



PROUČAVANJE RASPOREDA

Metod hodograma (spaghetti diagram)

Osnove industrijskog inženjerstva

- Proučavanje metoda rada
 - **Raspored opreme i komandi na radnom mestu**
 - Redosled zahvata pri izvođenju operacije
 - Međuzavisnost zahvata pri izvođenju operacije
 - Proučavanje metoda rada na nivou pokreta
- 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

III Analiza postojećeg stanja

- g) Prikupljanje podataka o postojećem stanju.
- 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 zaglavje karte	<ul style="list-style-type: none">- Popuniti poznate rubrike na početku- Na kraju snimanja prekontrolisati i dopuniti zaglavje
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 maštine, 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 (h1, h2...)- Ukoliko se hod ponavlja više puta naznačiti broj ponavljanja (npr. h2x49)
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 dimenzijama, 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 pravcu istraživanja
6. Upisati metode i sredstva koje se koriste	<ul style="list-style-type: none">- U skladu se definisanim prvcem 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- Sintesa 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

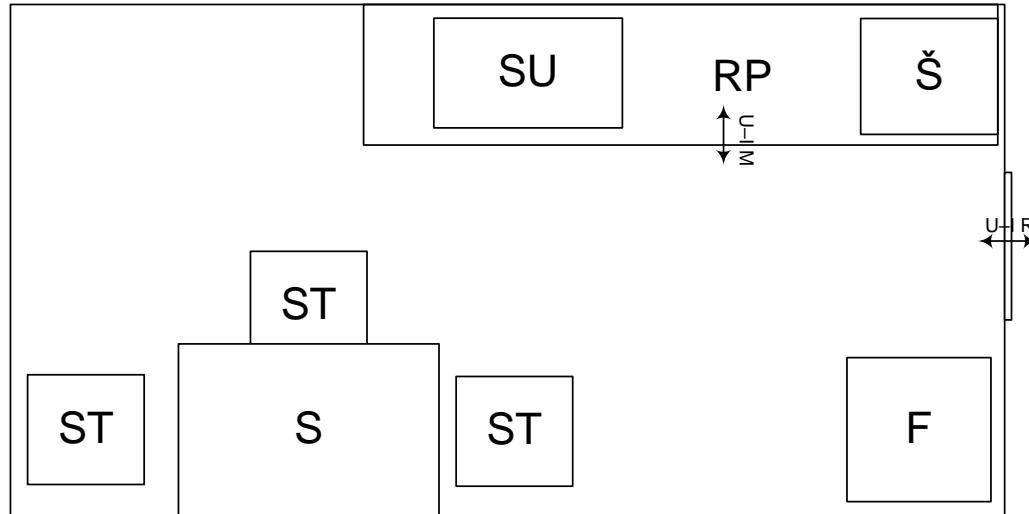
- Najvažniji obrok u toku dana je doručak. Pravilan i dobro izbalansiran doručak obezbeđuje organizmu najviše energije za dan i zato preskakanje doručka predstavlja veliki rizik za zdravlje. Prema jednoj studiji, koja je obuhvatila 500 porodica, priprema doručka je identifikovana kao glavni uzrok jutarnjeg 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 tanjur ($h_{15} = 1,5\text{m}$) 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 ($h_{18} = 0,9\text{m}$).

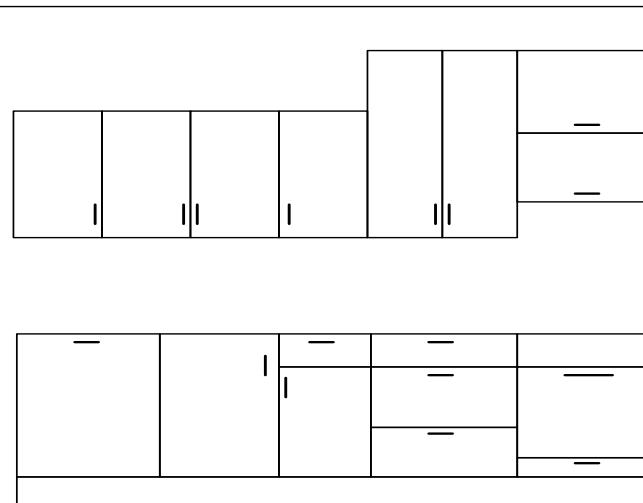
Primer 1: Priprema doručka za tri osobe



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

Primer 1: Priprema doručka za tri osobe

CILJ

- Povećati produktivnost i humanizovati rad operacijski 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

