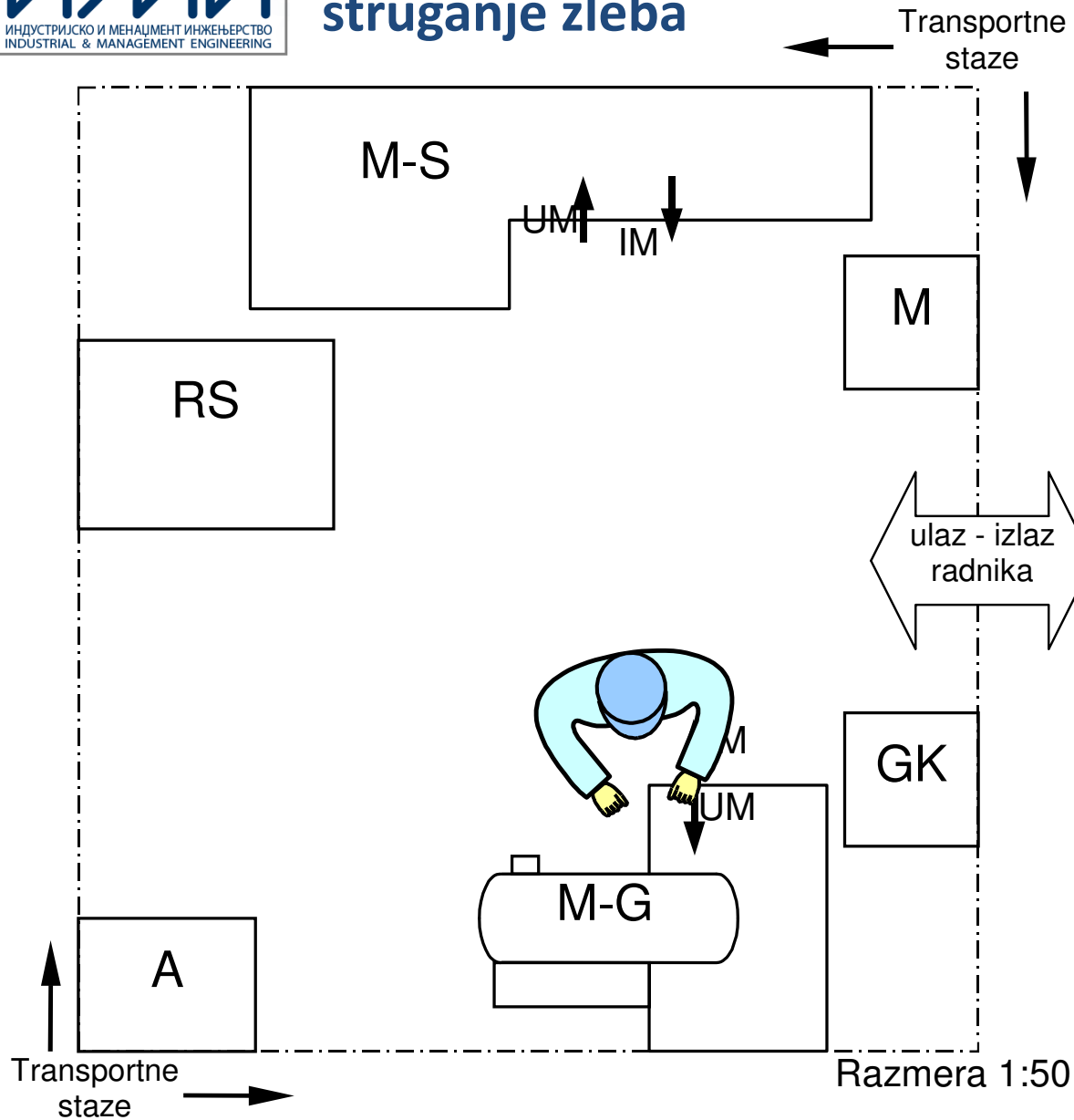


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen komad iz struga (10 s);
  - **Odnosi komad do glodalice (5 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

