

## Znanstveni radovi

UDK 591.526 : 597.556.3] (497.13) (282.243.741)

Izvorni znanstveni članak

### PROCJENA I ANALIZA MORTALITETA I PREŽIVLJAVANJA ŠTUKA (*ESOX LUCIUS* L. 1758) NA PODRUČJU ČAMBINA UZ RIJEKU DRAVU

J. Popović

#### Sažetak

Područje Čambina (Đurđevac) izravno je povezano s rijekom Dravom. Budući da se to područje prostire uza samu granicu s NR Mađarskom, ono je izuzetno važno s privrednog i sportskog ribolovnog gledišta, pa je kao takvo donekle sačuvalo prirodnu ihtiofaunu. Procjena i analiza mortaliteta i preživljavanja štuke tog područja upozorila je sljedeće. Unutar životnog razdoblja 1+ do 5+ u oba je spola uočena gotovo istovjetna prosječna vrijednost preživljavanja: za ženke 60,2%, a za mužjake 61,1%. Izračunane su krivulje mortaliteta koje su izražene relacijama.

$$y = 73,56 - 35,34x + 6,09x^2 - 0,35x^3$$

$$y = 95,89 - 62,93x + 16,15x^2 - 1,44x^3$$

$$y = 73,61 - 34,23x + 5,65x^2 - 0,31x^3$$

Izračunani indeksi M/P upozoravaju da nakon svih životnih razdoblja u kojima je utvrđena visoka vrijednost mortaliteta, obično u sljedećem razdoblju imaju veću vrijednost preživljavanja. Ukupni godišnji mortalitet populacije ženki iznosio je 41% i bio je viši u usporedbi s mužjacima (39%).

Očekivani je maksimalni životni vijek štuka s toga područja devet godina.

#### UVOD

U tijeku godine 1987. omogućen nam je pristup na pogranično područje Čambin radi informativnog utvrđivanja kvalitativnog sastava ihtiofaune rijeke Drave. Vodeni sustav Čambin (stari rukavac Drave) u izravnoj je vezi s Dravom, koja je u tom području granična rijeka s NR Mađarskom. Zbog toga razloga to je područje izuzetno kao sportskoribolovni revir. To pak pridonosi očuvanju prirodnih značajki biotopa, a time i prirodnoj ekologiji ihtipopulacija. Informati-

Dr. Josip Popović, znan. surad. Grad. sekret. za poljop. i šumar. Zagreb.

vni izlov potvrdio je ihtiološku vrijednost toga područja s obzirom na broj vrsta i ukupnu ihtiomasu. Bogatstvo ihtiofaune karakterizirano je, među ostalim, i znatnim udjelom predatornih vrsta ribe: štuke, soma i smuda. Zahvaljujući relativno velikom udjelu štuke raznih dobnih skupina u ulovu, pokazala se mogućnost procjene vrijednosti mortaliteta i preživljavanja.

Mortalitet ili smrtnost jedan je od osnovnih atributa svake populacije i označuje njezin tzv. negativni faktor rasta. Za razliku od nataliteta, mortalitet znatno više varira u ovisnosti o promjenljivosti faktora sredine. Stanković (1962) razlikuje fiziološki mortalitet, koji za određenu populaciju predstavlja konstantnu vrijednost, te ekološki mortalitet, koji se otvara pod određenim ekološkim uvjetima i varira ovisno o ekološkim promjenama.

Nikoljski (1974) uzroke smrtnosti u riba dijeli u pet skupina: 1) dob, 2) djelovanje abiotičkih čimilaca, 3) predatori, paraziti i bolesti, 4) narušena prehrambena baza i 5) rezultati izlova. Beverton, Holt (1957) i Tjurin (1962) razlikuju dvije kategorije mortaliteta: prirodni (uzroci pod 1, 2, 3 i 4 po Nikoljskom) te privrednu smrtnost (5).

U ovom se radu iznose rezultati analiza tzv. prividnih specifičnih stupnjeva mortaliteta, krivulja mortaliteta, odnosno preživljavanja, životnih tablica, procjena ukupnog godišnjeg mortaliteta štuka rijeke Drave u području Đurđevca (R. Hrvatska). To su prvi takvi podaci za štuke rijeke Drave, a vrlo vjerojatno i prvi za cijelu zemlju.

