

UDC 581.526.325.2(497.1) = 30  
Original scientific paper

BEITRAG ZUR KENNTNIS DES  
PHYTOPLANKTONS UND DER  
PLANKTONPRIMÄPRODUKTION DES  
RESERVATS »KOPAČKI RIT« (KOPATSCHER  
RIED)

JANJA HORVATIĆ

(Institut für Ökologie der Pädagogischen Fakultät der Universität Osijek)

Eingegangen am 6. November 1989

In den Gewässern des Reservats »Kopački rit« (Kopatscher Ried) wurden 1984—85 insgesamt 267 Phytoplanktonarten festgestellt, von denen die Gruppen der *Chrysophyta* (*Bacillariophyceae*) und *Chlorophyta* überwogen. Während dieses Zeitraums war der größte, der Kopačko jezero (Kopatscher Teich) floristisch am artenreichsten, während der tiefste Teich, Sakadaško jezero (Sakadascher Teich), infolge des negativen Abwassereinflusses floristisch am artenärmsten war.

Die Höchstwerte der Planktonprimärproduktion wurden an allen Lokalitäten (außer dem Sakadaško jezero) meistens in der oberflächigen Wasserschicht festgestellt und sie nahmen mit zunehmender Tiefe bis zu 1 m ab. Auf Grund der saprobiologischen Analyse des Phytoplanktons wurde festgestellt, daß die Qualität des Wassers an den untersuchten Lokalitäten der beta-mesosaprobischen Stufe angehörte, außer dem Wasser des gefährdeten Sakadaško jezero, das der beta-alpha-mesosaprobischen oder alpha-mesosaprobischen Stufe angehörte.

## Einleitung

Die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen (Hortobágy 1945, Milovanović & Živković 1950, Gucunski 1973, 1974, 1975, 1984, Gucunski & Horvatić 1985, u. a.) beweisen, daß die Planktonflora des Reservats »Kopački rit« sehr artenreich ist. Die zeitweilige Gefährdung der Reservatsgewässer durch Industrie und Haushaltsabwasser der Baranja im Zeitraum von 1969 bis 1984, und besonders nach dem katastrophalen Eindringen des Abwassers im Februar und März 1984, hinterließ negative Folgen auf die Planktonflora des Reservats (Gucunski 1984, Gucunski & Horvatić 1985). Den größten Schaden erlitt der Sakadaško jezero, in den direkt durch die Schleuse »Kopačevo« das mit großen Mengen organische Stoffe belastete Abwasser eindringt, und sich infolge der Strömung in alle Teile des Hydrosystems verbreitete (Abb. 1). Deswegen prägte sich der negative Einfluß des Abwassers nachhaltig auf den Metabolismus und die Bioproduktion des gesamten Hydrosystems des Rieds aus. Da die Nahrungsketten der Hydrosysteme von den planktonischen Primärproduzenten, abhängig sind, ist für den Metabolismus des Ökosystems die Kenntniss der Planktonprimärproduktion von größter Bedeutung. Die Primärproduktion, ausgedrückt durch die Anzahl der Einzelexemplare in  $\text{dm}^{-3}$  oder  $\text{cm}^{-3}$ , wurde im Hydrosystem des Kopački rit von Gucunski (1974, 1975) untersucht, während die Geschwindigkeit der Planktonprimärproduktion und der Sauerstoffbedarf in den Reservatsgewässern anhand der Methode der dunklen und hellen Flaschen (Knöpp 1960) von Horvatić (1987) erforscht wurde. Das Ziel dieser Arbeit war also die Feststellung der qualitativen Zusammensetzung des Phytoplanktons, der Geschwindigkeit der Planktonprimärproduktion sowie der Wasserqualität während des nachhaltigen Einflusses des Industrie- und Haushaltsabwassers auf die Hydrobionte des Reservats.