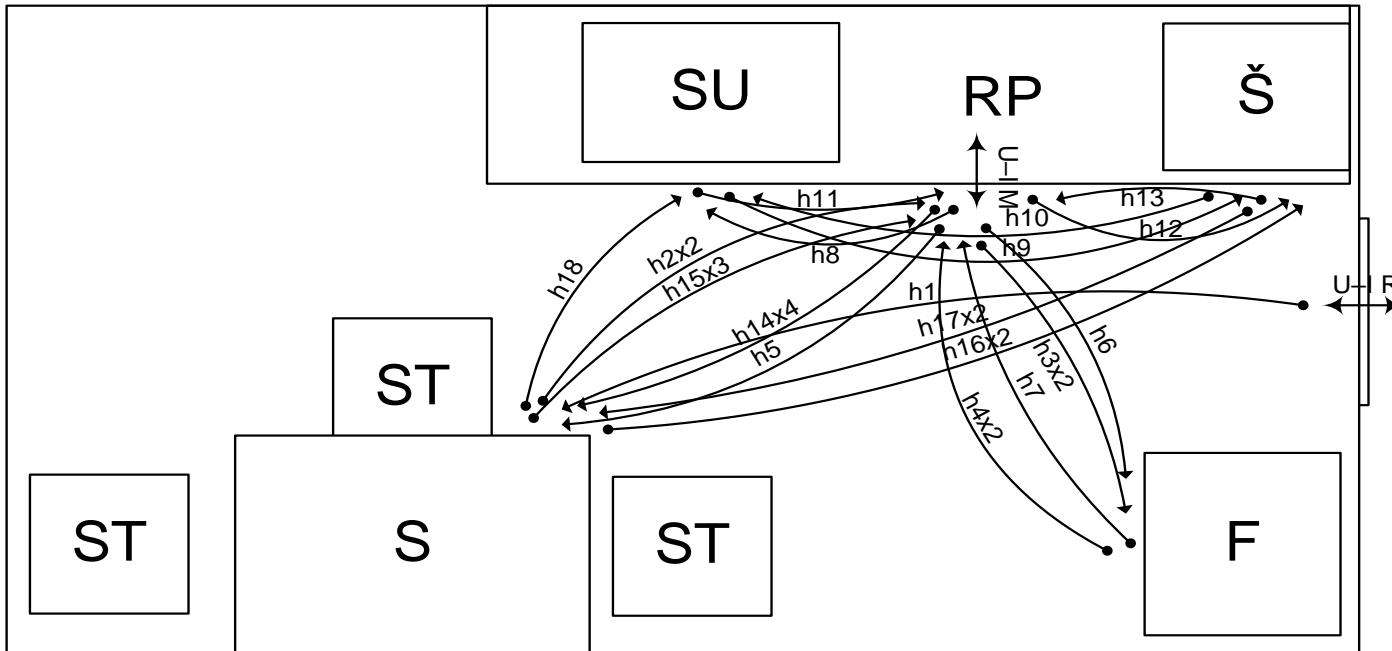
Lista opreme PS

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	Dimenziјe					
					d	š	v	Crtež				
Specifikacija opreme												
1	Šporet			Š	kom	1	60	50	90			
2	Frižider			F	kom	1	60	60	150			
3	Sudopera			SU	kom	1	80	50	90			
4	Radna površina			RP	kom	1	100	60	90			
5	Sto			S	kom	1	110	70	70			
6	Stolice			ST	kom	3	50	45	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	Dimenzije		Crtež			
Specifikacija opreme											
1	Šporet	Š	kom	1	60	50	90				
2	Frižider	F	kom	1	60	60	150				
3	Sudopera	SU	kom	1	80	50	90				
4	Radna površina	RP	kom	1	100	60	90				
5	Sto	S	kom	1	110	70	70				
6	Stolice	ST	kom	3	50	45	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							

