



PROUČAVANJE RASPOREDA

Metod hodograma (spaghetti diagram)

Osnove industrijskog inženjerstva

Osnove industrijskog inženjerstva

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

Proučavanje rasporeda opreme i komandi na radnom mestu

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

Proučavanje rasporeda na radnom mestu metodom hodograma

- Kretanje radnika – ne povećava se upotrebna vrednost predmeta rada, gubi se vreme i smanjuje humanizacija u radu => treba minimizirati te gubitke
- Metodom hodograma proučava se:
 - raspored opreme i komandi na radnom mestu pri izvođenju operacije i
 - redosled zahvata/pokreta pri izvođenju operacije na radnom mestu, uz primenu kriterijuma: najmanji ukupno pređeni put radnika.
- U metodi hodograma primenjuju se grafički modeli opreme na radnom mestu i ucrtani hodovi radnika u obliku krivih linija, koje predstavljaju projekcije težišta tela na ravan kretanja.

Metoda hodograma - postupak

I Izbor pravca istraživanja - proučavanja rada:

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

II Snimanje postojećeg stanja metodom modela i hodograma

- g) Prikupljanje podataka o postojećem stanju.

III Analiza postojećeg stanja

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

IV Projektovanje novih rešenja metodom modela i hodograma

- l) velika sinteza,
- m) projektovanje optimalne metode rada,
- n) proračun ušteda,
- o) utvrđivanje potrebnog vremena,
- p) utvrđivanje relativne vrednosti,
- r) upotreba rezultata proučavanja rada - racionalizacija rada i korišćenje podataka.

V Obuka radnika

- s) prezentacija rezultata, obuka radnika, izbor radnika.

VI Primena rezultata proučavanja rada

- t) dobijanje potrebnih saglasnosti, ..., informisanje radnika,
- u) provera učinjenih izmena,
- v) primena rezultata PR,

VII Kontrola rezultata primene proučavanja rada

- w) kontrola primene (MR, PV, RV),
- x) proračun ostvarenih efekata.

Popunjavanje karte hodograma

Korak	Napomena
1. Popuniti zaglavljekarte	<ul style="list-style-type: none">- Popuniti poznate rubrike na početku- Na kraju snimanja prekontrolisati i dopuniti zaglavljekarte
2. Odrediti i izmeriti granice radnog mesta u stvarnom objektu	<ul style="list-style-type: none">- Voditi računa o sopstvenoj i bezbednosti drugih lica
3. Ucrtati granice radnog mesta u kartu, u odgovarajućoj razmeri	<ul style="list-style-type: none">- Koristiti standardne razmere- Crtati lenjirom i grafitnom olovkom
4. Prepoznati i ucrtati u kartu transportne staze, ulaz i izlaz sa radnog mesta	<ul style="list-style-type: none">- Ukoliko u stvarnosti granice radnog mesta i transportne staze nisu obeleženi na odgovarajući način, predložiti da se obeleže.- Meriti standardnim metrom
5. Odrediti dimenzije, položaj i druge karakteristike svakog objekta na radnom mestu	<ul style="list-style-type: none">- Odrediti položaj u odnosu na granice- Druge karakteristike mogu biti mesto komandi, mesto punjenja i pražnjenja mašine, potrebna slobodna zona za održavanje, instalacije na radnom mestu i mesto priključka opreme na instalacije, u skladu sa konkretnim potrebama
6. Ucrtati grafički model svakog objekta na odgovarajuće mesto u karti	<ul style="list-style-type: none">- U skladu sa određenim dimenzijama i položajem, na osnovu definisane razmere, ucrtati grafički model- Prilikom projektovanja novog stanja voditi računa o potrebnom prostoru za bezbedan rad radnika i druge namene
7. Prepoznati u stvarnosti i ucrtati grafički model kretanja radnika na odgovarajuće mesto u karti	<ul style="list-style-type: none">- Ucrtati tačku na početku i strelicu na kraju svakog hoda- Početak i kraj svakog hoda spojiti krivom linijom- Hodove numerisati po redosledu izvršavanja ($h_1, h_2\dots$)- Ukoliko se hod ponavlja više puta naznačiti broj ponavljanja (npr. $h_2 \times 49$)
8. Izračunati i upisati potrebne podatke za rekapitulaciju	<ul style="list-style-type: none">- Voditi računa o razmeri
9. Popuniti listu opreme	<ul style="list-style-type: none">- Napraviti spisak, sa dimenzijsama, količinama i oznakama svih elemenata rasporeda.

Analiza postojećeg stanja- instrukcije

Korak	Napomena
1. Odrediti i upisati trajnost i stabilnost operacije	<ul style="list-style-type: none">- Utvrditi da li je operacija koja će se trajno izvoditi (u dužem periodu u budućnosti)- Utvrditi dinamiku – dnevno, nedeljno, mesečno, sezonsko ili godišnje ponavljanje.
2. Upisati pravac i kriterijume istraživanja	<ul style="list-style-type: none">- Voditi računa o definisanom cilju istraživanja u izboru pravca istraživanja- Voditi računa o definisanim kriterijumima u izboru pravca istraživanja
3. Uraditi razdvajanje po elementima istraživanja	<ul style="list-style-type: none">- Voditi računa da se popišu svi elementi- Elemente razdvojiti i grupisati po prvcima istraživanja
4. Za svaki element utvrditi i upisati podatke za rangiranje	<ul style="list-style-type: none">- Podatke za rangiranje utvrditi na osnovu upisanih kriterijuma
5. Odrediti rang elemenata	<ul style="list-style-type: none">- U skladu sa određenim podacima za rangiranje, na osnovu definisanih kriterijuma, odrediti rang elemenata- U slučaju definisanja više pravaca istraživanja, odrediti rang po svakom prvcu istraživanja
6. Upisati metode i sredstva koje se koriste	<ul style="list-style-type: none">- U skladu se definisanim pravcem istraživanja koriste se odgovarajuće pitalice i pravila za projektovanje rasporeda opreme i komandi, redosleda i međuzavisnosti zahvata- Pareto princip, rešenja iz literature i dobra praksa se uvek koriste
7. Kritički preispitati najznačajnije elemente istraživanja	<ul style="list-style-type: none">- U skladu sa definisanim prvcima istraživanja, po svakom kritikovanom elementu, koristiti odgovarajuće pitalice- Kritikovati elemente odvojeno po definisanim prvcima istraživanja- Kritikovati najvažnije elemente po definisanom rangu- Za zadatak 4 ukupno, u praksi po potrebi
8. Odrediti ideje (parcijalna rešenja) za svaki element istraživanja	<ul style="list-style-type: none">- U skladu sa pravilima za proučavanje rasporeda opreme i komandi, redosleda i međuzavisnosti zahvata i načinima poboljšavanja, formulisati ideje- Za svaki kritikovani element predložiti više od jedne ideje
9. Odabrane ideje upisati u sintezi parcijalnih rešenja	<ul style="list-style-type: none">- Ideje sumirati po definisanim prvcima istraživanja- Ilustrovati ideje u sintezi parcijalnih rešenja- Sinteza daje celovit verbalni opis i skicu novog rešenja

PRIMER 1

“Priprema doručka za tri osobe”

Proučavanje rasporeda

Metod hodograma

Primer 1. Priprema doručka za tri osobe

OPIS PROBLEMA

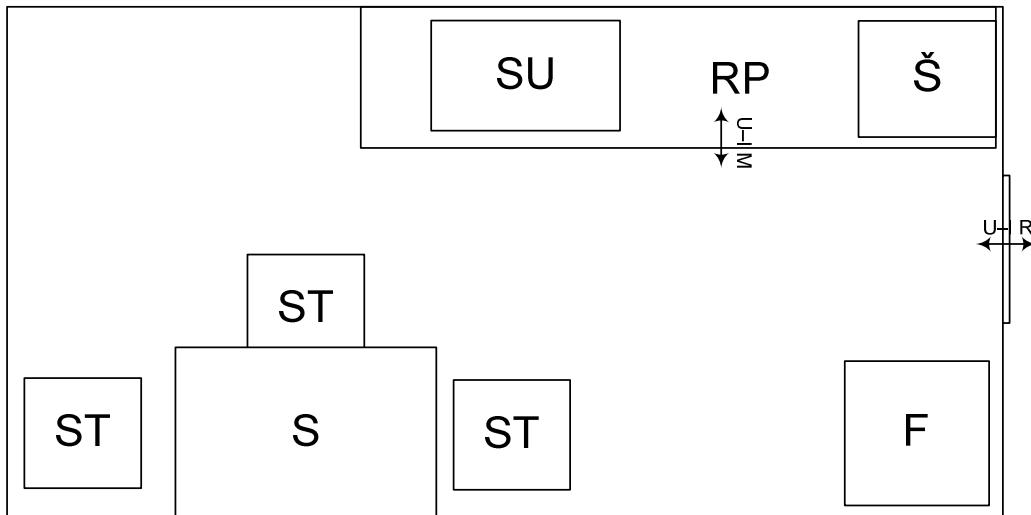
- Najvažniji obrok u toku dana je doručak. Pravilan i dobro izbalansiran doručak obezbeđuje organizmu najviše energije za dan i zato preskakanje doručka predstavlja veliki rizik za zdravlje. Prema jednoj studiji, koja je obuhvatila 500 porodica, priprema doručka je identifikovana kao glavni uzrok jutarnjeg stresa. Uz to, pokazalo se da većina porodica tokom nedelje zajedno sedne i doručkuje svega dva do tri puta. Gotovo dve trećine i roditelja i dece izjavilo je da bi volelo da se to promeni te da ujutro imaju vremena za zajednički obrok, ali i razgovor. Najčešći izgovor za preskakanje ovog obroka je vreme i koje je potrebno za pripremu doručka i za doručkovanje. Ipak, stručnjaci se sa tim izgovorom ne slažu. Zato je pokrenut projekat u okviru koga su studenti FONa dobili zadatak da izvrše racionalizaciju rada na operaciji pripreme doručka.
- Studenti su pristupili radu na sledeći način: snimili su postojeći raspored u svojoj kuhinji (slike 1 i 2), a zatim su utvrdili i način na koji se odvija operacija pripreme doručka za 3 osobe

Primer 1: Priprema doručka za tri osobe

Aktivnost pripreme doručka za tri osobe se odvija na sledeći način:

