

NEKI ASPEKTI PROBLEMA ZAGAĐENJA RIJEČKOG ZALJEVA OTPADNIM VODAMA

B. SEKULIĆ i LJ. JEFTIĆ

UVOD

Prostor Riječkog zaljeva, danas zaokuplja našu pažnju više nego ikada do sada. Na njegovim obalama susreću se stanovanje, radne aktivnosti i rekreativni sadržaji. Nije lako izdvojiti bilo koju aktivnost iz prostornog sadržaja ili pak nametnuti bilo kojoj od njih primarnost druge, a da se to ne odrazi na opću ekološku stabilnost prostora. Idealno bi bilo kad bi se sve te aktivnosti locirale na, za to, pripremljenom prostoru koji bi bio pažljivo odabran, kako bi se postigla optimalna ekološka ravnoteža pojedinih aktivnosti.

U slučaju prostora Riječkog zaljeva, imamo stara nasljeđa jedne ili sve tri aktivnosti, koje se s novim društveno-ekonomskim odnosima nadopunjavaju, prateći suvremeni eksponencijalni rast za novim ljudskim dobrima. Stoga, često dolazi do ataka na prostor, čije konzekvence u krajnjoj liniji osjeća i rješava čovjek — kreator tog prostora.

Kako ovom prostoru gravitiraju tri općine: Rijeka, Opatija i Krk, to smo u kontekstu tih aktivnosti izdvojili demografsku i turističku dinamiku sa željom da predočimo najnovija kretanja i njihovu vrijednost za ovaj prostor. U vezi s njima data su određena zapažanja na način lokacije i tretman otpadnih voda u akvatorij Riječkog zaljeva, koje predstavljaju opasnost za autohtoni živalj i turiste, a uz industrijska zagađenja, neposredni atak na sam biotop prostora.

OPĆE GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE PROSTORA

Riječki zaljev, duboko uvučen u kopno, s našom najvećom lukom na Jadranu — Rijekom, jedinstven je po svom geografskom položaju, ne samo na Jadranu, već i u cijelom Sredozemlju. »Riječka kopča« najpovoljnije uključuje Jugoslaviju u svjetske prometno-gospodarske tokove. Razmjerno maleni, površine 449,5 km², prosječne dubine 60—65 m, Riječki zaljev sa svoja tri ulaza: Velim i Srednjim Vratima, te Tihim Kanalom, predstavlja s oceanološkog aspekta veoma dinamičan prostor.

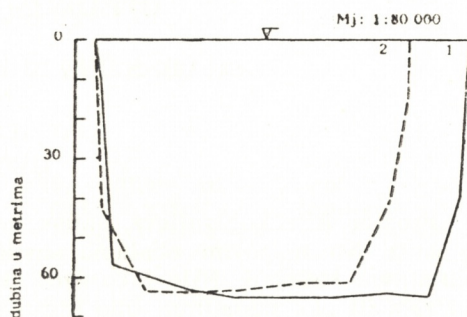
Prostorni obuhvat Riječkog zaljeva graniče slijedeće točke: rt Šip (uvala Brseč) — rt Jablanac (otok Cres) — rt Glavotok (otok Krk) — rt Šilo (otok Krk) — zapadni dio otoka Sv. Marko — rt Oštro kod Kraljevice — obalna granica riječkog i opatijskog primorja (slika 1).

Volumen tako omeđenog prostora iznosi $26,9 \text{ km}^3$ (računato s prosječnom dubinom od 60 m). Usporedbe radi, volumen Jadranskog mora iznosi 34977 km^3 , tako da Riječki zaljev iznaša samo $0,08\%$! Položaj i dimenzije Riječkog zaljeva sa svim njegovim prolazima date su na slici 1 i tablici 1.

Položaj Riječkog zaljeva (šrafirano) u regiji Sjevernog Hrvatskog primorja



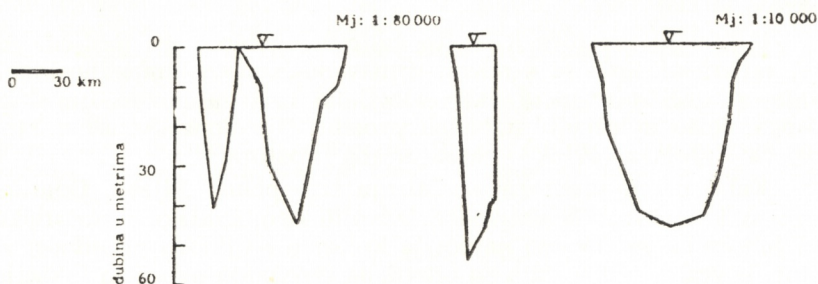
1 Profil kanala Srednja vrata
2 Profil kanala Vela vrata



Profil kanala
Tihi kanal

Profil ulaza
u Omišaljki zaljev

Profil ulaza
u Bakarski zaljev



Slika 1. Položaj Riječkog zaljeva s dimenzijama svih prolaza
Fig. 1. Position of Rijeka bay with the Cross sections of the passes.

Prostorna diferenciranost opatijskog i riječkog primorja, te primorja sjeverozapadnog dijela otoka Krka, uvjetovana je visokim planinskim okvirom Učke, Čićarije i Velebita. Pod utjecajem orografskog efekta, zrak vlažnih, južnih vjetrova se kondenzira, oblačnost se povećava, pa se planinska zona izdvaja kao otok najkišovitijih dijelova Jugoslavije. Mada ovaj prostor prima relativno veliku srednju godišnju količinu oborina, 1500 mm, u lipnju padne samo 100 mm. Tako na pr. obalni rub otoka Krka i Cresa prima godišnje oko 1250 mm padalina Rijeka 1500, Učka 2000, dok se na području Velebita i Gorskog Kotara izluči čak 3500 mm godišnje.

