

MARIJAN RAJSMAN, dipl.inž.

Ministarstvo pomorstva, prometa i veza RH

Vinkovci, A.B. Šimića 13

Znanost u prometu

Pregledni članak

UDK: 656.132 : 519.6

Priljeno: 05.05.1993.

Prihvaćeno: 05.07.1993.

# STATIČNO ISKORIŠTENJE PRIJEVOZNIH KAPACITETA U PRIGRADSKOM PUTNIČKOM CESTOVNOM PROMETU

## SAŽETAK

Na velikom broju polazaka, koje obdržava jedno prijevozno poduzeće u javnom linijskom prigradskom putničkom cestovnom prometu, obavljeno je istraživanje slučajne varijable  $\bar{q}_p$  izražene prosječnim brojem prevezenih putnika po međustajališnom razmaku prigradske linije, kao jednog od bitnih eksploatacijskih pokazatelja o obavljenom radu autobusa.

Ovisno o režimu održavanja polazaka, dobivena je srednja vrijednost varijable  $\bar{q}_p$ , koja za polaske u radnom danu iznosi 17 putnika po međustajališnom razmaku linije, za polaske subotom 11 putnika te za polaske nedjeljom 7 putnika po međustajališnom razmaku prigradske linije. Te srednje vrijednosti promatrane varijable omogućuju izračunavanje koeficijenta statičnog iskorištenja prijevoznih kapaciteta, odnosno srednje iskorištenje prijevoznoga kapaciteta autobusa na prigradskim linijama je:

- 21% za polaske u radnom danu,
- 14% za polaske subotom te
- 9% za polaske nedjeljom.

Ustanovljeno je da varijabla  $\bar{q}_p$  poprima svoje vrijednosti po eksponencijalnom zakonu vjerojatnosti, odnosno vrijednosti iz uzorka potječu iz osnovnog skupa eksponencijalne distribucije.

Testiranjem razlike između aritmetičkih sredina uzorka varijable  $\bar{q}_p$ , ovisno o režimu održavanja polazaka, ustanovljena je statistički signifikantna razlika, čime je ujedno potvrđena ispravnost primijenjene metodologije istraživanja analizirane varijable.

## 1. UVODNE OPASKE

Proučavanje odnosa prometne ponude i potražnje za prijevoznim uslugama ima osobito značenje za rad i uspješno poslovanje prijevoznikoga gospodarstva.

S mikroekonomskog motrišta, materijalni i financijski položaj pojedinih prijevoznih poduzeća uglavnom je rezultat pravilne procjene odnosa prometne ponude i potražnje na transportnom tržištu, kako u putničkom tako i u teretnom prometu. Po mišljenju autora, osnovna pretpostavka uspješnog rada i poslovanja prijevoznog poduzeća jest dobra kadrovska stručna ekipiranost poduzeća koja rezultira ispravnim vodenjem tekuće i razvojne politike stalnom optimalizacijom prometnog procesa, u prvom

redu s motrišta unutarnjeg ustroja i organizacije poduzeća, kao i s tehničkog, tehnološkog i ekonomskog motrišta.

Prema Kamberu, prometna potražnja je cjelina svih potreba nastalih kao izraz težnje za promjenom mjesta i stanja s obzirom na mjesto i vrijeme, pod uvjetom da promjenu nije moguće ostvariti bez posredstva prometne infrastrukture i prometnih sredstava.<sup>1</sup>

U putničkom cestovnom prometu pod elementima prometne ponude Mihoci razumijeva:

- prijevozna poduzeća (njihov ustroj i unutarnja organizacija),
- registrirane linije i vozni redovi (organizacija prijevoza),
- prometna infrastruktura.<sup>2</sup>

Važno područje rada prometnog inženjera jest organizacija i upravljanje prometnim procesom, a u ovom se radu, proučavanjem jednog od eksploatacijskih pokazatelja, želi ukazati na postojeće iskorištenje prijevoznih kapaciteta u putničkom prigradskom linijskom cestovnom prometu.

## 2. CILJ I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Cilj je istraživanja da se nakon sustavnog snimanja polazaka na prigradskoj mreži linija prijevoznog poduzeća statistički analizira jedan od bitnih eksploatacijskih pokazatelja rada autobusa. Istraženi eksploatacijski pokazatelj izražen je prosječnim brojem prevezenih putnika po međustajališnom razmaku prigradske linije označen u radu kao  $\bar{q}_p$ .

Prosječan broj prevezenih putnika po međustajališnom razmaku prigradske linije -  $\bar{q}_p$  - slučajna je varijabla koja poprima svoje vrijednosti uz određene vjerojatnosti. Ovim istraživanjem želi se ustanoviti postoji li zakon vjerojatnosti te slučajne veličine.

