

Projektovanje radnog mesta  
Proučavanje rasporeda

# Prou avanje rasporeda

- Metod modela – postupak prou avanja rasporeda opreme i komandi na radnom mestu uz upotrebu modela
- Metod konca – postupak prou avanja rasporeda opreme i komandi i redosleda zahvata transporta predmeta rada.
- Metod hodograma – postupak prou avanja rasporeda opreme i komandi na radnom mesu i redosleda hodova radnika

## Primer 1. Operacija izrade delova na glodalici

### OPIS PROBLEMA

U jednom malom, privatnom preduze u prethodna istraživanja su pokazala da je usko grlo, koje ometa ostvarenje rokova proizvodnje, operacija izrade delova na glodalici. Zadatak da izvrši racionalizaciju rada na ovom radnom mestu dobio je privatni biro za proizvodni menadžment. Stru njak iz ovog biroa pristupio je radu na slede i na in: snimio je postoje i raspored na radnom mestu (slika VI-1), a zatim je utvrdio da se proces rada odvija na slede i na in:

- radnik dolazi do mašine (M) i uklju uje istu ( $h_1=7$  m);
- odlazi do radnog stola (RS) ( $h_2=10$  m) i prou ava dokumentaciju;
- odlazi do ormara za alat (OA) ( $h_3=13$  m) i uzima potreban alat;
- odnosi alat do mašine ( $h_4=4$  m) i postavlja ga;
- odlazi od mašine do sanduka sa komadima za obradu (KO) ( $h_5=8$  m) gde uzima prvi komad;
- vra a se do mašine ( $h_6=8$  m) na kojoj zatim vrši obradu;
- po završetku obrade deo odnosi do sanduka za gotove komade (GK) ( $h_7=8$  m) gde ostavlja deo;
- prilazi sanduku za neobra ene komade ( $h_8=1$  m), odakle uzima slede i komad za obradu;
- odnosi komad do mašine ( $h_9=8$  m).

U toku smene, koja traje 7,5 asova izra uje se 50 komada.

### CILJ

Otkloniti usko grlo proizvodnje deluju i na raspored opreme na radnom mestu, kao i na redosled zahvata.

### KRITERIJUM

Dužina hodanja radnika, što je mogu e manje ru nog prenošenja delova, vreme hodanja radnika.

