

7. Radoslav Stanojević — *Linearno programiranje*, Institut za ekonomiku industrije, Beograd, 1966.
8. Dr Banko Horvat — *Međusektorska analiza*, Narodne novine, Zagreb, 1962.

ODREĐIVANJE STEPENA KORISĆENJA KAPACITETA RADNE SNAGE I MAŠINA I ANALIZA FAKTORA KOJI NA NJIH DELUJU

Merenje rezervi preduzeća izraženih u obliku neiskorišćenih kapaciteta pomoću matematsko-statističke metode »trenutnih zapažanja« našlo je veliku praktičnu primenu jer:

- omogućava jednostavnu i iscrpnu analizu uticajnih faktora,
- jednostavan je i praktičan način prikupljanja i obrade podataka.
- obezbeđuje tačnost u granicama koje se unapred odrede,
- omogućava jednostavnu uporednu analizu po horizontali i vertikali organizacione strukture preduzeća, i tako dalje.

Da bi omogućili detaljnu analizu, rad možemo izdiferencirati na više vrsta rada V_1, V_2, \dots, V_n (n — broj vrsta rada) a uzroke nerada odnosno uticajne faktore možemo obeležiti sa U_1, U_2, \dots, U_m (m — broj uticajnih faktora). Ovakva dekompozicija rada i nerada nam omogućava iscrpniju analizu efikasnosti rada a posebno uticajnih faktora.

Ako se metodom trenutnih zapažanja (podrazumeva se njeno stručno sprovođenje) izvrši snimanje svih radnika ili mašina (u zavisnosti šta želimo analizirati), na osnovu snimljenog materijala za svako snimano mesto moguće je formirati kumulativnu kartu za celo preduzeće koja je prikazana na šemi 1.

V_{ri} — je ukupan broj zabeležaka koji se odnosi na r -to radno mesto i i -tu vrstu rada.

$r = 1, 2, \dots, e$ broj radnih mesta

$i = 1, 2, \dots, n$ broj vrsta rada

$j = 1, 2, \dots, m$ broj uticajnih faktora

U_{rj} — je ukupan broj zabeležaka koji se odnosi na r -to radno mesto i j -ti uticajni faktor kao uzrok nerada.

Procenat rada se izračunava preko obrasca:

$$p_r = \frac{\sum_{r=1}^{r=e} \sum_{i=1}^{i=n} V_{ri}}{\sum_{r=1}^{r=e} \sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{r=1}^{r=e} \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}} \cdot 100[\%] \text{ s tim što se}$$

Vrem. period	Radna mesta	R A D			N E R A D			Ukupno
		$V_{\cdot 1}$	$V_{\cdot 2}$	$V_{\cdot 3}$	$U_{\cdot 1}$	$U_{\cdot 2}$	$U_{\cdot 3}$	
↓ ↑	RM_1	V_{11}	V_{12}	V_{13}	U_{11}	U_{12}	U_{13}	U_{1m}
	RM_2	V_{21}	V_{22}	V_{23}	U_{21}	U_{22}	U_{23}	U_{2m}
	RM_3	V_{31}	V_{32}	V_{33}	U_{31}	U_{32}	U_{33}	U_{3m}
op								
po	RM_r	V_{r1}	V_{r2}	V_{r3}	U_{r1}	U_{r2}	U_{r3}	U_{rm}
	RM_e	V_{e1}	V_{e2}	V_{e3}	U_{e1}	U_{e2}	U_{e3}	U_{em}
	Ukupno							

Sema 1

mora voditi računa da greška rezultata ne bude veća od 5[%] odnosno da bude obezbeđena tačnost od najmanje 95[%]. Ovo se proverava preko izraza

$$g = 2 \sqrt{\frac{1-p_r}{p_r \cdot n}} \cdot 100[\%] \text{ je greška rezultata odnosno tačnost}$$

$$T = 100 - g = 100 \left(1 - 2 \sqrt{\frac{1-p_r}{p_r \cdot n}} \right) [\%] \text{ gde su:}$$

p_r — izračunati procenat rada čiju tačnost ocenjujemo.

n — ukupan broj zabeležaka. Naravno iz ovih izraza moguće je izračunati potreban broj zabeležaka pa da se ostvari željena tačnost.

$$n = \frac{4}{g^2} \cdot \frac{1-p_r}{p_r} \text{ a ako se usvoji dozvoljena greška od 5[%] odnosno}$$

$g = 0.05$ potreban broj zabilježaka biće:

$$n = 1600 \cdot \frac{1-p_r}{p_r}$$

procenat nerada se izračunava preko izraza:

$$p_n = \frac{\sum_{r=1}^{r=e} \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}}{\sum_{r=1}^{r=e} \sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{r=1}^{r=e} \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}} \cdot 100[\%], \text{ dok je procenat}$$

rada $p_r = 100 - p_n$ i obratno.

