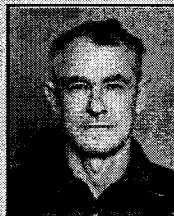


PRECIZNOST I TAČNOST U ODREĐIVANJU STEPENA KORIŠĆENJA KAPACITETA U METALOPRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI

PRECIZION AND ACCURACY IN DETERMINING THE LEVEL OF CAPACITY UTILIZATION IN METALWORKING

Prof. dr Milivoj Klarin dipl.inž.maš., Mr Vesna Spasojević-Brkić dipl.inž.maš., Mr Mirjana Misita dipl.inž.maš.,
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu



Rezime.

U radu je prikazan model za određivanje preciznosti i tačnosti stepena korišćenja kapaciteta u metaloprerađivačkoj industriji. Stepenu korišćenja kapaciteta zasniva se na zavisnosti stepena stvarnog i korišćenog kapaciteta i može se odrediti direktno ili indirektno.

Statistička promenljiva je sam stepen korišćenja kapaciteta i/ili zastoja po danima i kreće se po normalnom zakonu raspodele dok se ovladanost uvtrđuje praćenjem kontrolnih granica.

Ključne reči: stepen korišćenja kapaciteta, metaloprerađivačka industrija.

1. UVOD

Stepen korišćenja kapaciteta zasniva se na zavisnosti stepena stvarnog i korišćenog kapaciteta i može se odrediti direktno ili indirektno.

U fleksibilnoj ćelijskoj, kao i u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji najprikladnija je direktna MTZ metoda (Metoda Trenutnih Zapažanja). Međutim, ova klasična metoda koju je ustanovio Tipett u savremenim uslovima nije primenljiva u metalnim fabrikama, jer ju je on primenjivao u uslovima kada je u proizvodnji bio jedan glavni uzročnik zastoja tekstilnih mašina - pucanje konca zbog njegove slabe upredenosti. Mi smo pošli od toga da na stepen korišćenja mašina utiče niz međusobno isprepletnih faktora vezanih za tehnologiju i organizaciju proizvodnje, koji se u osnovi mogu grupisati prema elementu vremena rada, jer se preko njih i manifestuju:

- t_m (glavno tehnološko vreme)
- t_{pm} (pomoćno mašinsko vreme)
- t_{pr} (pomoćno ručno vreme)
- t_{pz} (pripremno-završno vreme).

Abstract.

This paper describe model for determining precision and accuracy of level capacity utilization in metalworking industry. The level of capacity utilization is based on the relation between the level of real and utilized capacity and can be determined either indirectly or directly

The stochastic variable should be the (shift) level of the capacity utilization, which is within the sample of several days, in the range of the normal law of distribution, an ware we applied the widely known mathematical model of stratification.

Key words: level of capacity utilization, metalworking industry.

Analizom vremena tokom kojih mašina nije bila u radu došli smo do faktora koji dovode do gubitaka i zastoja operacija:

- t_m (zastoj usled nedostatka materijala)
- t_{tr} (zastoj usled unutrašnjeg transporta)
- t_e (zastoj usled nedostatke energije)
- t_o (zastoj zbog greške operatera na mašinama)
- t_a (zastoj zbog alata)
- t_k (zastoj usled kvara mašine)
- t_o (zastoj zbog loše organizacije proizvodnje) i
- t_{os} (zastoj usled ostalih faktora).

Ovakav pristup zahtevao je drugačiji model utvrđivanja i praćenja stepena korišćenja kapaciteta.

2. ISTRAŽIVANJE STEPENA KORIŠĆENJA KAPACITETA

U okviru niza projekta istraživanja stepena korišćenja kapaciteta koji je obuhvatio period od šest godina (1992-1997) u 74 najveće metalske fabrike u Jugoslaviji (sa oko 700000 trenutnih zapažanja elemenata vremena rada i zastoja mašina) pored praktičnih rezultata došli smo do zaključka da je stepen

korišćenja kapaciteta posmatran po danima u istoj radnoj smeni statistička promenljiva i u isto vreme najvažniji tehničko-tehnološki pokazatelj (indikator) u proizvodnji.