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

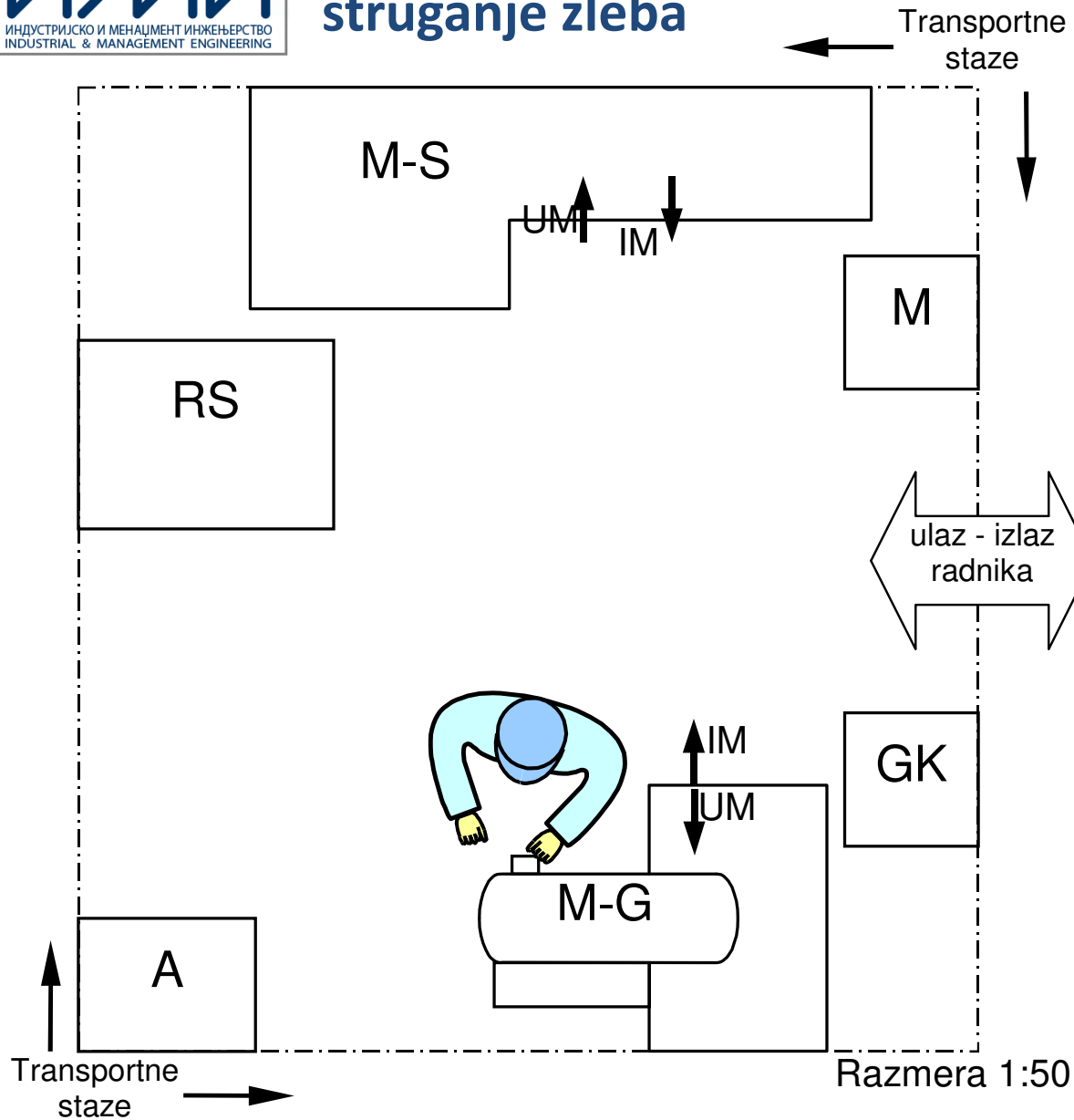


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - **Puni glodalicu (10 s);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