Međutim, ako se želi odrediti koliki deo od raspoloživog radnog vremena ostaje neiskorišćen zbog delovanja uticajnog faktora U_j , potrebno je formirati izraz:

$$p_{uj} = \frac{\sum_{r=1}^{r=e} U_{rj}}{\sum_{r=1}^{r=e} \sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{r=1}^{r=e} \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}} \cdot 100[\%], \text{ analogno bi se}$$

odredilo učešće neke vrste rada u ukupnom radu radne jedinice

$$p_{vi} = \frac{\sum_{r=1}^{r=e} V_{ri}}{\sum_{r=1}^{r=e} \sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}} \cdot 100[\%]$$

Ako se želi analizirati svako radno mesto (podrazumeva se da to može biti čovek, mašina ili i jedno i drugo) onda bi se korišćenje radnog vremena r -tog radnog mesta određivalo na sledeći način:

$$RM_r; p_r = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ri}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}} \cdot 100[\%] \text{ ovo bi bio rad na radnom me-}$$

stu RM_r , izražen u procentima.

$$p_n = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{j=1}^{j=m} V_{rj}} \cdot 100[\%] \text{ je nerad izražen takođe u pro-}$$

centima.

Učešće j -tog uzroka nerada, u ukupnom raspoloživom radnom vremenu radnog mesta, odredili bi preko izraza:

$$RM_r; p_{uj} = \frac{U_{rj}}{\sum_{i=1}^{i=n} V_{ri} + \sum_{j=1}^{j=m} U_{rj}} \cdot 100[\%] \text{ itd., kao što se vidi iz prethodnog,}$$

moguće je do detalja formirati strukturu radnog vremena sa aspekta njegovog korišćenja. U mogućnosti smo da analiziramo svakog pojedinca odnosno svaku mašinu procesa transformacije materijala i, što je najvažnije, da damo kumulativni prikaz organizacione jedinice gde su rezultati veoma pouzdani.

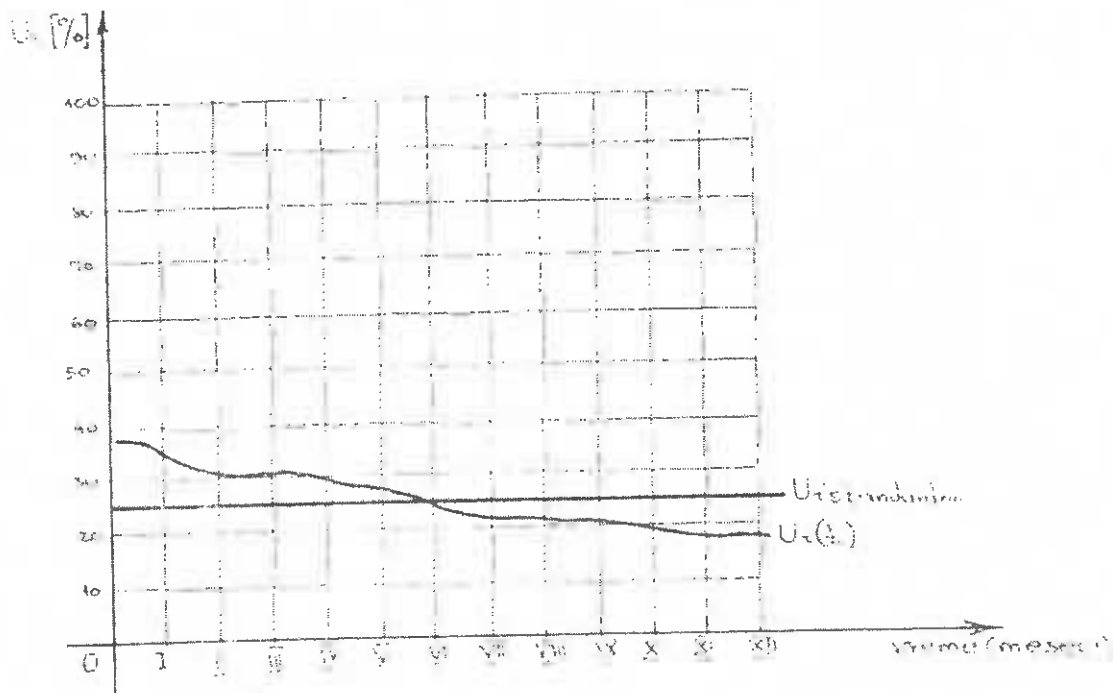
Svaki uzrok koji smanjuje korišćenje kapaciteta radne snage ili mašina potrebno je pratiti, analizirati i na njega preventivno delovati u cilju što efikasnijeg i pravovremenog sprečavanja njegovog negativnog delovanja. Praćenje uticajnog faktora podrazumeva mogućnost sagledavanja njegovog kretanja u svakom trenutku (da li njegov uticaj raste, stagnira ili opada).