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

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

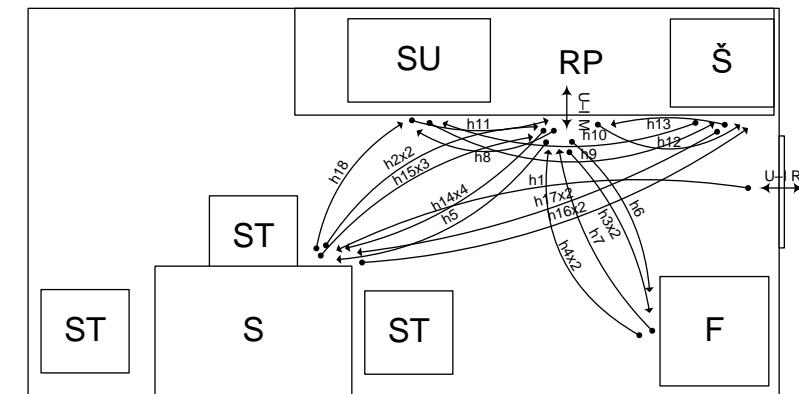


a) Prikazati postojeći način rada kartom hodograma - Karta hodograma PS

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

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

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



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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">rb</th><th style="text-align: center;">Elementi rasporeda</th><th style="text-align: center;">Broj hodova vezan za element [1]</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">Radna površina</td><td style="text-align: center;">20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">Sto</td><td style="text-align: center;">16</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">Frižider</td><td style="text-align: center;">6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">Šporet</td><td style="text-align: center;">8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">Sudopera</td><td style="text-align: center;">4</td><td></td><td></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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">rb</th><th style="text-align: center;">Zahvati hodanja radnika</th><th style="text-align: center;">Dužina [m]</th><th style="text-align: center;">Prenošenje tereta</th><th style="text-align: center;">Rang [1]</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">h1</td><td style="text-align: center;">ulaz - sto</td><td style="text-align: center;">2,46</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h2</td><td style="text-align: center;">sto - radna površina</td><td style="text-align: center;">$1,50 \times 2 = 3,00$</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h3</td><td style="text-align: center;">radna površina - frižider</td><td style="text-align: center;">$1,05 \times 2 = 2,10$</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h4</td><td style="text-align: center;">frižider - radna površina</td><td style="text-align: center;">$1,05 \times 2 = 2,10$</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h5</td><td style="text-align: center;">radna površina - sto</td><td style="text-align: center;">1,50</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h6</td><td style="text-align: center;">radna površina - frižider</td><td style="text-align: center;">1,05</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h7</td><td style="text-align: center;">frižider - radna površina</td><td style="text-align: center;">1,05</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h8</td><td style="text-align: center;">radna površina - sudopera</td><td style="text-align: center;">0,75</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h9</td><td style="text-align: center;">sudopera - šporet</td><td style="text-align: center;">1,50</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h10</td><td style="text-align: center;">šporet - sudopera</td><td style="text-align: center;">1,50</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h11</td><td style="text-align: center;">sudopera - radna površina</td><td style="text-align: center;">0,75</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h12</td><td style="text-align: center;">radna površina - šporet</td><td style="text-align: center;">0,75</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h13</td><td style="text-align: center;">šporet - radna površina</td><td style="text-align: center;">0,75</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h14</td><td style="text-align: center;">radna površina - sto</td><td style="text-align: center;">$1,50 \times 4 = 6,00$</td><td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h15</td><td style="text-align: center;">sto - radna površina</td><td style="text-align: center;">$1,50 \times 3 = 4,50$</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h16</td><td style="text-align: center;">sto - šporet</td><td style="text-align: center;">$2,25 \times 2 = 4,50$</td><td style="text-align: center;">-</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h17</td><td style="text-align: center;">šporet - sto</td><td style="text-align: center;">$2,25 \times 2 = 4,50$</td><td style="text-align: center;">+</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">h18</td><td style="text-align: center;">sto - sudopera</td><td style="text-align: center;">0,90</td><td style="text-align: center;">+</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right; vertical-align: bottom;">Ukupno</td><td style="text-align: center;">39,66</td><td style="text-align: center;">=</td><td style="text-align: center;">=</td></tr> </tbody> </table>					rb	Zahvati hodanja radnika	Dužina [m]	Prenošenje tereta	Rang [1]	h1	ulaz - sto	2,46	-		h2	sto - radna površina	$1,50 \times 2 = 3,00$	+		h3	radna površina - frižider	$1,05 \times 2 = 2,10$	-		h4	frižider - radna površina	$1,05 \times 2 = 2,10$	+		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	$1,50 \times 2 = 3,00$	+																																																																																																					
h3	radna površina - frižider	$1,05 \times 2 = 2,10$	-																																																																																																					
h4	frižider - radna površina	$1,05 \times 2 = 2,10$	+																																																																																																					
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 Operacija	Priprema doručka za tri osobe	Šifra RM. Šifra operacije
Kritika		Ideje	
Raspored	Raspored		
1. Radna površina	1. Radna površina		
<i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji RP (vidi snimak PS). <i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato. <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.	<i>Tanjiri, koji stoje iznad sudopere, mogu stojati ispod radne površine (na kojoj se koriste).</i> <i>Tanjiri, koji stoje iznad sudopere, mogu stojati iznad radne površine (na kojoj se koriste).</i>		
2. Sto	2. Sto		
<i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji S (vidi snimak PS). <i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato. <i>Gde se još može nalaziti?</i> ideja: 2.a i 2.b	<i>Na istom mestu.</i> <i>Bliže frižideru, naspram sudopere.</i>		
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. <i>Zašto se to radi?</i> Da bi se preneli tanjiri i šolje za čaj do stola. <i>Može li se eliminisati?</i> Ne može, jer je potrebno preneti tanjire i šolje na sto. <i>Može li se spojiti sa drugim zahvatima?</i> Može, ideje 3.a i 3.b.	<i>Radnik može odnesti sve tri šolje odjednom, a tanjire sa sendvičima iz dva puta</i> <i>Korišćenjem poslužavnika, radnik može preneti sva tri tanjira i tri šolje odjednom.</i>		
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. <i>Zašto se to radi?</i> Da bi se napravio čaj. <i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideje 4.a i 4.b.	<i>Pravljenjem čaja na radnoj površini, umesto na stolu, eliminisao bi se ovaj hod.</i> <i>Korišćenjem poslužavnika šerpa i kesice od čaja bi se prenele odjednom.</i>		
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. <i>Zašto se to radi?</i> Da bi napravio sendviće na radoj površini. <i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideje: 5.a i 5.b	<i>Ako hleb stoji na radnoj površini, umesto na stolu, ovaj hod bi se eliminisao</i> <i>Ako se obe vekne hleba prenesu odjednom, ovaj hod se ne bi ponavljaо</i>		
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. <i>Zašto se to radi?</i> Da bi napravio sendviće na radoj površini. <i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 6.a	<i>Maslac, pečenicu i kačkavalj preneti odjednom do frižidera.</i>		

b) Analiza – kritika sa idejama

b) Analiza – sinteza

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

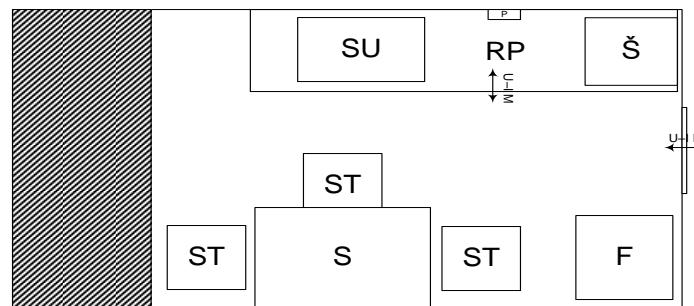
Sinteza

1. Nabaviti novu opremu

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

2. Promeniti raspored opreme

Tanjire prenesti да стоје на полици изнад радне површине, а то преместити блиže frižideru (наспрам супоптере).
Нови распоред је приказан на скци:



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

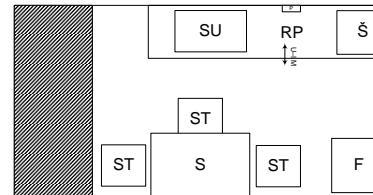
1. Nabaviti novu opremu

Poslužavnik za prenošenje tanjira i šolja, koji stoji uspravno na radnoj površini.

