



Projektovanje procesa rada - međuzavisnost aktivnosti

Metod karte međuzavisnih zahvata

Osnove industrijskog inženjerstva

- Proučavanje organizacionih metoda rada
 - Raspored opreme 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.

Pitalice i pravila za proučavanje međuzavisnosti		
	Međuzavisnost 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?
Pravila	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	

alternativa	način	način
<p style="text-align: center;">Pravila</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	
<p style="text-align: center;">Način poboljšavanja</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	
	<p style="text-align: center;">RACIONALIZOVATI RASPORED OBREME I</p>	

<p>Način poboljšavanja</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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.
	<p>RACIONALIZOVATI RASPORED OPREME I KOMANDI I REDOSLED ZAHVATA</p>
<p>Cilj</p>	<p>UKOLIKO SE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Skraćuje vreme ciklusa. 2. Povećava produktivnost. 3. Poboljšava humanizacija. 4. Smanjuje sadržaj rada. 5. Snižavaju troškovi.



Proučavanje međuzavisnosti zahvata

- **Proučavanjem međuzavisnih zahvata** vrši se usklađivanje rada više resursa koji učestvuju u obavljanju operacija. Ovim proučavanjem vrši se sinhronizacija zahvata, eliminisanje čekanja, drugačija podela zahvata na resurse (radnike ili mašine) koji učestvuju u obavljanju operacija
- **Karta međuzavisnih zahvata** je formular na kome je prikazan tok aktivnosti u vremenu svih resursa koji učestvuju 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.



Primer 2. 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:

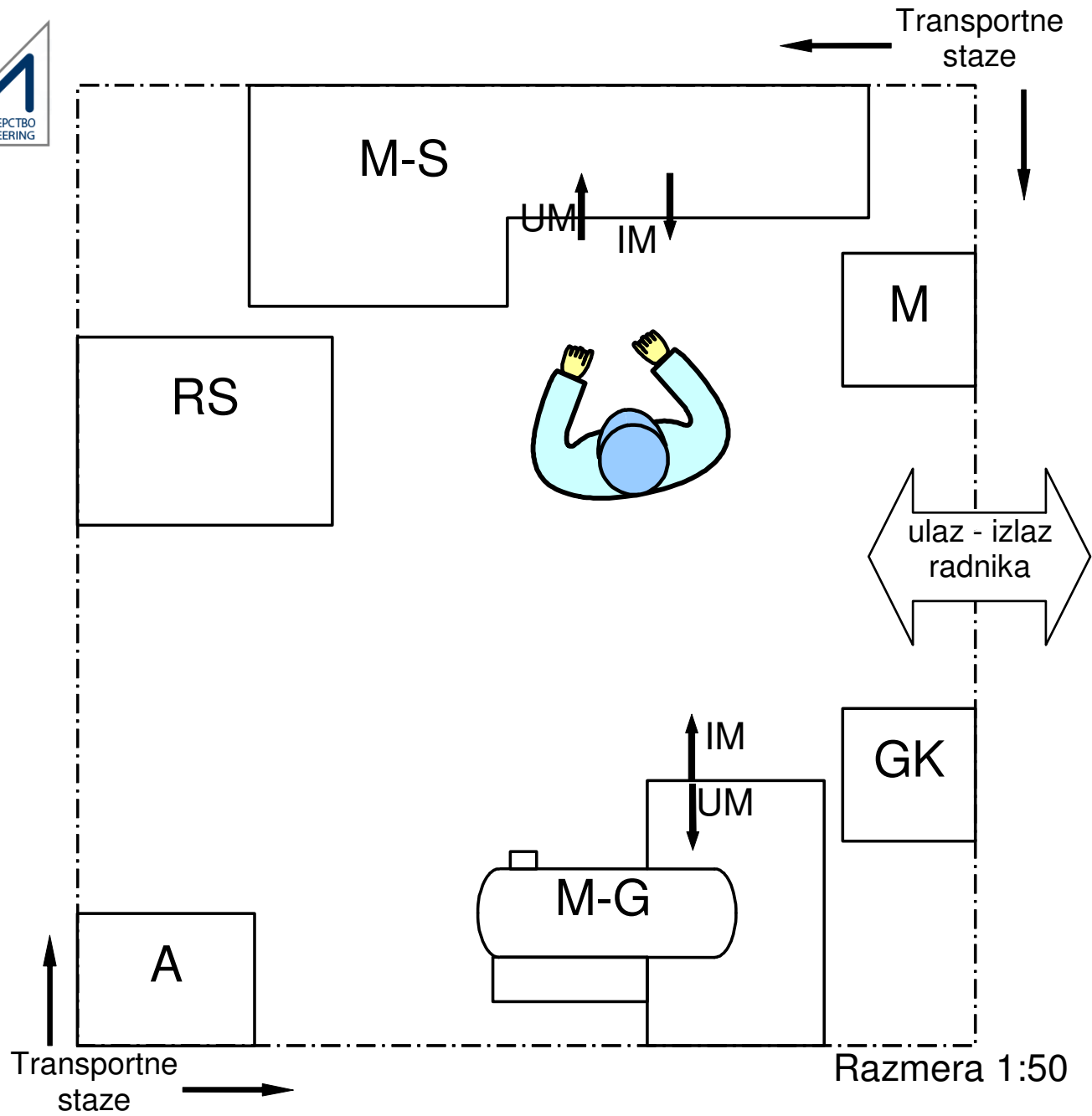
Trajanje ciklusa izrade jedne osovine, produktivnost(broj proizvedenih osovina za 1 sat).

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.