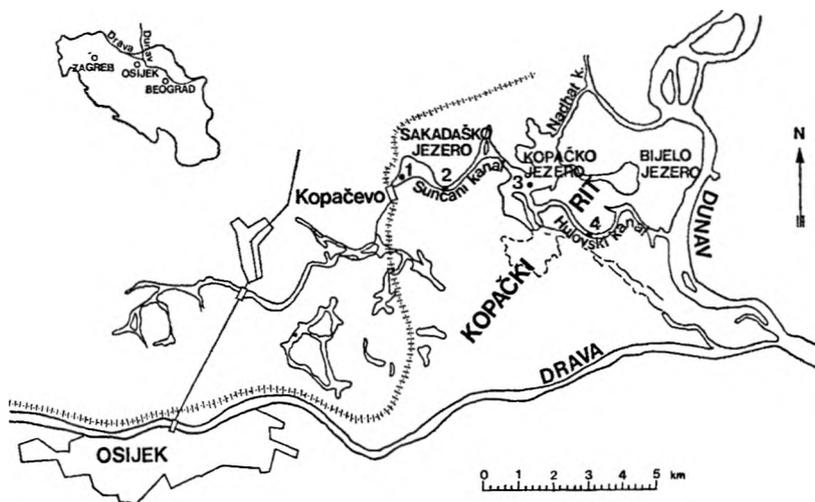


Abb. 1. Geographische Lage des Reservats Kopački rit (Kopatscher Ried): 1. Sakadascher Teich, 2. Sonnen-Kanal, 3. Kopatscher Teich, 4. Hulo-ver Kanal.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Zeitraum vom 30. 3. 1984. bis zum 18. 3. 1985. im Sakadaško und Kopačko jezero sowie im Sunčani und Hulovski kanal (Sonnen- und Hulover Kanal) durchgeführt. Von den physikalischen und chemischen Parametern wurden folgende bestimmt: die Wasser- und Lufttemperatur, die Wasserdurchsichtigkeit, der pH-Wert, der im Wasser gelöste Sauerstoff, der BSB<sub>5</sub>, der KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch, die Ammoniak-, Nitrat- und Nitritkonzentration (APHA 1975). Die Messung der Geschwindigkeit der Planktonprimärproduktion und des Sauerstoffbedarfs wurde anhand der Methode der hellen und dunklen Flaschen Knöpp 1960) in drei Tiefen: 0,1, 0,5 und 1,0 m durchgeführt. Das Experiment wurde immer in den Vormittagsstunden durchgeführt und die Exposition betrug vier Stunden. Die Geschwindigkeit der Planktonprimärproduktion und der Sauerstoffbedarf wurden nur im Sunčani und Hulovski kanal und im Kopačko jezero gemessen, während dies im Sakadaško jezero aus leider technischen Gründen unterblieb (grosse Entfernungen). Die systematische Zugehörigkeit der einzelnen Arten wurde anhand folgender Handbücher bestimmt: Arokszállásy u. a. (1968), Barta u. a. (1976), Bourrelly (1968—1972), Felföldy (1981), Huber-Pestalozzi (1961—1972). Die Indikatoren der Saprobie wurden nach Sladeček (1973) und der Index der Saprobie nach Pantle & Buck (1955) bestimmt. Der Koeffizient der floristischen Identität zwischen den einzelnen Lokalitäten wurde nach Sørensen (1948) bestimmt.

## Ergebnisse und Diskussion

### *Physikalische und chemische Faktoren*

Die Werte der erfaßten physikalischen und chemischen Faktoren sind in der Tab. 1 eingetragen, während ihre niedrigsten, höchsten und durchschnittlichen Werte für den untersuchten Zeitraum in der Tab. 2 dargestellt sind. Die Temperatur der oberflächigen Wasserschicht an den untersuchten Lokalitäten, gemessen an demselben Tag, war, außer dem Minimum (4,5°C) im Dezember 1984, im Sakadaško jezero, meistens am höchsten, was auch der Mittelwert für den untersuchten Zeitraum beweist. Die Wasserdurchsichtigkeit während des Abwassereinflusses war an allen Lokalitäten fast die gleiche und, als das Eindringen des Abwassers gestoppt wurde, verbesserte sie sich an allen Lokalitäten. Die pH-Werte beweisen, daß das Wasser immer alkalisch reagierte, während der größte Unterschied zwischen dem niedrigsten und höchsten pH-Wert 2,7 betrug (Tab. 1 und 2). Die Sättigung des Wassers mit Sauerstoff betrug im untersuchten Zeitraum im Sakadaško jezero 40,29% (30. 3. 1984).

Der festgestellte Sauerstoffmangel im Wasser bezieht sich auf den Zeitraum während des nachhaltigen Einflusses des Abwassers. Dementsprechend betrug die niedrigste Sättigung des Wassers mit Sauerstoff im Sunčani kanal 58,21% (20. 12. 1984), im Kopačko jezero 89,04% (31. 10. 1984), d. h. zur Zeit, als es keine Makrovegetation mehr gab. Einen großen Einfluß auf den Höchstwert der niedrigsten Sättigung des Wassers mit Sauerstoff im Hulovski kanal 92,90% (31. 10. 1984) übten in erster Linie die durch den Wasseraustausch mit der Donau hervorgerufenen Wasserströmungen aus.

Die größte Sättigung des Wassers mit Sauerstoff betrug im Saka-daško jezero 265,33‰ (23. 7. 1984), im Sunčani kanal 244,57‰ (22. 8. 1984) und im Hulovski kanal 211,98‰ (22. 8. 1984), was durch das Vorhanden-sein einer entwickelten Makrovegetation im Wasser während des Sommers und des reich anwesenden Phytoplanktons (Abb. 2) erklärt werden kann. Die größte Sättigung des Wassers mit Sauerstoff im Kopačko jezero, 266,39‰ (15. 4. 1984), war die Folge einer intensiven Aktivität des quantitativ und qualitativ gut Phytoplanktons, was sich auch in der vegetabilen Wasserfärbung widerspiegelte. Der Kopačko jezero, der produktivste Teich, hatte auch den größten BPK<sub>5</sub>-Mittelwert — 6,68 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup>. Die größte Belastung mit organischen Stoffen wurde im Sakadaško jezero bewiesen, und zwar auf Grund der NH<sub>4</sub>-N-Menge von 13,40 mg dm<sup>-3</sup> während des Abwassereinflusses sowie des höchsten NH<sub>4</sub>-N-Mittel-werts von 1,8 mg dm<sup>-3</sup> während des untersuchten Zeitraums, des größten KMnO<sub>4</sub>-Verbrauchs von 543,5 mg dm<sup>-3</sup> und des höchsten Mittelwerts des KMnO<sub>4</sub>-Verbrauchs von 75,69 mg dm<sup>-3</sup> (Tab. 1 und 2).