Promena delovanja svakog uzroka se manifestuje promenom procenta raspoloživog vremena koji nije iskorišćen zbog negativnih delovanja faktora o kome je reč. Taj procenat nerada je moguće utvrditi posle određenog vremenskog perioda (15—30 dana), tako da se može dobiti i grafički prikaz njegovog kretanja tokom vremena, na osnovu čega ga je jedino moguće efikasno smanjivati.

Na sledećem dijagramu dat je grafički prikaz kretanja uticaja jednog uticajnog faktora za period od godinu dana.

Na dijagramu je uneta i vrednost standardnih gubitaka radi lakšeg praćenja i upoređenja stvarnih gubitaka.

Kretanje i -tog uticajnog faktora u [%] za period od godinu dana



Dijagram 1

Očigledno je, da je vrednost gubitka raspoloživog vremena, usled delovanja uticajnog faktora U_i , promenljiva sa vremenom, pa bi se ukupni gubici za jedan vremenski interval $[t_1, t_2]$ mogli naći preko izraza:

$$G_{uv} = \int_{t_1}^{t_2} U_i(t) dt$$

Ovako određene gubitke u vremenu lako je pretvoriti u novčane ako se zna vrednost jednog radnog časa — $vč$ (din/čas):

$$G_{uv} \text{ (din)} = G_{uv} \text{ (čas)} \cdot vč \text{ (din/čas)}$$

Iz dijagrama se jasno vidi da površina ispod krive $U_i(t)$ nije ništa drugo no ukupni gubitak vremena za posmatrani period. Svaki kvadratić u dijagramu predstavlja $\frac{1}{10}$ raspoloživog vremena za mesec dana tako da je veoma jednostavno odrediti ukupni gubitak u vremenu, a preračunavanjem i u novcu, i to jednostavnim sumiranjem površina kvadratića ispod krive $U_i(t)$.

Kao primer navodimo deo studije Instituta ekonomskih nauka za jedno beogradsko preduzeće. Prikazaćemo samo deo koji se odnosi na mašine.

Rad je bio izdiferenciran na sledeći način:

- V_1 — radi sa 25[%] kapaciteta
- V_2 — radi sa 50[%] „
- V_3 — radi sa 75[%] „

Vremen Period	Radne jedinice	RADI sa kapacitetom u [%]					N E R A D I										$\sum_{j=1}^5 V_{rj} +$ $\sum_{j=1}^{10} U_{rj}$
		$V_{-1} = 25$	$V_{-2} = 50$	$V_{-3} = 75$	$V_{-4} = 100$	V_{-5} preko 100	U_{-1}	U_{-2}	U_{-3}	U_{-4}	U_{-5}	U_{-6}	U_{-7}	U_{-8}	U_{-9}	U_{-10}	
	RJ_1	625	988	568	2613		57	658	38	250	75	439	222	323			6856
	RJ_2	37	35	67	179		12	96	2	4	68	5	239	1009			1753
	RJ_3					5									1513		1518
	RJ_4						235			19							1149
	RJ_5						24		24	24							1575
	Sve radne jedinice $\sum_{u=1}^5$	662	1073	639	3905	5	328	754	64	254	186	444	461	1332	1513	1231	12851
	učešće u [%]	5,15	8,34	4,97	30,3	0,04	2,56	5,85	0,49	1,97	1,45	3,45	3,58	10,4	11,87	9,58	100

$$\text{Tačnost: } \begin{matrix} n = 12851 \\ p = 48,8 \end{matrix}; T = 100 \left(1 - 2 \sqrt{\frac{1-p}{p \cdot n}} \right) = 100 \left(1 - 2 \sqrt{\frac{1-48,8}{48,8 \cdot 12851}} \right) = 100 (1 - 0,0232) = 97,68 \text{ [%]}$$