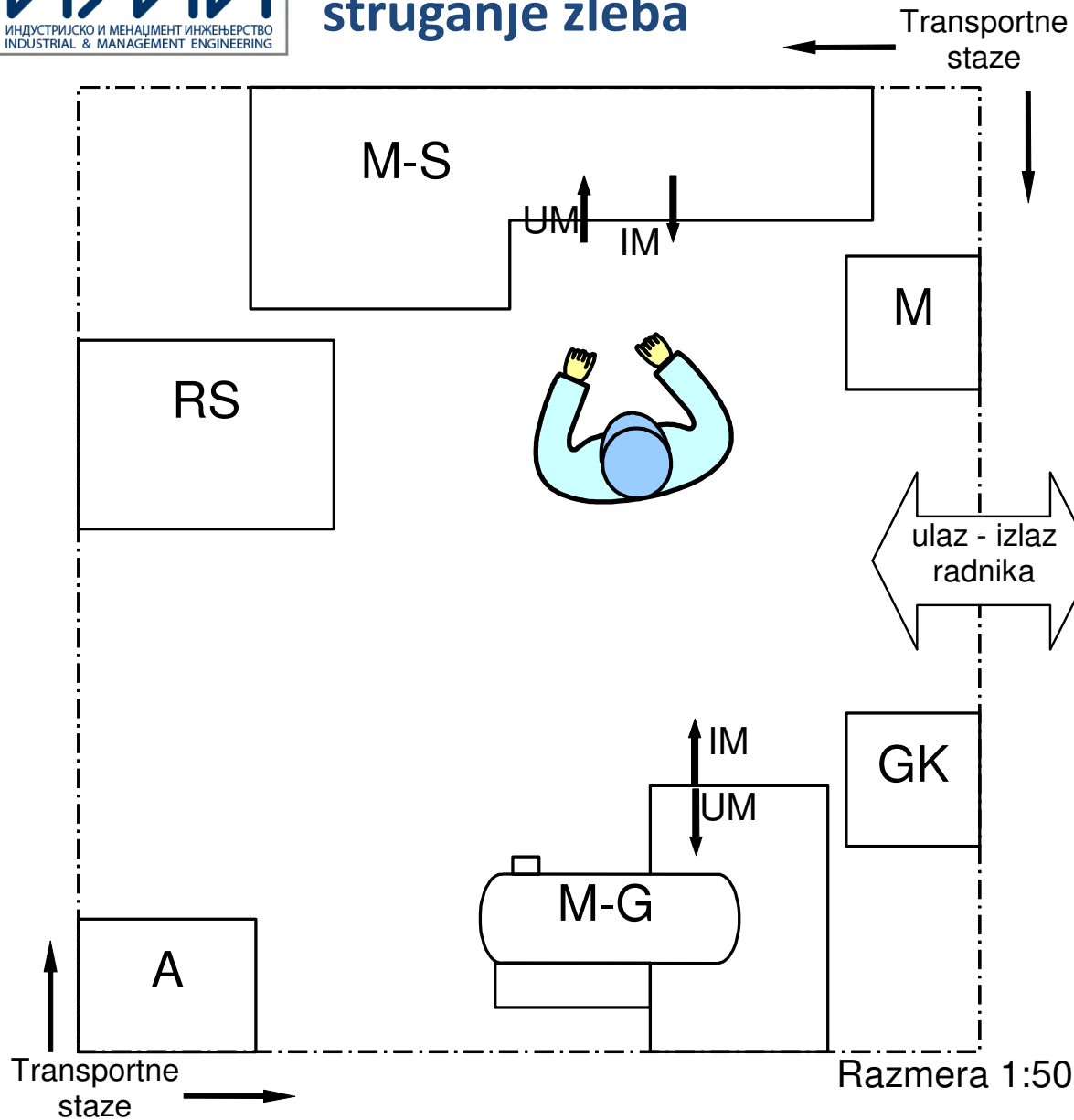
ALGORITAM:

- 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

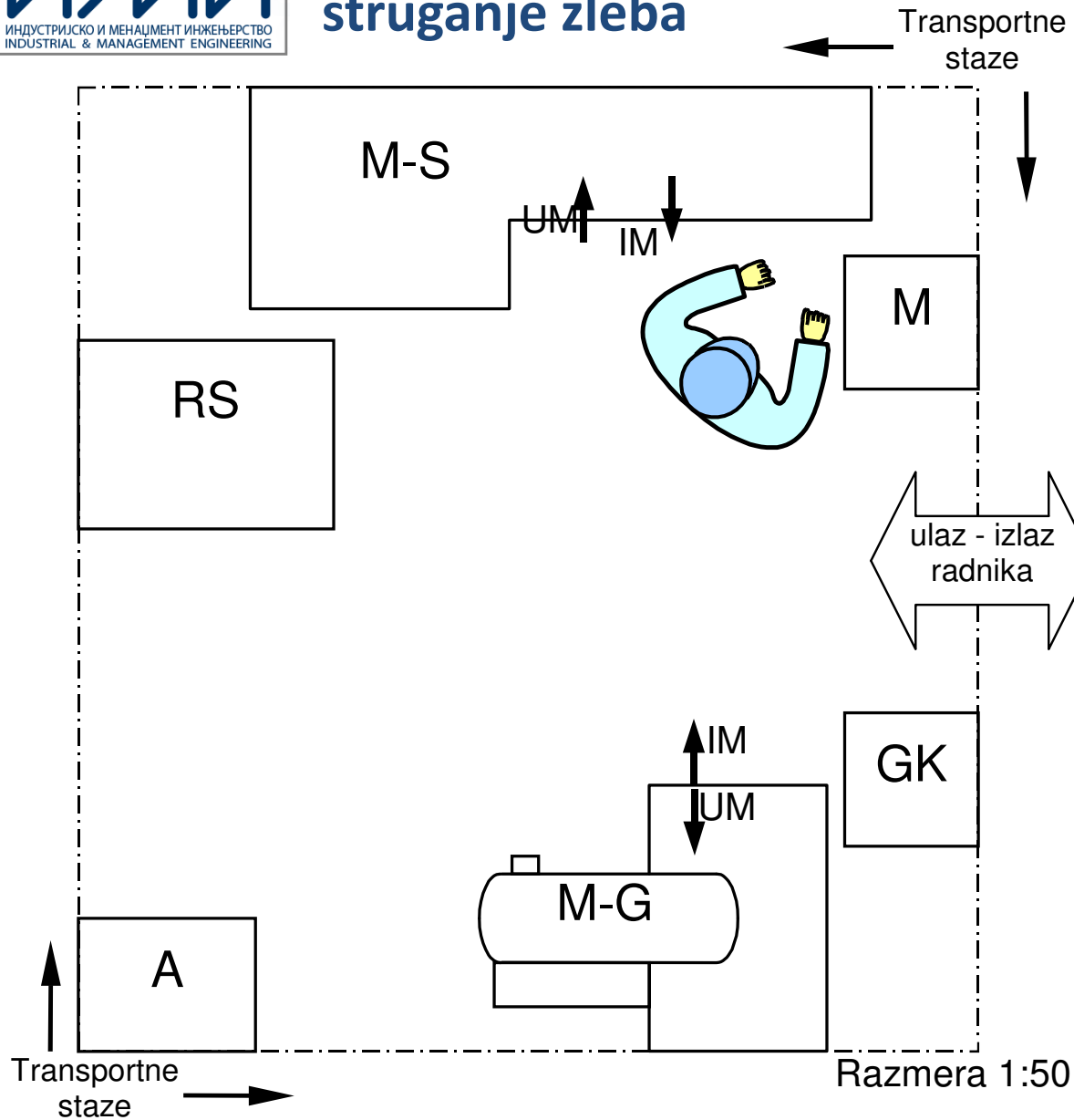


Redosled zahvata radnika

- 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

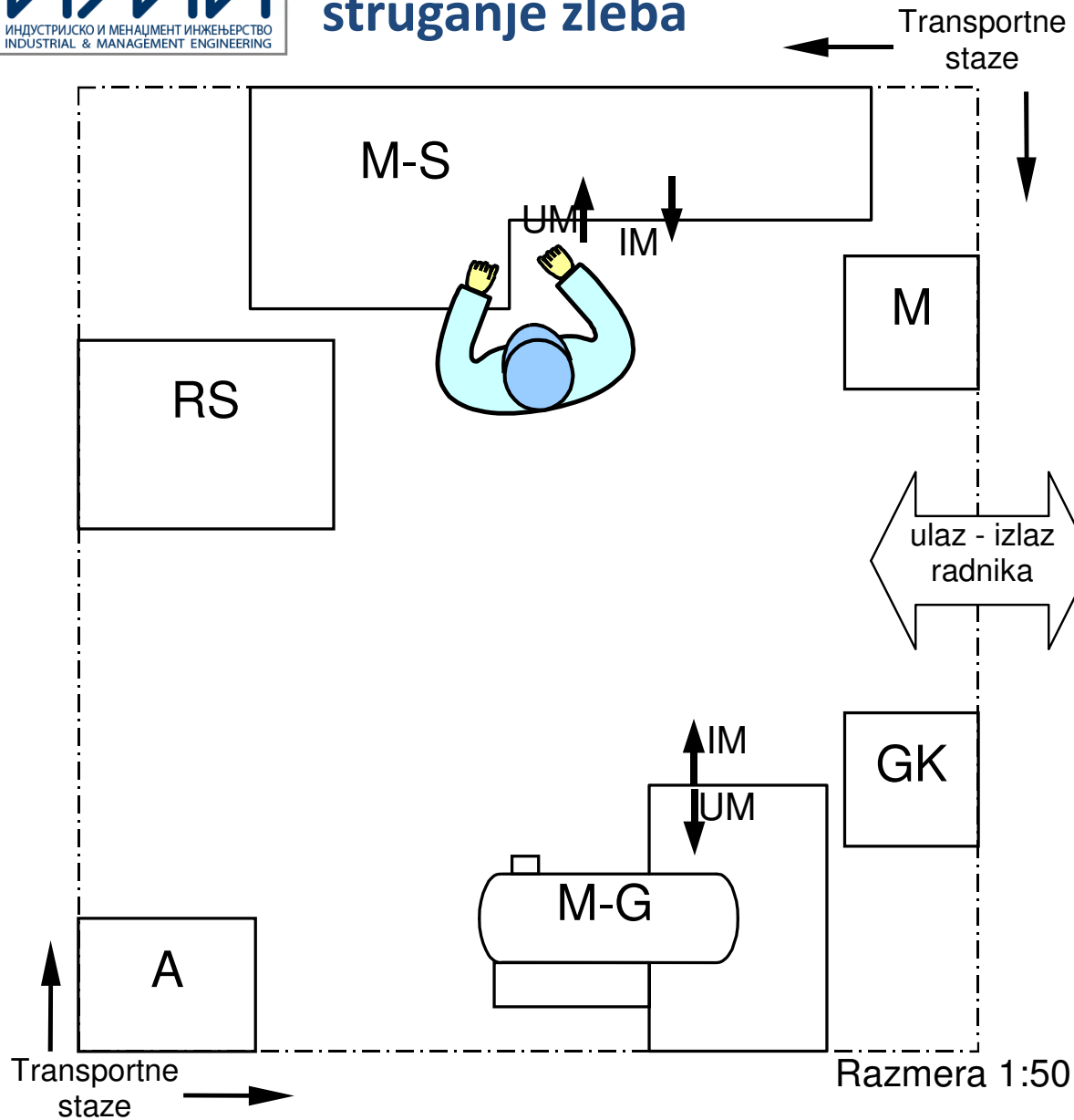


Redosled zahvata radnika