Das Phytoplankton

In der Abb. 2 ist die Gesamtzahl der Phytoplanktonarten von den untersuchten Lokalitäten des Reservats (Sakadaško und Kopačko jezero, Sunčani und Hulovski kanal) für den Zeitraum 30. 3. 1984 — 18. 3. 1985 dargestellt. Insgesamt wurden 267 Phytoplanktonarten festgestellt, davon waren die Gruppen wie folgt zusammengesetzt: *Cyanobacteria* — 28 Arten, *Euglenophyta* — 34 Arten, *Pyrrophyta* — 13 Arten, *Chrysophyta* — 77 Arten (*Heterokontae* — 5, *Chrysophyceae* — 8 und *Bacillariophyceae* — 64), *Chlorophyta* — 114 Arten und *Mycophyta* — 1 Art.

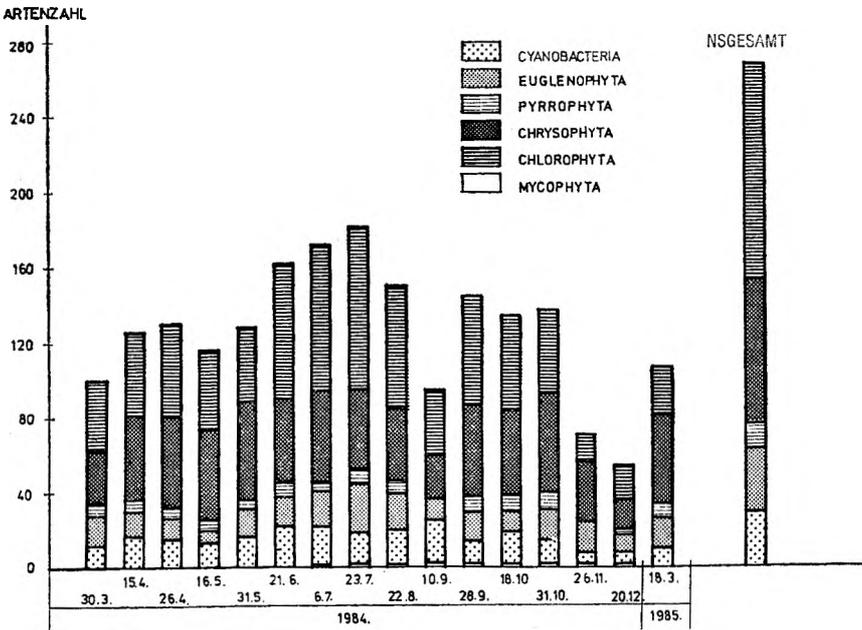


Abb. 2. Qualitative Zusammensetzung des Phytoplanktons im Kopački rit (Kopatscher Ried)