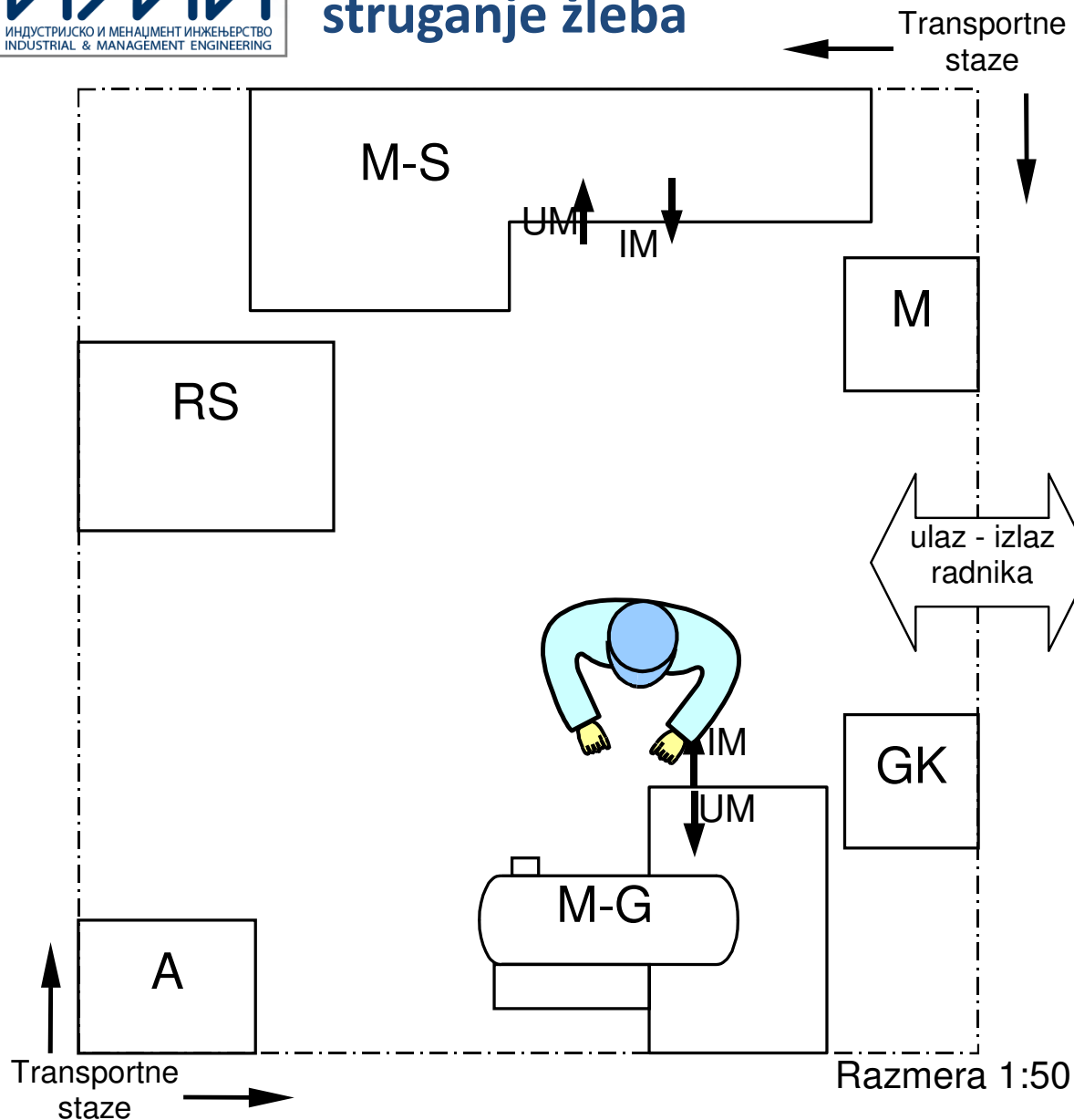
## Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba



### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen komad iz struga (10 s);
  - Odnosi komad do glodalice (5 s);
  - Puni glodalicu (10 s);
  - **Uključuje glodalicu (5 s);**

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

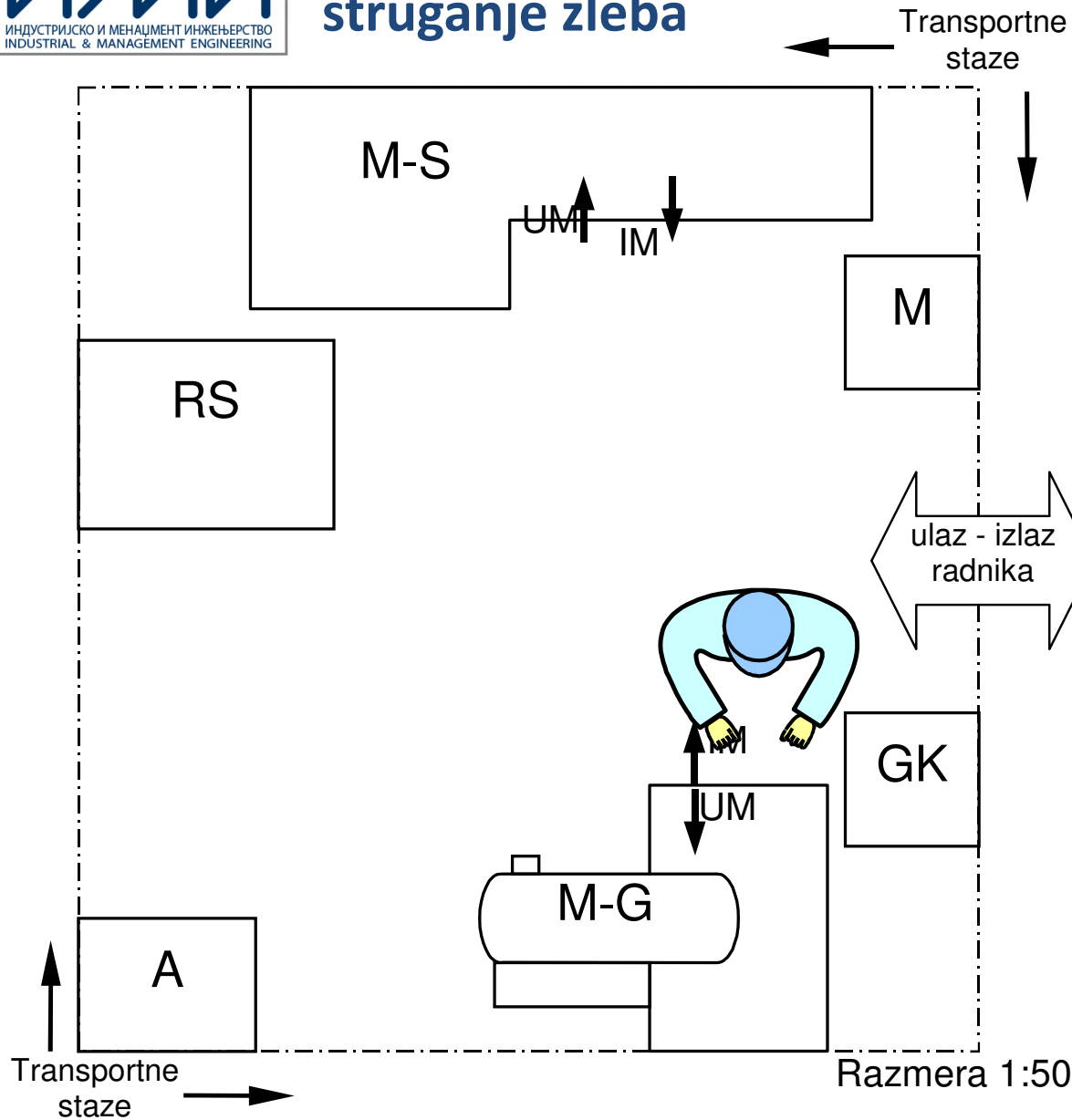


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen 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);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovina elektromotora