### OGRANI ENJA

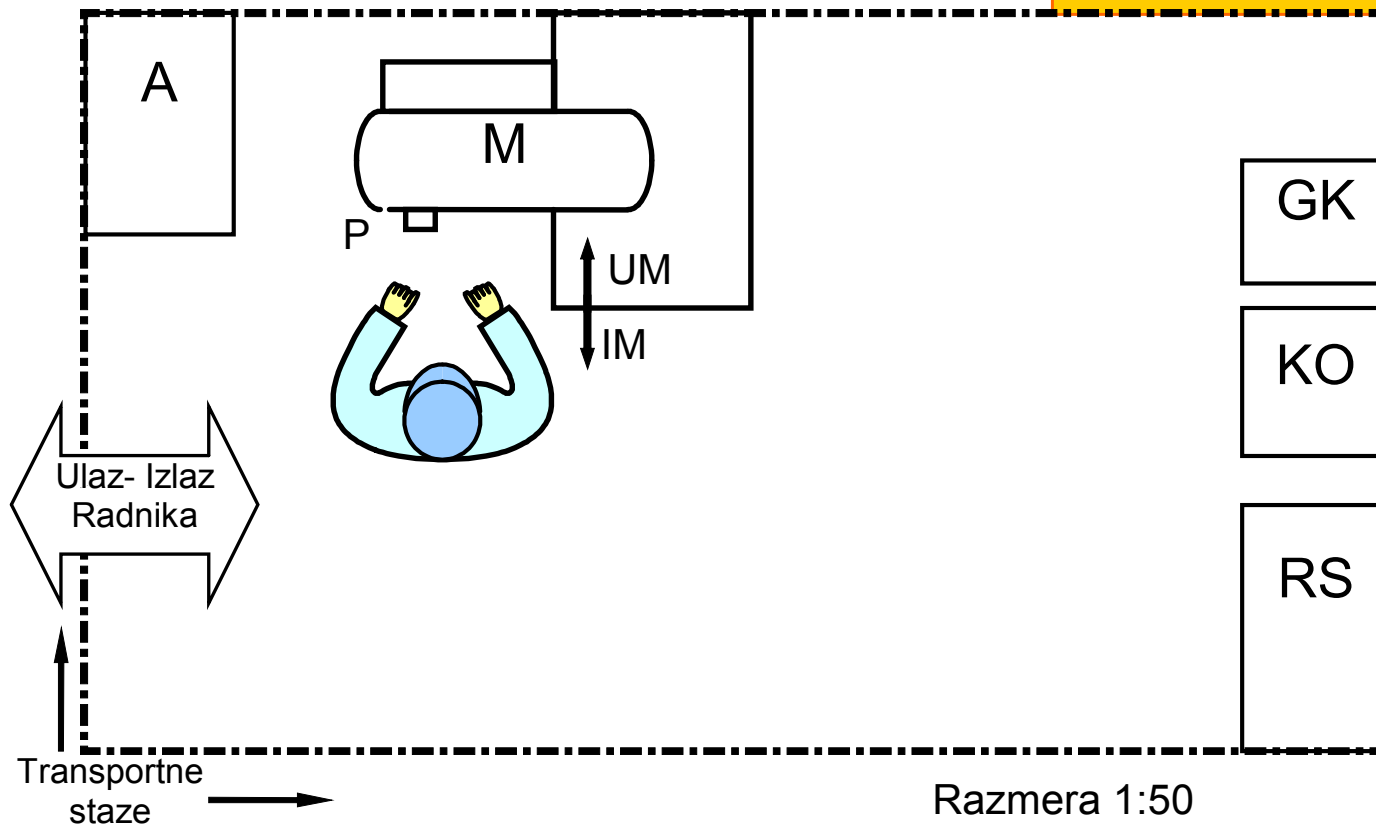
Mogu se izvršiti samo sitnije rekonstrukcije, uvo enje gravitacionih dodava a, postolja i sl. Mašina se ne može premeštati. Brzina hodanja radnika je 25 [m/min].

### ALGORITAM

- a) Snimiti postoje e stanje na karti hodograma (15 poena)
- b) Analizirati postoje e stanje (20 poena)
- c) Projektovati nov na in rada kartom hodograma (10 poena)
- d) Prora unati uštede prema datim kvantitativnim kriterijumima (5 poena)
- e) Objasniti efekte na humanizaciju rada (5 poena)

Proces rada odvija se na slede i na in:

- radnik dolazi do mašine (M) i uključuje istu ( $h_1=7$  m);
- odlazi do radnog stola (RS) ( $h_2=10$  m) i proučava dokumentaciju;
- odlazi do ormara za alat (OA) ( $h_3=13$  m) i uzima potreban alat;
- odnosi alat do mašine ( $h_4=4$  m) i postavlja ga;
- odlazi od mašine do sanduka sa komadima za obradu (KO) ( $h_5=8$  m) gde uzima prvi komad;
- vraća se do mašine ( $h_6=8$  m) na kojoj zatim vrši obradu;
- po završetku obrade deo odnosi do sanduka za gotove komade (GK) ( $h_7=8$  m) gde ostavlja deo;
- prilazi sanduku za neobrađene komade ( $h_8=1$  m), odakle uzima sledeći komad za obradu;
- odnosi komad do mašine ( $h_9=8$  m).