Tab. 1. Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers

		1984.															1985.
		30. 3.	15. 4.	26. 4.	15. 5.	31. 5.	21. 6.	6. 7.	23. 7.	22. 8.	10. 9.	28. 9.	18. 10.	31. 10.	26. 11.	20. 12.	18. 3.
Wassertemperatur, °C	1	10,0	—	14,0	19,0	22,0	26,0	20,0	26,0	25,5	21,0	18,5	15,0	14,0	9,0	4,5	6,0
	2	12,0	15,0	11,5	14,0	16,5	23,0	19,0	21,5	21,5	17,5	14,0	12,0	11,0	9,0	5,0	6,8
	3	12,0	15,0	12,0	15,0	17,0	24,0	19,0	22,0	21,5	—	14,5	13,0	11,0	—	—	5,5
	4	—	14,0	12,0	14,5	16,0	23,0	18,5	23,0	21,0	—	14,0	12,0	11,5	—	—	6,0
Lufttemperatur, °C	1	13,0	—	17,0	17,0	18,0	29,0	17,0	28,0	23,0	18,0	20,0	14,0	9,0	11,0	5,0	8,5
	2	14,0	14,0	10,0	12,0	14,5	21,5	16,0	21,5	19,5	15,0	15,0	11,0	9,0	11,0	5,0	10,0
	3	15,0	15,0	11,0	15,0	15,0	21,5	16,0	22,0	19,5	—	16,0	12,0	9,0	—	—	9,0
	4	—	17,0	12,0	15,0	19,0	22,0	16,0	22,0	20,5	—	16,0	12,0	8,0	—	—	9,0
Tiefe, m	1	1,60	—	1,50	7,82	7,85	7,15	2,03	6,40	6,35	1,49	7,70	5,05	4,65	5,94	4,90	6,40
	2	0,80	1,40	0,92	1,70	2,23	1,40	1,43	0,58	0,90	1,50	1,60	1,51	0,25	1,32	0,85	0,69
	3	1,20	1,50	1,25	1,50	2,30	1,50	1,53	0,80	1,05	—	1,93	1,51	0,33	—	—	0,74
	4	—	2,05	1,50	1,71	1,95	3,00	2,60	1,40	1,45	—	1,80	1,50	1,20	—	—	2,30
Durchsichtigkeit, m	1	0,25	—	0,35	0,40	0,35	0,38	0,57	0,63	0,60	0,49	0,40	0,40	0,63	0,78	1,05	1,24
	2	0,20	0,35	0,30	0,32	0,30	0,30	0,36	0,39	0,40	0,37	0,78	1,20	0,25	0,80	0,85	0,69
	3	0,30	0,25	0,35	0,25	0,35	0,25	0,35	0,42	0,40	—	0,88	1,01	0,33	—	—	0,65
	4	—	0,30	0,35	0,32	0,30	0,35	0,37	0,38	0,40	—	0,40	0,90	0,56	—	—	0,89
pH-Wert	1	9,0	—	8,1	7,7	8,5	7,5	7,5	7,6	8,6	7,8	8,9	8,6	7,3	7,5	7,7	8,1
	2	8,3	9,1	8,2	8,0	7,9	7,5	8,4	7,6	8,6	8,0	9,0	7,4	7,3	7,5	7,5	7,3
	3	8,0	9,2	8,5	9,2	8,3	7,5	8,6	8,0	9,2	—	9,4	9,9	7,3	—	—	7,5
	4	—	9,0	8,1	7,8	7,9	7,6	8,6	8,8	8,7	—	7,7	7,8	7,2	—	—	7,3
Apsorbiertes O <sub>2</sub> , mg dm <sup>-3</sup>	1	4,4	—	14,4	17,2	16,4	11,2	7,2	21,2	23,6	10,8	26,4	16,0	7,5	6,8	6,8	16,4
	2	15,6	19,6	19,2	8,8	10,8	10,8	12,4	11,2	20,8	11,2	11,2	12,4	12,8	8,8	7,2	13,6
	3	16,4	26,0	12,8	26,0	11,2	14,4	14,0	19,2	20,8	—	10,4	12,0	9,5	—	—	13,6
	4	—	20,4	16,4	10,4	10,8	11,2	13,6	16,0	18,4	—	10,6	11,2	9,8	—	—	14,4
BSB <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	1	1,60	—	8,0	8,2	7,6	8,4	5,2	6,3	6,8	6,4	11,6	12,0	3,8	2,0	3,6	7,2
	2	5,50	6,1	7,2	3,2	2,8	7,6	9,2	8,4	10,8	7,2	3,6	6,4	6,1	4,4	3,8	1,2
	3	2,20	7,6	4,0	7,6	2,4	10,8	10,4	8,4	12,0	—	8,8	5,2	4,1	—	—	3,2
	4	—	6,3	5,2	5,8	3,6	8,4	8,4	8,0	9,6	—	2,4	6,8	4,5	—	—	7,2
NH <sub>4</sub> -N mg N dm <sup>-3</sup>	1	13,4	—	7,12	0,89	0,28	0,06	0,15	0,36	0,34	0,20	0,24	0,63	0,63	1,02	0,97	0,76
	2	10,4	0,62	1,90	0,20	0,41	0,16	0,34	0,45	0,19	0,32	0,17	0,41	0,45	1,04	0,81	0,97
	3	0,41	0,56	0,94	0,56	0,46	0,13	0,27	0,40	0,31	—	0,27	0,37	1,22	—	—	0,46
	4	—	0,56	3,7	0,23	0,57	0,16	0,24	0,36	0,25	—	0,17	0,52	0,87	—	—	0,22
KMnO <sub>4</sub> Verbrauch mg dm <sup>-3</sup>	1	543,5	—	46,1	25,9	28,4	42,7	37,9	31,9	19,0	39,5	35,4	88,3	43,6	35,1	39,5	78,5
	2	48,3	36,7	45,2	22,1	19,0	44,2	30,0	38,2	18,0	32,2	21,5	41,1	31,6	30,6	28,1	537,0
	3	47,4	41,4	43,3	41,4	18,3	45,8	48,0	38,2	23,4	—	25,3	37,9	32,2	—	—	18,0
	4	—	36,3	42,0	22,1	16,9	42,6	42,7	36,7	23,4	—	18,6	38,6	34,8	—	—	72,6
NO <sub>2</sub> -N mg N dm <sup>-3</sup>	1	0,19	—	0,08	0,04	0,02	0,18	0,01	0,01	0,010	0,00	1,45	0,002	0,20	0,17	0,08	0,37
	2	0,003	0,04	0,04	0,04	0,03	0,18	0,02	0,004	0,004	0,22	0,05	0,01	0,01	0,17	0,08	0,37
	3	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	0,00	0,03	0,01	0,004	—	0,03	0,23	0,02	—	—	0,02
	4	—	0,04	0,04	0,04	0,03	0,17	0,03	0,01	0,004	—	0,03	0,01	0,02	—	—	0,02
NH <sub>3</sub> -N mg N dm <sup>-3</sup>	1	0,0	—	0,43	1,64	0,96	0,00	0,16	0,12	0,00	0,16	0,04	0,29	0,01	0,02	0,09	0,04
	2	0,31	0,70	0,40	1,64	2,17	0,00	0,03	0,09	0,00	0,00	2,83	0,27	0,20	0,01	0,01	0,00
	3	0,39	1,29	0,40	1,29	1,98	0,16	0,002	0,006	0,00	—	1,23	0,01	0,20	—	—	0,76
	4	—	0,82	0,35	1,64	2,56	0,00	0,01	0,07	0,00	—	0,37	0,19	0,20	—	—	0,94

1 — Sakadaško jezero (Sakadascher Teich), 2 — Sunčani kanal (Sonnen Kanal), 3 — Kopačko jezero (Kopatscher Teich), 4 — Hulovski kanal (Hulover Kanal)

Tab. 2. Minimale, Maximale und Mittelwerte der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers

	Sakadaško jezero			Sunčani kanal			Kopačko jezero			Hulovski kanal		
	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert
Wassertemperatur, °C	4,50	26,00	16,70	5,00	23,00	14,33	5,50	24,00	15,50	6,00	23,00	15,46
Lufttemperatur, °C	5,00	29,00	16,50	5,00	21,50	13,69	9,00	22,00	15,08	8,00	22,00	15,71
Tiefe, m	1,49	7,85	5,12	0,25	2,23	1,19	0,33	2,30	1,32	1,20	3,00	1,87
Durchsichtigkeit, m	0,25	1,24	0,57	0,20	1,20	0,49	0,25	1,01	0,45	0,30	0,90	0,46
pH-Wert	7,30	9,00	8,03	7,30	9,10	7,98	7,30	9,90	8,51	7,20	9,00	8,04
Apsorbiertes O <sub>2</sub> , mg dm <sup>-3</sup>	4,40	26,40	13,75	7,20	2,80	12,90	9,50	26,00	15,87	9,80	20,40	13,60
O <sub>2</sub> - Sättigung, %	40,29	265,33	119,36	58,21	241,57	124,78	89,04	266,39	154,92	92,90	211,98	140,99
BSB <sub>5</sub> , mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	1,60	12,00	6,58	1,20	10,80	5,84	2,20	12,00	6,58	2,40	9,60	6,35
NH <sub>4</sub> -N, mgN dm <sup>-3</sup>	0,06	13,40	1,80	0,16	10,40	1,18	0,13	1,22	0,49	0,16	3,70	0,65
KMnO <sub>4</sub> - Verbrauch mg dm <sup>-3</sup>	19,00	543,50	75,69	18,00	537,00	63,99	18,00	48,00	35,43	16,90	72,60	35,61
NO <sub>3</sub> -N, mgN dm <sup>-3</sup>	0,002	1,45	0,19	0,003	0,37	0,08	0,00	0,23	0,04	0,004	0,17	0,04
NO <sub>2</sub> -N, mgN dm <sup>-3</sup>	0,00	1,64	0,26	0,00	2,83	0,54	0,00	1,98	0,59	0,00	2,56	0,59

Tab. 3. Planktonprimärproduktion und Sauerstoffbedarf im Sunčani kanal (Sonnen Kanal)

	SA mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SH mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SD mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SPG (4 Stunden) <sup>-1</sup>	SVG (4 Stunden) <sup>-1</sup>	P mgCm <sup>-3</sup> h <sup>-1</sup>	P/R	SPG <sub>r</sub> mg O <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> (4 Stunden) <sup>-1</sup>	SVG <sub>r</sub> mg O <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> (4 Stunden) <sup>-1</sup>
30. 3. 1984.									
Tiefe, m									
0,1	15,6	26,4	14,4	12,0	1,2	937,5	10,0	4,0	0,6
0,5		18,4	14,4	4,0	1,2	312,5	3,3		
15. 4. 1984.									
0,1	19,6	23,2	18,8	4,4	0,8	343,7	5,5	3,2	0,9
0,5		22,4	18,4	4,0	1,2	312,5	3,3		
		19,6	19,2	0,4	0,4	31,25	1,0		
26. 4. 1984.									
0,1		29,2	16,8	12,4	2,3	968,7	5,4		
0,5	19,2	22,8	16,0	6,8	3,2	531,2	2,12	7,3	2,7
1,0		20,4	17,2	3,2	2,0	250,0	1,6		
15. 5. 1984.									
0,1		10,4	8,4	2,0	0,4	156,2	5,0		
0,5	8,8	11,0	8,5	2,5	0,3	195,3	8,3	2,5	0,3
1,0		11,5	8,7	2,8	0,1	218,7	28,0		
31. 5. 1984.									
0,1		11,6	10,8	0,8	0,0	62,5	—		
0,5	10,8	11,6	10,8	0,8	0,0	62,5	—	0,8	0,1
1,0		11,2	10,4	0,8	0,4	62,5	2,0		
21. 6. 1984.									
0,1		16,4	8,8	7,6	2,0	593,7	3,8		
0,5	10,8	11,6	9,2	2,4	1,6	187,5	1,5	3,5	1,8
1,0		10,2	8,8	1,4	2,0	109,3	0,7		
6. 7. 1984.									
0,1		18,0	12,0	6,0	0,4	468,7	15		
0,5	12,4	14,4	12,4	2,0	0,0	156,3	—	2,5	0,2
1,0		12,0	12,0	0,0	0,4	—	—		
23. 7. 1984.									
0,1		24,0	9,2	14,8	2,0	1156	7,4		
0,5	11,2	14,4	9,2	5,2	2,0	406,3	2,6	5,0	2,0
22. 8. 1984.									
0,1		25,2	18,8	6,4	2,0	500,0	3,2		
0,5	20,8	18,8	18,4	0,8	2,4	62,5	0,3	2,0	2,2
1,0		18,8	18,8	0,0	2,0	—	—		
10. 9. 1984.									
0,1		16,8	10,8	6,0	0,4	468,7	15,0		
0,5	11,2	12,0	8,8	3,2	2,4	250,0	1,3	3,2	1,5
1,0		10,8	10,4	0,4	0,8	31,25	0,5		

Tab. 4 Planktonprimärproduktion und Sauerstoffbedarf im Kopačko jezero (Kopatscher Teich)