Potrebni podaci o varijabli  $\bar{q}_p$  dobiveni su sustavnim snimanjem polazaka na linijama prigradskoga putničkoga cestovnog prometa, koje je obavljeno tijekom prosinca 1990. godine i tijekom siječnja i veljače 1991. godine aktivnim angažmanom prometnog osoblja prijevoznog poduzeća korištenjem unaprijed pripremljenog obrasca za evidentiranje broja putnika u autobusu na svakom međustajališnom razmaku linije. Obrasci za evidentiranje tog pokazatelja unaprijed su pripremljeni u skladu s organizacijskom shemom prigradskoga putničkoga prometa.

Varijable  $\bar{q}_p$  razvrstana je ovisno o režimu održavanja polazaka, posebno za polaske u radnom danu, odnosno za subotu te posebno za nedjelju.

Slučajna varijabla  $\bar{q}_p$ , ovisno o vrijednostima svrstanim u razrede, nastaje s frekvencijom  $f_i$ . Svaki i-ti razred predočuje se brojem  $x_i$  koji je aritmetička sredina gornje i donje granice razreda.

Ukupan broj prevezenih putnika po međustajališnom razmaku - Q - definiran je izrazom:

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1} = \sum_{i=1}^{n-1} q_i$$

gdje je:

$q_1, q_2, q_{n-1}$  - broj prevezenih putnika po međustajališnom razmaku

n - broj registriranih stajališta na prigradskoj liniji (u jednom smjeru)

Na osnovi tako prikupljenih podataka za svaki polazak na prigradskoj mreži linija izračunava se pripadajući prosječan broj prevezenih putnika po međustajališnom razmaku prigradske linije kao odnos ukupnog broja prevezenih putnika na svim međustajališnim razmacima linije (u jednom smjeru - poluobrtu) prema broju međustajališnih razmaka, a definiran je izrazom:

$$\bar{q}_p = \frac{Q}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} q_i}{n-1}$$

Međustajališni razmak odnosno međustajalište linije je razmak između dvaju registriranih stajališta prigradske linije.

Funkcija vjerojatnosti varijable  $\bar{q}_p$  zadovoljava uvjete:

1.  $f(x_i) \geq 0$  za svaki  $x_i$ ,
2.  $\sum f(x_i) = 1$ .

Nadalje, slučajna veličina  $\bar{q}_p$  predočena je funkcijom distribucije, koja je u čvrstoj vezi s funkcijom vjerojatnosti, a definirana je izrazom:

$$F(X_i) = \sum_{x_i \leq x} f(x_i)$$

Svrstani podaci pokazani su histogramima i poligonom apsolutnih i relativnih frekvencija te obrađeni metodama matematičke statistike.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

#### A) Prigradski linijski putnički promet - polaske u radnom danu

Dobiveni podaci svrstani su u šest razreda ( $K = 6$ ) za ukupno analizirana 493 registrirana polaska na prigradskim linijama. Za svaki razred iskazana je pripadajuća apsolutna i relativna frekvencija, a predočuje se brojem  $x_i$ , koji je  $x_i = (x_i^d + x_i^g) / 2$  aritmetička sredina granica ( $x_i^d$  - donja granica,  $x_i^g$  - gornja granica) razreda.

Prema matematičkim obrascima dobivene su sljedeće promatrane varijable  $q_p$ <sup>3,4</sup>

- prosječna vrijednost  $\bar{x} = \sum_{i=1}^k x_i f(x_i) = 16,5 \approx 17$  putnika po međustajalištu prigradske linije,

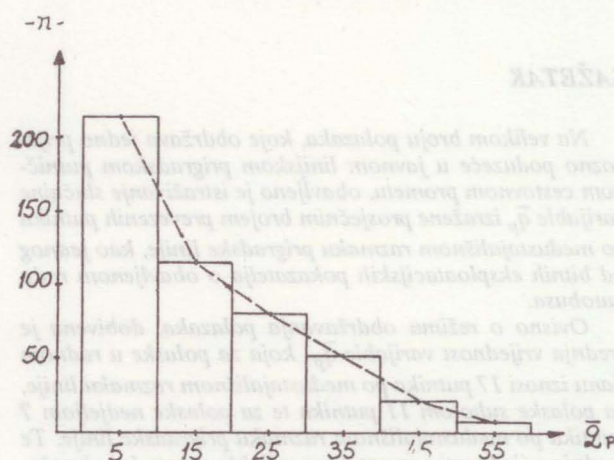
- disperzija uzorka  $s^2 = \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 f(x_i) \approx 169$

- standardna devijacija  $S = \sqrt{s^2} = 13$

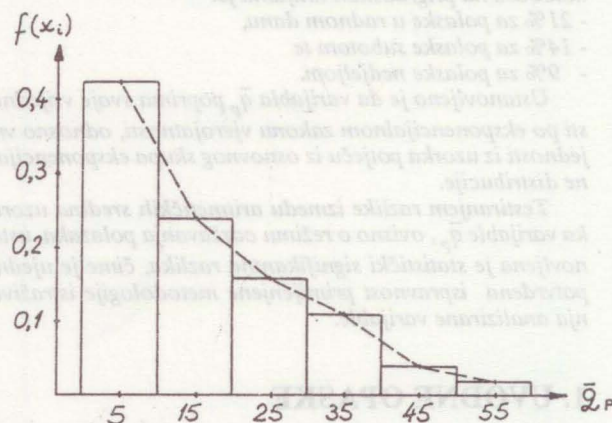
Tablica 1. Vrijednosti uzorka za polaske na prigradskim linijama - u radnom danu