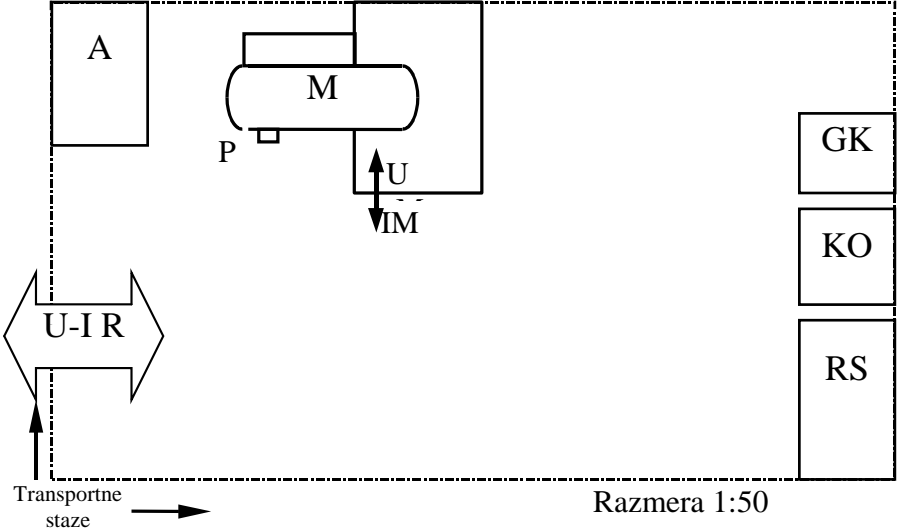


	Pogon	Proizvod
--	-------	----------

<b>Lista potrebne opreme za izvo enje operacije na radnom mestu</b>	Radno mesto	
	Operacija	
	Raspored	Uputstvo

RB	Naziv i kratak opis dela opreme	Oznaka	Jed. mere	Koli-ina	Dimenzije			Crtež
					d	š	v	

<b>Specifikacija opreme</b>								
1	Orman za alat	A	kom	1				
2	Mašina	M	kom	1				
3	Kutija za komade za obradu	KO	kom	1				
4	Kutija za gotove komade	GK	kom	1				
5	Radni sto	RS	kom	1				
<b>Specifikacija materijala</b>								
1	Komadi za obradu		kom	max 200				
2	Gotovi komadi		kom	200				

		Karta modela						
Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>	Snima :	<b>D. S.</b>	Studija:	<b>P-VI-</b>			
Tok:	rada	Datum:	<b>10.4.97</b>	Strana: 3	Od: 7			
Opis operacije:	Operacija obrade delova glodalici	<b>Rekapitulacija</b>						
Alat / pribor		=	Opis veli ine	Jednica mere	PS	NS	U <sub>NS</sub>	Y <sub>NS</sub>
Uslovi rada		Normalni radioni ki	P	m	40			
Radnik		P.Z.						
Po etni zahvat		Dolazi do mašine						
Završni zahvat		Obra uje komad i odlaže						
		Postoje e / <del>Novo</del> stanje	$\Delta_{NS} = NS - PS$ ; $\eta_{NS} = \frac{[NS-PS]}{PS} \cdot 100 [\%]$					
								

L		Karta konca					
Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>	Snima :	<b>D. S.</b>	Studija:	<b>P-VI-</b>		
Tok:	rada	Datum:	<b>10.4.97</b>	Strana: 3	Od: 7		
Opis operacije:	Operacija obrade delova glodalici	<b>Rekapitulacija</b>					
Alat / pribor	=	Opis veli ine	Jedn mca mere	PS	NS	U <sub>NS</sub>	y <sub>NS</sub>
Uslovi rada	Normalni radioni ki	L	m	40			
Radnik	P.Z.	Tr	nj				
Po etni zahvat	Dolazi do mašine						
Završni zahvat	Obr uje komad i odlaže						
Postoje e / <b>Novo</b> stanje		$\Delta_{NS} = NS - PS$ ; $\tau_{NS} = \frac{NS-PS}{RS} + 100 \text{ (s)}$					
<p style="text-align: center;">Razmera 1:50</p>							