Tab. 1. Dimenzije Riječkog zaljeva

	Površina km ²	Volumen km ³	Prosje. dubina m	Širina m	V ‰
Riječki zaljev	449,5	26,9	60		0,744
Bakarski zaljev	3,1	6,95x10 ⁻²	28,3		
Bakarski prolaz	1,288x10 ⁻²		24,3	420	
Omišaljski zaljev	2,8	9,28x10 ⁻²	33,2		
Omišaljski prolaz	3,024x10 ⁻²		39,8	850	
Vela Vrata	35,712x10 ⁻²		52,0	6400	
Srednja Vrata	46,280x10 ⁻²		50,4	7650	
Tihi Kanal	6,976x10 ⁻²		19,0	3850	
Jadransko more	138595	34977	173		100

Iako podaci srednjih godišnjih temperatura zraka, padalina, te trajanja sijanja sunca ne pokazuju veća odstupanja i razlike između primorja Opatije, Rijeke i Krka, svaki od ova tri prostora ima svoje specifičnosti. Dok na primorju otoka Krka dominira bura s učestalošću 57,9‰, jugo 27,8‰ i maestral s 11,3‰, dotle je obala Rijeke malo zaklonjenija, pa je učestalost ovih vjetrova smanjena — bura puše s 41‰ učestalosti, jugo 6‰ i maestral s 11‰⁽¹⁾.

Klimatske prilike opatijskog primorja posebno su uvjetovane planinskim okvirom Učke, gdje prvenstveno dolazi do izražaja smanjena čestina vjetra i oslabljena snaga bure, te popodneвно zasjenjenje koje stvara padina Učke. Upravo ovo daje svježinu prostoru, tlo održava vlažnim, što sve pogoduje razvoju submediteranske šumske zajednice lovora i kestena.

Srednja sječanjska temperatura zraka iznosi 5°C, lipanjska 24°C, a srednja godišnja 13,6°C.

Ukupno prosječno vrijeme sijanja sunca u satima za mjesec srpanj iznosi: Opatija — 297,9 sati, Rijeka — 294,0 sati mjesečno, što predstavlja oko 80‰ ekstraterističke vrijednosti insolacije.

Iz naprijed izloženog možemo zaključiti da je prostor Riječkog zaljeva i pored svojih klimatskih specifičnosti, kako u makro, tako i u mikro prostornim raznolikostima, klimatski veoma povoljan, posebno otočno primorje otoka Krka koje pripada mediteransko-subtropskom klimatu, gdje se isprepliću, zbog blizine obalne fasade, kontinentalni i maritimni utjecaji.

DEMOGRAFSKA I TURISTIČKA DINAMIKA

Stanovništvo igra presudnu ulogu u razvoju bilo kojeg područja. Njegovo povećanje, promjene njegove strukture i razmještaj ovise o društveno-gospodarskom razvoju kao faktoru prostorne pokretljivosti ljudi. Funkcija Rijeke kao centra cijele regije Sjevernog Hrvatskog primorja izuzetno je velika.

Ona privlači ne samo kopneno zaleđe Gorskog Kotara, već ima posebno značenje za sjeverozapadni dio otoka Krka koji će novim mostom i naftnim terminalom u Omišlju i petrokemijskim kompleksom. postati sastavni

dio riječke aglomeracije. Ovim će se vjerojatno utjecaj selidbenog salda i prirodni pad stanovništva otoka smanjiti, i možda po prvi put nakon konstantnog gubljenja mase stanovništva, zaustaviti.

Obalna naselja otoka Krka, općine Opatija i Rijeka u zadnjem popisu stanovništva 1971. imaju tendenciju porasta. Razlog ovome, kod naselja otoka Krka, leži upravo u turističkoj orijentaciji. U tablici 2 prikazani su indeksi tih kretanja.

Tab. 2. Kretanje broja stanovnika prostora Riječkog zaljeva

Općina/naselje	Stanovništvo		Indeks 1971/1961.
	1961.	1971.	
KRK	14548	13078	89,9
Omišalj	791	741	93,7
Njivice	158	207	132,3
Malinska	326	394	120,9
Porat	95	100	105,3
Ukupno obalna naselja	1370	1444	113,1
OPATIJA	25630	27045	105,5
Mošćenička Draga	416	455	109,4
Medveja	168	157	93,5
Lovran	2745	2996	109,1
Ika	390	413	105,9
Ičići	434	485	111,8
Opatija	7974	8944	112,2
Ukupno obalna naselja	12127	13450	107,0
RIJEKA	127029	160630	126,5
Bakar	1991	2106	105,8
Bakarac	301	274	91,0
Kraljevica	1941	2365	121,8
Praputnjak	634	682	107,6
Rijeka	100758	132933	131,6
Ukupno obalna naselja	105625	138360	111,6

Iz tablice 2 vidi se da sva obalna naselja, u prosjeku, dobivaju stanovništvo, čemu je uzrok prvenstveno promjena ekonomske strukture stanovništva, tj. povećanje tercijalnog sektora djelatnosti. Egzodus sa sela nije završen, on će se vjerojatno ubuduće nastaviti, tim prije, što će suvremena petrokemijska industrija uz visoko stručni kadar utjecati na promjenu kvalifikacione strukture autohtonog pučanstva i apsorbirati ga u svoje radne procese. Isto ovo, učinila je i turistička ekspanzija prije desetak godina, što je bitno utjecalo na smanjenje primarnog sektora djelatnosti, tablica 3.

Tab. 3. Sektori djelatnosti 1961. i 1971. godine

Općina	Ukupno	Sektori djelatnosti 1961.			Ukupno	Sektori djelat. 1971.		
	aktivno 1961. broj,‰	prim.	sekund.	terc.	aktivno 1971. broj,‰	prim.	sekund.	terc.
KRK	5032	3215	729	1088	4580	1391	666	2523
	100	63,9	14,5	21,6	100	33,7	16,1	50,1
OPATIJA	9975	1371	3729	4875	10122	412	1847	7863
	100	13,7	37,4	48,9	100	4,1	18,2	77,7
RIJEKA	52971	1263	24072	27636	64525	509	23218	40798
	100	2,4	45,4	52,2	100	0,8	35,9	63,2
UKUPNO	67978	5849	28530	33599	79227	2312	25731	51184
	100	26,7	32,4	40,9	100	12,9	23,4	63,7

Povoljne klimatske prilike, razvedenost obale otoka Krka, tradicionalna orijentiranost opatijskog primorja turizmu, relativno dobre saobraćajnice kojima se brzo stiže na ovaj prostor, uvjetovale su razvoj turizma kao veoma kurentne grane privrede.