Stepen korišćenja kapaciteta dobijen pomoću MTZ metode dobija se kao odnos između broja observacija mašine u radu (n_r) i ukupnog broja observacija (n)

$$p_n = \frac{n_r}{n} = \frac{5}{10} = 0,5 \quad (1)$$

Prema našoj analizi dnevnog snimanja kapaciteta, devijacije su manje ali u slučaju klasičnog matematičkog modela (Maynard 1971):

$$SD = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2)$$

Broj zapažanja "n" nema značajne funkcionalne veze sa željenom dimezijom posmatranja u vremenu, jer znamo da se u proizvodnji sav uloženi rad i sve drugo što se u njoj dešava na neki način standardizuje i izražava u vremenu (t). Na osnovu toga smo i postavili hipotezu da je stepen korišćenja kapaciteta po danima u istoj smeni stohastička promenljiva.

Njegovim praćenjem i analizom elemenata vremena rada koji ga određuju i uspostavljanje povratne veze u ovom sistemu uz korektivno delovanje, čini jedan od najvažnijih elemenata sistema upravljanja proizvodnjom.

U okviru našeg ukupnog istraživanja dajemo rezultate samo za jednu od najvećih fabrika poljoprivrednih traktora u Evropi u 1993. g.

Sva snimanja su vršena prema formularu koji dajemo na slici 1. Sa slike se vidi da su elementi vremena rada praćeni po mašinama, pa su naknadno sumirani po mašinama i danima.

Tako na primer za mašinu br. 1, zabeleženo je da je u jednom snimačkom danu (jednom snimačkom listu) od ukupno 30 snimaka 15 puta snimljeno t_{tm} - tehnološko mašinsko vreme, a to znači da je stepen tehnološko-mašinskog vremena:

$$p_{ttm} = \frac{P_{ttm}}{p} = \frac{15}{30} = 0,5 \quad (3)$$

ako je u tom smislu 5 puta bilo t_{pz} - pripremno završno vreme onda je stepen pripremno-završnog vremena:

$$P_{tpz} = \frac{p_{tpz}}{p} = \frac{5}{30} = 1,666 \quad (4)$$

Stepen zastoja zbog čoveka je:

$$p_{\bar{e}} = \frac{10}{30} = 0,333 \quad (5)$$

tako da je:

$$(p_{ttm} + P_{tpz} + p_{\bar{e}}) = (0,5 + 1,666 + 0,333) = 1$$

Redni broj	Vreme opažanja		Snimački list br..... Datum snimanja									
	h	min	Mašine									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1			t_{pz}	t_{tm}	t_{pz}	t_{tm}	$t_{\bar{e}}$	$t_{\bar{e}}$	t_{pz}	t_{pz}	$t_{\bar{e}}$	t_{pz}
2			t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{pz}	t_{pz}	t_{tm}	t_{pz}	t_{pz}	t_{tm}
3			t_{tm}	t_k	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}	t_{tm}
4			t_{tm}	t_k	$t_{\bar{e}}$	t_{tm}	t_{tm}	$t_{\bar{e}}$	t_o	t_o	t_{tm}	t_k
.												
.												
29												
30												

Slika 1. Snimački list

Za prvu mašinu se ni za ostalih 10 dana snimanja nisu pojavili drugi elementi vremena rada pa je to prikazano na dijagramu na slici 2 u procentima:

$$(p' = p \cdot 100\%); \quad p'_{ttm} = 44\%;$$

$$p'_{tpz} = 13\%; \quad p'_{\bar{e}} = 43\%;$$

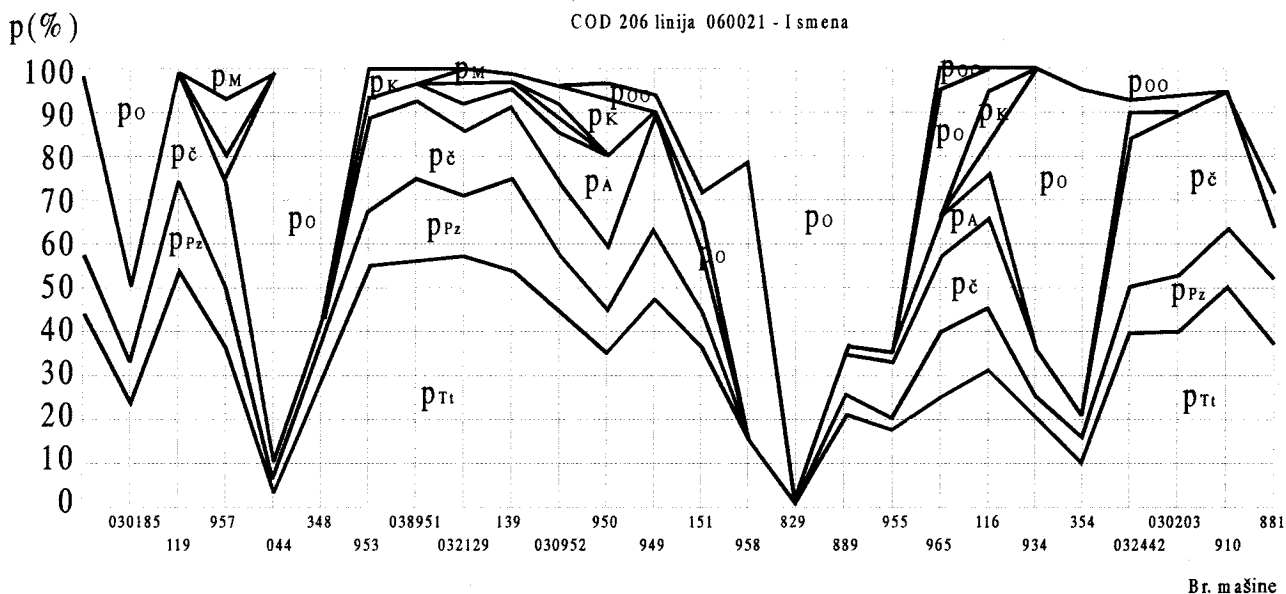
Na taj način smo za jednu liniju od 26 mašina dobili dijagram na kojem se lako uočavaju veličine polja za pojedine elemente vremena rada ili zastoja ali se sa druge strane uočavaju razlike u elementima rada po mašinama pa se analizom može lako utvrditi koji su uzročnici zastoja i njegovim preventivnim

otklanjanjem doći do većeg stepena korišćenja mašina.

Sa dijagrama se vidi da su oscilacije stepena korišćenja mašina i stepena zastoja od mašine do mašine vrlo velike i da je to posledica i načina proizvodnje i nedovoljne uravnoteženosti linija u projektovanju pa jedna mašina celu poslovnu godinu ima visok stepen korišćenja a druga nizak.

Očigledno je da je teško naći matematički model koji bi sa dovoljno preciznosti i tačnosti davao stepen korišćenja i zastoje praćene po

mašinama jer pored velikih oscilacija od mašine do mašine oni na nekoj mašini i ne postoje. Isto tako povećanjem uzroka, povećanjem broja snimaka i dana snimanja ne dobijaju se rezultati. Sumirajući rezultate za ukupan period snimanja koji u isto vreme predstavlja jedan ciklus u proizvodnji za 26 mašina prikazanih na slici 2 dobili smo rezultate po danima snimanja u tabeli 1. Iz tabele se vidi da smo unapred standardizovali broj snimaka po danu na 30, radi lakšeg kasnijeg proračuna (nije potrebna stratifikacija po tom osnovu).



Slika 2. Dijagram iskorišćenja po mašinama za liniju 060021

Primenjujući klasičnu formulu za standardnu grešku (CD) i srednju vrednost (\bar{p}) kod normalnog zazoru raspodele:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (p_i - \bar{p})^2}{N-1}} \quad (6)$$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^N p_i}{N} \quad (7)$$

Za N dana snimanja dobili smo rezultate u tabeli 1 po stepenima elemenata vremena rada i danima snimanja.

Prosečan stepen korišćenja mašina je:

$$p=0,4375, \text{ a } SD=0,0357 \quad (8)$$

kontrolne gradnice su prema formuli:

$$CC=p' \pm 3(SD) p'$$

$$AC=0,4375+3*0,0357*0,4375=0,484 \quad (9)$$

$$BC=0,391$$

a prikazane su na slici 3.

Sa slike se vidi da postoji samo jedan značajniji izuzetak kada "p" devetog dana prelazi gornju kontrolnu granicu i njenim isključivanjem, procesom je ovladano sa matematičke tačke gledišta.