2. Promeniti raspored opreme

Tanjire premestiti da stoje na polici iznad radne površine, a sto prenesti 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) ($h_1 = 0,90m$), uzima dasku, nož i hleb, i seče hleb (dve vekne) za sendvič; odlazi do frižidera (F) ($h_2 = 1,05m$) i uzima maslac, pečenicu i kačkavalj i odnosi ih do radne površine (RP) ($h_3 = 1,05m$). 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 ($h_4 = 1,05m$), vraća se do radne površine ($h_5 = 1,05m$), uzima dasku i nož i ubacuje ih u sudopera (SU) ($h_6 = 0,75m$). Zatim pere ruke i uzima šerpu u koju sipa vodu i odnosi je do šporeta (Š), da bi pripremio čaj ($h_7 = 1,5m$). Zatim ide po tanjire (koji stoje iznad radne površine) ($h_8 = 0,75m$), stavљa ih na radnu površinu i reda sendviče na tanjire; a zatim pogledom proverava da li je voda u šerpi na šporetu proključala. Radnik stavљa tanjire i na poslužavnik, uzima šolje (koje se nalaze na polici iznad radne površine), i reda ih na poslužavnik. Da bi napravio čaj, radnik odlazi po kesice sa čajem (koje se nalaze na polici iznad šporeta) ($h_9 = 0,75m$), odlazi do radne površine (h_8) i stavљa 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 sudopera (h_6). Nakon toga, poslužavnik sa doručkom nosi do stola ($h_{10} = 1,1m$) 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:

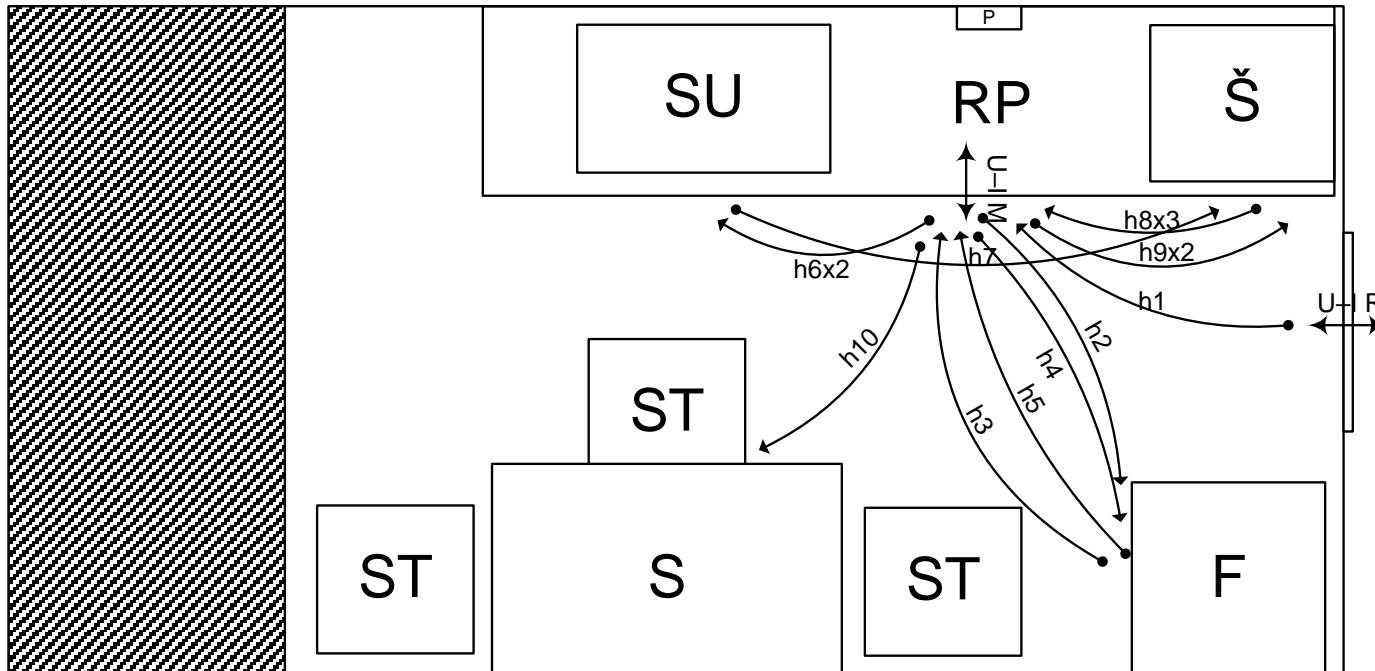
Realizacijom predloženog rešenja skratice se hodovi radnika, potrebno vreme za obavljanje hodova će biti zanemarljivo i poboljšće se humanizacija u radu, jer su elminisani nepotrebni hodovi radnika tokom kojih je prenosio predmete rada.