- 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

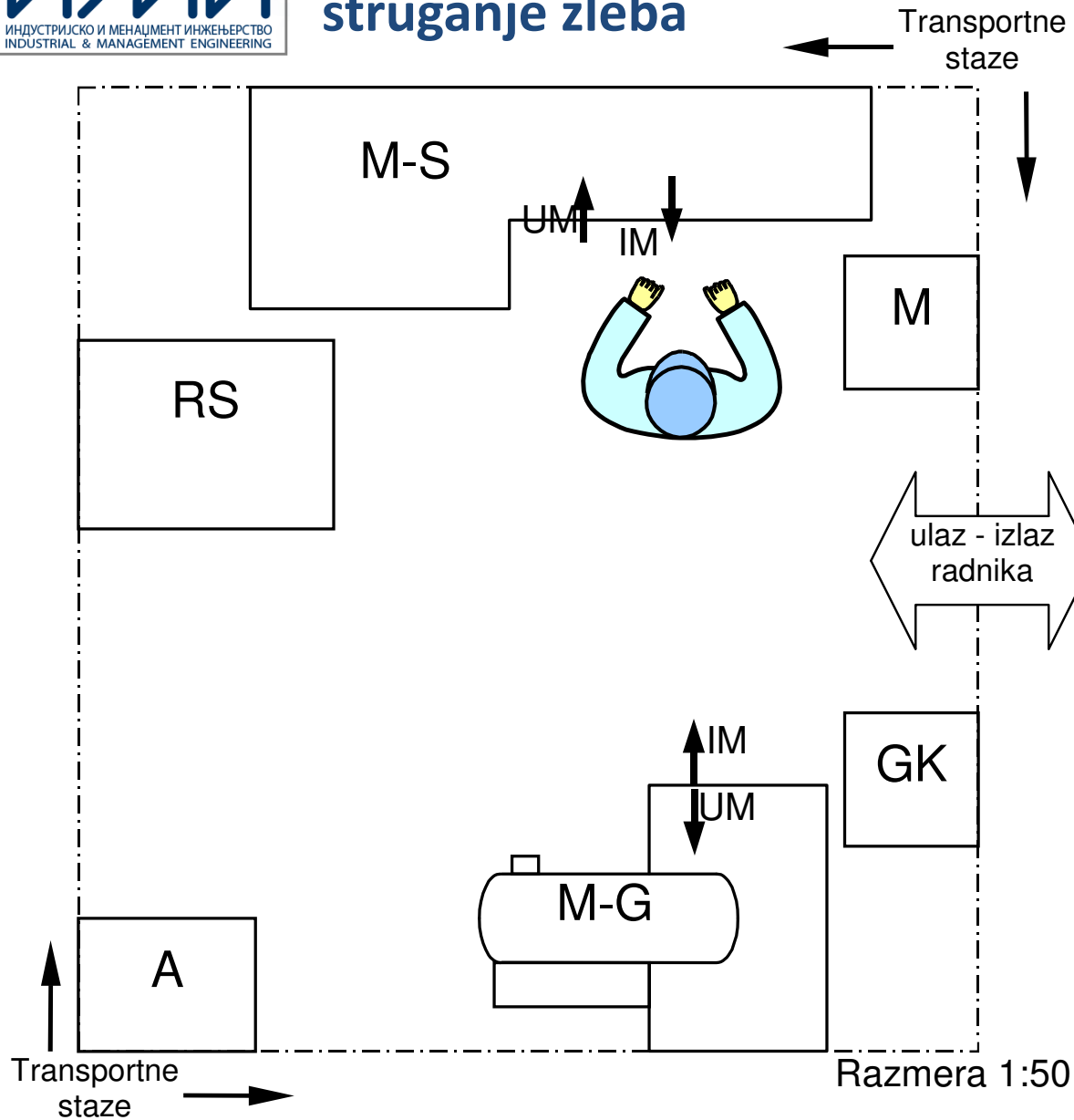


Redosled zahvata radnika

- 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 osovina elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