#### MATERIJAL I METODE RADA

Za potrebe ovog istraživanja ulovljen je i prikladno obrađen uzorak od 225 štuka, razvrstanih po spolu i dobnjoj klasi. Za jednokratno uzorkovanje upotrijebljen je elektroribolovni aparat na-

značene snage 2,2 kW. Na samom terenu uzete su osnovne dužinsko-težinske mjere i ljsuske uz utvrđivanje spola. Dob riba utvrđena je standardnim načinom, tj. očitanjem skleritnih prstenova ljsuske. Ljsuske su uzete s prednjega lijevog dijela tijela ribe iznad bočne linije.

Za izračunavanje tzv. prividnih specifičnih stupnjeva mortaliteta i preživljavanja koristili smo se standardnim formulama (Ricker, 1975):  $s$  (vrijednost preživljavanja) =  $-\log Z$

$Z$  (koeficijent opće smrtnosti) =  $-\ln (f-A)$ .

Kod krivulja mortaliteta uobičajenim statističkim metodama izračunana je regresijska krivulja koja najbolje prikazuje kretanje ispitivane pojave.

Ukupni godišnji mortalitet ( $r$ ) izračunan je iz dobnih frekvencija izrazom (Rounsefell, Everhart, 1953):

$$\log s = \frac{\sum_{y=x}^{n-1} \log f(y) - \sum_{y=x+1}^n \log f(y)}{n}$$

$$r = (1-s)$$

#### REZULTATI I RASPRAVA

U tabl. 1. prikazani su specifični stupnjevi mortaliteta, budući da su prikazani s obzirom na spol i dob. Vrijednost smrtnosti za samo jedan stupanj života (dobno razdoblje) predstavlja tzv. prividnu smrtnost. Ta smrtnost u ženki nalazi se unutar intervalnih vrijednosti  $Z = 0$  ( $7+—8+$ ) pa do  $Z = 0,609$  ( $1+—2+$ ). Poznajući činjenicu da

vrijednost mortaliteta varira s dobi, što se vrlo dobro uočava kod krivulja mortaliteta (sl. 1, 2 i 3) kod prividne smrtnosti ženki u rasponu od  $1+$  do  $8+$  nije uočena pravilnost u kretanju te pojave. Najveći prividni mortalitet utvrđen je u razdoblju  $1+—2+$  (mlađe dobno razdoblje), dok u najstarijem dobno razdoblju ( $7+—8+$ ) nije ni utvrđen. Usporedo s vrijednostima »specifičnih prividnih stupnjeva mortaliteta« kretale su se i vrijednosti preživljavanja, ali s obrnuto razmjernim predznakom.

Kod populacije mužjaka prividna smrtnost nalazi se unutar intervalnih vrijednosti  $Z = 0,167$  ( $2+—3+$ ) pa do  $Z = 0,571$  ( $1+—2+$ ). Kao i kod ženki, tako i kod mužjaka štuca nije uočena pravilnost u prividnom mortalitetu u pojedinim životnim razdobljima. I dok je najveći prividni mortalitet uočena u razdoblju  $1+$  do  $2+$ , najmanji opaženi prividni mortalitet zbog uskoga životnog raspona ( $1+—5+$ ) nije bio utvrđen. Iako Miller, Kennedy (1948) navode da ženke štuca žive duže nego mužjaci, ova istraživanja pokazuju da ženke do dobi  $5+$  čak imaju manju (zanemarivo) prosječnu vrijednost preživljavanja  $s = (1+—5+) = 0,602$  u usporedbi s mužjacima  $s (1+—5+) = 0,611$ . To što nisu lovljeni stariji primjerci mužjaka razloge treba tražiti unutar populacijske dinamike štuca i njezine idioekologije. Tako Popova (1971) navodi da se krupnije, a to pretpostavlja i starije jedinke unutar populacije štuca, obično zadržavaju u nižim zonama rijeke. Suprotni su tim podacima navodi Salomana (1945) te Millera, Kennedyja (1948) (tabl. 2). Po njihovim podacima, starije štuca obitavaju u gornjem dijelu rijeke.