	SA mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SH mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SD mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SPG SVG (4 Stunden) <sup>-1</sup>		P mg C m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	SPG <sub>r</sub> mg O <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> (4 Stunden) <sup>-1</sup>	SVG <sub>r</sub> mg O <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> (4 Stunden) <sup>-1</sup>
30. 3. 1984.								
Tiefe, m								
0,1		19,2	11,6	7,6	4,8	593,7		
0,5	16,4	16,8	13,6	3,2	2,8	250,0	3,6	3,1
1,0		14,8	14,4	0,4	2,0	31,3		
15. 4. 1984.								
0,1		24,8	20,4	4,4	5,6	343,8		
0,5	26,0	21,6	19,2	2,4	6,8	187,5	2,5	6,2
1,0		20,4	19,6	0,8	5,6	62,5		
26. 4. 1984.								
0,1		14,4	11,5	2,9	1,3	226,5		
0,5	12,8	15,4	12,2	3,2	0,6	250,0	3,3	0,7
1,0		16,4	12,6	3,8	0,4	296,8		
15. 5. 1984.								
0,1		14,4	12,0	2,4	0,8	187,5		
0,5	12,8	14,0	10,8	3,2	2,0	250,0	2,6	1,4
1,0		13,6	12,0	1,6	0,8	125,0		
31. 5. 1984.								
0,1		11,6	10,8	0,8	0,4	62,5		
0,5	11,2	12,8	10,9	1,9	0,3	148,4	1,7	0,3
1,0		13,2	10,9	2,3	0,3	179,7		
21. 6. 1984.								
0,1		19,2	13,6	5,6	0,8	437,5		
0,5	14,4	15,2	13,2	2,0	1,2	156,3	2,7	1,3
1,0		13,6	12,4	1,2	2,0	93,7		
6. 7. 1984.								
0,1		15,6	12,8	2,8	1,2	218,7		
0,5	14,0	14,0	12,8	1,2	1,2	93,8	1,4	1,0
1,0		14,0	13,6	0,4	0,4	31,3		
23. 7. 1984.								
0,1		23,2	19,0	4,2	0,2	328,1		
0,5	19,2	20,8	19,1	1,7	0,1	132,8	1,3	0,1
22. 8. 1984.								
0,1		26,4	20,0	6,4	0,8	500,0		
0,5	20,8	23,6	20,8	2,8	0,0	218,7	2,3	0,2

Tab. 5. Planktonprimärproduktion und Sauerstoffbedarf im Hulovski kanal (Hulover Kanal)

	SA mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SH mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SD mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	SPG (4 Stunden) <sup>-1</sup>	SVG	P mg C m <sup>-3</sup> h <sup>-1</sup>	SPG <sub>r</sub> mg O <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> (4 Stunden) <sup>-1</sup>	SVG <sub>r</sub> (4 Stunden) <sup>-1</sup>
15. 4. 1984.								
Tiefe, m								
0,1		23,6	18,4	5,2	2,0	406,2		
0,5	20,4	21,2	17,6	3,6	2,8	281,2	3,7	2,5
1,0		20,6	18,0	2,6	2,4	203,1		
26. 4. 1984.								
0,1		23,6	15,2	8,4	1,2	656,2		
0,5	16,4	19,6	14,0	5,6	2,4	437,5	5,5	1,5
1,0		18,4	16,3	2,1	0,1	164,0		
15. 5. 1984.								
0,1		12,4	10,3	2,1	0,1	164,0		
0,5	10,4	11,6	10,3	1,3	0,1	101,5	1,5	0,2
1,0		11,3	10,2	1,1	0,2	85,9		
31. 5. 1984.								
0,1		11,6	10,4	1,2	0,4	93,7		
0,5	10,8	11,2	9,8	1,4	1,0	109,4	1,1	0,7
1,0		10,8	10,4	0,4	0,4	31,3		
21. 6. 1984.								
0,1		15,6	9,2	6,4	2,0	500,0		
0,5	11,2	11,4	9,2	2,2	2,0	171,8	3,1	1,9
1,0		11,2	9,6	1,6	1,6	125,0		
6. 7. 1984.								
0,1		16,8	12,8	4,0	0,8	312,5		
0,5	13,6	15,6	12,4	3,2	1,2	250,0	3,0	1,1
1,0		13,8	12,4	1,4	1,2	109,3		
23. 7. 1984.								
0,1		20,4	15,2	5,2	0,8	406,2		
0,5	16,0	16,4	14,4	2,0	1,6	156,2	2,8	0,5
1,0		15,9	14,1	1,8	1,9	140,6		
22. 8. 1984.								
0,1		23,4	16,4	7,0	2,0	546,8		
0,5	18,4	22,8	17,6	5,2	0,8	406,2	4,9	1,3
1,0		18,8	16,8	2,0	1,6	156,2		

- SA — Sauerstoffgehalt am Anfang des Experiments, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup>  
 SH — Sauerstoffgehalt in hellen Flaschen, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> (4 Stunden)<sup>-1</sup>  
 SD — Sauerstoffgehalt in dunklen Flaschen, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> (4 Stunden)<sup>-1</sup>  
 SPG — Planktonprimärproduktion, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> (4 Stunden)<sup>-1</sup>  
 SVG — Sauerstoffbedarf, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> (4 Stunden)<sup>-1</sup>  
 P — Bruttoproduktion, mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>  
 SPG<sub>r</sub> — Sauerstoffproduktion ausgedrückt als Oberflächenwert, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> (Stunden)<sup>-1</sup>  
 SVG<sub>r</sub> — Sauerstoffbedarf ausgedrückt als Oberflächenwert, mg O<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> (4 Stunden)<sup>-1</sup>