Turizam ovog prostora započeo je svoju djelatnost u Opatiji stvaranjem luksuznog rezidencijalnog turizma sredinom prošlog stoljeća. Od tada, pa na ovamo, do konačnog pripojenja cijelog istarskog prostora matici zemlji, turizam je više ili manje oscilirao, da bi od 1960. postao jedna od važnijih grana privrede.

Istra i Kvarner bilježili su od 1965. do sada stalno povećanje turističkih kapaciteta, a s njima usporedo rastao je i broj posjetilaca, kako domaćih tako i stranih.

Nekoliko značajki karakteristično je za desetogodišnji turistički razvoj Istre i Kvarnera (1963 — 1973):

— sjeverno Hrvatsko primorje ostvarilo je 1972. 54,5‰ noćenja u odnosu na sva primorska mjesta SRH i 52,9‰ u odnosu na sva noćenja ostvarena u SRH,

— turizam je bio i ostao izuzetno sezonski. U srpnju 1973. ostvareno je 32‰ svih noćenja,

— od svih turističkih objekata (hoteli, moteli, turistička naselja, kampovi, prenoćišta, planinski domovi), najviše noćenja ostvareno je u hotelima 45‰ (u opatijskim čak 68,5‰),

— preko 70‰ svih noćenja, tokom 1973, ostvarili su strani gosti.

— iskorišćenost ležaja nije zadovoljavajuća, unatoč velikom broju ostvarenih noćenja. Primjera radi, Opatija je u najfrekventnijim mjesecima (lipanj, srpanj) koristila jedan ležaj samo 24,4, odnosno 23,2 dana. U ostalim mjesecima vrijeme korištenja jednog ležaja daleko je manja (niti 5 dana)². Najveću dinamiku u turističkom razvoju, pored kvarnerskog primorja, postigla je Istra.

Naročito je impresivan razvoj zapadne Istre: Poreč je tokom 1973. godine ostvario 3 milijuna noćenja, Rovinj 1,5, dok je Opatija u istom razdoblju ostvarila 1,2 od čega u srpnju 16,1‰.

Sezona 1973. godine s ukupnim turističkim porastom od 24% u odnosu na prethodnu godinu. bila je rekordna i budući rast biti će daleko usporeniji. Naredna turistička sezona 1974. podučila nas je da u turističkoj ponudi dobrano ovisimo o vanjskim ekonomskim kretanjima u svijetu. To je bila godina prave stagnacije u turizmu s porastom ukupnog turističkog prometa, izraženim u noćenjima, za samo 1%. Uzrok ovome je opća ekonomska nestabilnost, skokovit rast inflacije, kriza goriva i energije, porast nezaposlenosti, pad životnog standarda.

Negativna društveno-ekonomska kretanja tokom 1974. godine imala su, dakako, odraz i na turistički kurentne zemlje, članice OECD-a. No, one su uspjele koncem 1975. godine da stabiliziraju svoja turistička kretanja.

Nakon turističkog buma 1973. godine, naš trend turističkog kretanja postao je znatno usporeniji. U razdoblju od 1973—1976. cijela Hrvatska povećala je turističku bilancu za 8%, no u pojedinim mikro prostorima, kakav je riječki, zabilježen je čak pad, tablica 4.

Tab. 4. Ostvarena noćenja po općinama od 1973—1976. godine³

Općina	God.	Ukupan broj turista	Ukupno	Ostvarena noćenja domaći	Strani
KRK	76.	161870	1326496	512057	814439
	75.	160394	1351557	472026	879531
	74.	143236	1257279	381960	875319
	73.	150923	1341351	370907	970444
OPATIJA	76.	307833	1723151	543732	1179419
	75.	300794	1798350	493689	1304661
	74.	295316	1780955	435086	1345869
	73.	334309	1985718	397215	1588503
RIJEKA	76.	233221	640456	260737	379719
	75.	254546	768935	287374	481561
	74.	261614	766023	263172	502851
	73.	290546	847432	238654	608778
UKUPNO	76.	702924	3690103	1316526	2373577
	73.	775778	4174501	1006776	3167725
Indeks 76/73.		90,6	88,4	130,8	74,9

Iz tablice 4. uočljiv je porast noćenja koga su ostvarili domaći turisti, dok je u ukupnom broju ostvarenih noćenja tokom 1976. godine u odnosu na 1973. općina Krk imala pad od 1,1%, Opatija 13,3%, a Rijeka čak 24,5%. Da bi se поближе razmotrila turistička kretanja u turističkim naseljima ovih triju općina, promatrat će se ova kretanja u 28 naselja koja gravitiraju Riječkom zaljevu. Izabran je mjesec srpanj 1973. i 1976. godine radi toga, jer je tada maksimalan priliv gostiju i maksimalna popunjenost kapaciteta, pa će i usporedbe za ocjenu biti relevantnije, tablica 5.

Tab. 5. Ostvarena noćenja po općinama i naseljima u srpnju 1973. i 1976. godine⁴

Općina/naselje	VII mj.	Ukupan broj turista (VII)	Ostvarena noćenja u VII mj.		
			ukupno	domaći	strani
KRK					
Baška	73.	10371	105330	46324	59006
	76.	9903	98820	41874	56946
Krk	73.	8299	67127	12418	54709
	76.	9262	71982	11960	60022
Malinska	73.	7862	87903	21350	65553
	76.	8726	87506	36371	51136
Njivice	73.	7711	69820	14961	54859
	76.	7950	81100	33482	47618
Omišalj	73.	4063	41075	15814	25261
	76.	4497	42856	30520	12336
Punat	73.	6342	67694	29119	38575
	76.	8105	86908	42947	43961
Silo	73.	1137	10140	2015	8125
	76.	831	6709	1818	4891
Vrbnik	73.	634	5956	1366	4590
	76.	594	5711	1992	3719
Klimno	73.	286	1933	1649	284
	76.	293	2510	2037	473
Stara Baška	73.	136	925	108	817
	76.	60	501	115	386
Brzac	73.	79	804	270	534
	76.	274	2560	1380	1180
Porat	73.	298	2763	382	2381
	76.	329	2940	444	2496
UKUPNO	73.	47218	460470	145776	314694
	76.	50824	490103	204940	285163
Indeks 76/73.		107,6	106,4	140,6	90,6

Iz prvog dijela tablice 5. vidljivo je da samo 5 naselja općine Krk, koja gravitiraju Riječkom zaljevu, ima manji broj ukupno ostvarenih noćenja 1976. u odnosu na 1973. godinu. Sva naselja općine Krk tokom srpnja 1976. godine ostvarila su 6,4% više noćenja nego u istom razdoblju 1973. godine. Za razliku od njih, naselja općine Opatija imala su manjak od 20,8%, a riječka naselja čak 32,5% (nastavak tablice 5.).