Radnik dolazi do stola (S), i uzima hleb ($h_1 = 2,46\text{m}$); odnosi hleb do radne površine (RP) ($h_2 = 1,50\text{ m}$), uzima dasku i nož, i seče hleb za sendviče; odlazi do frižidera (F) ($h_3 = 1,05\text{m}$) i uzima maslac; odnosi maslac do radne površine (RP) ($h_4 = 1,05\text{m}$), otvara ga i maže na hleb; ponovo odlazi do frižidera (h_3), uzima pečenicu i kačkavalj, i donosi ih do radne površine (h_4), gde seče pečenicu, a zatim postavlja pečenicu i kačkavalj na namazan hleb. Kada napravi tri sendviča, radnik odlazi do stola ($h_5 = 1,5\text{m}$), uzima još jedan hleb i donosi ga do radne površine (h_2), gde pravi još tri sendviča. Nakon toga preostale namirnice vraća u frižider ($h_6 = 1,05\text{m}$), vraća se do radne površine ($h_7 = 1,05\text{m}$), uzima dasku i nož i ubacuje ih u sudoperu (SU) ($h_8 = 0,75\text{m}$). Zatim pere ruke i uzima šerpu u koju sipa vodu i odnosi je do šporeta (Š), da bi pripremio čaj ($h_9 = 1,5\text{m}$). Zatim ide po tanjire (koji stoje iznad sudopere) ($h_{10} = 1,5\text{m}$), i donosi ih do radne površine ($h_{11} = 0,75\text{m}$) i ređa sendviče na tanjire; odlazi do šporeta i proverava da li je voda proključala ($h_{12} = 0,75\text{ m}$). Radnik se zatim vraća se do radne površine ($h_{13} = 0,75\text{m}$), uzima 2 tanjira i odnosi ih do stola ($h_{14} = 1,5\text{m}$), a potom se vraća po treći tanjir ($h_{15} = 1,5\text{m}$) i odnosi ga do stola (h_{14}). Nakon toga, radnik odlazi po šolje, koje se nalaze na polici iznad radne površine (h_{15}), prenosi dve šolje do stola (h_{14}), pa se vraća (h_{15}) i prenosi i treću šolju do stola (h_{14}). Da bi napravio čaj, radnik odlazi po kesice sa čajem (koje se nalaze na polici iznad šporeta) ($h_{16} = 2,25\text{m}$), odlazi do stola ($h_{17} = 2,25\text{m}$) i stavlja kesice u šolje. Vraća se do šporeta (h_{16}), uzima šerpu sa proključalom vodom, i nosi je do stola (h_{17}), gde sipa vodu u šolje. Zatim šerpu odlaže u sudoperu ($h_{18} = 0,9\text{m}$).

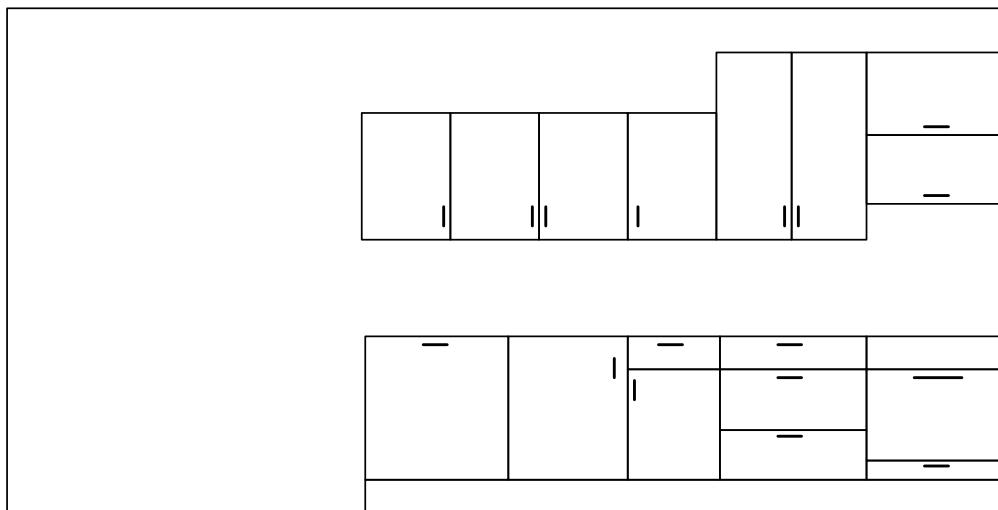
Primer 1: Priprema doručka za tri osobe



Slika 1. Postojeći raspored u kuhinji (razmera 1:30)

LEGENDA:

- SU – sudopera
- RP – radna površina
- Š – šporet
- S – sto
- ST – stolica
- F – frižider
- U I – R – ulaz/izlaz radnika
- U I – M – ulaz/izlaz materijala



Slika 2. Postojeći raspored u kuhinji (bočni izgled) (razmera 1:30)

Primer 1: Priprema doručka za tri osobe

CILJ

- Povećati produktivnost i humanizovati rad operaciji pripreme doručka delovanjem na raspored opreme i komandi i na redsoled zahvata..

KRITERIJUM

- Dužina hodanja radnika, vreme hodanja radnika, humanizacija u radu.

OGRANIČENJA

- Mogu se izvršiti samo sitnije rekonstrukcije, kuhinjski elementi se ne mogu premeštati, ali može oprema (tanjiri, šolje, i namirnice). Moguće je uvođenje indukcione ploče za pripremu toplog napitka. Brzina hodanja radnika je 25 [m/min].

Primer 1: Priprema doručka za tri osobe

ALGORITAM:

- a) Snimiti postojeće stanje na karti hodograma
- b) Analizirati postojeće stanje
- c) Projektovati nov način rada kartom hodograma
- d) Proračunati uštede prema datim kvantitativnim kriterijumima
- e) Objasniti efekte na humanizaciju rada

Primer 1: Priprema doručka za tri osobe

Rešenje

- a) Snimiti postojeće stanje na karti hodograma
 - Lista opreme PS
 - Karta hodograma PS
- b) Analizirati postojeće stanje
 - Razdvajanje
 - Kritika sa idejama
 - Sinteza
- c) Projektovati nov način rada kartom hodograma
 - Lista opreme NS
 - Karta hodograma NS
- d) Proračunati uštede prema datim kvantitativnim kriterijumima
 - Rekapitulacija ušteda
- e) Objasniti efekte na humanizaciju rada
 - Rekapitulacija ušteda

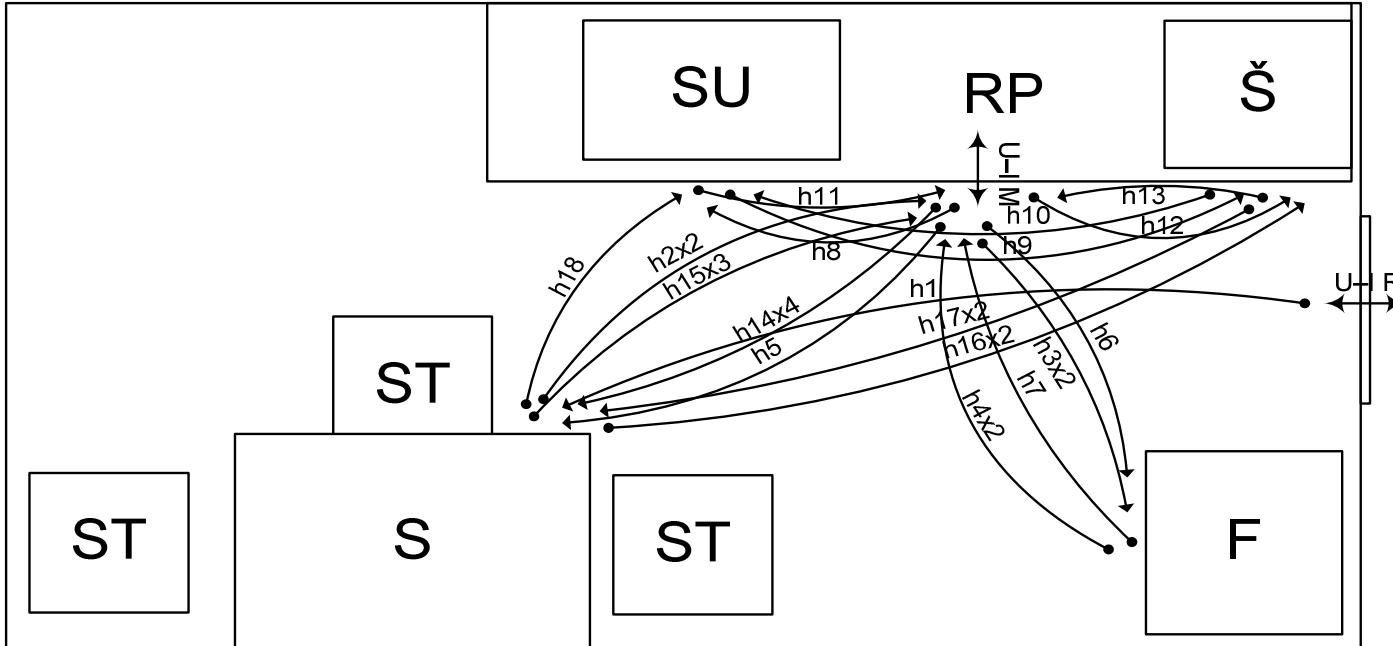
a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma
Lista opreme PS

FON		Pogon	Kuhinja		Proizvod							
					Doručak za tri osobe							
Lista potrebne opreme za izvođenje operacije na radnom mestu		Radno mesto										
		Operacija	Priprema doručka za 3 osobe									
		Raspored				Uputstvo						
RB	Naziv i kratak opis dela opreme			Oznaka	Jed. mere	Koli- čina	Dimenzije					
					d	š	v	Crtež				
	Specifikacija opreme											
1	Šporet			Š	kom	1	60	50				
2	Frižider			F	kom	1	60	150				
3	Sudopera			SU	kom	1	80	90				
4	Radna površina			RP	kom	1	100	60				
5	Sto			S	kom	1	110	70				
6	Stolice			ST	kom	3	50	45				
7	Daska za sečenje			D	kom	1						
8	Nož za sečenje			NS	kom	1						
9	Nož za mazanje			NM	kom	1						
10	Šolja			ŠO	kom	3						
11	Tanjir			T	kom	3						
12	Šerpa			ŠE	kom	1						
	Specifikacija materijala											
1	Hleb			H	kom	2						
2	Kačkavalj			IT	kom	18						
3	Maslac			M	kom	1						
4	Pečenica			P	kom	1						
5	Kesice čaja			KČ	kom	3						