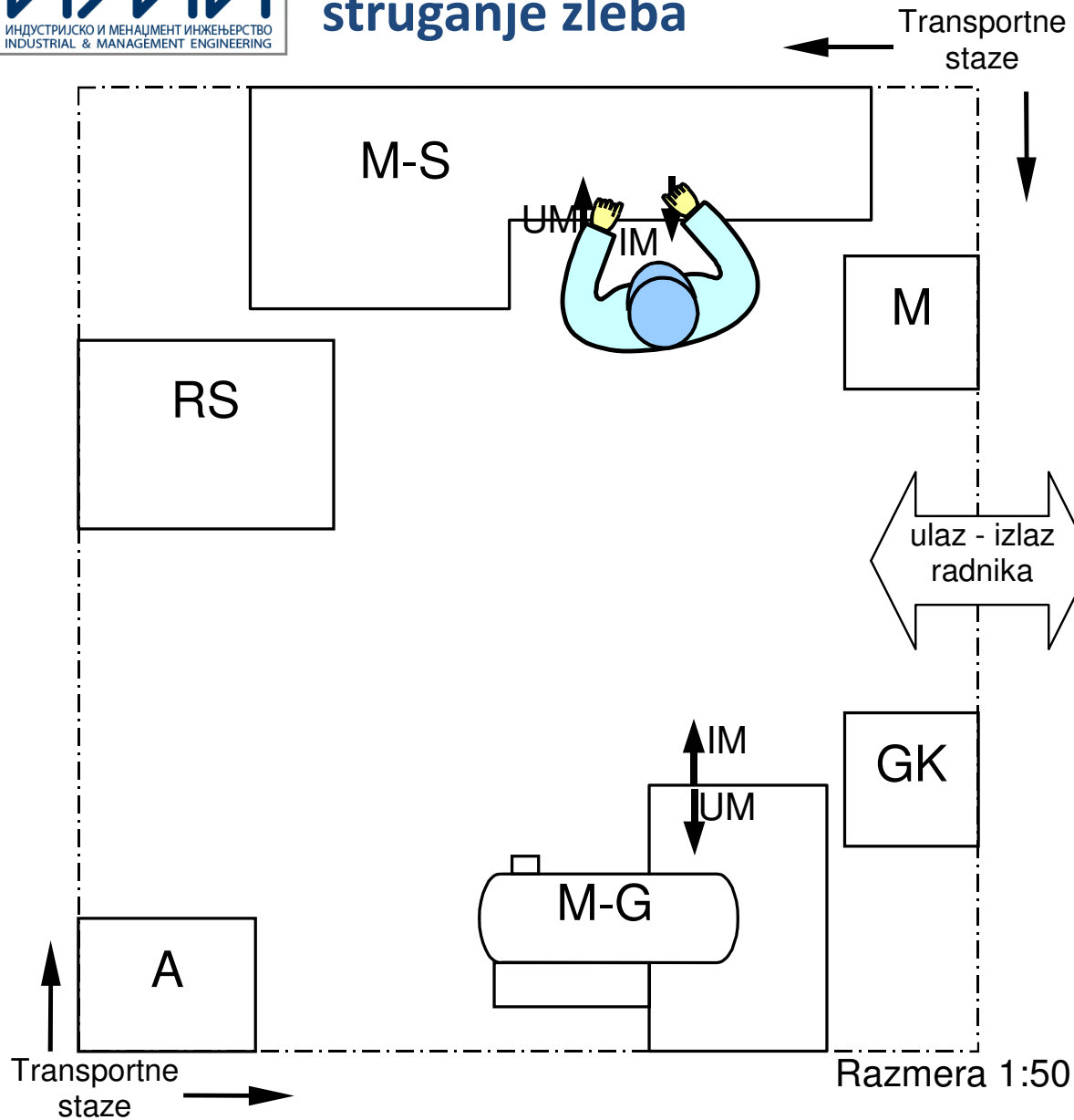


Redosled zahvata radnika

- 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);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

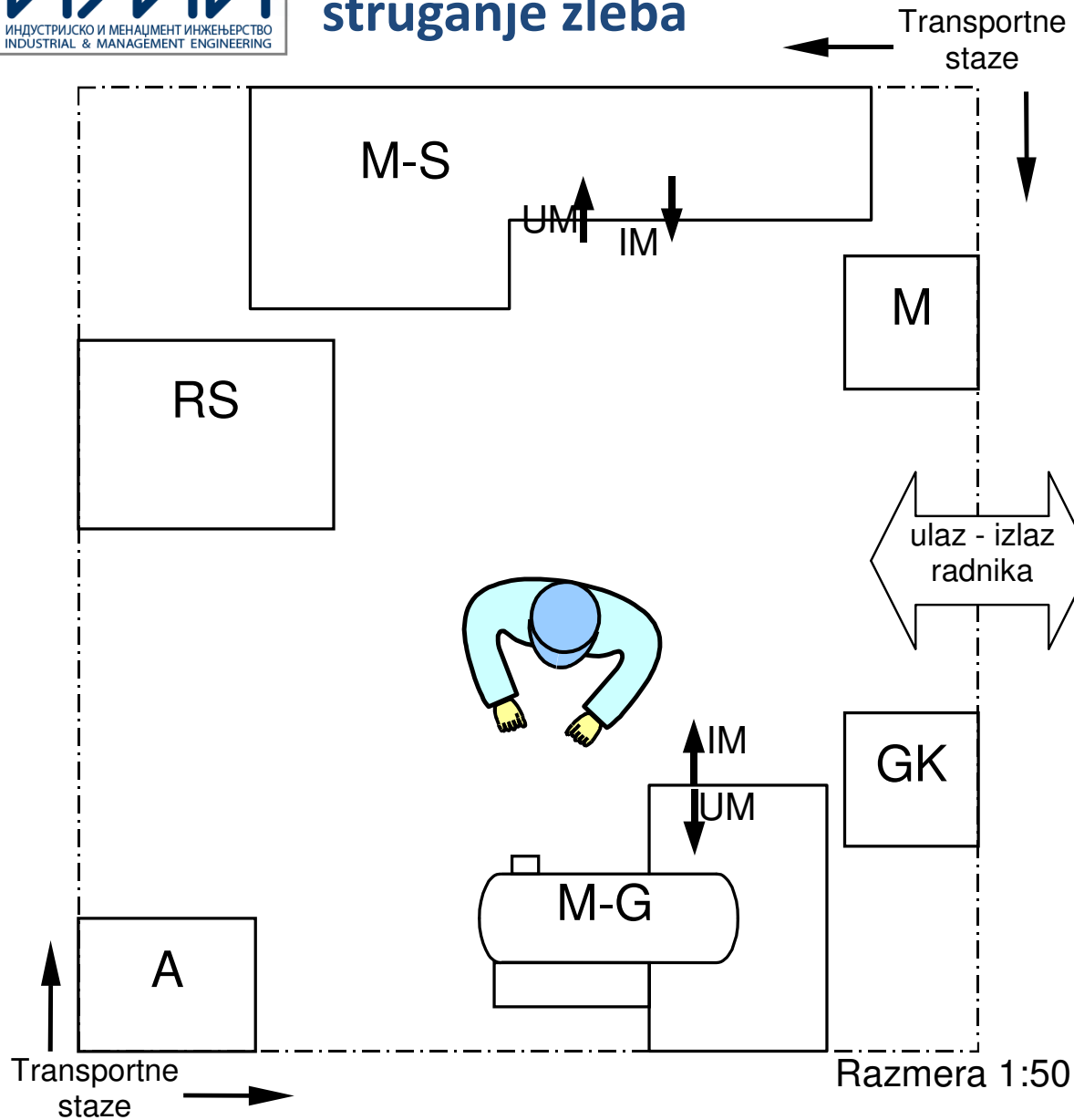


Redosled zahvata radnika

- 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);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