OPATIJA					
Ičići	73.	6017	32561	1876	30685
	76.	8398	50109	1652	48457
Ika	73.	191	2539	992	1547
	76.	397	5914	4652	1262
Lovran	73.	9103	84177	11161	73016
	76.	7065	69616	14362	55254
Matulji	73.	2533	7973	472	7501
	76.	1473	5014	563	4451
Medveja	73.	7028	53450	6762	46688
	76.	6268	44211	10157	34054
Mošćenička Draga	73.	7282	62156	7255	54901
	76.	5879	51828	11219	40609
Opatija	73.	28225	192517	13431	179086
	76.	22386	149722	23995	125727
UKUPNO	73.	62786	452976	41780	411196
	76.	49485	358866	66824	292042
Indeks 76/73.		78,8	79,2	160,0	71,0

Općina/naselje	VII mj.	Ukupan broj turista (VII)	Ostvarena noćenja u VII mj.		
			ukupno	domaći	strani
RIJEKA					
Bakar	73.	1374	4828	708	4120
	76.	144	762	208	554
Bakarac	73.	6770	20932	1544	19388
	76.	5120	13172	1363	11809
Kraljevica	73.	11253	85714	18082	67632
	76.	8961	66740	18229	48511
Rijeka	73.	47273	128934	18704	110230
	76.	22750	60142	13856	46286
Križišće	73.	55	192	13	179
	76.	42	325	4	321
Smrika	73.	76	396	8	388
	76.	14	114	—	144
UKUPNO	73.	67023	241482	39405	202077
	76.	47030	162923	34883	128040
Indeks 76/73.		70,2	67,5	88,5	63,4

Dakle, od svih 25 turističkih naselja, 16 je imalo manje ukupno ostvarenih noćenja tokom srpnja 1976. godine u odnosu na isti mjesec 1973. godine. Ipak, interesantna je slijedeća činjenica, a to je porast noćenja koji ostvaruju domaći turisti u 17 naselja. Tako naselja općine Krk i Opatija kontinuirano bilježe porast noćenja domaćih gostiju za 40,6 odnosno 60%. Ovo upućuje na zaključak da otoci, među kojima i Krk, postaju iz godine u godinu mjesta za koja se odlučuje posjetilac željan rekreacije i veće mogućnosti izbora lokacije za nesmetan odmor i kupanje koje mu pruža obala otoka. Gore navedeni porast u srpnju mjesecu ostvaren je usprkos porastu cijena turističkih usluga u 1976. godini za 69,8% (bazni indeks = 100% za 1973.), tablica 6.

Tab. 6. Porast cijena turističkih usluga u SRH od 1973—1976. godine

Godina	Porast u odnosu na prethodnu godinu	Bazni indeks za 1973. = 100%	Mjesec srpanj	
			1	2
1976.	114,9%	169,8%	119,7%	194,4%
1975.	124,3%	147,8%	131,2%	162,4%
1974.	118,9%	118,9%	123,8%	123,8%
1973.	121,5%	100,0%	125,4%	100,0%

Ukupna vrijednost u dinarima ostvarena u turističkoj djelatnosti za promaranje tri općine tokom srpnja 1976. u odnosu na isti mjesec 1973. godine data je u tablici 7.

Tab. 7. Ostvarena vrijednost u turističkoj djelatnosti (u din.) tokom 1973. i 1976. godine

Općina		Ukupno ostvarena vrijednost u dinarima (VII mj.)	Indeks 1976/1973.
KRK	73.	18295828	192,4
	76.	35199791	
OPATIJA	73.	23748787	139,0
	76.	33023779	
RIJEKA	73.	6235291	134,7
	76.	8397991	
Srednja vrijednost indeksa			155,3

Usporede li se gornja kretanja s porastom cijena u srpnju mjesecu 1976. godine vidi se porast od samo 2,0% za turistička naselja općine Krk, dok je ekonomska bilanca naselja Opatije i Rijeke negativna.

Uži priobalni pojas, uključujući grad Rijeku, širine 500 m od mora prema kopnu, uglavnom je urbanizirana zona ili zona turističkih kompleksa. Uzme li se u obzir da je optimalni standard od 8m² površine kupališnog prostora nužno potreban kupaču, valjalo je izračunati koliki je koeficijent korištenja razvijene obale (K₁) i koeficijent obale za kupanje (K₂). Postavljeni su slijedeći odnosi:

$$K_1 = \frac{\text{duljina razvijene obale (u metrima)}}{\frac{\text{ukupan broj noćenja}}{30 \text{ dana}} + \text{stanovništvo}}$$

$$K_2 = \frac{\text{duljina obale korisna za kupanje (u metrima)}}{\frac{\text{ukupan broj noćenja}}{30 \text{ dana}} \times 80\% + 30\% \text{ stanovništva}}$$

Koeficijent K₁ pokazuje koliko metara razvijene obale, bez obzira na morfološke i vegetacijske raznolikosti (škrape, nepristupačni odsjeci, makija i sl.) stoji na raspoloženju stanovništvu i turistima. Tako razmatrana duljina obale dijeli se s ukupnim brojem noćenja u toku lipnja 1976. godine, a sve to s 30 dana, da bi se dobila masa u toku jednog dana. Toj masi pridodaje se ukupno stanovništvo naselja.