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	Dimenziјe	Crtež	
	Specifikacija opreme				d	š	v	
1	Šporet		Š	kom	1	60	50	90
2	Frižider		F	kom	1	60	60	150
3	Sudopera		SU	kom	1	80	50	90
4	Radna površina		RP	kom	1	100	60	90
5	Sto		S	kom	1	110	70	70
6	Stolice		ST	kom	3	50	45	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			
13	Poslužavnik		P	kom	1			
	Specifikacija materijala				d	š	v	
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			

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

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



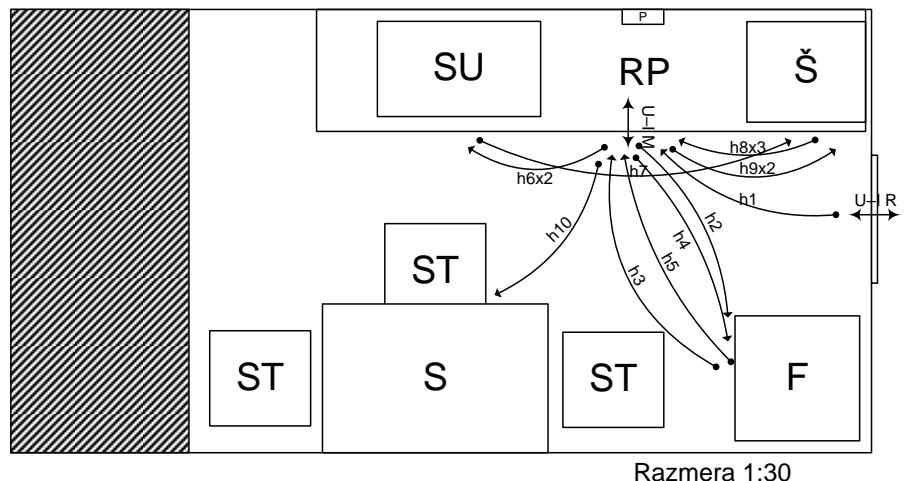
Razmera 1:30

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

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

FON	Pogon	Kuhinja	Proizvod
Karta modela / koneč / hodograma		Pogon	Kuhinja
		Proces	
Opis operacije	Lista opreme		Rekapitulacija
	Uslovi rada	Normalni	Opis veličine
	Radnik	M.M. i T.M.	Jedinica mere
	Redosled		L
	Međuzavisnost		T
	Uputstvo		min
		Razmera: 1:30	Stanje
			12,95 0,5
Priprema doručka za 3 osobe			Postojeće / 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	Očekivane uštede
		L	m	39,66	12,95
		T	min	1,59	0,50
		$\Delta_{NS} = NS - PS \quad ; \quad \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$			

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 Priprema doručka za 3 osobe	Rekapitulacija stanja i ušteda					
	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje		Očekivane uštede	
			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%
$\Delta_{NS} = NS - PS ; \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$						
Rekapitulacija ušteda						

d), e) Rekapitulacija ušteda

Nabavkom poslužavnika, promenom rasporeda tanjira i premeštanjem stola bliže frižideru, kao i promenom redosleda zahvata 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.

Primer 2. Operacija izrade delova na glodalici

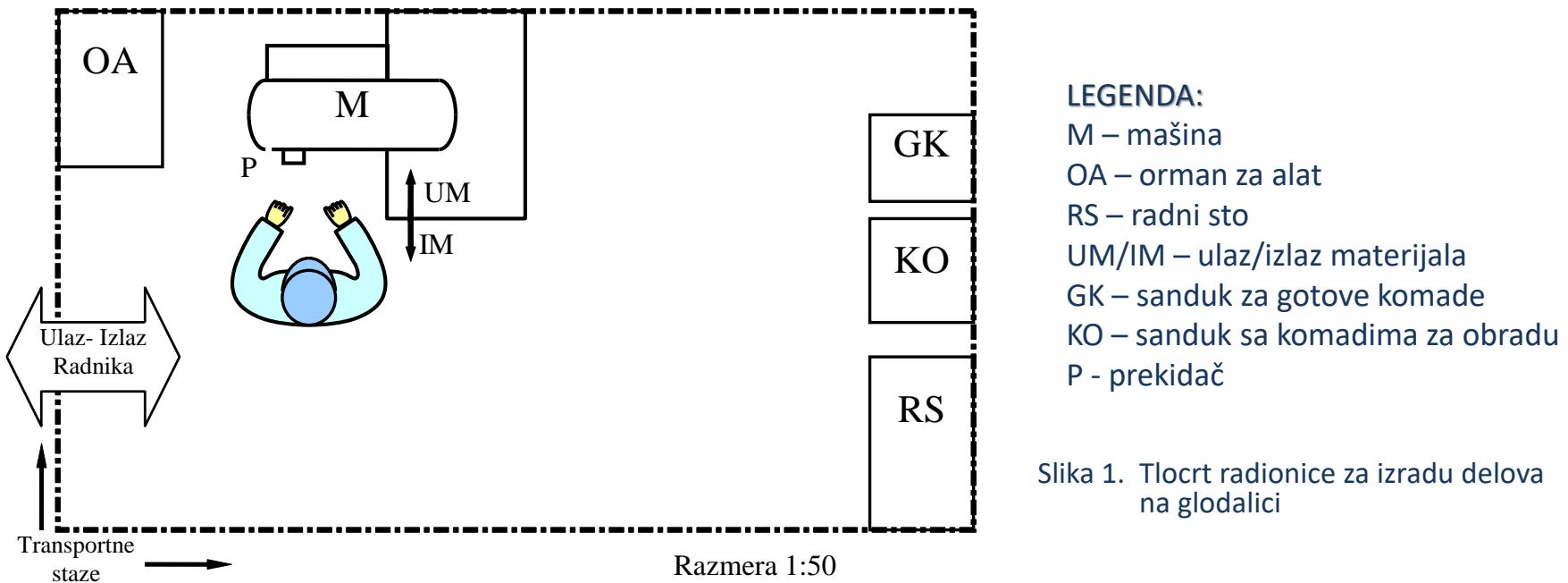
OPIS PROBLEMA

- U jednom malom, privatnom preduzeću 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.
- 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 globalici