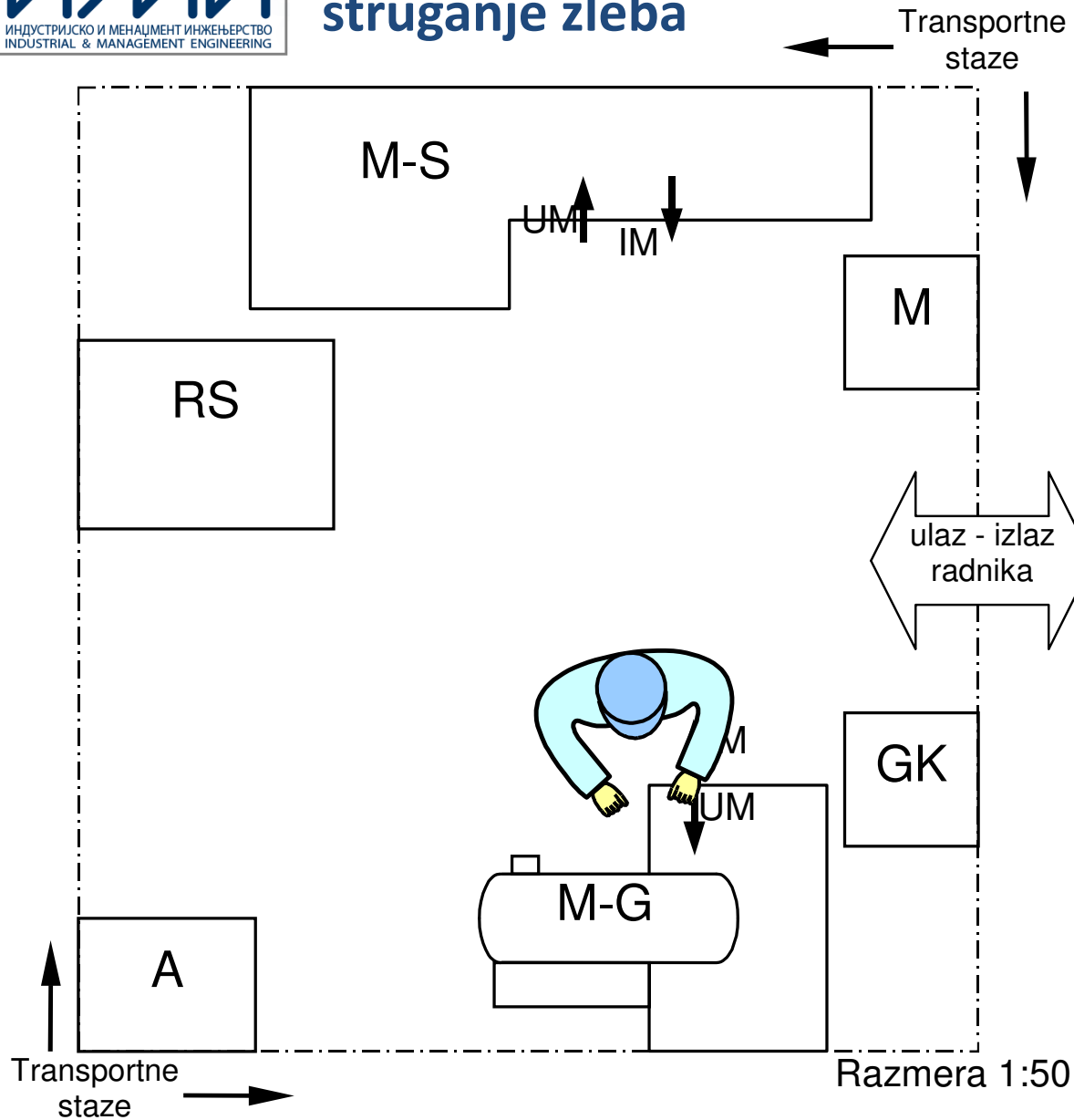


Redosled zahvata radnika

- 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

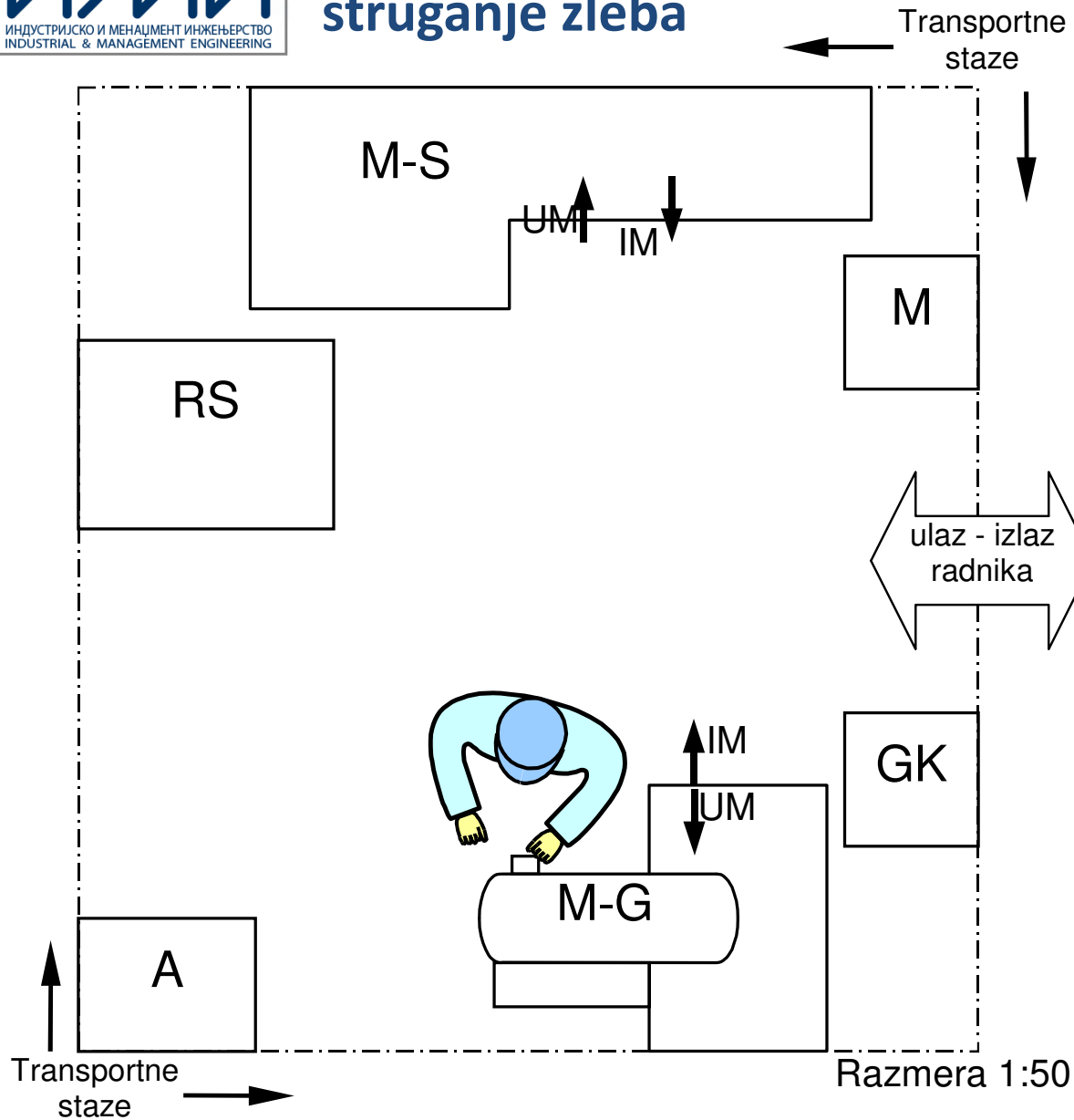


Redosled zahvata radnika

- 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 osovina elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

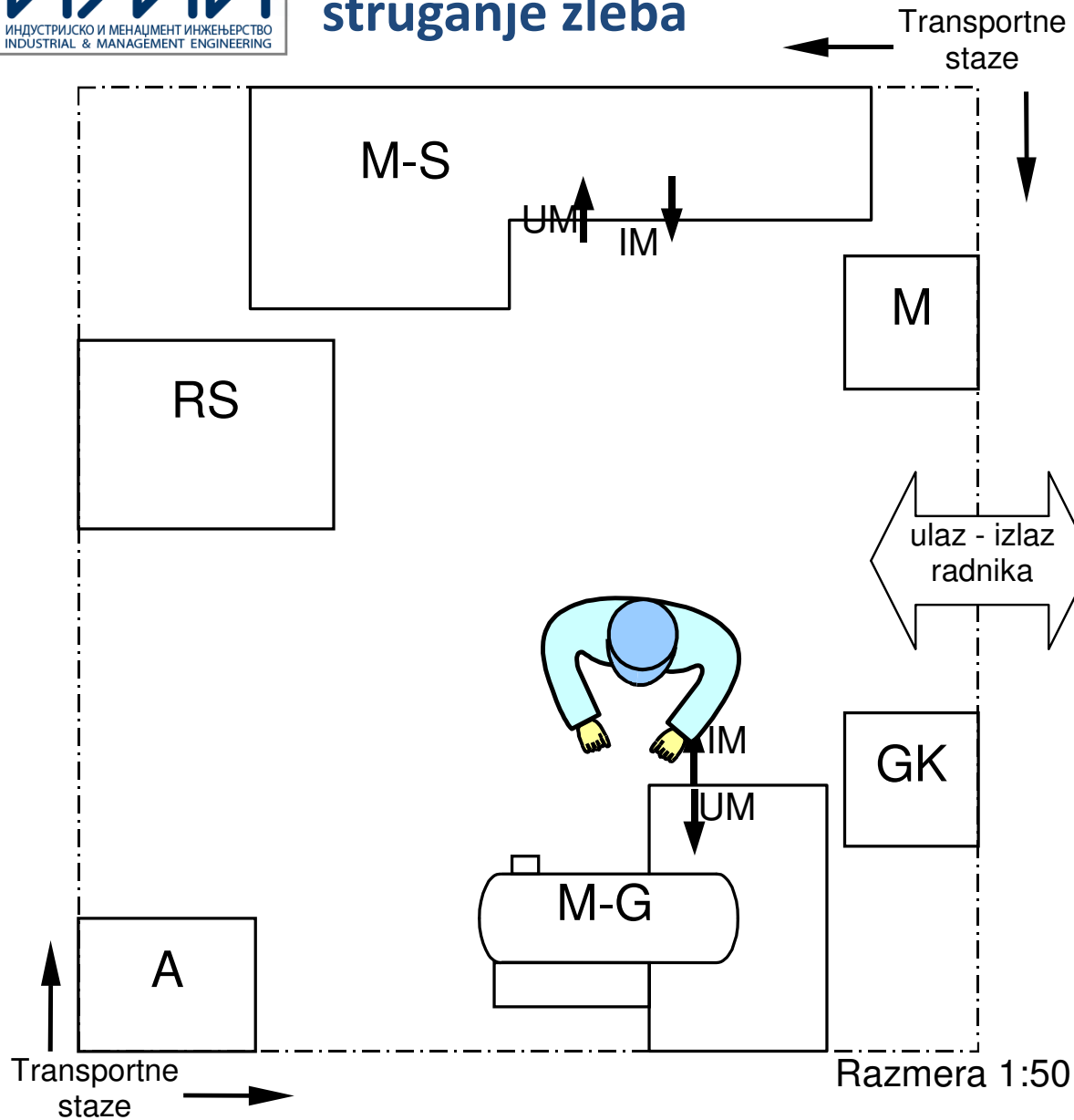


Redosled zahvata radnika

- 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);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