FON		Pogon Kuhinja		Proizvod Doručak za tri osobe						
Lista potrebne opreme za izvođenje operacije na radnom mestu		Radno mesto								
		Operacija	Priprema doručka za 3 osobe							
		Raspored			Uputstvo					
RB	Naziv i kratak opis dela opreme		Oznaka	Jed. mere	Koli- čina	Dimenziјe		Crtež		
						d	š	v		
Specifikacija opreme										
1 Šporet 2 Frižider 3 Sudopera 4 Radna površina 5 Sto 6 Stolice 7 Daska za sečenje 8 Nož za sečenje 9 Nož za mazanje 10 Šolja 11 Tanjir 12 Šerpa										
Specifikacija materijala										
1 Hleb 2 Kačkavalj 3 Maslac 4 Pečenica 5 Kesice čaja										

a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma -
Lista opreme PS

a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma -
Karta hodograma PS

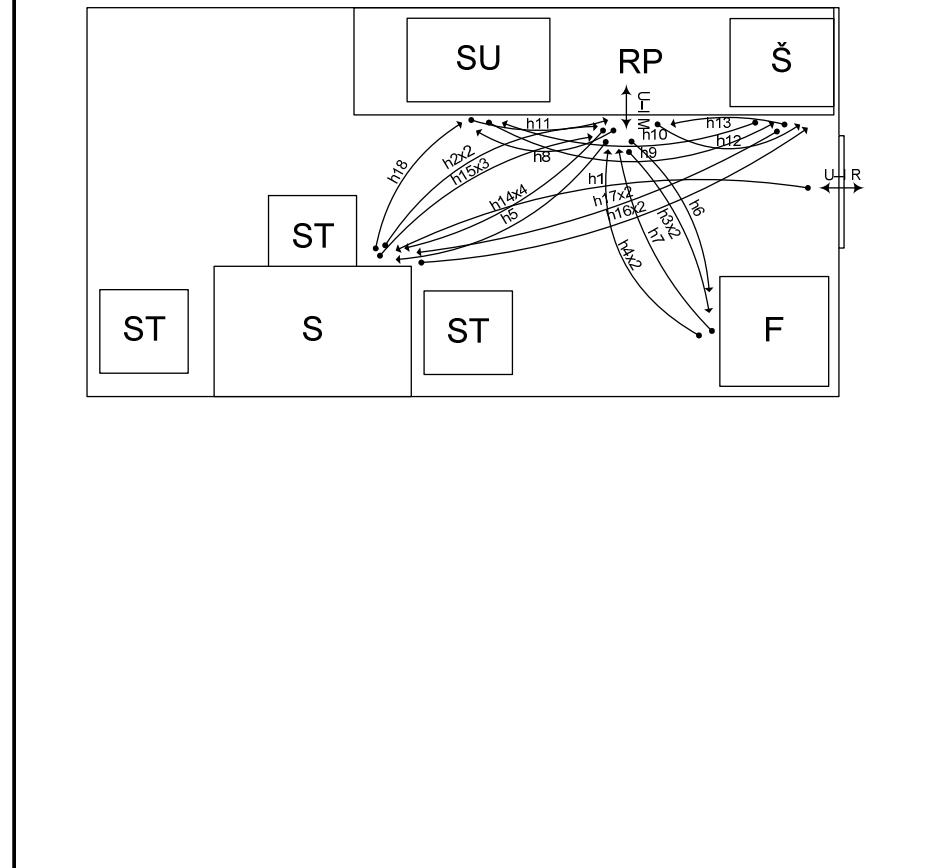


a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Karta hodograma PS

FON	Pogon Kuhinja	Proizvod Doručak za 3 osobe
Karta modela / konca / hodograma	Pogon Kuhinja	
	Proces	
Opis operacije Priprema doručka za tri osobe	Lista opreme Uslovi rada Radnik Redosled Međuzavisnost Uputstvo	Rekapitulacija Opis veličine L T
	Normalni M.M. i T.M.	Jedinica mere m min
		Stanje 39,66 1,59
	Razmera: 1:30	Postojeće / Nove stanje

FON	Pogon Kuhinja	Proizvod Doručak za 3 osobe
Karta modela / konca / hodograma	Pogon Kuhinja	
Opis operacije	Lista opreme	Rekapitulacija
Priprema doručka za tri osobe	Uslovi rada Normalni Radnik M.M. i T.M. Redosled Međuzavisnost Uputstvo	Opis veličine L Jedinica mere m Stanje 39,66 T min 1,59
	Razmera: 1:30	Postojeće / Novo stanje

a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Karta hodograma PS



b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra operacije	

Razdvajanje

1. Po trajnosti:

operacija se obavlja trajno.

2. Po stabilnosti:

operacija se izvodi stabilno, svakoga dana u toku godine.

3. Po pravcu istraživanja:

raspored opreme na radnom mestu, redosled zahvata hodanja radnika.

4. Po kriterijumu:

dužina hodanja radnika, vreme hodanja radnika, humanizacija u radu

5. Po elementima:

5.1 Po elementima rasporeda:

rb	Elementi rasporeda	Broj hodova vezan za element [1]
1	Radna površina	20
2	Sto	16
3	Frižider	6
4	Šporet	8
5	Sudopera	4

b) Analiza - razdvajanje

5.2 Po elementima redosleda:

rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m]	Prenošenje tereta	Rang [1]
h1	ulaz - sto	2,46	-	
h2	sto - radna površina	$1,50 \times 2 = 3,00$	+	3
h3	radna površina - frižider	$1,05 \times 2 = 2,10$	-	
h4	frižider - radna površina	$1,05 \times 2 = 2,10$	+	4
h5	radna površina - sto	1,50	-	
h6	radna površina - frižider	1,05	+	
h7	frižider - radna površina	1,05	-	
h8	radna površina - sudopera	0,75	+	
h9	sudopera - šporet	1,50	+	
h10	šporet - sudopera	1,50	-	
h11	sudopera - radna površina	0,75	+	
h12	radna površina - šporet	0,75	-	
h13	šporet - radna površina	0,75	-	
h14	radna površina - sto	$1,50 \times 4 = 6,00$	+	1
h15	sto - radna površina	$1,50 \times 3 = 4,50$	-	
h16	sto - šporet	$2,25 \times 2 = 4,50$	-	
h17	šporet - sto	$2,25 \times 2 = 4,50$	+	2
h18	sto - sudopera	0,90	+	
Ukupno		39,66	=	=

6. Po metodama i sredstvima:

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

b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto		Šifra RM.																																																																																																	
Operacija	Priprema doručka za tri osobe		Šifra operacije																																																																																																	
Razdvajanje																																																																																																				
1. Po trajnosti: operacija se obavlja trajno.																																																																																																				
2. Po stabilnosti: operacija se izvodi stabilno, svakoga dana u toku godine.																																																																																																				
3. Po pravcu istraživanja: raspored opreme na radnom mestu, redosled zahvata hodanja radnika.																																																																																																				
4. Po kriterijumu: dužina hodanja radnika, vreme hodanja radnika, humanizacija u radu																																																																																																				
5. Po elementima:																																																																																																				
5.1 Po elementima rasporeda:																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>rb</th> <th>Elementi rasporeda</th> <th>Broj hodova vezan za element [1]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Radna površina</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sto</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Frižider</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Šporet</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Sudopera</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	rb	Elementi rasporeda	Broj hodova vezan za element [1]	1	Radna površina	20	2	Sto	16	3	Frižider	6	4	Šporet	8	5	Sudopera	4																																																																																		
rb	Elementi rasporeda	Broj hodova vezan za element [1]																																																																																																		
1	Radna površina	20																																																																																																		
2	Sto	16																																																																																																		
3	Frižider	6																																																																																																		
4	Šporet	8																																																																																																		
5	Sudopera	4																																																																																																		
5.2 Po elementima redosleda:																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>rb</th> <th>Zahvati hodanja radnika</th> <th>Dužina [m]</th> <th>Prenošenje tereta</th> <th>Rang [1]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>h1</td> <td>ulaz - sto</td> <td>2,46</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h2</td> <td>sto - radna površina</td> <td>$1,50 \times 2 = 3,00$</td> <td>+</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>h3</td> <td>radna površina - frižider</td> <td>$1,05 \times 2 = 2,10$</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h4</td> <td>frižider - radna površina</td> <td>$1,05 \times 2 = 2,10$</td> <td>+</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>h5</td> <td>radna površina - sto</td> <td>1,50</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h6</td> <td>radna površina - frižider</td> <td>1,05</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h7</td> <td>frižider - radna površina</td> <td>1,05</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h8</td> <td>radna površina - sudopera</td> <td>0,75</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h9</td> <td>sudopera - šporet</td> <td>1,50</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h10</td> <td>šporet - sudopera</td> <td>1,50</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h11</td> <td>sudopera - radna površina</td> <td>0,75</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h12</td> <td>radna površina - šporet</td> <td>0,75</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h13</td> <td>šporet - radna površina</td> <td>0,75</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h14</td> <td>radna površina - sto</td> <td>$1,50 \times 4 = 6,00$</td> <td>+</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>h15</td> <td>sto - radna površina</td> <td>$1,50 \times 3 = 4,50$</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h16</td> <td>sto - šporet</td> <td>$2,25 \times 2 = 4,50$</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h17</td> <td>šporet - sto</td> <td>$2,25 \times 2 = 4,50$</td> <td>+</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>h18</td> <td>sto - sudopera</td> <td>0,90</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Ukupno</td><td>39,66</td><td>=</td><td>=</td></tr> </tbody> </table>	rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m]	Prenošenje tereta	Rang [1]	h1	ulaz - sto	2,46	-		h2	sto - radna površina	$1,50 \times 2 = 3,00$	+	3	h3	radna površina - frižider	$1,05 \times 2 = 2,10$	-		h4	frižider - radna površina	$1,05 \times 2 = 2,10$	+	4	h5	radna površina - sto	1,50	-		h6	radna površina - frižider	1,05	+		h7	frižider - radna površina	1,05	-		h8	radna površina - sudopera	0,75	+		h9	sudopera - šporet	1,50	+		h10	šporet - sudopera	1,50	-		h11	sudopera - radna površina	0,75	+		h12	radna površina - šporet	0,75	-		h13	šporet - radna površina	0,75	-		h14	radna površina - sto	$1,50 \times 4 = 6,00$	+	1	h15	sto - radna površina	$1,50 \times 3 = 4,50$	-		h16	sto - šporet	$2,25 \times 2 = 4,50$	-		h17	šporet - sto	$2,25 \times 2 = 4,50$	+	2	h18	sto - sudopera	0,90	+		Ukupno		39,66	=	=
rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m]	Prenošenje tereta	Rang [1]																																																																																																
h1	ulaz - sto	2,46	-																																																																																																	
h2	sto - radna površina	$1,50 \times 2 = 3,00$	+	3																																																																																																
h3	radna površina - frižider	$1,05 \times 2 = 2,10$	-																																																																																																	
h4	frižider - radna površina	$1,05 \times 2 = 2,10$	+	4																																																																																																
h5	radna površina - sto	1,50	-																																																																																																	
h6	radna površina - frižider	1,05	+																																																																																																	
h7	frižider - radna površina	1,05	-																																																																																																	
h8	radna površina - sudopera	0,75	+																																																																																																	
h9	sudopera - šporet	1,50	+																																																																																																	
h10	šporet - sudopera	1,50	-																																																																																																	
h11	sudopera - radna površina	0,75	+																																																																																																	
h12	radna površina - šporet	0,75	-																																																																																																	
h13	šporet - radna površina	0,75	-																																																																																																	
h14	radna površina - sto	$1,50 \times 4 = 6,00$	+	1																																																																																																
h15	sto - radna površina	$1,50 \times 3 = 4,50$	-																																																																																																	
h16	sto - šporet	$2,25 \times 2 = 4,50$	-																																																																																																	
h17	šporet - sto	$2,25 \times 2 = 4,50$	+	2																																																																																																
h18	sto - sudopera	0,90	+																																																																																																	
Ukupno		39,66	=	=																																																																																																
6. Po metodama i sredstvima: Metod hodograma, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalnog rasporeda, rešenja iz literature, dobra praksa																																																																																																				