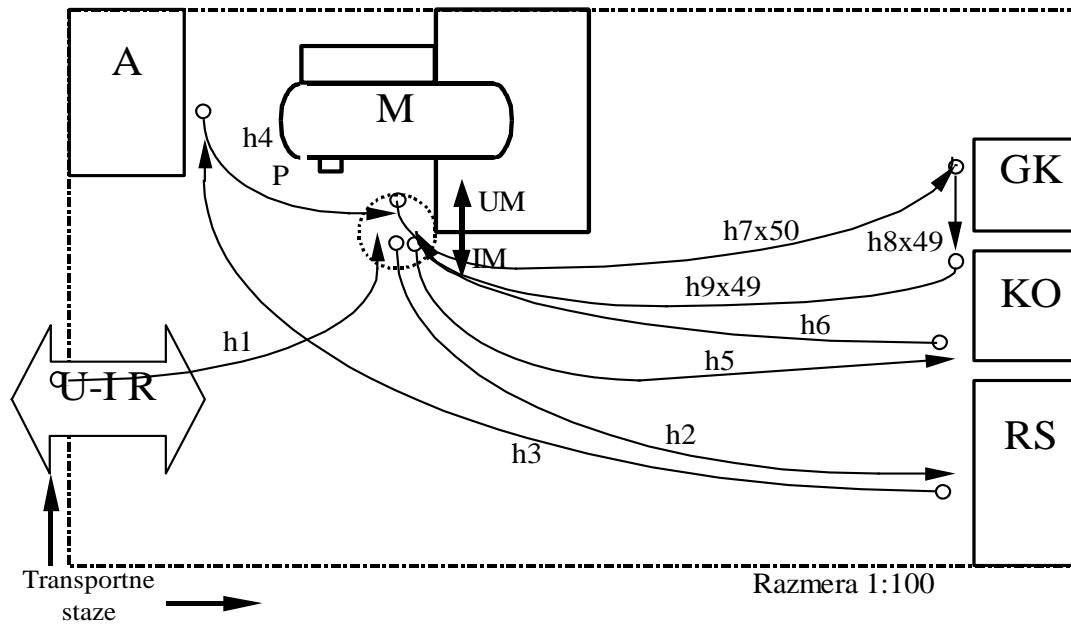
ALGORITAM:

- 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 Mašinska radionica	Proizvod		
Karta modela / konca / hodograma	Pogon Mašinska radionica			
	Proces			
Opis operacije	Lista opreme	Rekapitulacija		
Operacija izrade delova na glodalici	Uslovi rada Normalni radionički	Opis veličine L	Jedinica mere m	Stanje 891
	Radnik P.Z.	T	min	35,7
	Redosled			
	Međuzavisnost		Pr	kom
	Uputstvo			50
	Razmera: 1:100	Postojeće / Nove stanje		

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

FON	Pogon Mašinska radionica	Proizvod			
Karta modela / konca / hodograma	Pogon Proces	Mašinska radionica			
Opis operacije Operacija izrade delova na glodalici	Lista opreme	Rekapitulacija			
	Uslovi rada	Normalni radionički	Opis veličine	Jedinica mere	Stanje
	Radnik	P.Z.	L	m	891
	Redosled		T	min	35,7
	Međuzavisnost		Pr	kom	
	Upustvo			smena	50
Razmara: 1:100			Postojeće / Novo stanje		

Razmara 1:100

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	Izrada delova na globalici	Šifra RM.																																																				
	Operacija		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:																																																							
<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>Orman za alat</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Mašina</td> <td>103</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Gotovi komadi</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Komadi za obradu</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Radni sto</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	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																																					
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:																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>rb</th> <th>Zahvati hodanja radnika</th> <th>Dužina [m/smena]</th> <th>Prenošenje tereta</th> <th>Rang [1]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>h1</td> <td>ulaz - mašina</td> <td>7</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h2</td> <td>mašina - radni sto</td> <td>10</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h3</td> <td>radni sto - orman za alat</td> <td>13</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h4</td> <td>orman za alat - mašina</td> <td>4</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h5</td> <td>mašina - komadi za obradu</td> <td>8</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h6</td> <td>komadi za obradu - mašina</td> <td>8</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>h7</td> <td>mašina - gotovi komadi</td> <td>400</td> <td>+</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>h8</td> <td>gotovi - komadi za obradu</td> <td>49</td> <td>-</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>h9</td> <td>komadi za obradu - mašina</td> <td>392</td> <td>+</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Ukupno</td><td>891</td><td>=</td><td>=</td></tr> </tbody> </table>	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	=	=
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		Raspored		
<p>1. Mašina</p> <p><i>Gde se nalazi?</i> Na poziciji M (vidi snimak PS).</p> <p><i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato.</p> <p><i>Gde se još može nalaziti?</i> Mašina se ne može pomerati.</p>		<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. 		
<p>2. Mesto komada za obradu</p> <p><i>Gde se nalaze?</i> Na poziciji KO (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, 2.b</p>				
<p>3. Mesto gotovih komada</p> <p><i>Gde se nalaze?</i> Na poziciji GK (vidi snimak PS).</p> <p><i>Zbog čega se nalazi baš tu?</i> Nije poznato.</p> <p><i>Gde se još može nalaziti?</i> ideje: 3.a, 3.b</p>				