Tablica 1. Analiza prividnih specifičnih stupnjeva mortaliteta i preživljavanja

ž	n				m				ž + m			
	n	%	s	Z	n	%	s	Z	n	%	s	Z
1+	64	46,38	0,391	0,609	42	48,28	0,429	0,571	106	47,12	0,406	0,594
2+	25	18,12	0,880	0,120	18	20,69	0,833	0,167	43	19,11	0,860	0,140
3+	22	15,94	0,500	0,500	15	17,24	0,467	0,533	37	16,44	0,487	0,513
4+	11	7,97	0,636	0,364	7	8,05	0,713	0,287	18	8,00	0,666	0,334
5+	7	5,07	0,714	0,286	5	5,74			12	5,33	0,417	0,583
6+	5	3,62	0,401	0,599					5	2,22	0,401	0,599
7+	2	1,45	1,000	0,					2	0,89	1,000	
8+	2	1,45							2	0,89		
	138	100,00			87				225	100,00		

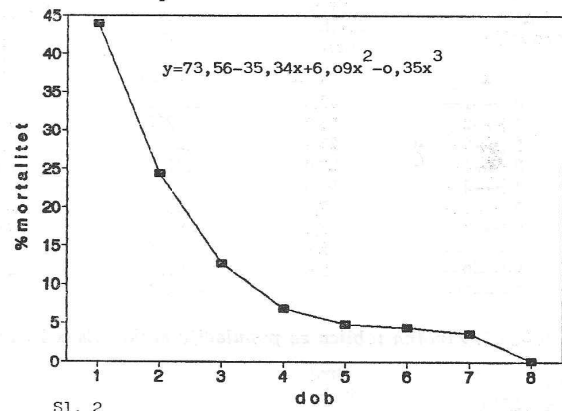
Radi potpunijeg sagledavanja problema specifičnih prividnih mortaliteta dan je grafički prikaz tzv. krivulja mortaliteta (odnosno preživljavanja). Deevey (1947) razlučuje tri osnovna tipa krivulja mortaliteta. Po njemu, kod riba ta krivulja ima konkavan izgled. Izračunavanjem optimalnih krivočrtanih regresija mortaliteta u slučaju štuca u rijeci Dravi dobivene regresije (sl. 1, 2. i 3) svojim oblikom u potpunosti odgovara postavci Deeveya.

Pomoću izračunanih regresija procijenjen je postotak udjela dobi  $0+$ , odnosno broj jedinki te dobi u uzorku. Taj broj u sva tri slučaja (kod cjelokupne populacije, mužjaka i ženki) treba uzeti s određenom rezervom budući da su regresijske jednadžbe izračunane za interval dobi  $1+$  do  $5+$ , odnosno  $1+$  do  $8+$ . Za upoznavanje dinamike populacije, nužno je utvrditi intenzitet mortaliteta u pojedinim stupnjevima razvitka te utvrditi stupanj preživljavanja u njima.

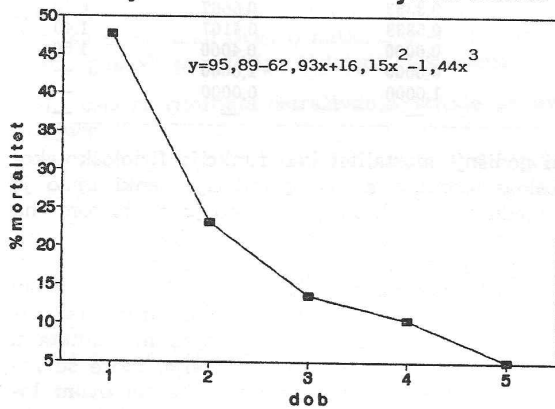
Tablica 2. Dužina trajanja života štuke (*Esox lucius* L. 1758)

Lokalitet	Očekivani životni maksimum (god)	Izvor podataka
jezero Michigan	3— 4	Carbine (1938)
rijeka Saskatchewan (d. dio)	3— 5	Salaman (1945)
rijeka Saskatchewan (g. dio)	5— 6	Miller, Kennedy (1948)
Wisconsin	3	Clark (1957)
Sjev. Wisconsin	16—17	Bennett (1962)
jezero Windermere	17	Frost, Kiplin (1987)
rijeka Drava (Cambina)	9	