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



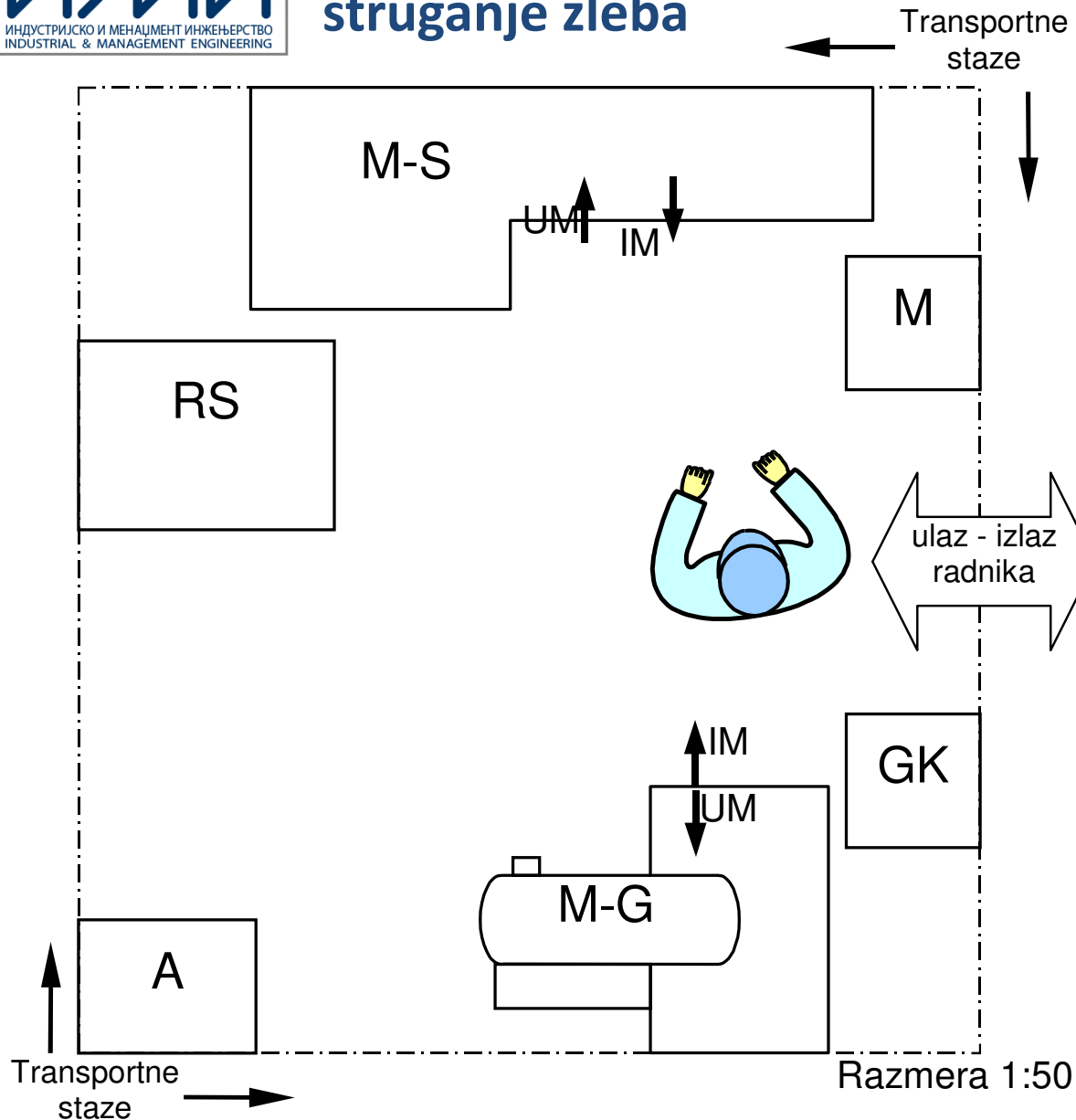
### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen 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 osovine elektromotora