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		Šifra RM.	
	Operacija	Izrada delova na glodalici	Šifra operacije	
Kritika			Ideje	
Raspored			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> ideja: 3.a, 3.b</p>			<p>Redosled</p> <p>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.</p>	
<p>Redosled</p> <p>4. Hod h7: mašina → gotovi komadi <i>Šta se radi?</i> Radnik nosi obrađen komad do mesta za odlaganje gotovih komada.</p> <p><i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 4.a, 4.b.</p>			<p>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.</p>	
<p>5. Hod h9: komadi za obradu → mašina <i>Šta se radi?</i> Radnik nosi neobrađen komad do mašine.</p> <p><i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 5.a, 5.b.</p>			<p>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.</p> <p><i>Može li se eliminisati?</i> Može. Ideja: 6.a</p>	

b) Analiza – sinteza

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

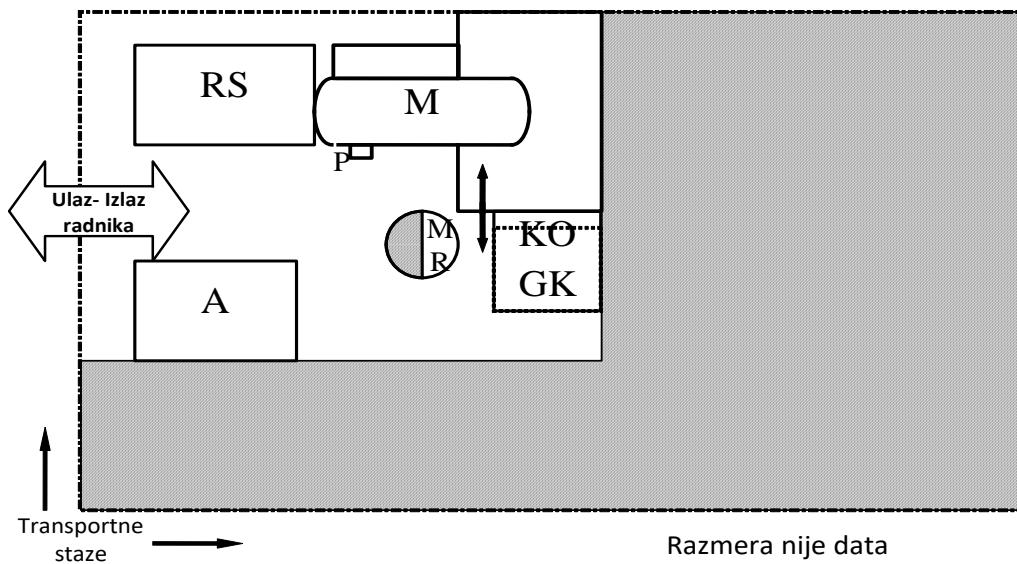
Sintesa

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

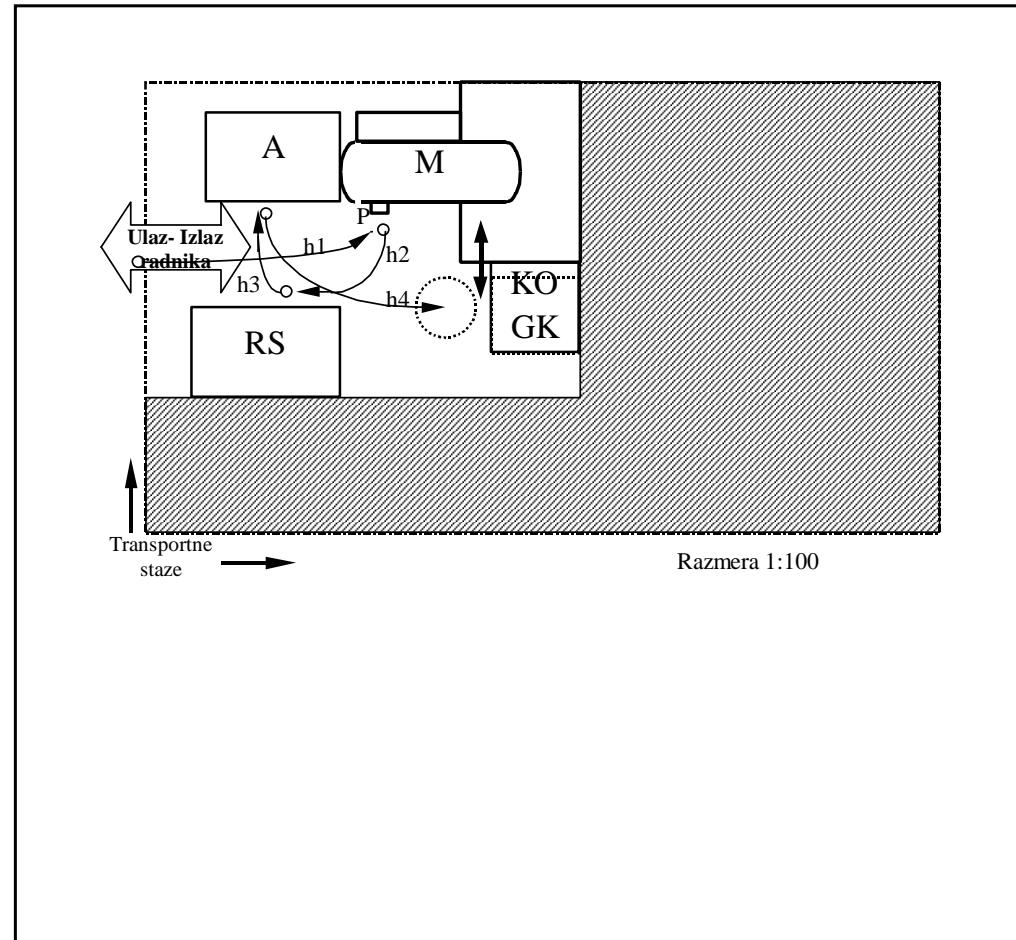
FON	Radno mesto		Šifra RM.																									
	Operacija	Izrada delova na glodalici	Šifra operacije																									
Sinteza																												
1. Nabaviti novu opremu																												
Postolje sa dva nivoa, za komade koji čekaju na obradu i gotove komade.																												
2. Promeniti raspored opreme																												
Novi raspored opreme je dat na skici:																												
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.																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>rb</th> <th>Zahvati hodanja radnika</th> <th>Dužina [m/smena]</th> <th>Prenošenje tereta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>h1</td> <td>ulaz - mašina</td> <td>4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>h2</td> <td>mašina - radni sto</td> <td>3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>h3</td> <td>radni sto - orman za alat</td> <td>2</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>h4</td> <td>orman za alat - mašina</td> <td>4</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Ukupno</td><td>13</td><td>=</td></tr> </tbody> </table>					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	=
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 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.																												