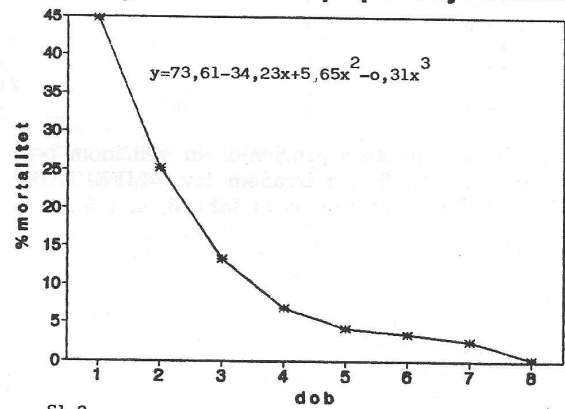
Krivulja mortaliteta ženki štuke



Krivulja mortaliteta mužjaka štuke



Krivulja mortaliteta populacije štuke



Tablica 3. Životna tablica za populaciju mužjaka štuke (*Esox lucius* L. 1758)

Dobno razdoblje	Broj živih u početku	Proporcija preživljavanja	Preživjeli u int. dobi	Konačna vrijed. mortal.	Konačna vrijed. preživlj.	Indeks
x	od x	l (x)	d (x)	m (x)	p (x)	M/P
0+—1+	83,0	1,0000	41,0000	0,4940	0,5060	0,98
1+—2+	42,0	0,5060	24,0000	0,5714	0,4286	1,33
2+—3+	18,0	0,2169	3,0000	0,1667	0,8333	0,20
3+—4+	15,0	0,1807	8,0000	0,5333	0,4667	1,14
4+—5+	7,0	0,0843	2,0000	0,2857	0,7143	0,40
5+—6+	5,0	0,0602	5,0000	1,0000	0,0000	—
6+—7+	0,0	0,0000	—	—	—	—

Tablica 4. Životna tablica za populaciju ženki štuke (*Esox lucius* L. 1758)

Dobno razdoblje	Broj živih u početku	Proporcija preživljavanja	Preživjeli u int. dobi	Konačna vrijed. mortal.	Konačna vrijed. preživlj.	Index
x	od x	1 (x)	d (x)	m (x)	p (x)	M/P
0+—1+	102,0	1,0000	38,0000	0,3725	0,6275	0,59
1+—2+	64,0	0,6275	39,0000	0,6094	0,3906	1,56
2+—3+	25,0	0,2451	3,0000	0,1200	0,8800	0,14
3+—4+	22,0	0,2157	11,0000	0,5000	0,0000	1,00
4+—5+	11,0	0,1078	4,0000	0,3636	0,6364	0,57
5+—6+	7,0	0,0686	2,0000	0,2857	0,6143	0,40
6+—7+	5,0	0,0490	3,0000	0,6000	0,4000	1,50
7+—8+	2,0	0,0196	0,0000	0,0000	1,0000	—
8+—9+	2,0	0,0196	2,0000	1,0000	0,0000	—
9+—10+	0,0	0,0000	—	—	—	—

Tablica 5. Životna tablica za populaciju štuke (*Esox lucius* L. 1758)

Dobno razdoblje	Broj živih u početku	Proporcija preživljavanja	Preživjeli u int. dobi	Konačna vrijed. mortal.	Konačna vrijed. preživlj.	Index
x	od x	1 (x)	d (x)	m (x)	p (x)	M/P
0+—1+	166,0	1,0000	60,0000	0,3614	0,6386	0,57
1+—2+	106,0	0,6386	63,0000	0,5943	0,4057	1,46
2+—3+	43,0	0,2590	6,0000	0,1359	0,8605	0,16
3+—4+	37,0	0,2229	19,0000	0,5135	0,4865	1,06
4+—5+	18,0	0,1084	6,0000	0,3333	0,6667	0,50
5+—6+	12,0	0,0723	7,0000	0,5833	0,4167	1,40
6+—7+	5,0	0,0301	3,0000	0,6000	0,4000	1,50
7+—8+	2,0	0,0120	0,0000	0,0000	1,0000	—
8+—9+	2,0	0,0120	2,0000	1,0000	0,0000	—
9+—10+	0,0	0,0000	—	—	—	—

To je omogućeno s procjenjenom veličinom populacije u (dob 0+) i izradom tzv. »LIFE TABLES« (životnih tablica), (vidi tabl. 3, 4. i 5).