$u = 1, 2, \dots, 5$ broj radnih jedinica; $i = 1, 2, \dots, 10$ broj vrsta rada; $j = 1, 2, \dots, 10$ broj uzroka nerada

Šema 2

- V_4 — radi sa 100[%] kapaciteta
 V_5 — radi sa preko 100[%] kapaciteta¹⁾

Nerad je bio izdiferenciran na sledeći način:

- U_1 — ne radi zbog kvara
 U_2 — ne radi zbog kvara druge mašine
 U_3 — nestanak struje
 U_4 — prekid trake
 U_5 — priprema za rad
 U_6 — promena strojne opreme
 U_7 — promena proizvoda
 U_8 — nepotrebna u konkretnom procesu
 U_9 — nema posla
 U_{10} — ostalo

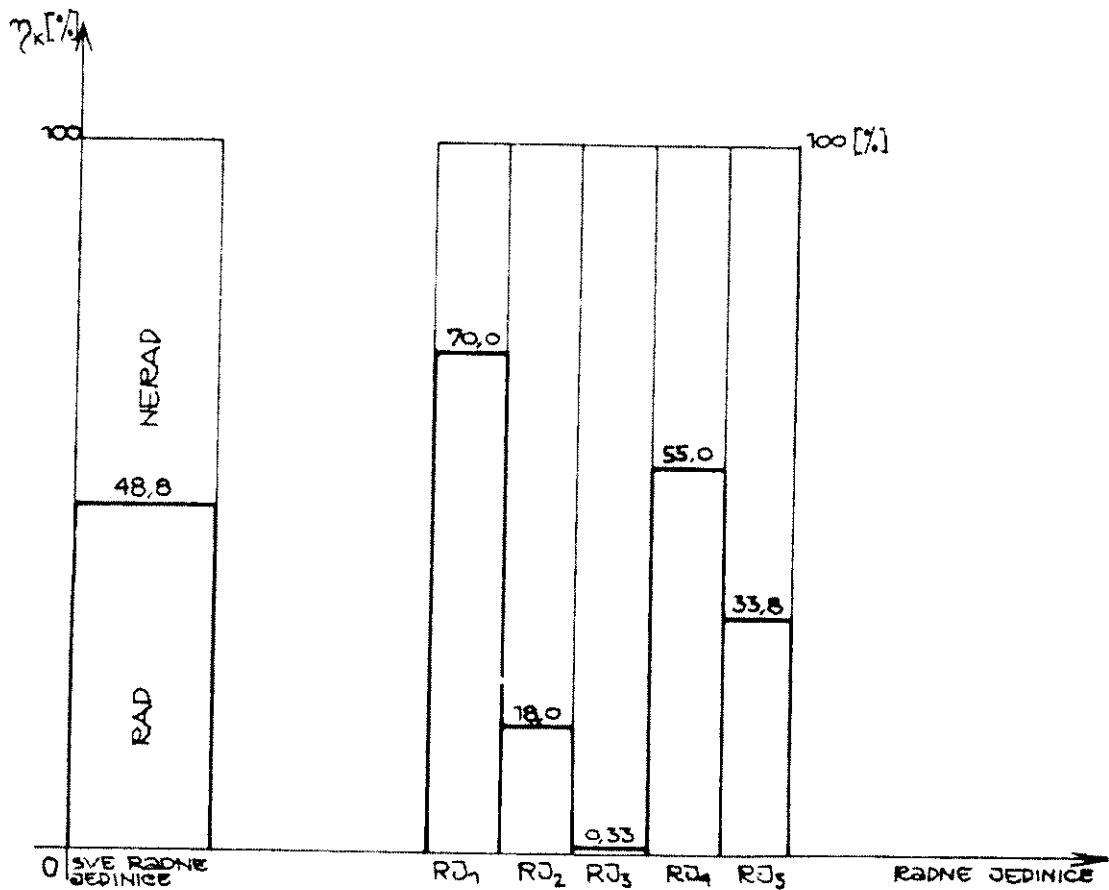
Posle sređivanja snimljenog materijala formirana je tabela koja je prikazana na šemi 2.