Koeficijent K₂ govori koliko je metara korisne obale ostalo slobodno za kupanje turistima i stanovništvu. Od cijele duljine razvijene obale uzet je postotak korisne obale za kupanje, na osnovu subjektivne procjene, u vidom u karte velikog mjerila, gdje je eliminirana duljina morfološki neprikladne obale, te duljina obale gdje je na istu neposredno vezana urbana aglomeracija (bilo svojom infra strukturom, bilo mjestima gdje su kanalizacioni ispusti). U nazivniku se dovibeni dnevni broj turista množi s 80%

Tab. 8. Koefficienti korisnosti obale namijenjeni turistima i stanovništvu

Općina — turističko naselje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Broj stanovnika (1971.)	Ukupani broj noćenja VII mj. 1976.	Ukupani broj noćenja: 30 x 80% + 30% stanovništva	Ukupani broj noćenja: 30 + stanovništvo	Duljina razvijene obale (u metrima)	% obale korisne za kupanje	Obala korisna za kupanje (u metrima)	K ₉	K ₁₀	
KRK										
Malinska	392	87506	2452	3309	4300	50	2150	1,30	0,88	
Njivice	211	81100	2226	2914	5900	50	2950	2,02	1,32	
Omišalj	765	42856	1372	2193	39300	50	19650	17,92	14,32	
Porat	100	86908	2347	2997	7400	80	5920	2,47	2,52	
OPATIJA										
Ičići	483	32561	1013	1568	2500	40	1000	1,59	0,98	
Ika	412	5914	281	609	1200	50	600	1,59	0,99	
Lovran	2989	69616	2753	5309	3400	40	1360	0,64	0,49	
Medveja	157	44211	1226	1631	1500	90	1350	0,92	1,10	
M. Draga	456	51828	1519	2184	2200	40	880	1,00	0,58	
Opatija	8995	149722	6691	13986	9500	30	2850	0,68	0,42	
RIJEKA										
Bakar	2079	762	644	2104	5700	10	570	2,71	0,88	
Bakarac	274	13172	433	713	1500	50	750	2,10	1,73	
Kraljevica	2376	66740	2492	4600	6800	50	3400	1,48	1,36	
Rijeka	132222	60142	41270	134226	31900	25	7975	0,24	0,19	

jer se pošlo od pretpostavke da od cijele mase turista 80% odlazi na kupanje, ili se u jednom trenu zatiču na obali radi kupanja. Toj cifri dodaje se 30% kupaca koje čini domicilno stanovništvo, pa se na taj način dobiva realniji broj. Vrijednosti dobivene na osnovu takvog računa date su u tablici 8, iz koje se vidi da su ovi koeficijenti veoma niski, s izuzetkom naselja Omišalj. Rezultat takvog stanja je velika gužva na kupališnim prostorima, posebno onih naselja gdje su prometnice i stambeno-rekreativni kompleksi neposredno locirani uz kupališta. Doda li se ovome često neadekvatan tretman otpadnih voda humanog i industrijskog porijekla, ne iznenađuje nas već alarmantna bakteriološka polucija obalnih voda.

DOSADASNJI NAČIN TRETMANA OTPADNIH VODA

Dispozicija otpadnih voda u ovom prostoru za sada nije adekvatno riješena. Postojeći izljevi mješovite kanalizacije (fekalne i industrijske) ne samo da nagrđuju obalu već intenzivno zagađuju more. Kanalizacija je dobrim dijelom zastarjela ili postala insuficijentnom za sve veću količinu otpada. Cijevni ispusti položeni u more, s taložnikom ili bez njega, postavljeni su veoma plitko i veoma su kratki, 20 — 100 m, slika 2. Stoga je uski litoralni rub mora (cca 200 m obale) izuzetno opterećen efluentom. Ovome pogoduje i morfologija dna zaljeva. Na udaljenosti od 10 — 30 m od obale proteže se izobata od 10 m. Tu je dakle glavni strmac između zaljeva i litoralnog ruba. Do te stepenice, opterećenje biotopa je najveće, posebno humanim efluentom, a dalje prema otvorenom moru postepeno se razrjeđuje. Kako efluent kontinuirano pristizuje, postojeće biocenozе koje pomažu autopurifikacionoj moći biotopa nestaju, te nastupa eutrofikacija tog prostora (na pr. već uznapredovali stupanj eutrofikacije Bakarskog zaljeva).

BAKTERIOLOŠKA ZAGAĐENOST

Fekalni efluent pored saprofitno simbiotskih enteričnih mikroorganizama, donosi u svoju okolinu brojne patogene viruse, bakterije, gljive, zoonoparazite i dr., koji predstavljaju opasnost za čovjeka u direktnom kontaktu s morem ili indirektno hraneći se ribama, školjkama i sl.

Veliki broj patogenih organizama može dugo preživjeti u morskoj vodi na pr. *Vibrio cholerae* — više mjeseci, *Salmonelle* — više tjedana⁵. Ocjenjuje se da gustoća virusa u normalnoj otpadnoj vodi naselja može iznositi 200 — 7000 infektivnih jedinica po litri^{6,7}. Stoga se za sanitarnu kvalitetu morskih voda uzima broj koliformnih bakterija* u 100 ml morske vode. Naš zakon o vodama⁸ daje granične vrijednosti broja ovih bakterija izražene kao najvjerojatniji broj (NBK) za prvu odnosno drugu kategoriju voda:

- I prva kvaliteta, 0 — 10 NBK u 100 ml morske vode,
- II druga kvaliteta. 11 — 20000 NBK u 100 ml morske vode.

* Koliformne bakterije predstavljaju skupinu aerobnih bakterija koje rastvaraju laktozu uz stvaranje plina i kiseline u roku manjem od 48 sati kod temperature 35—37°C.

Dosadašnjim istraživanjima,^{9,10} dokazano je da utvrđeni kriterij za drugu kategoriju voda treba biti izmjenjen, jer gustoća virusa u vodi s tolikim brojem koliformnih bakterija uključuje mogućnost dovoljnog broja infekcijskih jedinica, te je zdravstvena sigurnost kupaća dovedena u pitanje.

Prema najnovijoj uredbi o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije propisuju se slijedeće kategorije: (Sl. list SFRJ br. 6 od 10. 2. 1978., Beograd)

- I do 10 UKB na 100 ml morske vode,
- II 11 — 500 UKB na 100 ml morske vode,
- III 501 — 20000 UKB na 100 ml morske vode,
- IV >20000 UKB na 100 ml morske vode.