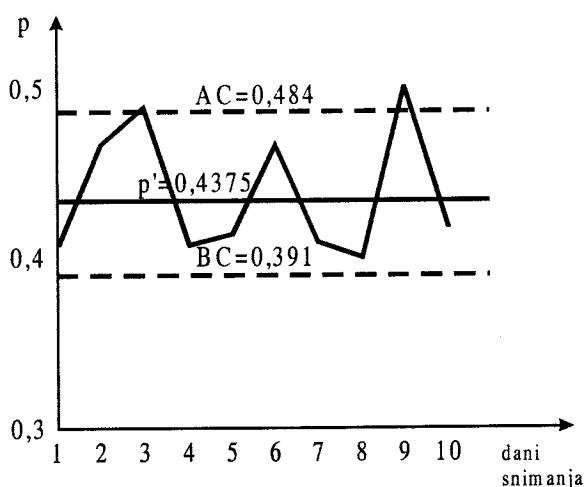
Novi problem nastaje kada treba u okviru fabrike sumirati rezultate jer je po linijama raspoređen različiti broj mašina ali nam se rešenje nudi primenom stratifikacije u matematičkom modelu, tako da ćemo preko stepena korišćenja i zastoja po linijama doći do konačnog stepena korišćenja kapaciteta i zastoja fabrike. Za pomenutu fabriku izračunavamo ga na osnovu podataka za 11 linija sa ukupno 212 mašina i 25440 trenutnih opažanja i (zavisno od linije) ukupno 11 dana praćenja što se vidi iz tabele 2.

Hipoteza je "Statistička promenljiva je sam stepen korišćenja kapaciteta i/ili zastoja po danima i kreće se po normalnom zakonu raspodele dok se ovaldanost uvtrđuje praćenjem kontrolnih granica".

$$(SD)' = \left[(\overline{SD})^2 + \delta^2 \right]^{1/2} \quad (10)$$

Tabela 1. Podaci o stepenu korišćenja kapaciteta po danima i elementima

R.br.	Lin	Datum	Smena	Broj opažanja	Br. maš.	P _i	P _{tt}	P _{tpz}	P _{ič}	P _{ta}	P _{tk}	P _{to}	P _{too}	P _{tm}	P	S	D
1	Cod 206 Linija 060021	7.5.1994	I	30*26=7800	26	0,408	0,347	0,061	0,23	0,047	0	0,241	0,07	0	0,4375	0,0357	
2		8.5.1994				0,467	0,389	0,078	0,146	0,014	0,07	0,167	0,103	0,012			
3		9.5.1994				0,487	0,367	0,12	0,13	0,01	0,005	0,227	0,126	0,016			
4		10.5.1994				0,41	0,296	0,114	0,201	0,01	0,209	0,120	0,01	0,032			
5		11.5.1994				0,413	0,326	0,087	0,222	0,018	0,047	0,192	0,119	0			
6		14.5.1994				0,464	0,363	0,101	0,17	0,03	0,01	0,2	0,206	0,019			
7		15.5.1994				0,409	0,341	0,119	0,205	0,026	0,024	0,18	0,108	0			
8		16.5.1994				0,399	0,341	0,109	0,178	0,056	0,015	0,193	0,106	0			
9		17.5.1994				0,499	0,408	0,091	0,148	0,018	0,026	0,177	0,114	0,018			
10		18.5.1994				0,417	0,331	0,091	0,181	0,046	0,026	0,205	0,126	0			
		Σ				0,437	0,351	0,086	0,181	0,027	0,043	0,19	0,099	0,009			



Slika 3. Stepenu iskorišćenja kapaciteta praćen po danima

gde je $(\overline{SD})^2$ varijansa pod-grupa (smenski uzorak), a δ^2 varijansa između pod-grupa.

$$(\overline{SD})^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (SD)_j^2 n_j}{n} \quad (11)$$

$$\delta^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (p_j - \overline{p})^2 n_j}{n} \quad (12)$$

gde je $(SD)_j^2$ varijansa pojedinačnog smenskog stepena korišćenja kapaciteta p_j , n_j je broj dana snimanja, i m je broj dana opservacija.

Tabela 2. Podaci o stepenu korišćenja kapaciteta po linijama

Napomena: U tabeli su date samo srednje vrednosti stepena korišćenja kapaciteta i greške za pomenuta dva stepena pojedinačno i ukupni rezultati