b) Analiza – kritka sa idejama

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra operacije	
Kritika			Ideje	
<p>Raspored</p> <p>1. Radna površina</p> <p><i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji RP (vidi snimak PS).</p> <p><i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato.</p> <p><i>Gde se još može nalaziti?</i> Radna površina se ne može pomerati, ali može se pomerati pribor koji стоји испод и изнад радне površine. Ideje 1.a i 1.b.</p> <p>2. Sto</p> <p><i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji S (vidi snimak PS).</p> <p><i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato.</p> <p><i>Gde se još može nalaziti?</i> ideja: 2.a i 2.b</p> <p>Redosled</p> <p>3. Hod h14: radna površina → sto</p> <p><i>Šta se radi?</i> Radnik prenosi tanjire sa sendvičima i šolje do stola, i to tako što 4 puta ponavlja ovaj hod.</p> <p><i>Zašto se to radi?</i> Da bi se preneli tanjiri i šolje za čaj do stola.</p> <p><i>Može li se eliminisati?</i> Ne može, jer je potrebno preneti tanjire i šolje na sto.</p> <p><i>Može li se spojiti sa drugim zahvatima?</i> Može, ideje 3.a i 3.b.</p>	<p>Raspored</p> <p>1. Radna površina</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Tanjiri, koji stoje iznad sudopere, mogu stojati ispod radne površine (na kojoj se koriste). b) Tanjiri, koji stoje iznad sudopere, mogu stojati iznad radne površine (na kojoj se koriste). <p>2. Sto</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Na istom mestu. b) Bliže frižideru, naspram sudopere. <p>Redosled</p> <p>3. Hod h14: radna površina → sto</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Radnik može odnesti sve tri šolje odjednom, a tanjire sa sendvičima iz dva puta b) Korišćenjem poslužavnika, radnik može preneti sva tri tanjira i tri šolje odjednom. <p>Prihvatanjem ideje 3.b, eliminisalo bi se ponavljanje hoda h15</p>			

b) Analiza – kritika sa idejama

4. Hod h17: šporet → sto

Šta se radi?

Radnik prenosi kesice sa čajem do stola i stavlja ih u šolje, a zatim penosi šerpu sa ključalom vodom do stola.

Zašto se to radi?

Da bi se napravio čaj.

Može li se eliminisati?

Može. Ideje 4.a i 4.b.

5. Hod h2: sto → radna površina

Šta se radi?

Radnik prenosi hleb od stola do radne površine.

Zašto se to radi?

Da bi napravio sendviče na radoj površini.

Može li se eliminisati?

Može. Ideje: 5.a i 5.b

6. Hod h4: frižider → radna površina

Šta se radi?

Radnik prenosi maslac, a zatim i pečenicu i kačkavalj od frižidera do radne površine.

Zašto se to radi?

Da bi napravio sendviče na radoj površini.

Može li se eliminisati?

Može. Ideja: 6.a

4. Hod h17: šporet → sto

- a) Pravljenjem čaja na radnoj površini, umesto na stolu, eliminisao bi se ovaj hod.
- b) Korišćenjem poslužavnika šerpa i kesice od čaja bi se prenele odjednom.

Prihvatanjem ideje 4.a, eliminisalo bi se ponavljanje hoda h16.

5. Hod h2: sto → radna površina

- a) Ako hleb stoji na radnoj površini, umesto na stolu, ovaj hod bi se eliminisao
- b) Ako se obe vekne hleba prenesu odjednom, ovaj hod se ne bi ponavljaо

Prihvatanjem ideje 5.a, skratio bi se i hod h1, i eliminisao hod h5.

6. Hod h4: frižider → radna površina

- a) Maslac, pečenicu i kačkavalj preneti odjednom do frižidera.

Prihvatanjem ideje 6.a, eliminisalo bi se ponavljanje hoda h3.

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra operacije	
Kritika		Ideje		
Raspored			Raspored	
1. Radna površina	1. Radna površina			
<i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji RP (vidi snimak PS).	a) Tanjiri, koji stoje iznad sudopere, mogu stojati ispod radne površine (na kojoj se koriste).			
<i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato.	b) Tanjiri, koji stoje iznad sudopere, mogu stojati iznad radne površine (na kojoj se koriste).			
<i>Gde se još može nalaziti?</i> Radna površina se ne može pomerati, ali može se pomerati pribor koji stoji ispod i iznad radne površine. Ideje 1.a i 1.b.				
2. Sto	2. Sto			
<i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji S (vidi snimak PS).	a) Na istom mestu.			
<i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato.	b) Bliže frižideru, naspram sudopere.			
<i>Gde se još može nalaziti?</i> ideja: 2.a i 2.b				
Redosled	Redosled			
3. Hod h14: radna površina → sto	3. Hod h14: radna površina → sto			
<i>Šta se radi?</i> Radnik prenosi tanjire sa sendvičima i šolje do stola, i to tako što 4 puta ponavlja ovaj hod.	a) Radnik može odnesti sve tri šolje odjednom, a tanjire sa sendvičima iz dva puta			
<i>Zašto se to radi?</i> Da bi se preneli tanjiri i šolje za čaj do stola.	b) Korišćenjem poslužavnika, radnik može preneti sva tri tanjira i tri šolje odjednom.			
<i>Može li se eliminisati?</i> Ne može, jer je potrebno preneti tanjire i šolje na sto.	Prihvatanjem ideje 3.b, eliminisalo bi se ponavljanje hoda h15			
<i>Može li se spojiti sa drugim zahvatima?</i> Može, ideje 3.a i 3.b.				
4. Hod h17: šporet → sto	4. Hod h17: šporet → sto			
<i>Šta se radi?</i> Radnik prenosi kesice sa čajem do stola i stavlja ih u šolje, a zatim penosi šerpu sa ključalom vodom do stola.	a) Pravljenjem čaja na radnoj površini, umesto na stolu, eliminisao bi se ovaj hod.			
<i>Zašto se to radi?</i> Da bi se napravio čaj.	b) Korišćenjem poslužavnika šerpa i kesice od čaja bi se prenele odjednom.			
<i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideje 4.a i 4.b.	Prihvatanjem ideje 4.a, eliminisalo bi se ponavljanje hoda h16.			
5. Hod h2: sto → radna površina	5. Hod h2: sto → radna površina			
<i>Šta se radi?</i> Radnik prenosi hleb od stola do radne površine.	a) Ako hleb stoji na radnoj površini, umesto na stolu, ovaj hod bi se eliminisao			
<i>Zašto se to radi?</i> Da bi napravio sendvič na radoj površini.	b) Ako se obe vekne hleba prenesu odjednom, ovaj hod se ne bi ponavljaо			
<i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideje: 5.a i 5.b	Prihvatanjem ideje 5.a, skratio bi se i hod h1, i eliminisao hod h5.			
6. Hod h4: frižider → radna površina	6. Hod h4: frižider → radna površina			
<i>Šta se radi?</i> Radnik prenosi maslac, a zatim i pečenicu i kačkavalj od frižidera do radne površine.	a) Maslac, pečenicu i kačkavalj preneti odjednom do frižidera.			
<i>Zašto se to radi?</i> Da bi napravio sendvič na radoj površini.	Prihvatanjem ideje 6.a, eliminisalo bi se ponavljanje hoda h3.			
<i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 6.a				

b) Analiza – kritika sa idejama

b) Analiza – sinteza

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra operacije	

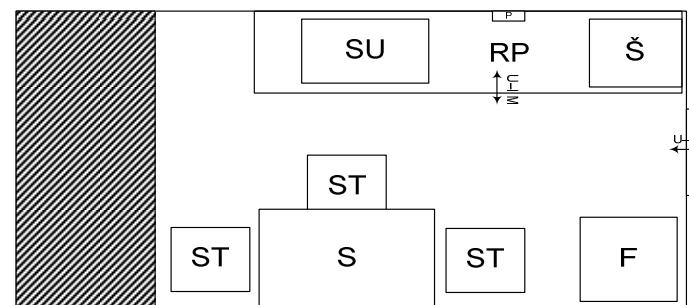
Sinteza

1. Nabaviti novu opremu

Poslužavnik za prenošenje tanjira i šolja, koji стоји uspravно на радној површини.