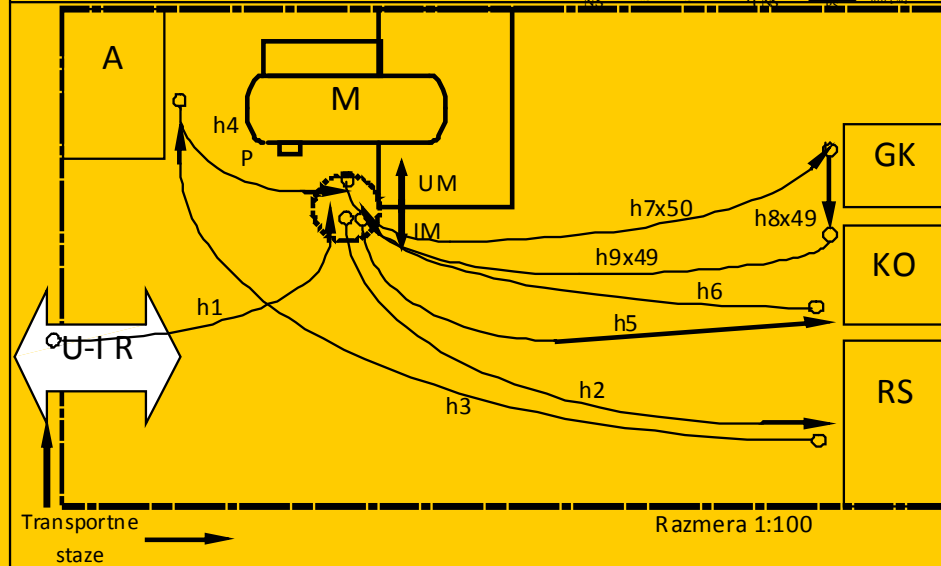
## Karta hodograma

Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>	Snima :	<b>D. S.</b>	Studija:	<b>P-VI-1</b>
Tok:	rada	Datum:	<b>10.4.97</b>	Strana: 3	Od: 7

Opis operacije:	Operacija obrade delova na glodalici	Rekapitulacija					
		Opis veli ine	Jedinica mere	PS	NS	U <sub>NS</sub>	Y <sub>NS</sub>
Alat / pribor	=	L	m	891			
Uslovi rada	Normalni radioni ki	T	min	35,7			
Radnik	P.Z.	Pr	kom smena	50			
Po etni zahvat	Dolazi do mašine						
Završni zahvat	Obra uje komad i odlaže						

Postoje e / **Novo** stanje

$$A_{NS} = NS \cdot PS \cdot T_{NS} = \dots$$





RAZDVAJANJE	KRITIKA	IDEJE	SINTEZA
<p><b>1. Po trajnosti:</b> trajno.</p> <p><b>2. Po stabilnosti:</b> stabilno.</p> <p><b>3. Po pravcu istraživanja:</b></p> <p><b>4. Po kriterijumu:</b></p> <p><b>5. Po elementima i rangu:</b></p> <p><b>6. Po metodama i sredstvima:</b></p>	<p>(Postavljanje pitanja i davanje odgovora o postojećem stanju rasporeda za 3 elementa)</p> <p><b>Konstrukcija:</b> ime se radi?</p> <p>Zašto?</p> <p>ime bi moglo da se radi?</p> <p>→ ideje za poboljšanje</p> <p><b>Položaj:</b> Gde se radi?</p> <p>Zašto?</p> <p>Gde bi moglo da se radi?</p> <p>→ ideje za poboljšanje</p>	<p>(Davanje alternativnih ideja (po 2) o načinu za poboljšanje postojećeg stanja rasporeda za 3 elementa)</p>	<p><b>1. Nabaviti novu opremu:</b></p> <p><b>2. Rekonstruisati postojeću opremu koja nije odgovarajuća</b></p> <p><b>3. Eliminirati opremu koja nije potrebna</b></p> <p><b>4. Rasporediti opremu</b></p> <p>Realizacijom predloga mogu se postići i efekti:</p>

## 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:

raspored opreme na radnom mestu, redosled zahvata hodanja radnika.

### 4. Po kriterijumu:

- pove ati produktivnost kroz smanjenje:

4.1.dužina hodanja radnika,

4.2.prenošenje delova,

4.3.vreme hodanja radnika.