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	Koli- čina	Dimenziјe		Crtež				
							d	š	v				
	Specifikacija opreme												
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							
	Specifikacija materijala					min							
1	Komadi za obradu				kom	50							
2	Gotovi komadi				kom	50							

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

FON	Pogon Mašinska radionica	Proizvod
Karta modela / konca / hodograma	Pogon Mašinska radionica	
	Proces	
Opis operacije	Lista opreme	Rekapitulacija
	Uslovi rada	Opis veličine Jedinica mere Stanje
	Normalni radionički	L m 13
	Radnik	T min 0,5
	P.Z.	Pr kom smena 54
Operacija izrade delova na glodalici	Meduzavisnost	
	Uputstvo	
	Razmera: 1:100	Posteće / Novo stanje



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		
				Postojeće	Novo	Δ_{NS}	η_{NS}
		L	m	891	13	-878	98%
		T	min	35,7	0,5	-35,2	98%
		Pr	kom smena	50	54	+ 4	8%
		$\Delta_{NS} = NS - PS ; \quad \eta_{NS} = \frac{ NS-PS }{PS} * 100 [\%]$					
		Rekapitulacija ušteda					
<p>Nabavkom nove opreme, promenom rasporeda opreme i promenom redosleda zahvata skraćuje 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.</p>							

Termin plan - vežbe

Ned	Datum	Vežbe	Snimanje	Domaći zadatak
1.	05.03.	Uvod, pitalice , pareto		
2.	12.03.	I deo – Karta redosleda zahvata	Izbor načina polaganja i prijava timova	
3.	19.03.	I deo – Proučavanje rasporeda (Karta modela)	Definisanje timova	
4.	26.03.	I deo - Proučavanje rasporeda (Karta konca)		
	01.04.	PREDAJA (online) SNIMKA POSTOJEĆEG STANJA (za studente koji snimaju)		
5.	02.04.	I deo - Proučavanje rasporeda (Karta hodograma)	Zadavanje I dela PZ	Zadavanje I i II zadatka
6.	09.04.	II deo - Proučavanje redosleda (Karta prostornog rasporeda i redosleda zahvata)		
	15.04.	ROK ZA PREDAJU (online)	I DEO - 13 poena	I ZADATAK - 6 poena
7.	16.04.	II deo - Proučavanje redosleda (Karta zahvata)	Zadavanje II dela PZ	Zadavanje III zadatka
	22.04	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)		II ZADATAK - 4 poena
8.	26.04.	III deo – Proučavanje međuzavisnosti (Karta međuzavisnih zahvata)	Zadavanje III dela PZ	Zadavanje IV zadatka
	06.05.	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	II DEO - 10 poena	III ZADATAK - 6 poena
9.	07.05.	IV deo - Proučavanje međuzavisnosti (Karta pokretogram)		
	13.05	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	III DEO - 8 poena	IV ZADATAK - 4 poena
10	14.05.	IV deo - Proučavanje međuzavisnosti (Karta pokreta)	Zadavanje IV dela PZ	Zadavanje V zadatka
11	21.05.	Vežba 1 – Utvrđivanje potrebnog vremena – ocena brzine		3 poena
12	22.05.	Vežba 2 - Utvrđivanje potrebnog vremena – uzorkovanje rada		3 poena
	27.05	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	IV DEO - 10 poena	V ZADATAK - 6 poena
13	28.05.	Završni čas		
	30.05	PREDAVANJE (online) SNIMKA NOVOG STANJA (za studente koji snimaju)		

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:
15.4. u 23:59

Domaći zadatak se predaje
putem mejla.



Prvi deo projektnog zadatka

Rok za predaju je četvrtak, 15. april u 23.59h

PZ poslati na email: milena.gatic17@gmail.com

subject (naslov mejla): Prvi deo PZ tim OIIXY

zadatak formatirati kao PDF fajl

fajl imenovati na sledeći način:

OIIXY_PZdeo1

- Konsultacije: sreda 9-10h i četvrtak 16-18h

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:

15.4. 2021.

Domaći zadatak se predaje putem mejla.

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:

22.04. 2021.

Domaći zadatak se predaje putem mejla.