Die größte Gesamtzahl (181) der Arten wurde Mitte Sommer bei sehr günstigen ökologischen Bedingungen festgestellt und die niedrigste Artenanzahl (53) Ende Herbst bei sehr ungünstigen ökologischen Bedingungen (Abb. 2, Tab. 1). Die niedrigste Artenanzahl bezieht sich nur auf die Lokalitäten im Sakadaško jezero und Sunčani kanal; wegen des niedrigen Wasserstands war es nicht möglich, mit dem Kahn in den Kopačko jezero bzw. den Hulovski kanal hineinzufahren. Von den untersuchten Lokalitäten wurde die größte Gesamtzahl (233) der Arten im produktivsten Teich, dem Kopačko jezero, festgestellt. Fast die gleiche Artenanzahl (216) konnte im Sunčani und Hulovski kanal ermittelt werden, da sie miteinander direkt verbunden sind. Die niedrigste Gesamtzahl (195) der Arten wurde im Sakadaško jezero, ermittelt, das bis August 1984 zeitweise unter Abwassereinfluß war. In der Phytoplanktongemeinschaft überwogen im Laufe des Sommers die Vertreter der *Chlorophyta* und im Laufe des Winters die Vertreter der *Bacillariophyceae*. Die ermittelten Koeffizientwerte der floristischen Identität (Sørensen 1948) beweisen, daß floristisch die benachbarten Lokalitäten am ähnlichsten waren:

Kopačko jezero und Sunčani kanal	66,40%,
Kopačko jezero und Hulovski kanal	65,00%,
Hulovski und Sunčani kanal	61,60%,
Sakadaško jezero und Sunčani kanal	61,30%,

während demgegenüber die räumlich entfernten Lokalitäten eine niedrigere floristische Identität aufwiesen — Sakadaško und Kopačko jezero — 57,90% und Sakadaško jezero und Hulovski kanal — 57,90%.

Die auf Grund der saprobiologischen Analyse des Phytoplanktons ermittelten Indexwerte der Saprobie (S) schwankten von 1,9 bis 2,6, was darauf hinweist, daß die Reservatsgewässer während des untersuchten Zeitraums der beta-mesosaprobischen und beta-alpha-mesosaprobischen Stufe angehörten. Der alpha-mesosaprobischen Stufe gehörte nur das Wasser im Sakadaško jezero (März und April 1984).

#### Die Planktonprimärproduktion

Die Werte der Geschwindigkeit der Planktonprimärproduktion, SPG, nahmen an allen untersuchten Lokalitäten mit zunehmender Tiefe beginnend von der Oberfläche bis zu 1 m Tiefe ab: Sunčani kanal 7,6—1,4 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> /4 Stunden<sup>-1</sup>, Hulovski kanal 6,4—1,6 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> /4 Stunden<sup>-1</sup> und Kopačko jezero 5,6—1,2 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> /4 Stunden<sup>-1</sup>, was aus der Tab. 2, 3 und 4 ersichtlich ist. Die größte Geschwindigkeit der Sauerstoffproduktion (14,8 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup> /4 Stunden<sup>-1</sup> wurde Ende Juli 1984 im Sunčani kanal festgestellt, was gleichzeitig auch die größte Bruttoproduktion (1156 mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>) während der Untersuchungszeit darstellt. Diese große Geschwindigkeit der Sauerstoffproduktion und die große Sättigung mit Sauerstoff (130,08%) sind Folge einer starken photosynthetischen Aktivität der artenreichen Phytoplanktongemeinschaft (101 Art), in der die Vertreter der *Chlorophyta* überwogen. Die größte Bruttoproduktion (218,7—593,7 mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>) im Kopačko jezero war in der oberflächigen Wasserschicht vorhanden (Tab. 3), mit Ausnahme der Monate April und Mai 1984, als sie mit steigender Tiefe bis zu 1 m zunahm. Der Mittelwert der Geschwindigkeit der Sauerstoffproduktion, ausgedrückt als Oberflächenwert SPGf, war zur Zeit der Untersuchung am höchsten (3,2 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup>/4 Stunden<sup>-1</sup> im Hulovski kanal (Tab. 4), was auch das gleichzeitige Vorhandensein der größten Anzahl der Phytoplanktonarten in einer Probe

bestätigt. Die Werte des Sauerstoffbedarfs (Respiration), SVG, waren unterschiedlich, was von den Lokalitäten und der Zeit der Untersuchung abhing (Tab. 2, 3, 4). Die festgestellten Änderungen in der Planktonprimärproduktion wurden durch die veränderten physikalischen und chemischen Faktoren hervorgerufen, auf die der unterschiedliche Donauwasserstand und das nachhaltige Einwirken des Abwassers aus der Baranja den größten Einfluß ausübten.