### 5. Po elementima:

#### 5.1 Po elementima rasporeda:

rb	Elementi rasporeda	Broj hodova vezan za element [1]
1	Orman za alat	2
2	Mašina	103
3	Gotovi komadi	99
4	Komadi za obradu	100
5	Radni sto	2

#### 5.2 Po elementima redosleda:

rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m/smena]	Prenošenje tereta	Rang [1]
h1	ulaz - mašina	7	-	
h2	mašina - radni sto	10	-	
h3	radni sto - orman za alat	13	-	
h4	orman za alat - mašina	4	+	
h5	mašina - komadi za obradu	8	-	
h6	komadi za obradu - mašina	8	+	
h7	mašina - gotovi komadi	400	+	1
h8	gotovi - komadi za obradu	49	-	3
h9	komadi za obradu - mašina	392	+	2
Ukupno		891	=	=

### 6. Po metodama i sredstvima:

Metod hodograma, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalnog rasporeda i redosleda, rešenja iz literature, dobra praksa.

Kritika	Ideje
<p><b>Raspored</b></p> <p><b>1. Mašina</b>  <i>Gde se nalazi?</i>  Na poziciji M (vidi snimak PS).  <i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i>  Nije poznato.  <i>Gde se još može nalaziti?</i>  Mašina se ne može pomerati.</p> <p><b>2. Mesto komada za obradu</b>  <i>Gde se nalaze?</i>  Na poziciji KO (vidi snimak PS).  <i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i>  Nije poznato.  <i>Gde se još može nalaziti?</i>  ideja: 2.a, 2.b</p> <p><b>3. Mesto gotovih komada</b>  <i>Gde se nalaze?</i>  Na poziciji GK (vidi snimak PS).  <i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i>  Nije poznato.  <i>Gde se još može nalaziti?</i>  ideje: 3.a, 3.b</p> <p><b>Redosled</b></p> <p><b>4. Hod h7: mašina → gotovi komadi</b>  <i>Šta se radi?</i>  Radnik nosi obrađeni komad do mesta za odlaganje gotovih komada.  <i>Može li se eliminisati?</i>  Može. Ideja: 4.a, 4.b.</p> <p><b>5. Hod h9: komadi za obradu → mašina</b>  <i>Šta se radi?</i>  Radnik nosi neobrađeni komad do mašine.  <i>Može li se eliminisati?</i>  Može. Ideja: 5.a, 5.b.</p> <p><b>6. Hod h8: gotovi → komadi za obradu</b>  <i>Šta se radi?</i>  Radnik hoda do mesta sa komadima koji čekaju na obradu, da bi uzeo sledeći.  <i>Može li se eliminisati?</i>  Može. Ideja: 6.a</p>	<p><b>Raspored</b></p> <p><b>2. Mesto komada za obradu</b></p> <p>a) Pored mašine, na podu.  b) Pored mašine, na odgovarajućem postolju.</p> <p><b>3. Mesto gotovih komada</b></p> <p>a) Pored mašine, na podu.  b) Pored mašine, na odgovarajućem postolju.  c) Pored mašine na odgovarajućem postolju sa dva nivoa. Na gornjem nivou komadi za obradu, a na donjem obrađeni komadi.</p> <p><b>Redosled</b></p> <p><b>4. Hod h7: mašina → gotovi komadi</b></p> <p>a) Ako se gotovi komadi budu odlagali pored mašine eliminise se ovaj hod.  b) Korišćenjem gravitacionog dodavanja za gotove delove eliminise se ovaj hod.</p> <p><b>5. Hod h9: komadi za obradu → mašina</b></p> <p>a) Postavljanjem komada za obradu pored mašine eliminise se ovaj hod.  b) Korišćenjem gravitacionog dodavanja za neobrađene delove eliminise se ovaj hod.</p> <p><b>6. Hod h8: gotovi → komadi za obradu</b></p> <p>a) Postavljanjem komada za obradu i gotovih komada na specijalno postolje pored mašine, eliminise se ovaj hod.</p>