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

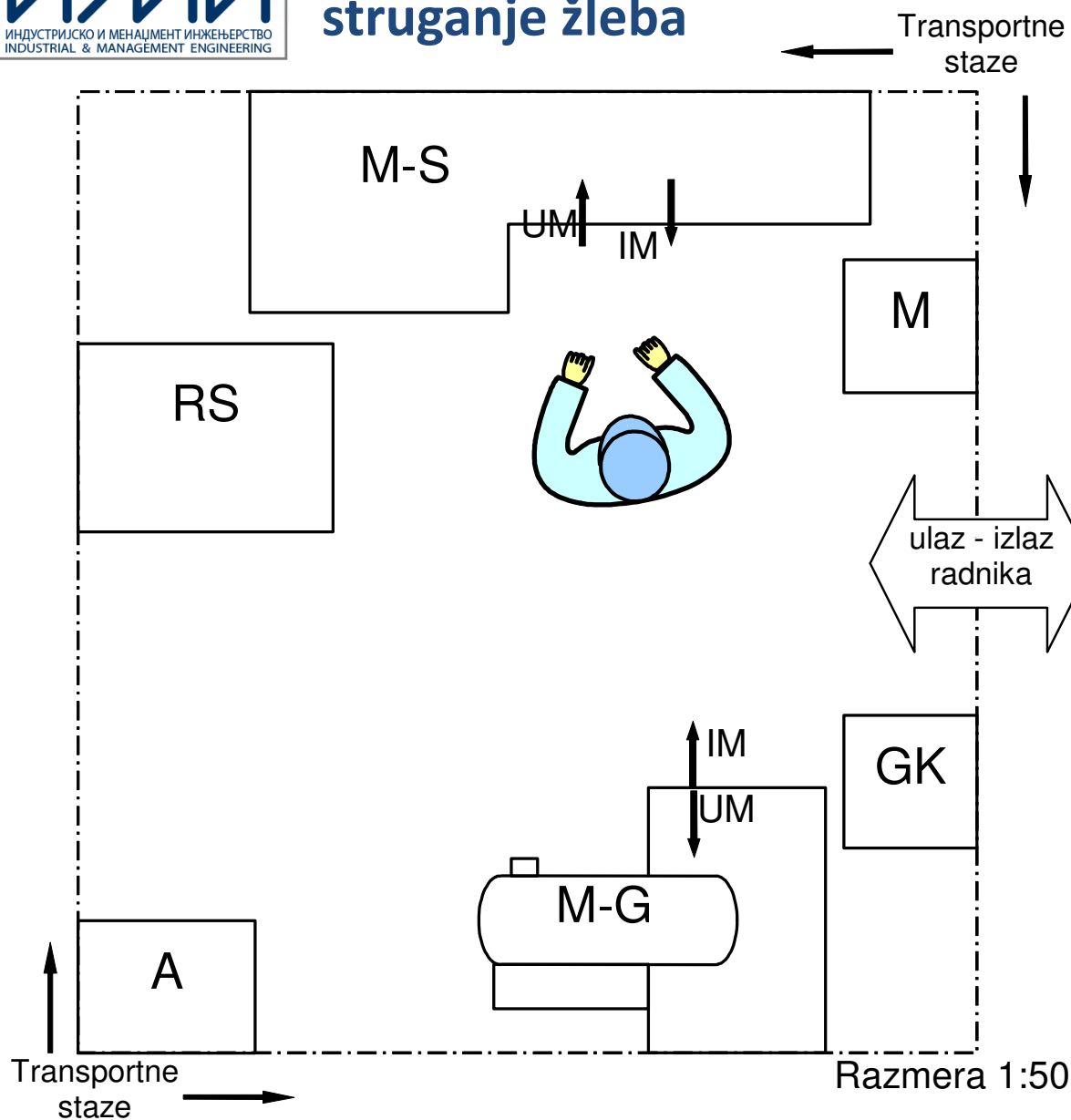


### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen 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 osovine elektromotora