## Literatur

- APHA, 1975: Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, 14<sup>th</sup> Edition, New York.
- Aroksdálasy, Z., J. Bánhegy, A. Boros, L. Gallé, T. Hortobágyi, 1968: Növényhatarozo. I kötek. Tankönyvkiado, Budapest.
- Barta, S., L. Felföldy, L. Hajdu, K. Horváth, K. Keve, A. Schmidt, G. Tamás, G. Uherkovich, L. Vörös, 1976: *Chlorococcales*. Vizdok, Budapest.
- Bourrelly, P., 1968—1972: Les algues d'eau douce. Tome I—III. Edition N. Boubée et Cie. Paris. Ettl., H., 1978: *Xanthophyceae*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Felföldy, L., 1981: A zöldalgák (*Desmidiáles*). Vizdok 10, Budapest.
- Gucunski, D., 1973: Prilog poznavanju planktonske flore u zaštićenom području Kopačkog rita. Acta Bot. Croat. 32, 205—216.
- Gucunski, D., 1974: Sezonske oscilacije fitoplanktona u zaštićenom području Kopačkog rita. Acta Bot. Croat. 33, 163—173.
- Gucunski, D., 1975: Kvantitativna istraživanja fitoplanktona u Upravljanom prirodnom rezervatu Kopački rit. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Gucunski, D., 1984: Das Phytoplankton des Naturreservats Kopački rit als Reiniger des Donauwassers. 24. Arbeitstagung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, Szentendre Ungarn, 89—93.
- Gucunski, D., J. Horvatić, 1985: Die Rolle des Hulovo Kanals im Austausch des Phytoplanktons zwischen der Donau und dem Reservat »Kopački rit«. 25. Arbeitstagung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, Bratislava, 204—208.
- Horvatić, J., 1987: Promjene planktonske primarne produkcije Specijalnog zoološkog rezervata »Kopački rit« u odnosu na ekološke faktore. Magistarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1—149.
- Hortobágyi, T., 1945: Beitrag zur Kenntnis der Mikrophytobiocönose des Beller Teiches in Monat August. Albertina 1, 65—112.
- Huber-Pestalozzi, G., 1961—1972: Das Phytoplankton des Süßwassers. Teil 1—6. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Knöpp, H., 1960: Untersuchungen über das Sauerstoffproduktionspotenzial von Flussplankton, Schweiz, Z. Hydrol. 22, 152—166.
- Milovanović, D., A. Živković, 1950: Prethodna saopštenja o sezonskim promenama organske produkcije u vodama plavne oblasti Dunava kod Apatina. Srpska akademija nauka, Beograd.
- Pantle, R., H. Buck, 1955: Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Besondere Mitteilung im Deutschen Gewässerkundlichen 12, 135—143.
- Sledeček, V., 1973: System of water quality from the biological point of view. Ergebnisse der Limnologie, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Sørensen, T., 1948: A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. D. Kgl. Vidensk. Selskab, Biol. Skrifter 5(4), 1—34.

## SUMMARY

## COMPOSITION OF PHYTOPLANKTON AND PLANKTON PRIMARY PRODUCTION OF THE RESERVE »KOPAČKI RIT«

Janja Horvatić

(Department of Ecology, Faculty of Education, University of Osijek)

In the waters of the Reserve in 1984—85 in total 267 phytoplankton taxa were established, with *Chrysophyta* (*Bacillariophyceae*) and *Chlorophyta* predominating. In the period of investigation the biggest Kopačko Lake was floristical the richest, but the deepest Sakadaško Lake was the poorest because of negative influence by waste waters.

Calculated coefficient of floristical similarity showed that floristical were the most simillary localities which was the nearest localities, but opposite of this the farthest localities had the least floristical similarity.

The greatest value of plankton primary production was the most frequently established in the surface layer on all localities (except Sakadaško Lake) and it was decreasing towards the depth of 1 metre.

According to the saprobiological analysis of phytoplankton it is obvious that quality of water, in investigated localities, belongs to beta-mesosaprobic degree, except the water of polluted Sakadaško Lake which belongs to beta-alpha or alpha-mesosaprobic degree.

## SAŽETAK

## PRILOG POZNAVANJU FITOPLANKTONA I PLANKTONSKE PRIMARNE PRODUKCIJE REZERVATA »KOPAČKI RIT«

Janja Horvatić

(Zavod za ekologiju Pedagoškog fakulteta Sveučilišta u Osijeku)

U vodama rezervata »Kopački rit« nađeno je ukupno u 1984—85. godini 267 fitoplanktonskih svojti. Brojem svojti su dominirale skupine *Chrysophyta* (*Bacillariophyceae*) i *Chlorophyta*. U to vrijeme florno je bilo najbogatije najveće, Kopačko jezero, a najdublje, Sakadaško jezero, je zbog negativnog utjecaja otpadnih voda bilo najsiromašnije.

Izračunani koeficijenti florne sličnosti pokazali su da su florno bili najbliži prostorno najbliži lokaliteti, a najmanju sličnost imali su prostorno najudaljeniji lokaliteti.

Najveće vrijednosti planktonske primarne produkcije bile su najčešće izmjerene u površinskom vodenom sloju na svim lokalitetima (osim u Sakadaškom jezeru) i opadale su prema dubini od 1 m.

Na temelju saprobiološke analize fitoplanktona može se zaključiti da je kvaliteta vode u istraživanim lokalitetima pripadala beta-mezosaprobnom stupnju, osim vode ugroženog Sakadaškog jezera, koja je pripadala beta-alfa ili alfa-mezosaprobnom stupnju.

Mr. Janja Horvatić  
Faculty of Education,  
University of Osijek  
J. Vlahovića 9  
YU-54000 Osijek (Jugoslavija)