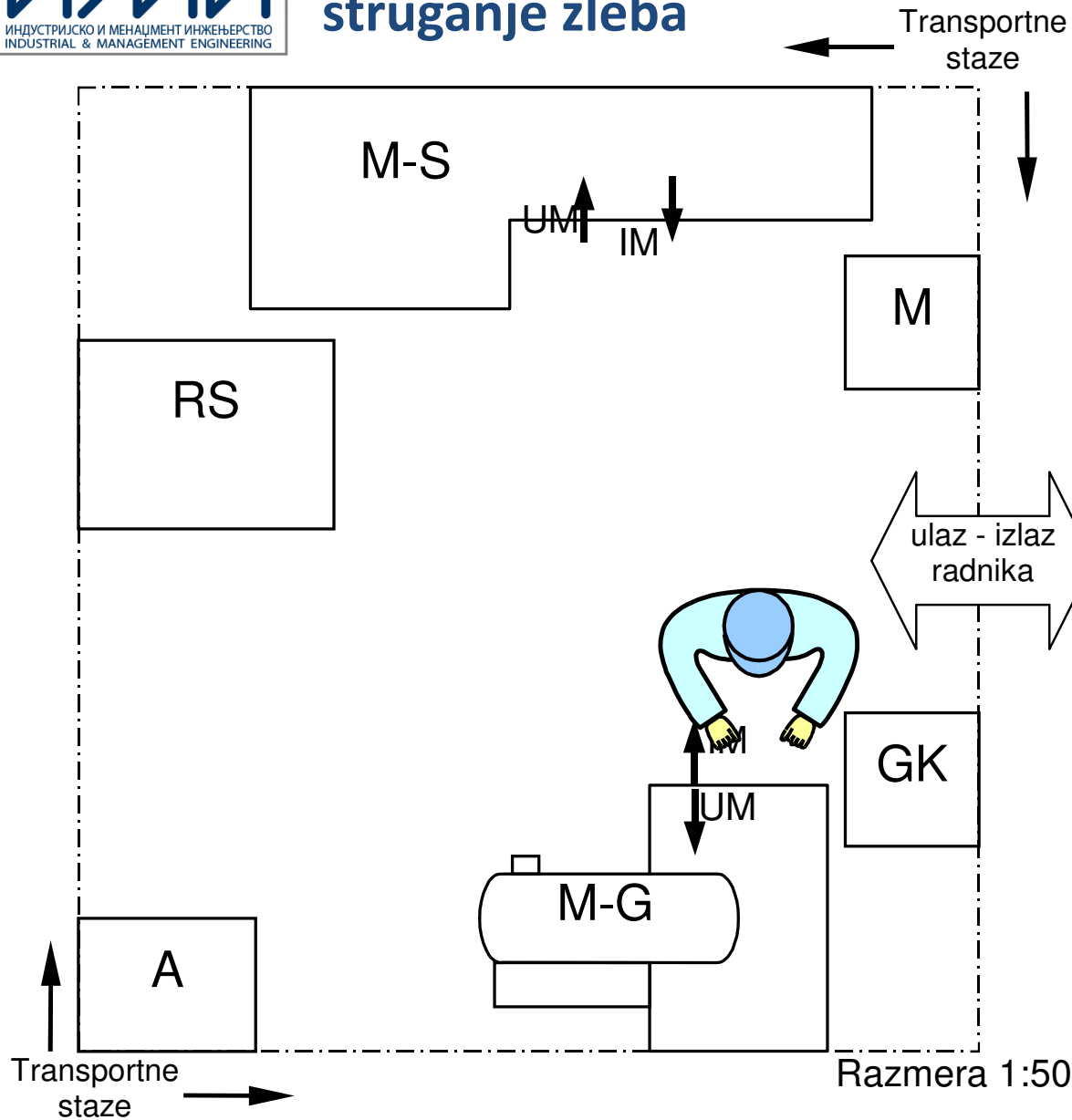


Redosled zahvata radnika

- 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);**

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

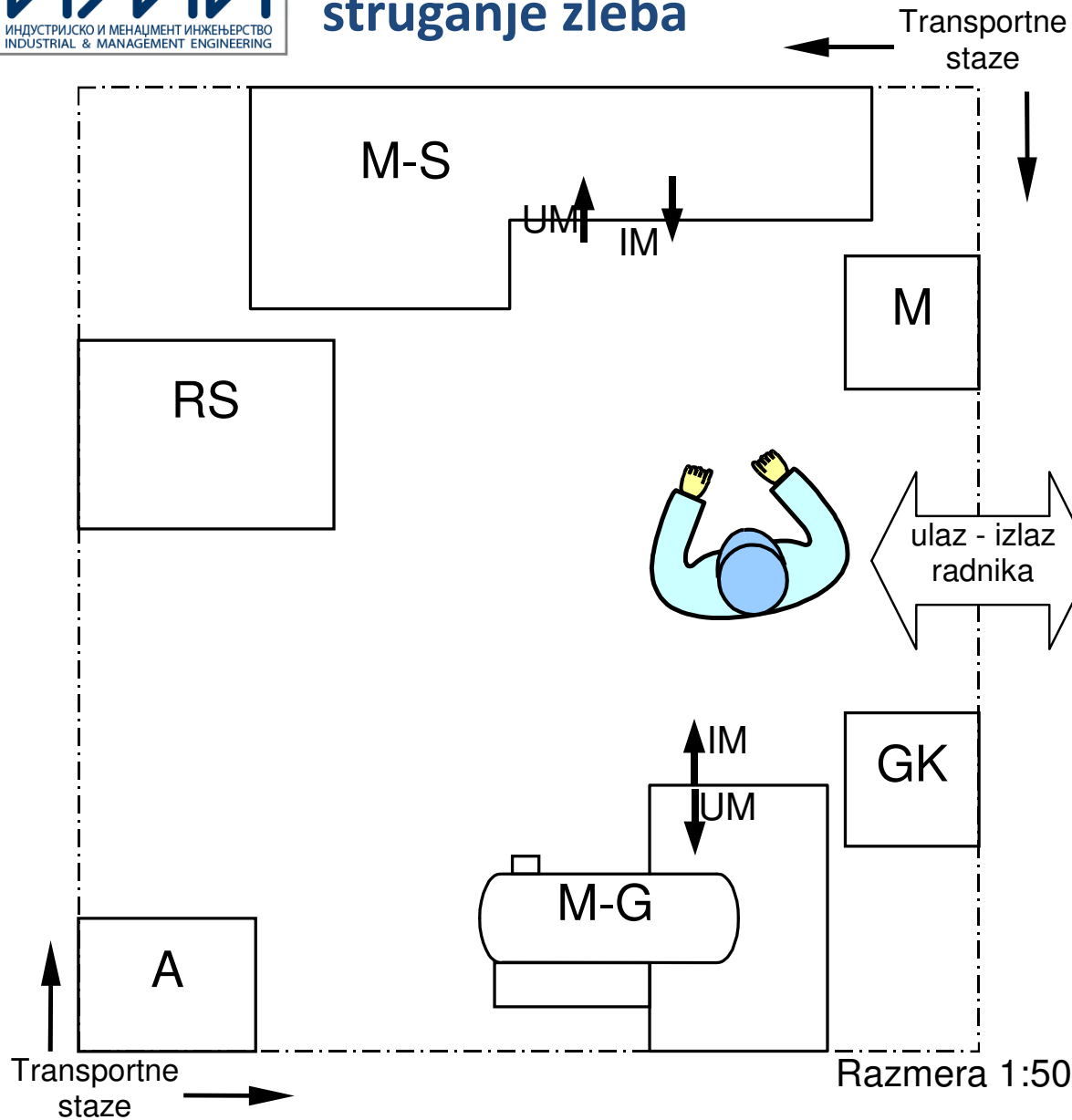


Redosled zahvata radnika

- 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);**
 -

Raspored opreme na radnom mestu za izradu osovine elektromotora

Primer 2. Operacija struganja osovine po dužini i struganje žleba

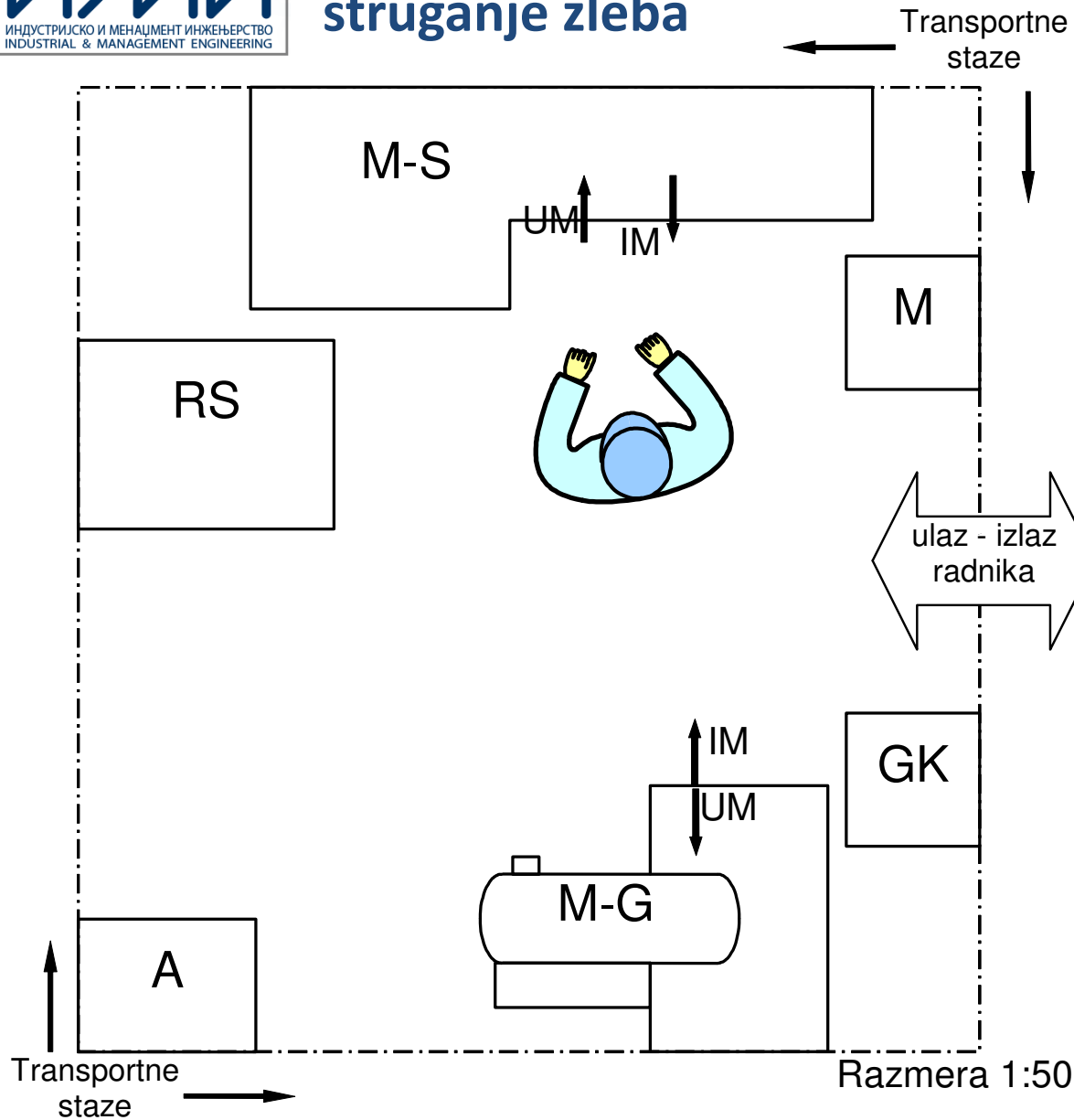


Redosled zahvata radnika

- 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

a) Prikazati postojeći naćin rada kartom međuzavisnih zahvata- Karta PS

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



a) Prikazati postojeći način rada kartom međuzavisnih zahvata- Karta PS

FON	Pogon			Šifra pogona	Proizvod			Šifra proizvoda								
	Mašinska radionica															
	Radno mesto						Šifra RM.									
	Operacija						Šifra operacije									
Opis operacije Izrada osovine elektromotora				Uslovi rada		Normalni, radionički			Rekapitulacija stanja							
				Radnik		D.S.			Opis veličine Tc Pr	Jedinica mere s kom/h	Stanje					
				Zapisnik							140 25,7					
				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	tip		Opis zahvata		t	tip		Opis zahvata		t	tip		
10	Puni strug		10	>	Puni se		10	>								
20	Uklj. strug		5	>	Uključuje se		5	>								
30				>				>								
40				>				>								
50	Čeka		55	>	Automatski rad struga		55	>	Čeka		85	>				
60				>				>								
70				>				>								
80	Prazni strug		10	>	Prazni se		10	>								

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>Međuzavisnost</p> <p>Pravilo 1: 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 (ξ_R) i stepena korišćenja mašine (μ_M).</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>Usko grlo ciklusa je strug.</p> <p>Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p>Pravilo 3: Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika. Potrebno je eliminisati čekanje struga.</p>	

b) Analiza – kritika sa idejama

Kritika	Ideje
<p>Međuzavisnost</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>Međuzavisnost</p>

b) Analiza – kritika sa idejama

Kritika	Ideje