Za usporedbu dajemo prijedlog Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) za kriterij kvalitete vode za kupanje: »Vode pogodne za kupanje trebale bi imati manje od 100 E. coli u 100 ml morske vode, no ni u kom slučaju ne smiju imati više od 1000 E. coli u 100 ml.

U površinskim vodama na pr. nađeni su virusi u Evropi i Americi u podjednakom postotku (30 — 35%) ispitanih uzoraka, pretežno u ljetnim mjesecima. Ovo je naročito indikativno za naš prostor obzirom na neadekvatan tretman otpadnih voda i izuzetnu gustoću korišćenja obale u ljetnim mjesecima.

Budući da more za kupanje treba biti čisto, test ukupnih koliformnih bakterija pruža mogućnost sigurnije ocjene čistoće mora nego li test fekalnih kolibakterija^{10*}.

Stoga V. Štrcaj smatra da maksimalno 500 ukupnih koliformnih bakterija u 100 ml morske vode karakterizira tako čisto more da rizik infekcije kupaća praktično ne postoji, ukoliko se u more ne ispušta klorirani efluent. Ovo se navodi radi toga, jer se kloriranjem otpadnih voda uništi veliki dio koliformnih bakterija, a mogućnost preživljavanja patogenih agenasa je velika, te bi test takvih voda o broju koliformnih bakterija bio negativan, a u njima su se zadržali patogeni virusi.

Jedinstvene klasifikacije o dozvoljenom broju coli bakterija u morskoj vodi za sada još nema, niti kod nas niti u svijetu. Nova istraživanja učinjena na ovom polju u razne svrhe (ispusti kanalizacije, marikulturna namjena voda i sl.) upućuju na jedinstvenu ocjenu o dozvoljenom broju bakterija na uzgajalištima riba, rakova, školjki i sl., tj. da taj broj ne smije prijeći cifru 10 NBK u 100 ml morske vode. Najnovije bakteriološke analize vršene u koparskom zaljevu sa svrhom pravilne distribucije otpadnih voda u taj akvatorij također potvrđuju činjenicu da broj E. coli u više od 20% analiza ne smije pokazati više od 51 — 800 bakterija, a više od 10% analiza ne smije pokazati više od 1000. Takve vode spadale bi u kategoriju ograničenu za rekreaciju dok nisu pogodne za marikulturne svrhe¹¹.

Do sličnih rezultata došao je V. Štrcaj¹⁰ rješavajući sanitarni aspekt izbora lokacija kaptaznih objekata za kupaće bazene s morskom vodom na opatijskom primorju. Već smo naveli da je njegov test s ukupnim coli bakterijama sigurniji, pa se vrijednost od 500 coli bakterija u 100 ml mor-

* Fekalne kolibakterije rastvaraju laktozu kod temperature 44—45,5°C u vremenu od 24—48 sati, a rezultat se iskazuje kao najvjerojatniji broj E. coli.

ske vode ne smatra rizičnim za kupaće. Shodno tome, a na osnovu najnovijih ispitivanja sanitarne kvalitete morske vode u Riječkom zaljevu, koju provodi Centar za istraživanje mora Rovinj — Zagreb¹² mogu se predložiti tri kategorije sanitarne kvalitete voda uzimajući u obzir ukupne koliformne bakterije:

I 0 — 10 UKB u 80% nalaza, (rekreativno i marikulturno područje),

II 11 — 500 UKB u 80% nalaza, (rekreativno, nije marikulturno područje),

III 501 i više u 20% nalaza (ne dozvoljava ni rekreativnu ni marikulturnu namjenu voda).

Postaje sjeverozapadnog dijela otoka Krka (slika 2.) nisu ukazivale na znatniju zagađenost bakterijama fekalnog porijekla. Vrijednosti za ukupne koliformne kretale su se od 0 — 200 u 100 ml, za fekalne od 0 — 50 u 100 ml i fekalne streptokoke od 0 — 360 u 100 ml. Te vrijednosti razvrstavaju ove postaje u vode I kategorije¹².

Shodno predloženoj kategorizaciji voda, a na osnovu dosadašnjih uzorkovanja na riječkom akvatoriju, data je tablica 9.

Tab. 9. Sanitarna kvaliteta voda Riječkog zaljeva prema broju ukupnih koliformnih bakterija u 100 ml morske vode⁽¹²⁾

Područje ispitivanja	Ukupno	I kategorija 0—10		II kategorija 11—500		III kategorija 501 i više	
		br. analiza	%	br. analiza	%	br. analiza	%
Bakar	13	—	0	2	15,4	11	84,6
Bakarac	13	1	7,7	9	69,2	3	23,1
Kraljevica	13	6	46,1	5	38,5	2	15,4
Rijeka	94	4	4,2	40	42,5	50	53,2
Opatija	69	3	4,3	23	33,3	43	62,3
UKUPNO	202	14	7,0	79	39,1	109	54,0