2. Promeniti raspored opreme

Tanjire prenesti da stoje na polici iznad radne površine, a što prenesti bliže frižideru (naspram sudopere). Novi raspored je prikazan na skici:



b) Analiza – sinteza

3. Promeniti redosled zahvata pri izvođenju operacije

Operaciju bi trebalo izvoditi na sledeći način: radnik dolazi do radne površine (RP) ($h_1 = 0,90\text{m}$), uzima dasku, nož i hleb, i seče hleb (dve vekne) za sendviče; odlazi do frižidera (F) ($h_2 = 1,05\text{m}$) i uzima maslac, pečenicu i kačkavalj i odnosi ih do radne površine (RP) ($h_3 = 1,05\text{m}$). Radnik zatim maže maslac na hleb, seče pečenicu, i postavlja pečenicu i kačkavalj na namazane sendviče (6 komada). Nakon toga preostale namirnice vraća u frižider ($h_4 = 1,05\text{m}$), vraća se do radne površine ($h_5 = 1,05\text{m}$), uzima dasku i nož i ubacuje ih u sudoperu (SU) ($h_6 = 0,75\text{m}$). Zatim pere ruke i uzima šerpu u koju sipa vodu i odnosi je do šporeta (Š), da bi pripremio čaj ($h_7 = 1,5\text{m}$). Zatim ide po tanjire (koji stoje iznad radne površine) ($h_8 = 0,75\text{m}$), stavlja ih na radnu površinu i ređa sendviče na tanjire; a zatim pogledom proverava da li je voda u šerpi na šporetu proključala. Radnik stavlja tanjire i na poslužavnik, uzima šolje (koje se nalaze na polici iznad radne površine), i ređa ih na poslužavnik. Da bi napravio čaj, radnik odlazi po kesice sa čajem (koje se nalaze na polici iznad šporeta) ($h_9 = 0,75\text{m}$), odlazi do radne površine (h_8) i stavlja kesice u šolje. Vraća se do šporeta (h_9), uzima šerpu sa proključalom vodom, i nosi je do radne površine (h_8), gde sipa vodu u šolje. Zatim šerpu odlaže u sudoperu (h_6). Nakon toga, poslužavnik sa doručkom nosi do stola ($h_{10} = 1,1\text{m}$) i postavlja doručak na sto.

rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m]	Prenošenje tereta
h_1	ulaz - radna površina	0,90	-
h_2	radna površina - frižider	1,05	-
h_3	frižider - radna površina	1,05	+
h_4	radna površina - frižider	1,05	+
h_5	frižider - radna površina	1,05	-
h_6	radna površina - sudopera	$0,75 \times 2 = 1,50$	+
h_7	sudopera - šporet	1,50	+
h_8	šporet - radna površina	$0,75 \times 3 = 2,25$	+
h_9	radna površina - šporet	$0,75 \times 2 = 1,50$	-
h_{10}	radna površina - sto	1,1	+
Ukupno		12,95	=

Efekti predloženih mera:

Realizacijom predloženog rešenja skratiće 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.

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra operacije	

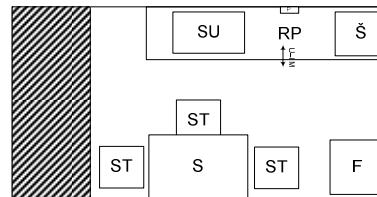
Sinteza

1. Nabaviti novu opremu

Poslužavnik za prenošenje tanjira i šolja, koji стоји uspravно на радној површини.

2. Promeniti raspored opreme

Tanjire premestiti da stoje na polici iznad radne površine, a sto premestiti bliže frižideru (naspram sudopere). Novi raspored je prikazan na skici:



3. Promeniti redosled zahvata pri izvođenju operacije

Operaciju bi trebalo izvoditi na sledeći način: radnik dolazi do radne površine (RP) ($h_1 = 0,90\text{m}$), uzima dasku, nož i hleb, i seče hleb (dve vekne) za sendviće; odlazi do frižidera (F) ($h_2 = 1,05\text{m}$) i uzima maslac, pečenicu i kačkavalj i odnosi ih do radne površine (RP) ($h_3 = 1,05\text{m}$). Radnik zatim maže maslac na hleb, seče pečenicu, i postavlja pečenicu i kačkavalj na namazane sendviće (6 komada). Nakon toga preostale namirnice vraća u frižider ($h_4 = 1,05\text{m}$), vraća se do radne površine ($h_5 = 1,05\text{m}$), uzima dasku i nož i ubacuje ih u sudoperu (SU) ($h_6 = 0,75\text{m}$). Zatim pere ruke i uzima šerpu u koju sipa vodu i odnosi je do šporeta (Š), da bi pripremio čaj ($h_7 = 1,5\text{m}$). Zatim ide po tanjire (koji stoje iznad radne površine) ($h_8 = 0,75\text{m}$), stavlja ih na radnu površinu i ređa sendviće na tanjire; a zatim pogledom proverava da li je voda u šerpi na šporetu proključala. Radnik stavlja tanjire i na poslužavnik, uzima šolje (koje se nalaze na polici iznad radne površine), i ređa ih na poslužavnik. Da bi napravio čaj, radnik odlazi po kesice sa čajem (koje se nalaze na polici iznad šporeta) ($h_9 = 0,75\text{m}$), odlazi do radne površine (h_8) i stavlja kesice u šolje. Vraća se do šporeta (h_9), uzima šerpu sa proključalom vodom, i nosi je do radne površine (h_8), gde sipa vodu u šolje. Zatim šerpu odlaze u sudoperu (h_6). Nakon toga, poslužavnik sa doručkom nosi do stola ($h_{10} = 1,1\text{m}$) i postavlja doručak na sto.

rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m]	Prenošenje tereta
h_1	ulaz - radna površina	0,90	-
h_2	radna površina - frižider	1,05	-
h_3	frižider - radna površina	1,05	+
h_4	radna površina - frižider	1,05	+
h_5	frižider - radna površina	1,05	-
h_6	radna površina - sudopera	$0,75 \times 2 = 1,50$	+
h_7	sudopera - šporet	1,50	+
h_8	šporet - radna površina	$0,75 \times 3 = 2,25$	+
h_9	radna površina - šporet	$0,75 \times 2 = 1,50$	-
h_{10}	radna površina - sto	1,1	+
Ukupno		12,95	=

Efekti predloženih mera:

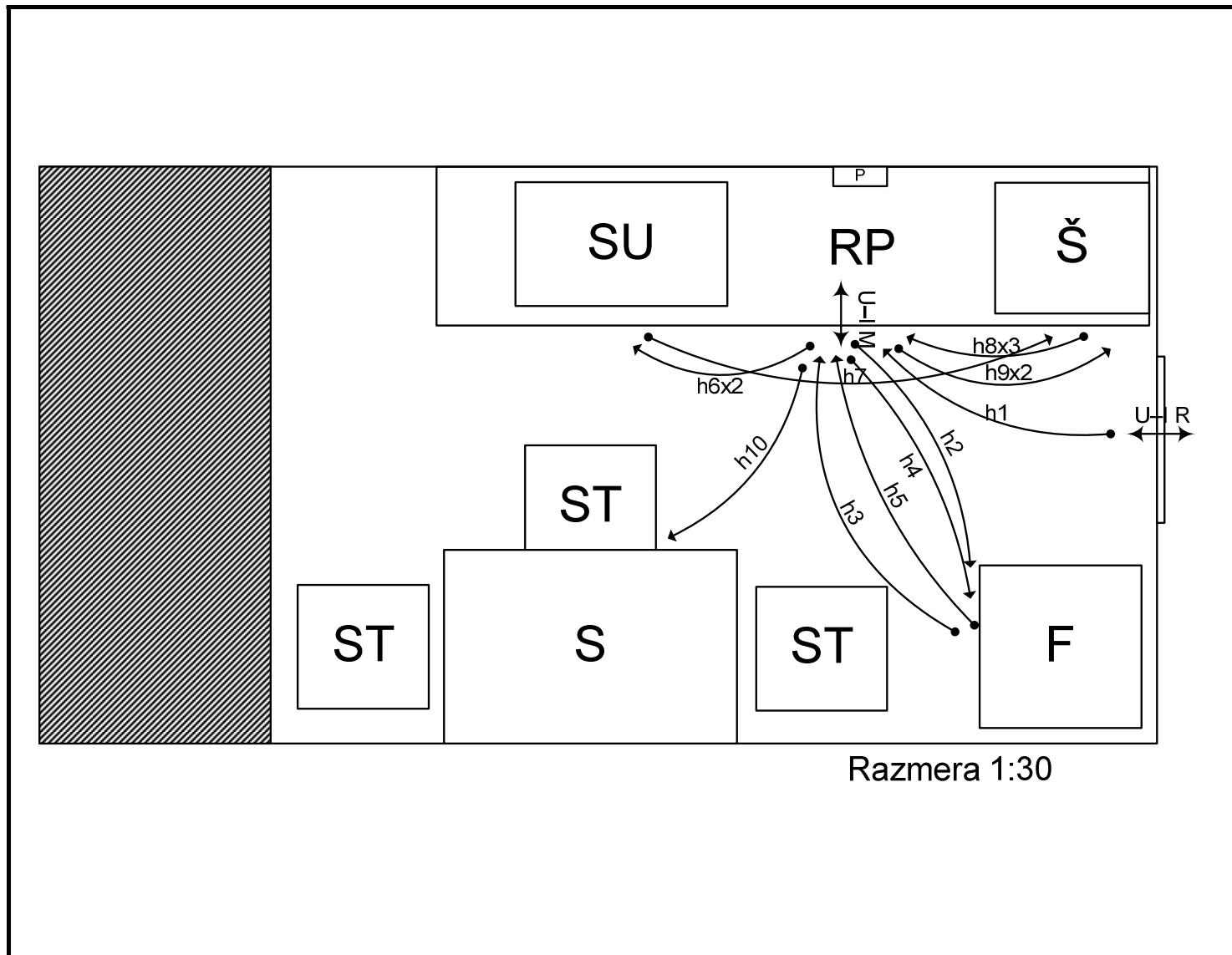
Realizacijom predloženog rešenja skraćuje se hodovi radnika, potrebno vreme za obavljanje hodova će biti zanemarljivo i poboljšaće se humanizacija u radu, jer su eliminisani nepotrebni hodovi radnika tokom kojih je prenosio predmete rada.