<p>Međuzavisnost</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>Međuzavisnost</p> <p>1. Čekanje struga za vreme rada sa glodalicom</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>Međuzavisnost Pravilo 1: 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 (ζ_R) i stepena korišćenja mašine (μ_M).</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>Usko grlo ciklusa je strug.</p> <p>Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima strug.</p> <p>Pravilo 3: Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika. Potrebno je eliminisati čekanje struga.</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>Međuzavisnost 1. Čekanje struga za vreme rada sa glodalicom</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.

c) Projektovati nov naćin rada kartom međuzavisnih zahvata – Karta NS

FON	Pogon			Šifra pogona			Proizvod			Šifra proizvoda											
	Mašinska radionica																				
	Radno mesto						Šifra RM.														
	Operacija						Šifra operacije														
Opis operacije Izrada osovine elektromotora				Uslovi rada		Normaćni, radionićki			Rekapitulacija stanja												
				Radnik		D.S.			Tc		s		85								
				Zapisnik																	
				Lista opreme					Pr		kom/h		42,3								
				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	tip		Opis zahvata		t	tip		Opis zahvata		t	tip		Opis zahvata		t	tip		
r				h	ć				r	z				ć	r				z	ć	r
10	Puni strug		10	>	Puni se		10	>	Ćeka		20	>									
	Ukljućuje strug		5	>	Ukljućuje se		5	>													
20	Do glodalice		5	>	Automatski rad struga			>	Puni se		10	>									
30	Puni glodalicu		10	>				>	Ukljućuje se		5	>									
	Uklj. glodalicu		5	>				>													
40				>				>	Automatski		25	>									
50	Ćeka		25	>				>													

d), e) Rekapitulacija ušteta

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod		Šifra proizvoda	
	Mašinska radionica					
	Radno mesto		Šifra RM.			
	Operacija		Šifra operacije			
Opis operacije	Rekapitulacija stanja i ušteta					
	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje		Očekivane uštete	
			Postojeće	Novo	Δ_{NS}	η_{NS}
	Tc	s	140	85	-55	64%
	Pr	kom	25,7	42,3	16,6	64%
Izrada osovine elektromotora						
$\Delta_{NS} = NS - PS \quad ; \quad \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$						

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.