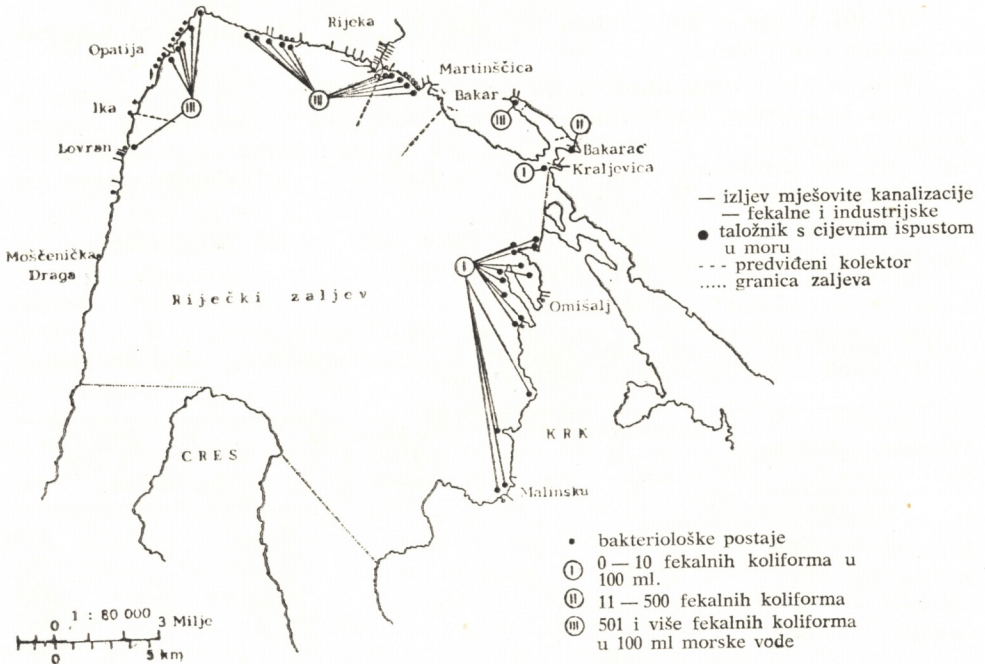
Iz tablice 9. uočava se da velika preopterećenost obale turističkom ekspanzijom uz neadekvatan tretman otpadnih voda, veoma brzo dovodi do pojačanog organskog opterećenja biotopa, što uz ostalo, rezultira intenzivnim bakteriološkim zagađenjem.

OPTEREĆENJE RIJEČKOG ZALJEVA OTPADNIM VODAMA

Intenzivni demografski i industrijski rast gradova u posljednjih 15 godina stvorio je ogromne poteškoće u dispoziciji otpadnih voda. Suvremena tehnologija uvjetovala je sve veću proizvodnju, a da pri tome nije istovremeno na istom nivou rješavala pitanje adekvatnog tretmana otpadnih voda. Komercijalni interes kao glavni uzrok takvog stanja utiče čak i na nepoštivanje postojeće legislative. Rijeka, naša najveća luka na Jadranu, u posljednjih desetak godina naročit je primjer suvremenog povećanog trenda ras-

ta nekih lučkih gradova, a usporedo s njim, kvaliteta biote Riječkog zaljeva pogoršava se iz dana u dan.

Stupanj tehnologije prerade otpadnih voda pojedinih industrijskih grana, urbanih sredina i turističkih objekata neposredno diktira kakove će vode dospjeti u more. Od efluenta koji tako dospijeva u more, jedan dio je



Slika 2. Sadašnja dispozicija otpadnih voda u Riječki zaljev

Fig. 2. Contemporary disposition of waste waters in the Rijeka bay

biodegradabilan tj. razgrađuje se biokemijskim procesima (bakterijskom razgradnjom) u moru. Kod ove razgradnje troši se određena količina kisika, a u praksi se ta potrošnja izražava petodnevnom potrebom za kisikom (BPK_5) ili BOD_5 (Biological Oxygen Demand). Biodegradabilne otpadne vode karakteristične su za urbane sredine, turističke objekte i neke industrijske grane, dok većina turističkih otpadnih voda nisu biodegradabilne. Prema tome izražavanje opterećenja nekog područja, služeći se parametrom BPK_5 , daje samo djelomičnu a ne potpunu sliku opterećenja.

Pored biološke potrošnje kisika, postoji metoda određivanja kemijske potrošnje kisika (KPK), a predstavlja onu količinu kisika u vodi (slatkoj ili morskoj) koja je potrebna da se pri određenim uvjetima oksidira organska tvar uz određenu temperaturu i vrijeme.

Ukupno opterećenje Riječkog zaljeva otpadnim vodama (služeći se parametrom BPK₅) koje otpušta stanovništvo, turisti i industrija prikazano je u tablici 10.

Tab. 10. Ukupno opterećenje Riječkog zaljeva otpadnim vodama⁽¹³⁾

	BPK ₅ (tona god.)	UST (ukupno suspendirana tvar, u tonama godišnje)
Industrija	3438,0	4875,5
Stanovništvo	3153,6	7008,0
Turisti	162,0	360,0
UKUPNO	6753,6	12243,5

Usporedi li se ovaj iznos s općim veličinama organskog opterećenja Mediterana po državama, u koji sadržaj otpadnih voda dopijeva putem rijeke, razumljivo je da udio BPK₅ Riječkog zaljeva kao izdvojene malene prostorne jedinice uz glavnu i najveću luku ima izuzetno veliku vrijednost.

Tab. 11. Organski sadržaj otpadnih voda naselja koje dopijevaju rijekama u Mediteran⁽¹⁴⁾

Države	BPK ₅ (t god.)	BPK ₅ /km obale (t/god.)	Fosfor (t/god.)	Fosfor/km obale (t/god.)
ŠPANIJA	130000	60	5900	2,7
FRANCUSKA	360000	336	16000	15,0
ITALIJA	400000	61	18000	2,7
JUGOSLAVIJA	17000	27	800	1,2
MALTA	8000	67	320	2,7
GRČKA	100000	37	4500	1,7
TURSKA	100000	36	4500	1,6
CIPAR	9600	15	430	0,7
SIRIJA	6000	36	260	1,4
LIBAN	31250	149	1250	6,0
IZRAEL	32000	145	1400	6,5

Da bi se stekao dojam o količini voda koje dopijevaju u Riječki zaljev u odnosu na cjelokupni volumen zaljeva data je tablica 12.

Tab. 12. Izdašnost slatkih voda prostora Riječkog zaljeva

Općina	Izdašnost voda m ³ x 10 ³ /god.	Odnos prema volumenu Riječkog zaljeva %
Rijeka	37850,5	1,4
Opatija	4234,0	0,016
Krk	2774,0	0,010
Rijeka Rječina vrulje (aprosks.)	630,7 650,0	
UKUPNO	46139,2	1,431

Dakle, ovaj odnos je veoma mali u odnosu na cijeli akvatorij, no zaljev je već sada opterećen organskim i anorganskim efluentom. S obzirom na svoj položaj, Rijeka se postepeno izdvaja kao gravitacijsko središte sa širokim zaleđem. Industrija je u punoj ekspanziji. Naftni terminal u Omišlju (kapaciteta 30 milijuna tona nafte godišnje) opskrbljivat će putem naftovoda Mađarsku i Čehoslovačku. Posebno opterećenje primit će Bakarski zaljev — luka za rasute terete (14 mil. tona godišnje), koksara u Bakru s kapacitetom od 850 tisuća tona godišnje, stvorit će uvjete za željezaru. INA — Rafinerija nafte Urinj će prerađivati 8 milijuna tona nafte god. a DINA-petrokemijski kompleks proizvodit će nekoliko stotina tisuća tona petrokemikalija godišnje. Studijama razvojnog plana »Luke« i Ekonomskog instituta Rijeka, promet Riječke luke 2000 god. iznosio bi 50 mil. tona robe godišnje pa čak i 80, danas iznosi oko 13 mil. tona.