$r_i$	$x_i$	$f_i$	$f(x_i)$	$F(x_i)$
do 10	5	214	0,43	0,43
10 - 20	15	116	0,24	0,67
20 - 30	25	80	0,16	0,83
30 - 40	35	53	0,11	0,94
40 - 50	45	22	0,04	0,98
50 - 60	55	8	0,02	1,00

$$n = 493 \quad \sum f(x_i) = 1,00$$



Slika 1. Histogram i poligon apsolutnih frekvencija uzorka za polaske u radnom danu



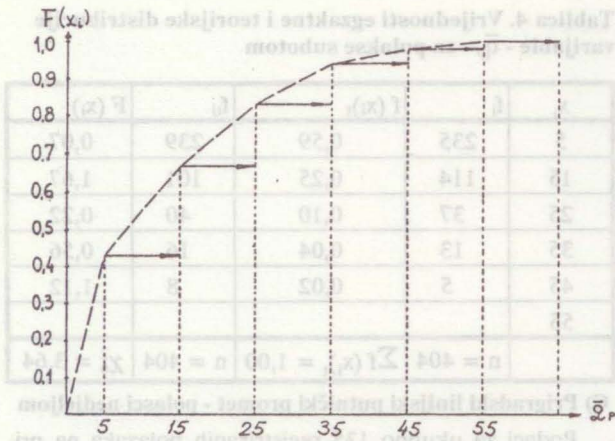
Slika 2. Histogram i poligon relativnih frekvencija uzorka za polaske u radnom danu

Prosječno odstupanje vrijednosti u uzorku od aritmetičke sredine iznosi 13 putnika. Koefficient varijacije V,

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{13}{17} = 0,76$$

ukazuje na srednje odstupanje vrijednosti uzorka (mjereno u postotku) 76% od aritmetičke sredine.

Mod egzaktno distribucije prema slici 1. je razred s granicama od 0 do 10 prevezenih putnika po međustajalištu prigradske linije.



Slika 3. Graf kumulativne funkcije uzorka za polaske u radnom danu

Medio relativne kumulativne frekvencije varijable  $\bar{q}_p$  prema slici 3. je u razredu od 10 do 20 prevezenih putnika po međustajalištu linije.

Standardna pogreška aritmetičke sredine -  $S_x$  - definirana je izrazom:

$$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{13}{\sqrt{493}} = 0,58$$

pa se tako uz 95%-tnu granicu pouzdanosti aritmetička sredina uzorka nalazi u granicama od 16 do 18 prevezenih putnika po međustajalištu prigradske linije pri režimu održavanja u radnom danu.

#### Testiranje hipoteze o eksponencijalnoj distribuciji

Postavljena je hipoteza  $H_0$ : da je prosječan broj putnika po međustajalištu prigradske linije slučajna veličina eksponencijalne distribucije, odnosno distribucija uzorka potječe od osnovnog skupa eksponencijalne distribucije.

Prema Skoku slijedi:

$$\lambda = \frac{1}{\bar{x}} \Rightarrow \lambda = 0,06$$

Prema formuli  $P(\bar{q}_p \leq x) = 1 - e^{-\lambda x}$  (za  $x = [0,60]$  gdje je  $x$  = odabrana vrijednost, odnosno gornja granica promatranih razreda dobivene distribucije), izračunavaju se teorijske vjerojatnosti pojedinih razreda te je obavljeno daljnje testiranje prema podacima predočenima u tablici 2, uz pomoć  $\chi^2$  - testa.

Tablica 2. Vrijednosti egzaktne i teorijske distribucije varijable  $q_p$  za polaske u radnom danu

$x_i$	$f_i$	$f(x_i)_t$	$f_{ti}$	$(f_i - f_{ti})^2 / f_{ti}$
5	214	0,45	222	0,29
15	116	0,25	123	0,40
25	80	0,14	69	1,75
35	53	0,08	39	5,02
45	22	0,05	25	0,36
55	8	0,03	15	3,27

$n = 493 \qquad 493 \qquad \chi^2_0 = 11,09$

$f_i - i - f_{ti}$  - su egzaktne i teorijske frekvencije.

Hipoteza  $H_0$ :  $f_i = f_{ti}$  testira se preko slučajne veličine

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k (f_i - f_{ti})^2 f_{ti}$$

gdje je  $k$  - broj razreda u uzorku.