Radna jedinica	Učešće rada u [%]	Učešće nerada u %
RJ_1	$p_r = \frac{\sum_{i=1}^5 V_{1i}}{\sum_{i=1}^5 V_{1i} + \sum_{j=1}^{10} U_{1j}} \cdot 100 = \frac{4794}{6856} \cdot 100 = 70,0$	$P_n = 100 - p_r = 30,0$
RJ_2	$p_r = \frac{\sum_{i=1}^5 V_{2i}}{\sum_{i=1}^5 V_{2i} + \sum_{j=1}^{10} U_{2j}} \cdot 100 = \frac{318}{1753} \cdot 100 = 18,0$	$P_n = 100 - p_r = 82,0$
RJ_3	$p_r = \frac{\sum_{i=1}^5 V_{3i}}{\sum_{i=1}^5 V_{3i} + \sum_{j=1}^{10} U_{3j}} \cdot 100 = \frac{5}{1518} \cdot 100 = 0,33$	$P_n = 100 - p_r = 99,67$

¹⁾ Radilo se o takvom preduzeću i takvim postrojenjima gde je bilo jednostavno utvrditi koji deo je, od raspoloživih kapaciteta mašina, bio korišćen u toku rada.

Radna jedinica	Učešće rada u [%]	Učešće nerada u [%]
$RJ_4;$	$p_r = \frac{\sum_{i=1}^5 V_{4i}}{\sum_{i=1}^5 V_{4i} + \sum_{j=1}^{10} U_{4j}} \cdot 100 = \frac{634}{1149} \cdot 100 = 55,0$	$P_n = 100 - p_r = 45,0$
$RJ_5;$	$p_r = \frac{\sum_{i=1}^5 V_{5i}}{\sum_{i=1}^5 V_{5i} + \sum_{j=1}^{10} U_{5j}} \cdot 100 = \frac{6533}{1575} \cdot 100 = 33,8$	$P_n = 100 - p_r = 66,2$
Sve radne jedinice	$p_r = \frac{\sum_{i=1}^5 \sum_{r=1}^5 V_{ri}}{\sum_{i=1}^5 \sum_{r=1}^5 V_{ri} + \sum_{j=1}^{10} \sum_{r=1}^5 U_{rj}} \cdot 100 = \frac{6284}{12851} \cdot 100 = 48,8$	$P_n = 100 - p_r = 51,2$

Grafički prikaz stepena korišćenja raspoloživog vremena mašina preduzeća »P«



Dijagram 2

	Uticajni faktori									
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9	U_{10}
Učešće u procentima	2,56	5,85	0,49	1,97	1,45	3,45	3,58	10,4	11,87	9,58

$$P_{ij} = \frac{\sum_{r=1}^5 U_{rj}}{\sum_{i=1}^5 \sum_{r=1}^5 V_{ri}} \cdot \frac{10}{\sum_{i=1}^{10} \sum_{r=1}^5 U_{ri}} \cdot 100[\%]; j = 1, 2, \dots, 10$$

Učešće svih uticajnih činilaca u ukupno raspoloživom vremenu, kao i stepeni korišćenja kapaciteta, prikazani su u prethodnim tabelama.

ZAKLJUČAK

Analiza korišćenja raspoloživih kapaciteta radne snage i mašina je u stvari analiza potencijalne sposobnosti preduzeća, a rezultati analize su uputstvo za bolje korišćenje tog potencijala. Veći broj uzroka gubitaka pripada onoj grupi koja je zavisna od organizacionog nivoa preduzeća, što znači da je njihov intenzitet delovanja zavisan od nivoa organizacije preduzeća u celini. Ova činjenica daje ovakvoj analizi korišćenja kapaciteta još veći značaj, jer je na ovaj način moguće oceniti organizacione nivoe ne samo organizacionih podsistema već i pojedinih poslovnih tokova, koji povezuju internu organizacionu strukturu preduzeća i preduzeće u okviru viših organizacionih sistema. To znači da ovakva razmatranja daju elemente i za analizu pouzdanosti sistema proizvodnje i poslovanja u celini.

Institut ekonomskih nauka,
Beograd

Milić RADOVIĆ