b) Analiza – sinteza

FON		Pogon Kuhinja			Proizvod Doručak za tri osobe						
Lista potrebne opreme za izvođenje operacije na radnom mestu	Radno mesto										
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe									
	Raspored			Uputstvo							
RB	Naziv i kratak opis dela opreme	Oznaka	Jed. mere	Koli- čina	Dimenzijs d š v		Crtež				
Specifikacija opreme											
1 Šporet 2 Frižider 3 Sudopera 4 Radna površina 5 Sto 6 Stolice 7 Daska za sečenje 8 Nož za sečenje 9 Nož za mazanje 10 Šolja 11 Tanjur 12 Šerpa 13 Poslužavnik	Š kom 1 60 50 90 F kom 1 60 60 150 SU kom 1 80 50 90 RP kom 1 100 60 90 S kom 1 110 70 70 ST kom 3 50 45 45 D kom 1 NS kom 1 NM kom 1 ŠO kom 3 T kom 3 ŠE kom 1 P kom 1										
Specifikacija materijala											
1 Hleb 2 Kačkavalj 3 Maslac 4 Pečenica 5 Kesice čaja	H kom 2 IT kom 18 M kom 1 P kom 1 KČ kom 3										

c) Projektovati nov način rada
kartom hodograma - Lista
opreme NS

c) Projektovati nov način rada kartom hodograma – Karta hodograma NS

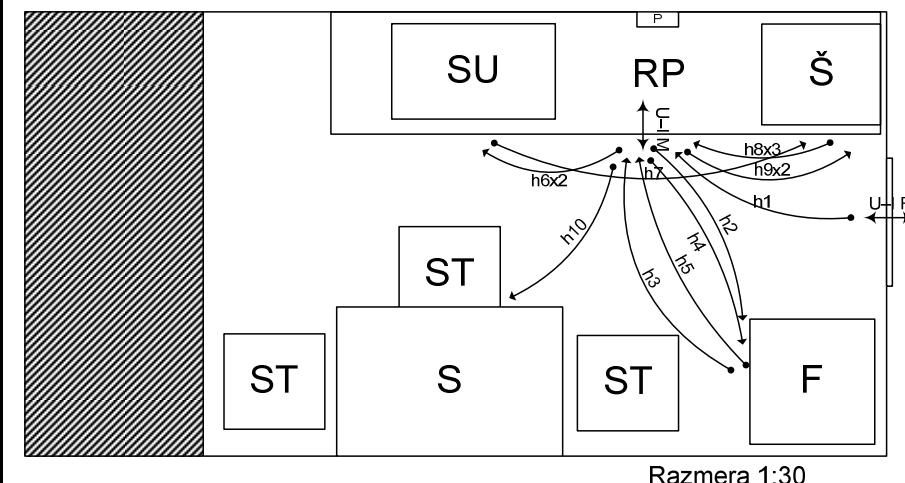


c) Projektovati nov način rada kartom hodograma – Karta hodograma NS

FON	Pogon Kuhinja	Proizvod Doručak za tri osobe		
Karta modela / konca / hodograma	Pogon Kuhinja			
Opis operacije Priprema doručka za 3 osobe	Lista opreme	Rekapitulacija		
	Uslovi rada	Normalni	Opis veličine	Jedinica mere
	Radnik	M.M. i T.M.	L	m
	Redosled		T	min
	Međuzavisnost			
	Uputstvo			
	Razmera: 1:30		Postojeće / Novo stanje	

FON	Pogon Kuhinja	Proizvod Doručak za tri osobe
Karta modela / konačna / hodograma	Pogon Kuhinja	
Opis operacije	Lista opreme	Rekapitulacija
Priprema doručka za 3 osobe	Uslovi rada Normalni Radnik M.M. i T.M. Redosled Međuzavisnost Uputstvo	Opis veličine L Jedinica mere m Stanje 12,95 0,5 T min
	Razmera: 1:30	Pestojeće / Novo stanje

c) Projektovati nov način rada kartom hodograma – Karta hodograma NS



d), e) Rekapitulacija ušteda

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod		Šifra proizvoda		
	Kuhinja		Doručak za tri osobe				
	Radno mesto				Šifra RM.		
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe			Šifra operacije		
Opis operacije Priprema doručka za 3 osobe		Rekapitulacija stanja i ušteda					
		Opis veličine	Jedinica mere	Stanje			
		L	m	Postojeće	Novo		
		39,66		12,95	-26,71		
		T	min	1,59	0,50		
					-1,09		
					68,55%		
$\Delta_{NS} = NS - PS \quad ; \quad \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$							

d), e) Rekapitulacija ušteda

Rekapitulacija ušteda

Nabavkom poslužavnika, promenom rasporeda tanjira i premeštanjem stola bliže frižideru, kao i promenom redosleda zahvata skratiće se dužina hodova radnika (za 67,35 %), kao i vreme potrebno za izvođenje operacije (za 68,55 %), što će dovesti do rasta produktivnosti. Predloženim rešenjem će se značajno humanizovati rad, jer su eliminisani hodovi radnika tokom kojih je nosio materijal, opremu i gotove proizvode.

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod	Šifra proizvoda
	Kuhinja		Doručak za tri osobe	
	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra operacije	

Opis operacije	Rekapitulacija stanja i ušteda					
	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje Postojeće	Novo	Δ_{NS}	η_{NS}
	L	m	39,66	12,95	-26,71	67,35%
	T	min	1,59	0,50	-1,09	68,55%
$\Delta_{NS} = NS - PS \quad ; \quad \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$						

Rekapitulacija ušteda

d), e) Rekapitulacija ušteda

Nabavkom poslužavnika, promenom rasporeda tanjira i premeštanjem stola bliže frižideru, kao i promenom redosleda zahvata skraćuje se dužina hodova radnika (za 67,35 %), kao i vreme potrebno za izvođenje operacije (za 68,55 %), što će dovesti do rasta produktivnosti. Predloženim rešenjem će se značajno humanizovati rad, jer su eliminisani hodovi radnika tokom kojih je nosio materijal, opremu i gotove proizvode.

Primer 2. Operacija izrade delova na globalici

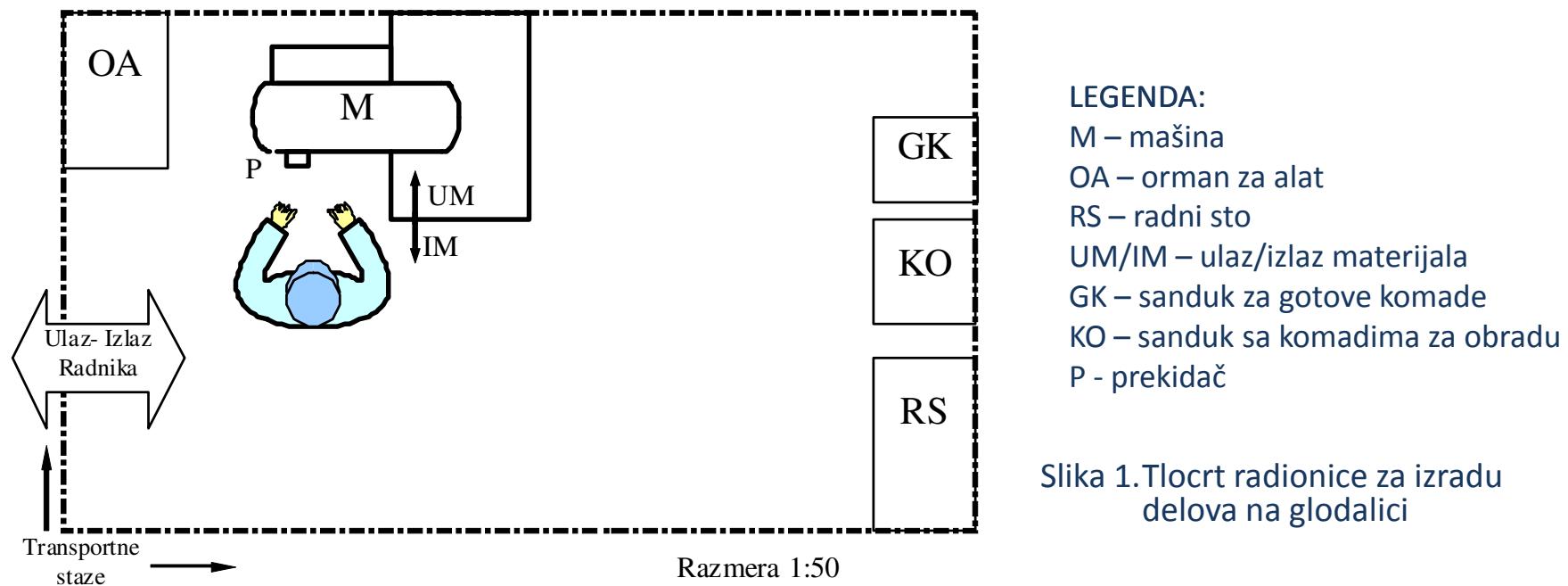
OPIS PROBLEMA

- U jednom malom, privatnom preduzeću prethodna istraživanja su pokazala da je usko grlo, koje ometa ostvarenje rokova proizvodnje, operacija izrade delova na globalici. Zadatak da izvrši racionalizaciju rada na ovom radnom mestu dobio je privatni biro za proizvodni menadžment.
- Stručnjak iz ovog biroa, inače dipl. inž. industrijskog inženjerstva pristupio je radu na sledeći način: snimio je postojeći raspored na radnom mestu (slika 1), a zatim je utvrdio i način na koji se odvija proces rada.
- U toku smene, koja traje 7,5 časova izrađuje se 50 komada.

Primer 2: Operacija izrade delova na glodalici

Proces rada odvija se na sledeći način:

- 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 ormana 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).



Primer 2: Operacija izrade delova na glodalici

CILJ

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

KRITERIJUM

- Dužina hodanja radnika, što je moguće manje ručnog prenošenja delova, vreme hodanja radnika, produktivnost.

OGRANIČENJA

- Mogu se izvršiti samo sitnije rekonstrukcije, uvođenje gravitacionih dodavača, postolja i sl. Mašina se ne može premeštati. Brzina hodanja radnika je 25 [m/min].