Vrijednost  $\chi^2_0$  uspoređuje se s teorijskom  $\chi^2_t$  koja se dobije iz  $\chi^2$  - distribucije uz  $K - r - 1$  stupnjeva slobode. Uz  $K = 6, r = 1 = 4$  stupnja slobode, te pouzdanost  $\gamma = 95\%$ ,  $\alpha = 0,05 \Rightarrow \chi^2_t = 9,5$ , odnosno pouzdanost  $\gamma = 99\%$ ,  $\alpha = 0,01 \Rightarrow \chi^2_t = 13,3$ .

Budući da je  $\chi^2_0 < \chi^2_t$  uz razinu signifikantnosti od  $\alpha = 0,01$ , hipoteza o eksponencijalnoj distribuciji promatrane varijable se prihvaća.

#### B) Prigradski linijski putnički promet - polasci subotom

Polasci subotom promatrani su posebno zbog smanjene prometne potražnje tijekom tjedna. Dobiveni egzaktne podaci svrstani su u  $K$  - razreda za ukupno 404 analizirana registrirana polaska na prigradskim linijama. Podaci su obrađeni po metodologiji pokazanoj u prethodnom primjeru.

Tablica 3. Vrijednosti uzorka za polaske na prigradskim linijama - subotom

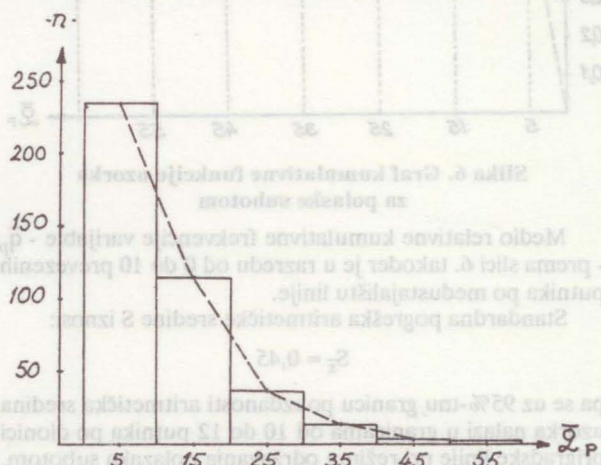
$r_i$	$x_i$	$f_i$	$f(x_i)$	$F(x_i)$
0 - 10	5	235	0,58	0,58
10 - 20	15	114	0,28	0,86
20 - 30	25	37	0,09	0,95
30 - 40	35	13	0,03	0,98
40 - 50	45	3	0,02	1,00
50 - 60	55	2		

$n = 404$

$\sum f(x_i) = 1,00$

Daljnijim matematičkim postupcima dobivene su sljedeće vrijednosti varijable  $\bar{q}_p$ :

- prosječna vrijednost -  $\bar{x} = 11$  putnika po međustajalištu prigradske linije u režimu održavanja subotom,
- disperzija -  $s^2 = 80$ , a standardna devijacija -  $s = 9$ .

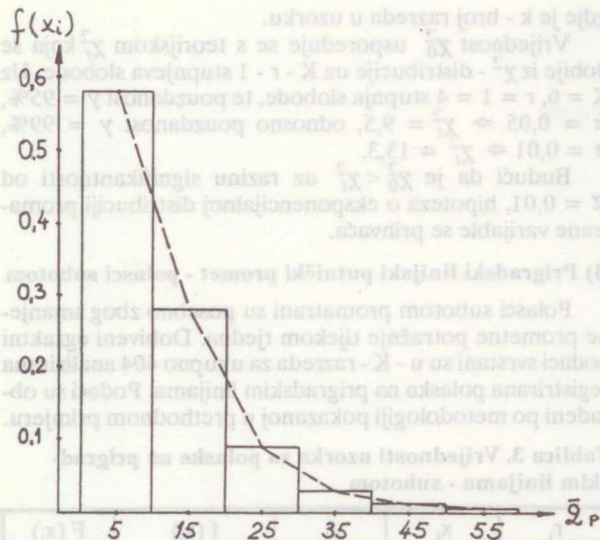


Slika 4. Histogram i poligon apsolutnih frekvencija uzorka za polaske subotom

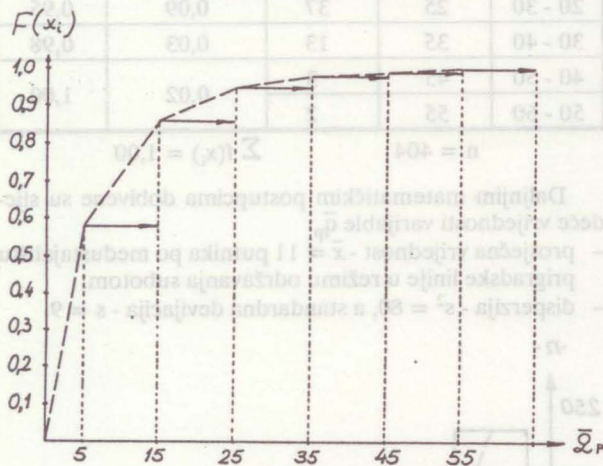
Prosječno odstupanje vrijednosti od aritmetičke sredine u uzorku iznosi devet putnika. Koefficient varijabilnosti -  $V$  - ukazuje na srednje odstupanje vrijednosti u uzorku, u odnosu na aritmetičku sredinu:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = 0,82$$

Mod egzaktne distribucije prema slici 4. je razred s granicama od 0 do 10 prevezenih putnika po međustajalištu prigradske linije.