Br. sn.	R.br.	Linija	Datum	Smena	Broj opažanja	Br. maš.	p	SD	P _č	P _a	P _k	P _o	P _m	$\frac{\eta_i}{\eta}$
	1	06022	22-27.12.93	I	2880	24	0,4541	0,0928	0,177	0,0034	0,036	0,2636	0,062	0,11321
	2	060028	15-21.12.93	I	3360	28	0,534	9,04885	0,1726	0,0428	0,1284	0,794	0,0428	0,1321
	3	060022	19-26.12.93	I	3000	25	0,594	0,0935	0,062	0	0,04	0,281	0,023	0,117
	4	060107	16-23.12.93	I	1440	12	0,5257	0,0403	0,0639	0,0757	0,1882	0,0952	0,0514	0,0566
	5	060001	19-23.12.93	I	1440	12	0,725	0,13206	0,06	0,10	0,14	0	0	0,0566
	6	060103	22-29.12.93	I	2400	20	0,6923	0,9681	0,06	0,4	0,08	0,085	0	0,0943
	7	060025	22-28.12.93	I	1560	13	0,8208	0,0771	0,0487	0,0026	0,0045	0,025	0,0218	0,0613
	8	060026	21-27.12.93	I	3480	29	0,7371	0,0796	0,0048	0,0748	0,131	0,1921	0,0273	0,1367
	9	060006	21-27.12.93	I	1320	11	0,6257	0,2933	0,0742	0,0075	0,209	0,0507	0,0189	0,0518
	10	060005	19-26.12.93	I	2040	17	0,5219	0,2575	0,26	0,0112	0,0343	0,1039	0,0598	0,0801
	11	060008	19-23.12.93	I	2520	21	0,5018	0,039	0,0317	0,0119	0,0329	0,2718	0,1497	0,0991
		Σ			25440	212	0,6033	0,1657						

Srednji smenski stepen kapaciteta za fabriku računa se prema formuli

$$\bar{p} = \frac{\sum_{j=1}^m n_j p_j}{n}$$

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{p} - \bar{p})^2 n_j}{n}$$

$$\overline{SD}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 n_j}{n} = 0,01549$$

Tabela 2 je dobijena prema sledećem proračunu:

$n=25440$

$$\bar{p} = \frac{2880}{25440} \cdot 0,454 + \frac{3360}{25440} \cdot 0,534 + \frac{3000}{25440} \cdot 0,594 = 0,60332$$

$$SD' = \sqrt{\delta^2 + (\overline{SD})^2}$$

$$SD = \sqrt{0,012018 + 0,015459} = \sqrt{0,027477}$$

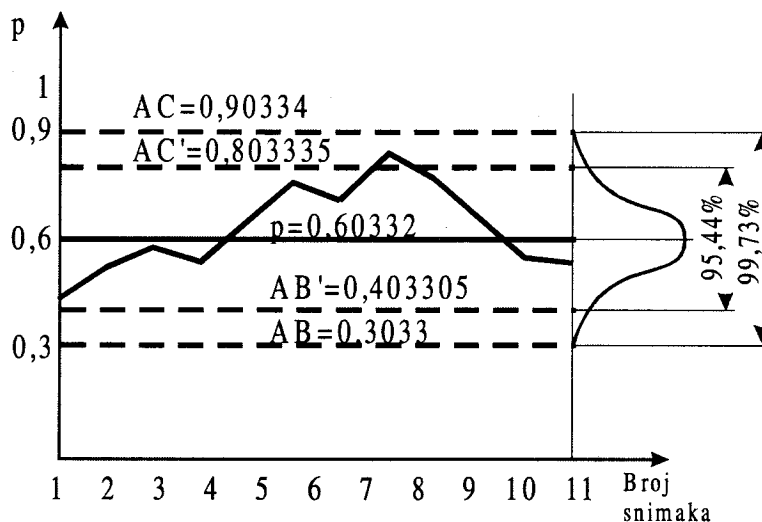
$$SD = 0,169762$$

$$CC = \bar{\eta} \pm 3 \cdot \bar{\eta} \sigma = 0,60332 \pm 3 \cdot 0,60332 \cdot 0,165762$$

$$CC = 0,60332 \pm 0,30002$$

$$AC = 0,60332 + 0,30002 = 0,90334$$

$$BC = 0,60332 - 0,30002 = 0,30330$$



Slika 4. Vrednosti stepena korišćenja kapaciteta u fabrici za snimak za mesec decembar 1993

Iz proračuna i sa dijagrama na slici 4 se vidi da je srednja vrednost korišćenja kapaciteta u fabrici za snimak za mesec decembar 1993 $\bar{\eta} = 0,60332$, da je uzorak reprezentativan, da pojedinačni stepen korišćenja kapaciteta uzorka u uzorku ne seku kontrolne granice i da je greška $SD = 0,165762$.

Postavlja se pitanje da li moguće povećati preciznost i tačnost stepena korišćenja kapaciteta.