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



### Redosled zahvata radnika

- Jedan radnik opslužuje obe mašine, na sledeći način:
  - 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 obrađen 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 osovine elektromotora

# 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









## b) Analiza - razdvajanje

### 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:**

4.1. skratiti dužinu trajanja ciklusa

4.2. povećati produktivnost



## b) Analiza - razdvajanje

### 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 za vreme rada na strugu i hoda do glodalice
Hod do glodalice	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

### 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:**

4.1. skratiti dužinu trajanja ciklusa

4.2. 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 za vreme rada na strugu i hoda do glodalice
Hod do glodalice	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

Kritika	Ideje
<p><b>Međuzavisnost</b></p> <p><b>Pravilo 1:</b> Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (čovjek 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 međusobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p><b>Pravilo 3:</b> Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika. <b>Potrebno je eliminisati čekanje struga.</b></p>	

## b) Analiza – kritika sa idejama

Kritika	Ideje
<p><b>Međuzavisnost</b></p> <p><i>Zbog čega strug čeka?</i></p> <p>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.</p> <p><i>Može li se eliminisati čekanje struga?</i> Može, ideja 1 a - c.</p>	<p><b>Međuzavisnost</b></p>

## b) Analiza – kritika sa idejama

Kritika	Ideje
<p><b>Međuzavisnost</b></p> <p><i>Zbog čega strug čeka?</i></p> <p>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.</p> <p><i>Može li se eliminisati čekanje struga?</i></p> <p>Može, ideja 1 a - c.</p>	<p><b>Međuzavisnost</b></p> <p><b>1. Čekanje 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>

## b) Analiza – kritika sa idejama

Kritika	Ideje
<p><b>Međuzavisnost</b>  <b>Pravilo 1:</b>            Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (čovjek 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 međusobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p><b>Pravilo 3:</b>            Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.  <b>Potrebno je eliminisati čekanje struga.</b></p> <p><i>Zbog čega strug čeka?</i>            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.</p> <p><i>Može li se eliminisati čekanje struga?</i>            Može, ideja 1.</p>	<p><b>Međuzavisnost</b>  <b>1. Čekanje 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>

## b) Analiza – sinteza

Sinteza		
Trebalo bi da radnik obavlja operaciju na sledeći način :		
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

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

**Efekti predloženih mera:**

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









## d), e) Rekapitulacija ušteta

<b>FON</b>	Pogon		Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda
	<b>Mašinska radionica</b>				
	Radno mesto			Šifra RM.	
	Operacija			Šifra operacije	

Opis operacije	Rekapitulacija stanja i ušteta					
	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje		Očekivane uštete	
			Postojeće	Novo	$\Delta_{NS}$	$\eta_{NS}$
<b>Izrada osovine elektromotora</b>	<b>Tc</b>	<b>s</b>	<b>140</b>	<b>85</b>	<b>-55</b>	<b>64%</b>
	<b>Pr</b>	<b>kom</b>	<b>25,7</b>	<b>42,3</b>	<b>16,6</b>	<b>64%</b>
$\Delta_{NS} = NS - PS \quad ; \quad \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$						

### Rekapitulacija ušteta

Boljom sinhronizacijom radnika i mašina skraćuje se vreme ciklusa za 39%, povećavaće se produktivnost za 64%. Humanizovaće se rad, jer radnik više ne mora da čeka dok mašina vrši obradu.