Slika 5. Histogram i poligon relativnih frekvencija uzorka za polaske subotom



Slika 6. Graf kumulativne funkcije uzorka za polaske subotom

Medio relativne kumulativne frekvencije varijable -  $\bar{q}_p$  - prema slici 6. također je u razredu od 0 do 10 prevezenih putnika po međustajalištu linije.

Standardna pogreška aritmetičke sredine S iznosi:

$$S_{\bar{x}} = 0,45$$

pa se uz 95%-tnu granicu pouzdanosti aritmetička sredina uzorka nalazi u granicama od 10 do 12 putnika po dionici prigradske linije pri režimu održavanja polazaka subotom.

**Testiranje hipoteze o eksponencijalnoj distribuciji**

Postavljena je hipoteza  $H_0$ : prosječan broj putnika po međustajalištu prigradske linije subotom slučajna je veličina eksponencijalne distribucije.

Prema formulama iz prethodnog primjera slijedi:

$\lambda = 0,09$ , te se dalje izračunava teorijska frekvencija.

Uz  $K = 5$ ,  $r = 1$ ,  $\Rightarrow 3$  stupnja slobode, te za pouzdanost  $\gamma = 95\%$ ,  $\alpha = 0,05$  iz tablice  $\chi^2$  - distribucije slijedi:  $\chi^2_r = 7,81$ .

Kako je  $\chi^2_0 < \chi^2_r$ , hipoteza o eksponencijalnoj distribuciji promatrane varijable je prihvaćena.

Tablica 4. Vrijednosti egzaktni i teorijske distribucije varijable -  $\bar{q}_p$  - za polaske subotom

$x_i$	$f_i$	$f(x_i)_t$	$f_i$	$F(x_i)$
5	235	0,59	239	0,07
15	114	0,25	101	1,67
25	37	0,10	40	0,22
35	13	0,04	16	0,56
45	5	0,02	8	1,12
55				
	$n = 404$	$\sum f(x_i)_t = 1,00$	$n = 404$	$\chi^2_0 = 3,64$

**C) Prigradski linijski putnički promet - polasci nedjeljom**

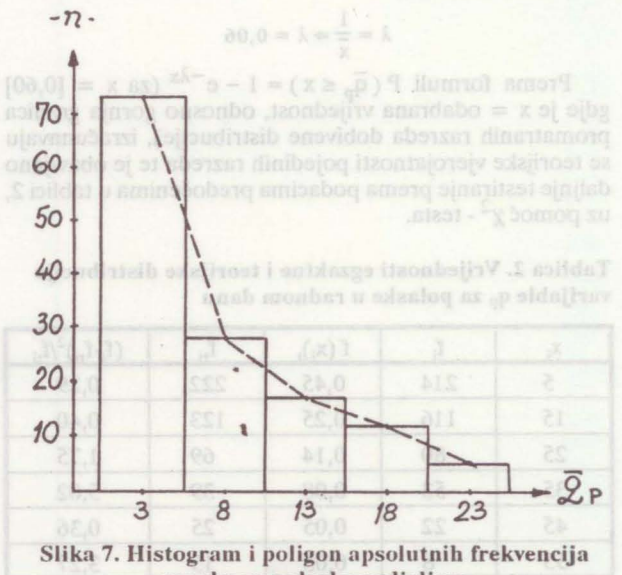
Podaci za ukupno 135 registriranih polazaka na prigradskim linijama svrstani su u ukupno pet razreda. Podaci su obrađeni po već pokazanoj metodologiji.

Tablica 5. Vrijednosti uzorka za polaske na prigradskim linijama - nedjeljom

$r_i$	$x_i$	$f_i$	$f(x_i)$	$F(x_i)$
do 5	3	73	0,54	0,54
5 - 10	8	28	0,21	0,75
10 - 15	13	17	0,12	0,87
15 - 20	18	12	0,09	0,96
20 - 25	23	5	0,04	1,00
$K = 5$		$n = 135$	$\sum f(x_i) = 1,00$	

Daljnijem matematičkim proračunom dobivene su sljedeće vrijednosti varijable  $\bar{q}_p$ :