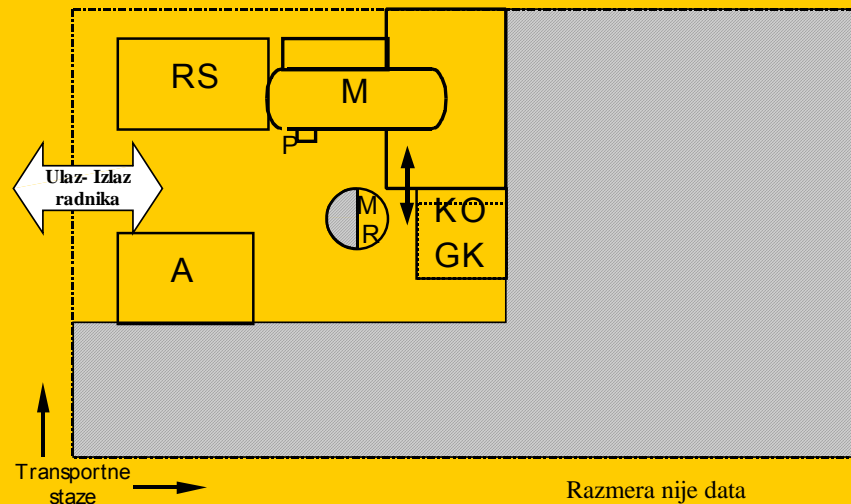
## Sinteza

### 1. Nabaviti novu opremu:

Postolje sa dva nivoa, za komade koji čekaju na obradu i gotove komade.

### 2. Promeniti raspored opreme

Novi raspored opreme je dat na skici:



### 3. Promeniti redosled zahvata pri izvođenju operacije

Operaciju bi trebalo izvoditi na sledeći način:

Radnik dolazi do mašine i uključuje je (h1 - 4 m); Odlazi do radnog stola, gde proučava dokumentaciju (h2 - 3 m); odlazi do ormara sa alatom i uzima odgovarajući alat (h3 - 2 m); odnosi alat do mašine i montira ga (h4 - 4 m). Izrađuje delove tako što sa gornjeg nivoa postolja uzima neobrađeni deo i postavlja ga u mašinu, a nakon obrade odlaže obrađene delove u donji nivo postolja, bez potrebe za hodanjem.

rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m/smena]	Prenošenje tereta
h1	ulaz - mašina	4	-
h2	mašina - radni sto	3	-
h3	radni sto - orman za alat	2	-
h4	orman za alat - mašina	4	+
Ukupno		13	=

### Efekti predloženih mera:

Realizacijom predloženog rešenja skratile se hodovi radnika, potrebno vreme za obavljanje hodova će biti zanemarljivo i poboljšaće se humanizacija u radu, jer su eliminisani nepotrebni hodovi radnika tokom kojih je prenosio predmete rada.

	Pogon	Proizvod
--	-------	----------

<b>Lista potrebne opreme za izvo enje operacije na radnom mestu</b>	Radno mesto			
	Operacija			
	Raspored		Uputstvo	

RB	Naziv i kratak opis dela opreme	Oznaka	Jed. mere	Koli-ina	Dimenzije			Crtež
					d	š	v	

<b>Specifikacija opreme</b>								
1	Orman za alat	A	kom	1				
2	Mašina	M	kom	1				
3	Postolje za kutije KO i GK	PO	kom	1				
4	Kutija za komade za obradu	KO	kom	1				
5	Kutija za gotove komade	GK	kom	1				
6	Radni sto	RS	kom	1				
<b>Specifikacija materijala</b>								
1	Komadi za obradu		kom	max 200				
2	Gotovi komadi		kom	200				

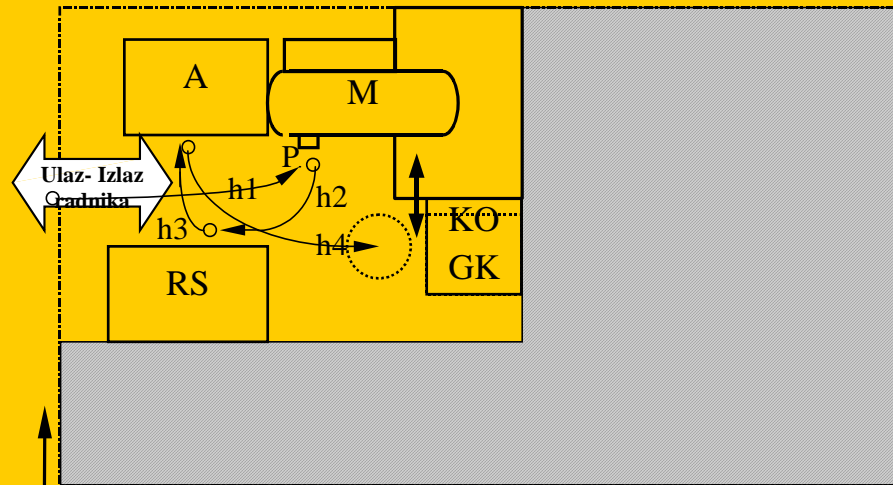


# Karta hodograma

Pogon:	<b>Mašinska radionica</b>	Snima :	<b>D. S.</b>	Studija:	<b>P-VI-1</b>
Tok:	rada	Datum:	<b>10.4.97</b>	Strana: 3	Od: 7