Upoređujući naš problem sa problemom merne veličine kod merenja u oblasti kontrole kvaliteta za geometrijsku preciznost i tačnost prema standardima ISO 5725:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results (Part 1-6) zaključujemo da je netačnost merenja:

$$A = \frac{|\bar{p}_{i \max} - \bar{p}|}{\bar{p}} 100\%, \quad (14)$$

pa je za naših 11 merenja (stratuma):

$$|\bar{p}_{i \max} - \bar{p}| = |0,8208 - 0,4541| = |0,3667|$$

$$A = \frac{0,3667}{0,6332} 100\% = 57,912\%$$

a nepreciznost:

$$P = \frac{SD}{\bar{p}} 100\% = \frac{0,165762}{0,6332} 100\% \quad (15)$$

$$P = 26,178\%$$

Iz formula 10 i 11 se vidi da je tačnost i preciznost veća za veću srednju vrednost.

Iz ovih rezultata se može zaključiti da je preciznost stepena korišćenja kapaciteta veća

$(100 - 26,178)\% = 73,822\%$, a tačnost manja $(100 - 57,912)\% = 42,088\%$ u odnosu na srednju vrednost mereći u procentima.

Posmatrajući dalje stepen korišćenja kapaciteta $\bar{\eta}_i$ po danima i kao parametar procesa kontrolne granice "CC" će biti preciznije ako uključuju samo jednu SD odnosno:

$$CC_1 = \bar{p} \pm SD \cdot \bar{p} \quad (16)$$

Smatrajući da je nepreciznost prema formuli (15) po analogiji, ove kontrolne gradnice obuhvataju 68,26% verovatnoće.

Ako usvojimo kontrolne granice od 3SD imamo najveću verovatnoću od 99,73% ali najmanju nepreciznost, jer je neregulacija od 1SD,

$$P_1 = \frac{SD}{x} 100\%, \text{ sigurno manja od } P_3 = \frac{3SD}{x} 100\%$$

kada uzmemo 3SD.

Dosadašnja praksa i standardi posebno oni u oblasti kontrole kvaliteta u problemima merenja i kontrolisanja uzimaju 3SD, međutim, sa zahtevima savremene proizvodnje za većim kvalitetom moguće je rešiti i granicama koje uključuju 2SD, odnosno 95,44% verovatnoće a ne povećanjem uzoraka i brojem uzoraka (stratuma).

Gotovo u najvećem broju statističkih pojava u industrijskoj proizvodnji odgovara ovaj standard ili oko ovih vrednosti.

Treba zapaziti da za nesrazmerno veću preciznost kod 2SD u odnosu na onu od 3SD (3:2; 100%:66,6%=33,3%) dobićemo smanjenje verovatnoće samo za (99,73-95,44)%=4,29%.

Za ogromno povećanje preciznosti od 33,3% izgubili smo u verovatnoći samo 4,29%.

Da se za naš problem (sl.5) može i treba primeniti ova preciznost vidi se iz sledećeg proračuna:

$$CC' = \bar{p} \pm 2p \cdot SD$$

$$CC' = 0,60332 \mp 2 \cdot 0,165762 \cdot 0,6032$$

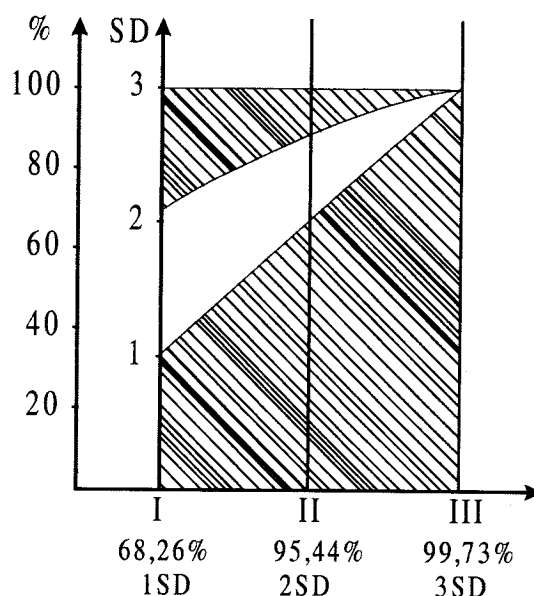
$$CC' = 0,60332 \mp 0,200015$$

$$AC' = 0,80335$$

$$BC' = 0,403305$$

Sa dijagrama na slici 4 se vidi da samo jedna tačka prelazi gornju granicu AC' koja iznosi 0,80339, sedmog dana snimanja naš stepen korišćenja kapaciteta je iznosio $\bar{p}_7 = 0,8208$.