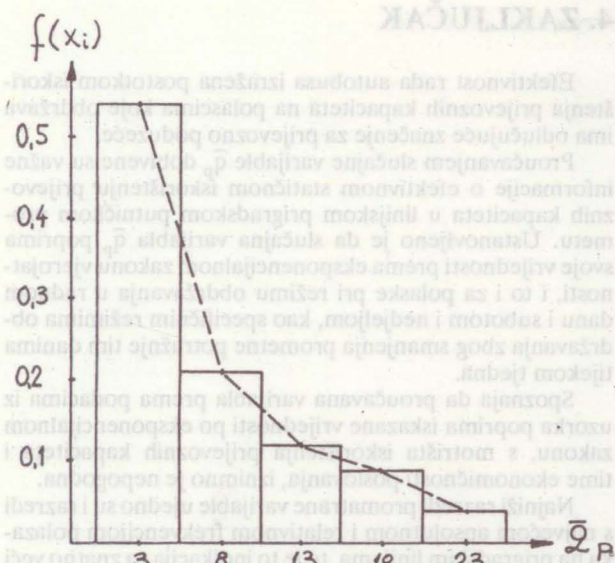
- prosječna vrijednost -  $\bar{x} = 7$  putnika po međustajalištu prigradske linije za polaske nedjeljom,
- disperzija  $s^2 = 34,30$ , odnosno standardna devijacija -  $s = 6$ .



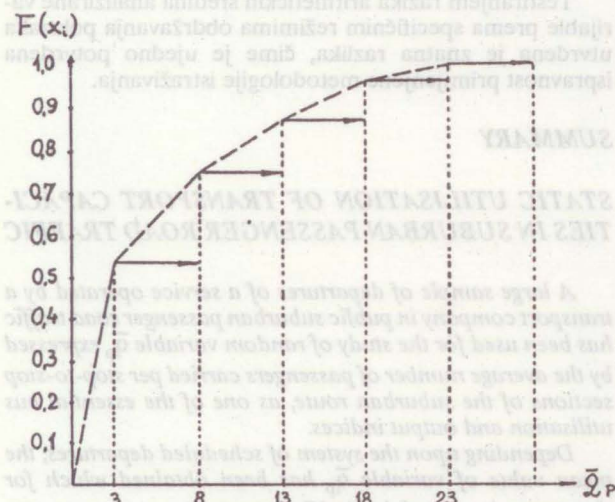
Slika 7. Histogram i poligon apsolutnih frekvencija uzorka za polaske nedjeljom

Srednje odstupanje vrijednosti u uzorku je šest putnika. Koeficijent varijacije - V - ukazuje na srednje odstupanje vrijednosti u uzorku, te iznosi 86% od aritmetičke sredine:

$$V = 0,86$$



Slika 8. Histogram i poligon relativnih frekvencija uzorka za polaske nedjeljom



Slika 9. Graf kumulativne funkcije uzorka za polaske nedjeljom

Mod egzaktne distribucije prema slici 7. je razred s granicama od 0 do 5 prevezenih putnika po međustajalištu prigradske linije.

Medio relativne kumulativne frekvencije varijable  $\bar{q}_p$  prema slici 9. također je u razredu od 0 do 5 prevezenih putnika po međustajalištu linije.

Standardna pogreška aritmetičke sredine -  $S_x$  prema prethodnom iznosi:

$$S_x = 0,50$$

te uz 95%-tnu pouzdanost, aritmetička sredina uzorka nalazi se u granicama od 6 do 8 putnika po međustajalištu u prigradskom linijskom prometu nedjeljom.

**Testiranje hipoteze o eksponencijalnoj distribuciji**

Postavljena je hipoteza  $H_0$ :  $\bar{q}_p$  - prosječan broj putnika po međustajalištu prigradske linije nedjeljom slučajna je veličina eksponencijalne distribucije, odnosno egzaktna

distribucija danog uzorka potječe od osnovnog skupa eksponencijalne distribucije.

Izračunava se  $\lambda = 0,14$ , te su dalje, uz pomoć formule za izračunavanje vjerojatnosti eksponencijalne distribucije, dobivene teorijske frekvencije.

Tablica 6. Vrijednosti egzaktne i teorijske distribucije varijable -  $\bar{q}_p$  - za polaske nedjeljom

$r_i$	$f_i$	$f(x_i)_t$	$f_{ti}$	$(f_i - f_{ti})^2 / f_{ti}$
0 - 5	73	0,50	68	0,37
5 - 10	28	0,25	34	1,06
10 - 15	17	0,13	17	0,00
15 - 20	12	0,08	11	0,09
20 - 25	5	0,04	5	0,00
n = 135		$\sum f(x_i)_t = 1,00$		$\chi_0^2 = 1,52$

Uz  $K = 5, r = 1$ , iz  $K - r - 1 \Rightarrow$  slijede 3 stupnja slobode, te se za pouzdanost  $\gamma = 95\%$ , uz razinu signifikantnosti  $\alpha = 0,05$  prema  $\chi^2$  - distribuciji dobiva  $\chi_{\alpha}^2 = 7,81$ .

Budući da je  $\chi_0^2 < \chi_{\alpha}^2$ , potvrđena je hipoteza o eksponencijalnoj distribuciji promatrane varijable.

Slučajna varijabla  $\bar{q}_p$ , izražena prosječnim brojem prevezenih putnika po međustajalištu linije, neophodna je za određivanje koeficijenta statičnog iskorištenja kapaciteta autobusa za polaske na prigradskoj mreži linija.