Primer 2: Operacija izrade delova na glodalici

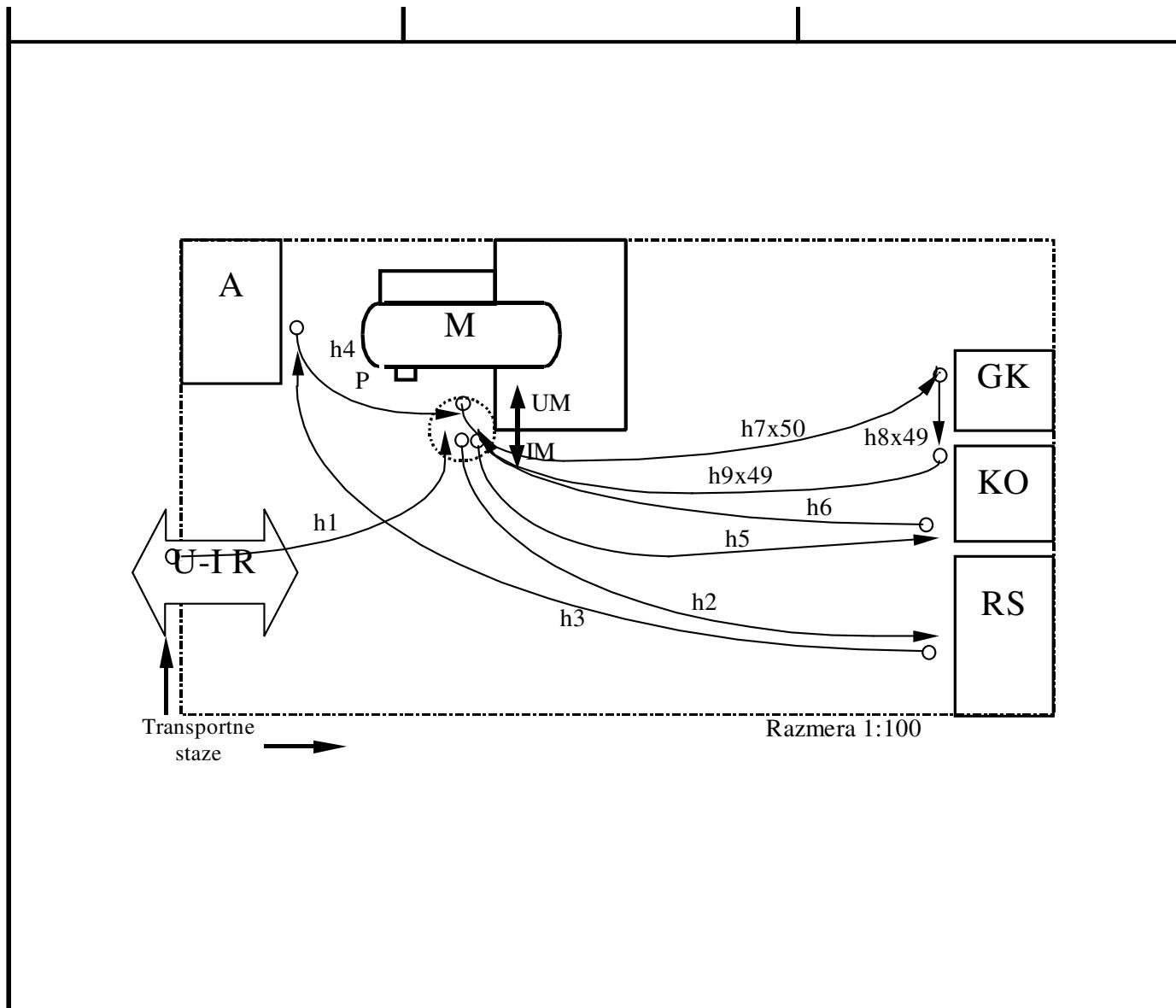
ALGORITAM:

- a) Snimiti postojeće stanje na karti hodograma
- b) Analizirati postojeće stanje
- c) Projektovati nov način rada kartom hodograma
- d) Proračunati uštede prema datim kvantitativnim kriterijumima
- e) Objasniti efekte na humanizaciju rada

a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Lista opreme PS

FON		Pogon Mašinska radionica		Proizvod								
Lista potrebne opreme za izvođenje operacije na radnom mestu		Radno mesto										
		Operacija	Izrada delova na glodalici									
		Raspored			Uputstvo							
RB	Naziv i kratak opis dela opreme			Oznaka	Jed. mere	Koli- čina	Dimenzije		Crtež			
					d	š	v					
	Specifikacija opreme											
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						
	Specifikacija materijala					min						
1	Komadi za obradu				kom	50						
2	Gotovi komadi				kom	50						

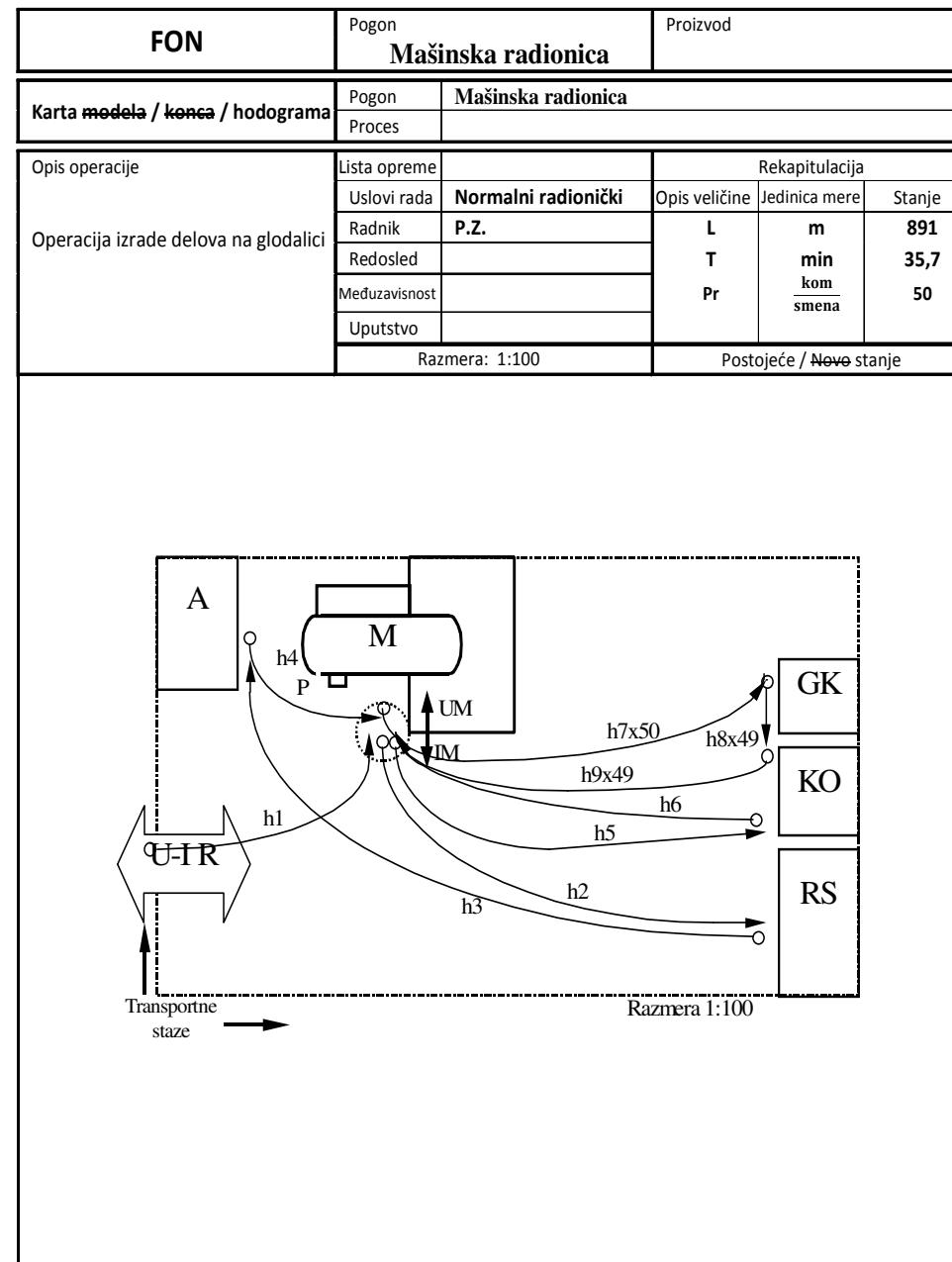
a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Karta hodograma PS



a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Karta hodograma PS

FON	Pogon	Proizvod		
Mašinska radionica				
Karta modela / konca / hodograma	Pogon	Mašinska radionica		
	Proces			
Opis operacije Operacija izrade delova na glodalici	Lista opreme		Rekapitulacija	
	Uslovi rada	Normalni radionički	Opis veličine	Jedinica mere
	Radnik	P.Z.	L	m
	Redosled		T	min
	Međuzavisnost		Pr	kom
	Uputstvo			smena
Razmera: 1:100		Postojeće / Novo stanje		

a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Karta hodograma PS



b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada delova na globalici	Šifra operacije	
Razdvajanje				
1. Po trajnosti: operacija se obavlja trajno, na proizvodu iz stalnog programa preduzeća.				
2. Po stabilnosti: operacija se izvodi stabilno, svakoga radnog dana u toku godine.				
3. Po pravcu istraživanja: raspored opreme na radnom mestu, redosled zahvata hodanja radnika.				
4. Po kriterijumu: - povećati produktivnost kroz smanjenje: 4.1. dužina hodanja radnika, 4.2. prenošenje delova, 4.3. vreme hodanja radnika.				

b) Analiza - razdvajanje

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, rešenja iz literature, dobra praksa

b) Analiza - razdvajanje

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada delova na globalici	Šifra operacije	

Razdvajanje

1. Po trajnosti:

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

2. Po stabilnosti:

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

3. Po pravcu istraživanja:

raspored opreme na radnom mestu, redosled zahvata hodanja radnika.

4. Po kriterijumu:

- povećati 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 konca, Pareto princip, princip pitalica, pravila za projektovanje optimalnog rasporeda, rešenja iz literature, dobra praksa

b) Analiza – kritka sa idejama

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada delova na glodalici	Šifra operacije	
Kritika			Ideje	
Raspored <p>1. Mašina <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>2. Mesto komada za obradu <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>3. Mesto gotovih komada <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>			Raspored <p>2. Mesto komada za obradu</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Pored maštine, na podu. b) Pored maštine, na odgovarajućem postolju. <p>3. Mesto gotovih komada</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Pored maštine, na podu. b) Pored maštine, na odgovarajućem postolju. c) Pored maštine na odgovarajućem postolju sa dva nivoa. Na gornjem nivou komadi za obradu, a na donjem obrađeni komadi. 	

b) Analiza – kritika sa idejama

Redosled

4. Hod h7: mašina → gotovi komadi

Šta se radi?

Radnik nosi obrađen komad do mesta za odlaganje gotovih komada.

Zašto se radi?

Da bi odložio gotov komad.

Može li se eliminisati?

Može. Ideja: 4.a, 4.b.

5. Hod h9: komadi za obradu → mašina

Šta se radi?

Radnik nosi neobrađen komad do maštine.

Zašto se radi?

Da bi komad bio obrađen na maštini.

Može li se eliminisati?

Može. Ideja: 5.a, 5.b.

6. Hod h8: gotovi → komadi za obradu

Šta se radi?