Utvrđene promjene u brojnosti iz generacije u generaciju procijenjene su s obzirom na odnos između mortaliteta i preživljavanja (M/P). Izračunani indeksi u svim tablicama pokazuju da u svim dobnim razdobljima u kojima je utvrđena visoka vrijednost mortaliteta ( $M/P > 1$ ) obično u idućem dobnom razdoblju imaju veću vrijednost preživljavanja ( $M/P < 1$ ). Izuzetak od toga pravilnog smjenjivanja indeksa jest utvrđena vrijednost u dobnom razdoblju 6+ do 7+ kod cjelokupne populacije.

Na osnovi sukcesivnih vrijednosti specifičnih prividnih mortaliteta, a s obzirom na uvjetno početnu veličinu populacije (u dobi 1+), procijenjen je ukupni godišnji mortalitet (tabl. 6. i 7). Ukup-

ni godišnji mortalitet kao funkcija fiziološko-ekološkog mortaliteta kod populacije ženki imao je vrijednost  $r = 0,413$  (41%), što je s obzirom na ukupni mortalitet mužjaka  $r = 0,389$  (39%), 6,2% veća vrijednost. Za dinamiku populacije štuke u funkciji vremena natalitet i mortalitet osnovni su faktori. Budući da je u oba spola utvrđena manja vrijednost ukupnog godišnjeg mortaliteta u odnosu na vrijednost preživljavanja, može se zaključiti da se ova populacija štuke na ovom lokalitetu brojačano povećava. Ta se tvrdnja može opravdati budući da na tom području, kao što je prije navedeno, ne love privredni ribari i sportski ribolovci. Buss (1961) navodi da i pri niskom ribolovnom pritisku, ukupni godišnji mortalitet štuke ima vrijednost oko 50%. Varijabilnost ukupnog godišnjeg mortaliteta uočava isti autor koji za štuke u Minesoti navodi vrijednost 50—85%, a za jezero Wisconsin 33—56%.

Tablica 6. Procjena vrijednosti ukupnog godišnjeg mortaliteta i preživljavanja mužjaka štuke (*Esox lucius* 1758)

y	f	log f	log (1/s)	(x)	log s	s (y)	log (1/s) (w)
A	B	C	D	E	F	G	H D
1+	42	1,623 25			0,632	0,429	—1,561
2+	18	1,255 27	—0,367 98	0,847	0,921	0,834	—0,307
3+	15	1,176 09	—0,079 18	0,182	0,669	0,467	—0,876
4+	7	0,845 10	—0,330 99	0,762	0,854	0,714	—0,327
5+	5	0,698 97	—0,146 13	0,337	3,076		—3,071
	87		—0,924 28		0,769	0,611	
x			—0,231 07	0,532	—0,532	s=0,611	r=0,389

Tablica 7. Procjena vrijednosti ukupnog godišnjeg mortaliteta i preživljavanja ženki štuke (*Esox lucius L. 1758*)

y	f	log f	log (l/s)	(x)	log s	s (y)	log (l/s) (w)
A	B	C	D	E	F	G	H D
1+	64	1.806 18					
2+	25	1.397 94	—0,408 24	0,940	0,592	0,391	—2,041
3+	22	1.342 42	—0,055 52	0,128	0,944	0,879	—0,260
4+	11	1.041 39	—0,301 03	0,693	0,699	0,500	—0,998
5+	7	0.845 10	—0,196 29	0,452	0,804	0,637	—0,519
6+	5	0.698 97	—0,146 13	0,337	0,854	0,715	—0,327
7+	2	0,301 03	—0,397 94	0,916	0,602	0,399	—0,563
8+	2	0,301 03					
	138		—1,505 15		4,495		—4,708
x			—0,250 86	0,578	0,749	0,587	
					=0,578	s=0,587	r=0,413

Za tumačenje općeg kretanja brojnosti populacije štuke, provedena analiza mortaliteta i preživljavanja nije sama po sebi dovoljna osnova, budući da u isti mah ovisi o natalitetu, dobnoj strukturi, gustoći populacije i drugih faktorima.