Koeficijent statičnog iskorištenja kapaciteta autobusa definiran je odnosom prosječnog broja putnika po međustajalištu linije i kapaciteta autobusa:

$$\gamma_p = \frac{\bar{q}_p}{q}$$

gdje je:

q - kapacitet autobusa (registrirani broj mjesta za putnike)

Ako za kapacitet prigradskog autobusa uzmemo 80 mjesta, što je praktično njegov minimalni kapacitet, slijedi da prosječna vrijednost koeficijenta statičnog iskorištenja kapaciteta iznosi:

a) u radnom danu

$$\gamma_p^{RD} = 0,21$$

što dakle znači prosječnu iskorištenost od 21% prijevoznoga kapaciteta autobusa,

b) subotom

$$\gamma_p^S = 0,14$$

što je prosječna iskorištenost od 14% prijevoznoga kapaciteta,

c) nedjeljom

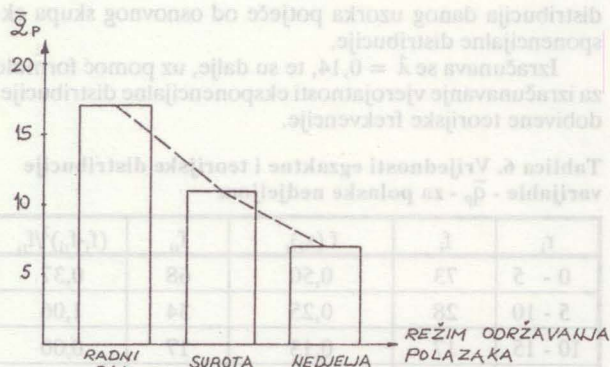
$$\gamma_p^N = 0,09$$

što je prosječna iskorištenost od 9% prijevoznoga kapaciteta autobusa.

Kada se analizira prosječna vrijednost varijable  $\bar{q}_p$  u zavisnosti od režima održavanja polazaka, može se ustvrditi gotovo linearan pad njezine vrijednosti, što ukazuje na nepogodno stanje glede iskorištenja kapaciteta. Napose to vrijedi za polaske nedjeljom, uz podjednako srednje odstupanje vrijednosti u uzorku za sva tri režima održavanja prometa putnika.

Na nepogodno stanje stupnja statičnog iskorištenja prijevoznih kapaciteta ukazuje i medio vrijednost relativne kumulativne frekvencije proučavane varijable koja ima sljedeće vrijednosti za:

a) radni dan - u razredu od 10 do 20 prevezenih putnika po međustajalištu,



Slika 10. Prosječna vrijednost varijable  $\bar{q}_p$  ovisno o režimu održavanja polazaka

- b) subotu - u razredu od 0 do 10 prevezenih putnika po međustajalištu,  
 c) nedjelju - u razredu od 0 do 5 prevezenih putnika po međustajalištu prigradske linije.

#### Testiranje razlike između aritmetičkih sredina uzoraka varijable - $\bar{q}_p$ -

Daljnjom statističkom obradom žele se usporediti dobivene aritmetičke sredine uzoraka varijable  $\bar{q}_p$  ovisno o režimima održavanja polazaka u prigradskom putničkom linijskom prometu.

Standardna pogreška između aritmetičkih sredina u velikih uzoraka računa se prema formuli:

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2}$$

te se dobiva:

- a) razlika između aritmetičkih sredina uzoraka u radnom danu ( $\bar{x}_1$ ) i subotom ( $\bar{x}_2$ )

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{0,58^2 + 0,45^2} = 0,73$$

- razlika aritmetičkih sredina tih uzoraka ne odstupa više od  $3 \times 0,73 = 2,19$  od prave razlike ( $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 6$ ) uz 99%-tnu granicu pouzdanosti iz čega slijedi zaključak da je ta razlika statistički signifikantna. Broj razlika između aritmetičkih sredina tih uzoraka dobiva se iz - t - odnosa:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} = \frac{6}{0,73} \approx 8, \text{ uz } P < 0,01$$

koji potvrđuje da je razlika statistički znatna ( $t > 2,58$ ), na razini od 1%;

- b) razlika između aritmetičkih uzoraka subotom ( $\bar{x}_2$ ) i nedjeljom ( $\bar{x}_3$ ) iznosi:

$$S_{\bar{x}_2 - \bar{x}_3} = 0,67$$

- razlika aritmetičkih sredina tih uzoraka ne odstupa više od  $3 \times 0,67 = 2,0$  od prave razlike ( $\bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 4$ ) uz 99%-tnu granicu pouzdanosti, iz čega se zaključuje da je ta razlika statistički signifikantna. Broj razlika između aritmetičkih sredina tih uzoraka dobiva se iz - t - odnosa:

$$t \approx 6, \text{ uz } P < 0,01$$

koji potvrđuje da je razlika statistički znatna na razini od 1%.

## 4. ZAKLJUČAK

Efektivnost rada autobusa izražena postotkom iskorištenja prijevoznih kapaciteta na polascima koje održava ima odlučujuće značenje za prijevozno poduzeće.