Treba reći da je eksperiment vršen u nestabilnim uslovima proizvodnje, u uslovima tržišta bivše SFRJ, sa neregularnim vlasništvom, velikom nedisciplinom radnika i niskim nivoom organizacije.



Slika 5. Dijagram zavisnosti između SD i odgovarajuće verovatnoće

Što se tiče uticaja \bar{p} na tačnost i preciznost ona je upravo proporcionalna na \bar{p} jer što je veća \bar{p} nepreciznost P i netačnost A prema formuli 14 i 15 su manje.

U realnim uslovima kod problema stepena korišćenja kapaciteta on se u metaloprerađivačkoj industriji kreće od 0,3 do 0,95 i zavisi od stepena automatizacije, tipa proizvodnje, veličine serije i nivoa organizacije.

Ovo znači da je što se tiče tačnosti \bar{p} , tačnost u tom odnosu 0,95:3, a preciznost još pomnožimo sa faktorom 3 (1SD ili 3SD).

Ovi rezultati su za nivo Jugoslovenske privrede i značajni i reprezentativni ali za pojedinačne fabrike na godišnjem nivou nisu, jer je istraživanje bilo vremenski kontinualno za opšti nivo a za pojedinačne fabrike obuhvatalo samo deo poslovne godine.

Ovo se može rešiti korišćenjem korelacije između stepena korišćenja kapaciteta u periodu snimanja, po pravilu najmanje jednog proizvodnog ciklusa i ostvarene proizvodnje u njemu sa ukupnom godišnjom proizvodnjom.

Normalno dinamičko praćenje proizvodnje po mesecima u fabrici koji smo mi uzeli za primer omogućava uz prethodni ciklus koji traje sedmicu dana da se snimanje vrši tokom pola meseca.

Naše snimanje za koje smo dali podatke u tabeli 2 je izvršeno u drugoj polovini decembra 1993. godine što predstavlja ukupno 1/24 dela poslovne godine. Za to vreme je proizvedeno približno polovina mesečne proizvodnje decembra, odnosno

3427/2 = 1713,5. Ukupno je u 1993. godini proizvedeno 38,038 komada što se vidi iz tabele 4. Podaci o kretanju proizvodnje po mesecima su dati na slici 6. Sa druge strane se iz tabele 2 vidi da je za to vreme (druga polovina decembra 1993. godine) stepen korišćenja kapaciteta u ovoj fabrici u prvoj smeni iznosio 0,6033.

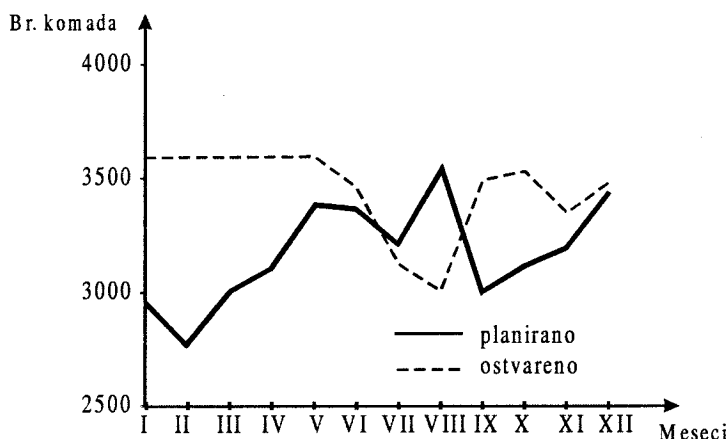
Za naše višegodišnje istraživanje u 74 najveće fabrike na području Jugoslavije dobijeni su

relevantni rezultati stepena korišćenja kapaciteta i zastoja po smenama a koji su dati u tabli 3.

Snimanje je vršeno tako da je vremenski period bio ograničen na proizvodni ciklus glavnih (reprezentativnih) proizvoda, tako da je u tom smislu obuhvata i unapred planirane periode većeg i manjeg opterećenja mašina.