Radnik hoda do mesta sa komadima koji čekaju na obradu, da bi uzeo sledeći.

Zašto se radi?

Da bi radnik uzeo sledeći komad.

Može li se eliminisati?

Može. Ideja: 6.a

Redosled

4. Hod h7: mašina → gotovi komadi

a) Ako se gotovi komadi budu odlagali pored maštine eliminisaće se ovaj hod.

b) Korišćenjem gravitacionog dodavača za gotove delove eliminisaće se ovaj hod.

5. Hod h9: komadi za obradu → mašina

a) Postavljanjem komada za obradu pored maštine eliminisaće se ovaj hod.

b) Korišćenjem gravitacionog dodavača za neobrađene delove eliminisaće se ovaj hod.

6. Hod h8: gotovi → komadi za obradu

a) Postavljanjem komada za obradu i gotovih komada na specijalno postolje pored maštine, eliminisaće se ovaj hod.

b) Analiza – kritka sa idejama

FON	Radno mesto Operacija	Izrada delova na globalici	Šifra RM. Šifra operacije
Kritika		Ideje	
Raspored		Raspored	
1. Mašina <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.		2. Mesto komada za obradu a) Pored mašine, na podu. b) Pored mašine, na odgovarajućem postolju.	
2. Mesto komada za obradu <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		3. Mesto gotovih komada 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.	
3. Mesto gotovih komada <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		Redosled 4. Hod h7: mašina → gotovi komadi a) Ako se gotovi komadi budu odlagali pored mašine eliminisće se ovaj hod. b) Korišćenjem gravitacionog dodavača za gotove delove eliminisće se ovaj hod.	
4. Hod h7: mašina → gotovi komadi <i>Šta se radi?</i> Radnik nosi obrađen komad do mesta za odlaganje gotovih komada. <i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 4.a, 4.b.		5. Hod h9: komadi za obradu → mašina a) Postavljanjem komada za obradu pored mašine eliminisće se ovaj hod. b) Korišćenjem gravitacionog dodavača za neobrađene delove eliminisće se ovaj hod.	
5. Hod h9: komadi za obradu → mašina <i>Šta se radi?</i> Radnik nosi neobrađen komad do mašine. <i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 5.a, 5.b.		6. Hod h8: gotovi → komadi za obradu a) Postavljanjem komada za obradu i gotovih komada na specijalno postolje pored mašine, eliminisće se ovaj hod.	
6. Hod h8: gotovi → komadi za obradu <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			

b) Analiza – sinteza

FON	Radno mesto		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada delova na glodalici	Šifra operacije	

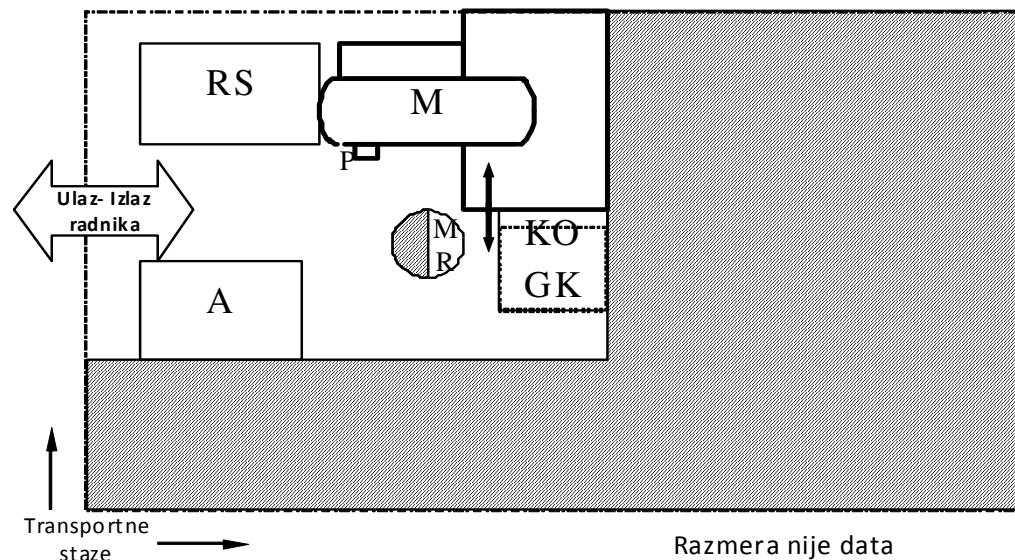
Sinteza

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:



b) Analiza – sinteza

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 ormana 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 skratiće 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.

b) Analiza – sinteza

FON	Radno mesto Operacija	Izrada delova na glodalici	Šifra RM. Šifra operacije
------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------

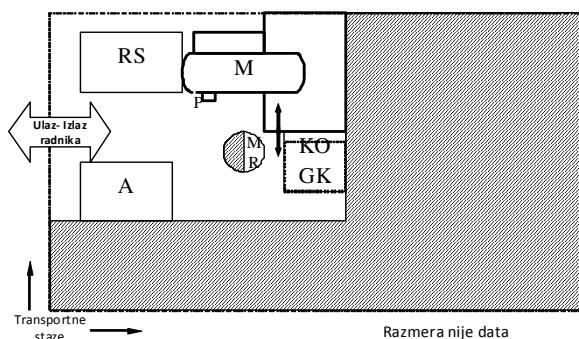
Sinteza

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 (h_1 - 4 m); Odlazi do radnog stola, gde proučava dokumentaciju (h_2 - 3 m); odlazi do ormana sa alatom i uzima odgovarajući alat (h_3 - 2 m); odnosi alat do mašine i montira ga (h_4 - 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
h_1	ulaz - mašina	4	-
h_2	mašina - radni sto	3	-
h_3	radni sto - orman za alat	2	-
h_4	orman za alat - mašina	4	+
Ukupno		13	=

Efekti predloženih mera:

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

c) Projektovati nov način rada kartom hodograma - Lista opreme NS

FON		Pogon Mašinska radionica		Proizvod								
Lista potrebne opreme za izvođenje operacije na radnom mestu		Radno mesto										
		Operacija	Izrada delova na glodalici									
		Raspored			Uputstvo							
RB	Naziv i kratak opis dela opreme			Oznaka	Jed. mere	Količina	Dimenzije		Crtež			
							d	š	v			
1	Specifikacija opreme			A	kom	1						
2	Orman za alat			M	kom	1						
3	Mašina			PO	kom	1						
4	Postolje za kutije KO i GK			KO	kom	1						
5	Kutija za komade za obradu			GK	kom	1						
6	Kutija za gotove komade			RS	kom	1						
	Specifikacija materijala					min						
1	Radni sto											
2	Komadi za obradu				kom	50						
	Gotovi komadi				kom	50						

c) Projektovati nov način rada kartom hodograma – Karta hodograma NS

FON	Pogon	Proizvod
Karta modela / konačna / hodograma		
	Pogon	Mašinska radionica
Proces		
Opis operacije		Lista opreme
		Uslovi rada
		Normalni radionički
		Radnik
		P.Z.
Operacija izrade delova na glodalici		Redosled
		Međuzavisnost
		Uputstvo
		Razmara: 1:100
		Postojeće / Novo stanje
		Rekapitulacija
		Opis veličine
		L
		T
		Pr
		m
		min
		kom
		smena
		13
		0,5
		54
Razmara: 1:100		
Postojeće / Novo stanje		
<p>Diagram illustrating the layout of a workshop for part processing. The layout includes workbenches labeled A and RS, a motor labeled M, and a control unit labeled KO/GK. Material flow paths are indicated by arrows labeled h1, h2, h3, and h4. A shaded area at the bottom represents transport routes. A legend indicates that the diagram is drawn to scale 1:100.</p>		
Transportne staze		
Razmara 1:100		

d), e) Rekapitulacija ušteda

FON	Pogon	Šifra pogona	Proizvod		Šifra proizvoda					
	Mašinska radionica									
	Radno mesto			Šifra RM.						
	Operacija	Izrada delova na glodalici		Šifra operacije						
Opis operacije Operacija izrade delova na glodalici	Rekapitulacija stanja i ušteda									
	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje		Očekivane uštede					
	L	m	Postojeće	Novo	Δ_{NS}					
	891		13	-878	98%					
	T	min	35,7	0,5	-35,2					
	Pr	kom smena	50	54	+ 4					
					8%					
	$\Delta_{NS} = NS - PS ; \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$									
Rekapitulacija ušteda										
Nabavkom nove opreme, promenom rasporeda opreme i promenom redosleda zahvata skratiće se dužina hodova radnika (za 98%), kao i vreme potrebno za izvođenje operacije (za 98%), što će dovesti do rasta produktivnosti od 8%. Predloženim rešenjem će se značajno 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 -

Postavljanje stola za svečani ručak za 6 ljudi

I deo (13 poena)

- **Izbor pravca istraživanja**
 - Definisanje i objašnjenje problema
 - Definisanje cilja istraživanja
 - Definisanje kriterijuma istraživanja
 - Definisanje ograničenja
 - Definisanje algoritma
- **Snimanje postojećeg stanja**
 - Karta redosleda zahvata na predmetu rada
 - Lista opreme
 - Karta modela rasporeda ili konca ili hodograma
- **Analiza postojećeg stanja**
 - Razdvajanje
 - Kritika sa idejama
 - Sinteza
- **Projektovanje novih rešenja**
 - Lista opreme
 - Karta modela rasporeda ili konca ili hodograma
 - Proračun i objašnjenje očekivanih ušteda

Rok za predaju I dela:

- za timove UTO01 – UTO19:
24.03. 2020.
- za timove PET01 – PET15:
27.03.2020.

Projektni zadatak se predaje u papiru na početku vežbi

DOMAĆI ZADATAK

I DEO - Proučavanje rasporeda (6 poena)

- **Snimanje postojećeg stanja**
 - Lista opreme
 - Karta modela rasporeda ili konca ili hodograma
- **Analiza postojećeg stanja**
 - Razdvajanje
 - Kritika sa idejama
 - Sinteza
- **Projektovanje novih rešenja**
 - Lista opreme
 - Karta modela rasporeda ili konca ili hodograma
 - Proračun i objašnjenje očekivanih ušteda

Rok za predaju I dela:

24.03. 2020. i 27.03.2020.

Domaći zadatak se predaje u papiru na početku vežbi.

II DEO - Proučavanje redosleda kartom redosleda zahavata (4 poena)

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

Rok za predaju II dela:

24.03. 2020. i 27.03.2020.

Domaći zadatak se predaje u papiru na početku vežbi.