Proučavanjem slučajne varijable  $\bar{q}_p$  dobivene su važne informacije o efektivnom statičnom iskorištenju prijevoznih kapaciteta u linijskom prigradskom putničkom prometu. Ustanovljeno je da slučajna varijabla  $\bar{q}_p$  poprima svoje vrijednosti prema eksponencijalnom zakonu vjerojatnosti, i to i za polaske pri režimu održavanja u radnom danu i subotom i nedjeljom, kao specifičnim režimima održavanja zbog smanjenja prometne potražnje tim danima tijekom tjedna.

Spoznavajući proučavana varijabla prema podacima iz uzorka poprima iskazane vrijednosti po eksponencijalnom zakonu, s motrišta iskorištenja prijevoznih kapaciteta i time ekonomičnosti poslovanja, iznimno je nepogodna.

Najniži razredi promatrane varijable ujedno su i razredi s najvećom apsolutnom i relativnom frekvencijom polazaka na prigradskim linijama, te je to indikacija za znatno veći angažman prometnih stručnjaka u organizaciji i upravljanju podsustavom prigradskoga putničkoga linijskog prometa.

Testiranjem razlika aritmetičkih sredina analizirane varijable prema specifičnim režimima održavanja polazaka utvrđena je znatna razlika, čime je ujedno potvrđena ispravnost primijenjene metodologije istraživanja.

## SUMMARY

### STATIC UTILISATION OF TRANSPORT CAPACITIES IN SUBURBAN PASSENGER ROAD TRAFFIC

A large sample of departures of a service operated by a transport company in public suburban passenger road traffic has been used for the study of random variable  $\bar{q}_p$  expressed by the average number of passengers carried per stop-to-stop sections of the suburban route, as one of the essential bus utilisation and output indices.

Depending upon the system of scheduled departures, the mean value of variable  $\bar{q}_p$  has been obtained which for departures in a workday is 17 passengers per a stop-to-stop section of the route and 7 passengers for departures on Saturdays. The obtained mean values of the observed variable make it possible for us to compute the coefficient of static utilisation of transport capacities, i.e. the average utilisation rate of bus transport capacities on suburban lines:

21% on workdays,

14% on Saturdays,

9% on Sundays.

It has been established that variable  $\bar{q}_p$  adopts its values by the exponential law of probability, i.e. the values from the sample originate from the basic array of exponential distribution.

Testing the difference between the arithmetic means of the examples of variable  $\bar{q}_p$  depending upon the system of departures maintained, has yielded a statistically significant difference and at the same time confirmed the justifiability of the applied variable analysis methods.

## POZIVNE BILJEŠKE

1. I. KAMBER: Pitanje uskladjivanja prometne ponude i potražnje. *Suvremeni promet*, 1, 1981, str. 17-22.

2. F. MIHOČI, J. NOVAK: Karakteristike elemenata prometne ponude u javnom prigradskom putničkom prometu Zagreba. *Suvremeni promet*, 6, 1983, str. 681-688.
3. S. SKOK: Matematičke i statističke metode - primjene u prometnom inženjerstvu. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1985, str. 54-84.
4. S. SKOK: Matematika III. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1985, str. 40-42.
- [4] F. MIHOČI, J. NOVAK: Karakteristike elemenata prometne ponude u javnom prigradskom putničkom prometu Zagreba. *Suvremeni promet*, 6, 1983.
- [5] A.K. MITROPOLJSKIJ: Tehnika statističeskih priloženij. Moskva, 1961.
- [6] Ž. PAUŠE: Vjerojatnost, informacija, statistički procesi. Zagreb, 1985.
- [7] J. PAVLIĆ: Matematička statistika i primjena u proizvodnji. Zagreb, 1965.
- [8] S. SKOK: Matematičke i statističke metode - primjene u prometnom inženjerstvu. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1985.
- [9] A. WALD: Segmental Analysis. New York, 1957.
- [10] I. ŽUPANOVIĆ: Tehnologija cestovnog prometa. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1986.

LITERATURA

- [1] I. KAMBER: Pitanje usklađivanja ponude i potražnje. *Suvremeni promet*, 1, 1981.
- [2] E.S. KEEPING: Introduction to Statistical Inference. New York, 1962.
- [3] J. LEHMAN: Testing Statistical Hypotheses. New York, 1968.

Tel. 528-001  
528-848  
Fax. 528-483

Tel. 528-852  
Fax. 520-821

Tel. 428-013  
Fax. 423-714

Tel. 528-010  
Fax. 528-483

Tel. 528-833  
Fax. 520-821

Tel. 527-438  
Fax. 527-074

Tel. 423-181  
Tel. 423-797  
Tel. 577-333  
Tel. 326-833  
Tel. 325-973  
Fax. 322-118

Tel. 048 26-16  
Fax. 048 30-78

Tel. 024 24-388  
Tel. 024 24-972

ELEKTROPROMET d.d.  
ZAGREB