Tabela 3. Stepen korišćenja kapaciteta, struktura vremena mašine provedenog u radu i u neradu u metalorerađivačkoj industriji Srbije

Smena		P_{tm}	P_{pz}	P_m	P	P_k	P_a	P_e	P_o
I	p_j	0,375	0,119	0,074	0,506	0,073	0,048	0,122	0,179
	n_j	2026	2144	2555	3049	2297	2250	2765	2508
II	p_j	0,192	0,080	0,057	0,265	0,056	0,008	0,051	0,500
	n_j	991	1121	417	1345	727	592	779	888



Slika 6. Planirana i ostvarena proizvodnja u fabrici traktora IMT 1993. g. po mesecima

Mesec \ Proizvodnja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Planirana (kom)	3625	3615	3630	3635	3590	3435	3065	3006	3495	3525	3345	3480	41500
Ostvarena (kom)	2921	2779	3006	3086	3353	3336	3207	3536	3003	3168	3216	3427	38038

Tabela 4. Planirana i ostvarena proizvodnja traktora u fabrici IMT 1993.g. po mesecima

Ovo znači da je prosečna proizvodnja u ostalih 23 dela poslovne godine iznosila:

$$38038 - 1713,5 = 36324,5 \text{ kom.}$$

ili polumesečno:

$$36324,5 : 23 = 1579,33 \text{ kom.}$$

Prosečan stepen korišćenja kapaciteta je za to vreme:

$$\bar{p}_{23} : 0,6033 = 1579,33 : 1713,5$$

$$\bar{p}_{23} = 0,556$$

Godišnji stepen korišćenja kapaciteta se dobija kao srednja vrednost snimljenog stepena \bar{p}_1 i prosečnog stepena u ostalom periodu

$$\bar{p} = (0,556 : 23 + 0,6033) / 24 = 0,558$$

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja zaključujemo da su statističke metode uvrđivanja korišćenja kapaciteta u savremenim uslovima metaloprerađivačke industrije neophodne, a da Modifikovana MTZ metoda u primeni daje odgovarajuće rezultate.

Statistička promenljiva je sam stepen korišćenja kapaciteta i/ili zastoja po danima i kreće se po normalnom zakonu raspodele dok se ovladanost uvrđuje praćenjem kontrolnih granica.

Sa druge strane stratifikacija uzoraka i korelaciona analiza omogućuje dobijanje prosečnog stepena korišćenja kapaciteta za grupu mašina, linija, fabriku ili celu metaloprerađivačku industriju.

4. LITERATURA

1. Mitrofanov, S.P., 1976, Scientific Organization of Mechanical Production (Leningrad: Masnostroenie) in Russian,
2. Moder, J.J., 1980, Selection of work sampling observation times - Part I: Stratified sampling, AHE Transactions, 12, 23-31.
3. Opitz, H., 1971, Modern Productionstechnik: Stand und Tendzen (Essen: Uni Verlag).
4. Hackstein, R., Budenbrander, W., Flexible manufacturing Systems as Modules for the Factory of the Future, Simpozijum "Uvrđivanje stepena korišćenja kapaciteta, Beograd, 1989.
5. Luczak, H, Scheigg, P., Supply Chain Management – Characteristics and Implications for IT –support, III Sipozijum Industrijskog inženjerstva, Beograd, 2001



21000 NOVI SAD, Vladike Ćirića 15
T/F 021-494-085; 493-602

PRENOSNI BEZKONTAKTNI TERMOMETAR tip TN1

Bezkontaktni infracrveni termometar je instrument za merenje temperatura površine raznih predmeta bez direktnog dodira istih. Ovaj instrument koristi najnoviju tehnologiju za brzo i efikasno merenje temperatura praktično svih predmeta za par sekundi. Bez ikakvih problema mogu se izmeriti temperature opasnih ili nedostupnih površina kao što su predmeti pod naponom (osigurači, konektori, sabirnice, RO,...), objekti povišene temperature

(cevovodi, radiator, ...), predmeti u pokretu (materijali na beskonačnim transportnim trakama), rotirajući predmeti (motori, spojke, ...), itd. Jedno merenje traje nekoliko sekundi, dok je kod kontaktnih termometara potrebno nekoliko minuta.

PRINCIP MERENJA

Svako telo emituje sa svoje površine infracrvene zrake. Na osnovu intenziteta ovog zračenja se sa ovim instrumentom precizno određuje temperatura površine tela.

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE>

Merno područje : od -22°C do $+110^{\circ}\text{C}$

Tačnost : $\pm 2^{\circ}\text{C}$

Resolucija : $0,1^{\circ}\text{C}$

Vreme odziva : 1 s

Dimenzije : 18 x 37 x 68 mm

Parametar rastojanja do objekta $D:S = 1:1$

S=prečnik površine kojoj se meri temperatura

D=rastojanje od instrumenta do predmeta kome se meri temperatura