Opis operacije:	Operacija obrade delova na glodalici	Rekapitulacija					
		Opis veli ine	Jedmica mere	PS	NS	U <sub>NS</sub>	Y <sub>NS</sub>
Alat / pribor	=	L	m	891	13	-878	98%
Uslovi rada	Normalni radioni ki	T	min	35,7	0,5	-35,2	98%
Radnik	P.Z.	Pr	kom smena	50	54	+ 4	8%
Po etni zahvat	Dolazi do mašine						
Završni zahvat	Obra uje komad i odlaže						

Postoje e / ~~Novo~~ stanje



Razmera 1:100

## Rešenje:

- a) Snimak postojećeg stanja je dat u obrascu:  
Karta hodograma - postojeće stanje, P-VI-1.
- b) Analiza postojećeg stanja je data u tabelarnom obliku,  
u prethodnom delu teksta.
- c) Novo stanje je projektovano u obrascu:  
Karta hodograma - novo stanje, P-VI-1.
- d) Proračun o ekvivalentnim uštedama je dat u projektu novog rešenja,  
deo rekapitulacija.
- e) Nabavkom nove opreme, promenom rasporeda opreme i  
promenom redosleda zahvata skratila se dužina hodova radnika  
(za 98%), što će dovesti do rasta produktivnosti od 8%.

Predloženim rešenjem može se znatno humanizovati rad, jer su eliminisani hodovi radnika tokom kojih je nosio predmete rada. Očekuje se da se predloženim rešenjem otkloni usko grlo u proizvodnji.

## Projektni zadatak

### – 3. deo

#### Opis

#### postoje ega stanja

- **Opis problema**
    - Opis problema (procesa)
    - Cilj
    - Kriterijum
    - Ograni enja
    - Postupak rada
  
  - **Snimak PS**
    - Lista opreme
    - Karta modela ili konca ili hodograma
  
  - **Analiza PS**
    - Analiza postoje ega stanja
  
  - **Projekat NS**
    - Lista opreme
    - Karta modela ili konca ili hodograma
  
  - **Efekti**
    - Objašnjenje o ekvivanih efekata
- 

dostaviti u papiru, i to  
ponedeljak, 06.04.2015.  
etvrtak 09.04. 2014.



## Zadatak 2: Operacija prodaje u minimarketu

### Opis problema:

Vlasnik minimarketa je primetio da se, iako prodavaice neprekidno rade, često stvaraju redovi i da, zbog toga, deo kupaca (30%) odlazi u susednu prodavnicu. Da bi poboljšao kvalitet usluživanja zatražio je pomoć od konsultanta za proizvodni menadžment. U toku razgovora je utvrđeno da se 80% prometa ostvaruje prodajom hleba, mleka, piva, sokova, kisele vode, kafe i šeera, pa je odlučeno da se racionalizuje rad na prodaji ovih artikala.

Sakupljeni su sledeći podaci o postojećem stanju:

- Raspored opreme i pojedinih artikala u minimarketu je dat na slici 1.
- Tipični kupac traži: hleb (0,6 kg), 2 mleka (2 kg), 2 piva (1 kg), sok (1,5 kg), kiselu vodu (1,5 kg), pakovanje kafe (0,1 kg) i pakovanje šeera (1 kg) i neke od ostalih artikala.
- Prodaja se obavlja na sledeći način:
  - \* Prodavaica prima narudžbinu i odlazi do rafa sa hlebom (1,5 m);
  - \* Vraća se, noseći hleb i stavlja ga na pult;
  - \* Odlazi do rafa sa pićem (3 m);
  - \* Donosi dva piva i stavlja ih na pult;
  - \* Odlazi do rafa sa pićem (3,5 m);
  - \* Donosi kiselu vodu i stavlja je na pult;
  - \* Odlazi do rafa sa pićem (4 m);
  - \* Donosi sok i stavlja ga na pult;
  - \* Odlazi do frižidera sa mlekom (3 m);
  - \* Donosi dva mleka i stavlja ih na pult;
  - \* Odlazi do rafa sa kafom i šeerom (2 m);
  - \* Donosi kafu i stavlja je na pult;
  - \* Odlazi do rafa sa kafom i šeerom (2,5 m);
  - \* Donosi šeer i stavlja ga na pult;
  - \* Donosi ostale artikle, kućna i naplata uje ra un;
- Za usluživanje jednog kupca potrebno je 3,75 min.
- Prodavaica se kreće brzinom od 25 metara u minuti.

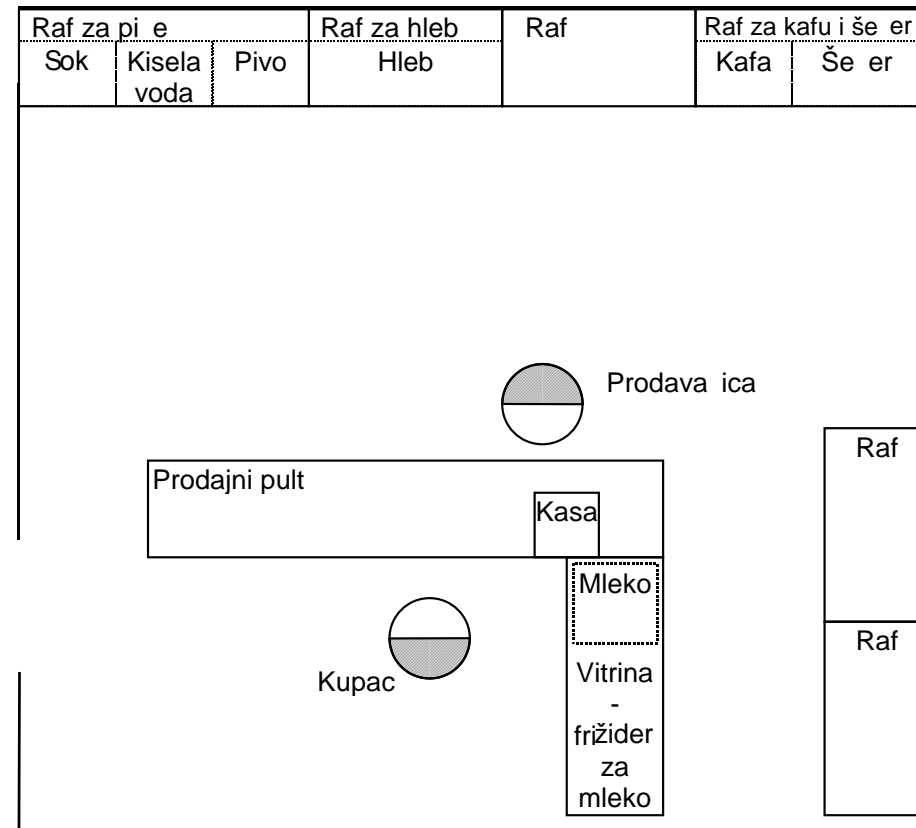
**Cilj:** Povećati produktivnost i humanizovati rad delovanjem na raspored artikala i opreme i redosled hodova.

**Kriterijumi:** Produktivnost (broj uslužbenih mušterija u toku smene od 7,5 sati), dužina i broj hodova u toku smene, humanizacija rada.

**Ograničenja:** Vitrina za mleko se ne može pomerati, ne predviđa se uvođenje samousluživanja ni zapošljavanje novih radnika. Može se promeniti raspored robe po rafovima i raspored rafova. Piće se može složiti ispod pulta, a kafa i šeer na manju policu pored kase.

**Algoritam:**

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



Razmera 1:50

Slika 1. Raspored opreme i artikala u minimarketu