Na osnovi rezultata istraživanja izvode se ovi zaključci:

- Pri tzv. prividnoj smrtnosti ženki i mužjaka nije uočena pravilnost u kretanju te pojave. Najveća vrijednost »prividne smrtnosti« u oba spola uočena je u razdoblju 1+ do 2+.
- Unutar životnog razdoblja od 1+ do 5+ u oba je spola uočena gotovo istovjetna prosječna vrijednost preživljavanja (60,2 odnosno 61,1%). Ženke 0,9% slabije preživljavaju nego mužjaci.
- Nakon dobi 5+ mužjaci se gube iako bolje preživljavaju. Razloge treba tražiti unutar populacijske dinamike i idioekologije.
- Očekivani najduži životni vijek štuke s toga područja iznosi devet godina.
- Krivulje mortaliteta imaju konkavan izgled karakterističan za mortalitet ribljih populacija, a definirane su izrazima:  
za ženke:  $y = 73,56 - 35,34x + 6,09x^2 - 0,35x^3$   
za mužjake:  $y = 95,89 - 62,93x - 16,15x^2 - 1,44x^3$   
za populaciju:  $y = 73,61 - 34,23x + 5,65x^2 - 0,31x^3$
- Izračunani indeksi M/P (»LIFE TABLES«) pokazuju da nakon svih dobnih razdoblja u kojima je utvrđena visoka vrijednost mortaliteta, obično u idućem razdoblju imaju veću vrijednost preživljavanja.
- Ukupni godišnji mortalitet populacije ženki iznosio je 41%, što je u usporedbi s ukupnim godišnjim mortalitetom mužjaka (39%) 6,2% veća vrijednost.

### Summary

#### THE ESTIMATE AND THE ANALYSIS OF MORTALITY AND SURVIVAL OF PIKE *ESOX LUCIUS L.*, 1785 AT ČAMBINA AREA NEXT TO THE DRAVA RIVER

The Čambina area (Đurđevac) has direct contact to the Drava River. Since the area is located on a border to Hungary it has particular importance from the economic and sports point of view. Having this in mind, Čambina area has, to a certain degree, preserved natural fish populations. The estimate and the analysis of mortality and survival of pike from this area showed that both, males and females, have almost identical average values of survival between age classes 1+ to 5+ (M = 61,1%; F = 60,2%). Mortality curves have been calculated and they are expressed as:

$$y = 73,56 - 35,34x + 6,09x^2 - 0,35x^3$$

$$y = 95,89 - 62,93x + 16,15x^2 - 1,44x^3$$

$$y = 73,61 - 34,23x + 5,65x^2 - 0,31x^3$$

Through calculated M/S indexes we can show that all age groups with a high mortality values, usually have higher survival values in a following period. The total mortality for a female population was higher than for a male population; 41 percent and 39 percent respectively.

The expected pike's lifetime from this area is nine years.

### LITERATURA

- Beverton, R. J., Holt, S. (1957): Dynamics of exploited fish population. Fish Invest. Ser. II, 533.  
Buss, K., (1961): The Northern Pike. A literature survey of the life history and culture of the northern pike. Bonner Spring Fish Research Station. Pennsylvania.

- Deevey, E. S., Jr., (1947):* Life tables for natural population of animals. *Quart. Rev. Biol.* (22) 283—314.
- Miller, R. B., Kennedy, W. A. (1948):* Pike (*Esox lucius*) from four northern Canadian Lakes. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 7, (4), 176—189.
- Nikoljski, G. V. (1974):* Teorija dinamiki stada kak biologiĉeskaja osnova racionalnoj eksplataciji i vosproizvodstva ribljih resursov. Moskva »Pišĉevaja promišljenost«.
- Popova, O., A. (1971):* Zakonomernosti rasta i sozrevanija rib. Biologiĉeski pokazateli šĉuki i okunja v vodeemah s razliĉnim gidrologiĉeskim režimom i kormnostiju. Moskva, 102—152.
- Ricker, W. E. (1975):* Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Department of the Environment Fisheries and Marine service. Ottawa.
- Rounsefell, G. A., Everhart, W. H. (1953):* Fishery science Its Methods and Applications. Hohn Wiley and sons, Inc., New York.
- Stanković, S., (1962):* Ekologija životinja. Zavod za izdavanje udžbenika, Beograd.
- Tjurin, P. V. (1962):* Faktor estestvennoj smertnosti i ego znaĉenie pri regylirovanii ribolovstva. *Voprosi ihtiologii*, Moskva, Tom 2, 24, (3), 403—427.

Primljeno 30. 1. 1991.