Naprijed izneseno upućuje na buduću super koncentraciju ljudi, dobara i naseljenosti, veću od one koju će taj prostor, posebno Riječki zaljev, moći podnijeti bez štetnih posljedica za životni okoliš općenito, a za more posebno.

BUDUĆI TRETMAN OTPADNIH VODA

Kao isključivi recipijent gradskih i industrijskih otpadnih voda služi obalno more u koje se izliva efluent iz kanalizacijske mreže. Lošoj kvaliteti morske vode uz sadašnji broj ispusta (slika 2) uveliko pridonose domaćinstva koja nisu povezana na kanalizacionu mrežu, pa lošom dispozicijom uveliko zagađuje more. Tako na pr. od svih domaćinstava u općini Rijeka vezano je na gradsku kanalizaciju 67,1%, Opatija 39,3%, a Krk tek 3,4%².

Posebnim projektom kanalizacije kvarnerske rivijere izgrađenim na osnovu preliminarne izvještaja o postojećem stanju i načinu tretmana **otpadnih voda na jugoslavenskoj jadranskoj obali »Projekt Jadran III«**¹⁵ izvršila bi se rekonstrukcija cijele kanalizacione mreže. Tako bi se sve otpadne vode opatijskog primorja skupljale na jednom mjestu vjerojatno kod Ike, te nakon fizičko-kemijske obrade na obali dugim cjevovodom (preko 1000 m) ispuštale u more.

Poseban problem za dispoziciju otpadnih voda predstavlja riječko primorje, naročito Bakarski zaljev radi smještajnog prostora za buduće sabirnice, njihovo održavanje, visoke investicije i veoma male brzine struja uz obalu, koja zahtijeva polaganje cjevovoda čim dublje i dalje u zaljev.

Situacija na otoku Krku (Omišalj, Njivice, Malinska) gdje su novi hotelski kompleksi veoma je dobra. Tamo su izgrađene mehaničke taložnice s dugim cjevovodima, te su bakteriološka ispitivanja pokazala da te vode možemo svrstati u I kvalitetu.

Idejnom studijom kanalizacije grada Rijeke¹⁶ predviđeno je 6 sabirnih jezgri s grubim i potpunim mehaničkim prečišćavanjem. Budućim porastom stanovništva predviđen je maksimalni ekvivalent populacije od 390000 stanovnika, te količina otpadne vode od 97575 m³/dan, uzimajući dnevnu potrošnju od 250 l čovjek dan. Postavila bi se dva otpusna cjevovoda (slika 2), jedan kod Rječine, drugi kod Žurkova ϕ 1200 mm, duljine 3,2 km. Na 10 km od ispusta prema opatijskoj rivijeri predviđa se minimalno 7, a maksi-

malno 36 bakterija coli u 100 ml morske vode. Na taj način glavnina otpadnih voda Rječine, koja unosi najviše suspendirane tvari i hranjivih soli, bila bi na zadovoljavajući način riješena.

DINAMIKA VODENIH MASA RIJEČKOG ZALJEVA

Jedan od najbitnijih faktora koji određuju kapacitet nekog akvatorija za prihvrat i prirodnu obradu otpadnih voda jeste dinamika vodenih masa, tj. morske struje. O njima ovisi koliko će biti razrijeđenje otpadnih voda i u kojem će se smjeru kretati razrijeđene otpadne vode, od obale ili prema obali.

Morske struje mogu biti: frikционе, gravitaciono-gradijentne i plimne. Najvažnije od njih su frikционе koje nastaju uslijed trenja zraka o morsku površinu. Za ovaj akvatorij potrebno je znati i udio plimnih struja s obzirom na relativne velike amplitude plime i oseke. Prema podacima mareografa u Bakru, najveće amplitude iznose 138 cm. Ipak, za naša razmatranja o otpadnim vodama, najutjecajnije su frikционе struje. Lagani vjetar koji puše brzinom od 10 km/sat može stvoriti struju do 33 m dubine, dok naša bura kad puše svom žestinom, 100 km/sat i više, može prouzročiti struju koja na površini ima brzinu čestica od 2000 m/sat, a sloj pokrenute vode može biti dubok do 335 metara¹⁷.

Istraživanja morskih struja u Riječkom zaljevu vršena su od strane Hidrografskog instituta Ratne mornarice, Split, brodom »Andrija Mohorovičić«, te Centra za istraživanje mora Rovinj — Zagreb, brodom »Vila Velebita« tokom 1976. i 1977. godine^{17,18}.

Mjerenja »drift« karticama potvrdila su opće poznati smjer (suprotno smjeru kretanja kazaljke na satu) površinskih struja, no mjerenja strujomjerima u pridnenom, intermedijalnom i površinskom sloju ukazala su na veoma kompleksno ponašanje režima struja i navode na niz zaključaka:

— brzine površinskih struja u priobalnim vodama veoma su male 0,10 — 0,16 čv (185 odnosno 296 m/sat). U Srednjim i Velim Vratima one dosežu 0,58 odnosno 0,66 čv (1074 odnosno 1222 m/sat),

— glavna izmjena vodenih masa vrši se kroz Vela i Srednja Vrata s time da se smjer povremeno mijenja, a samo manji dio te vodene mase prodire kroz centar zaljeva do grada Rijeke,

— doprinos Tihog Kanala izmjeni vodenih masa je zanemarljiv u odnosu na doprinos Srednjih i Velih Vrata,

— na žalost ne postoji izraženi stalan sistem strujanja u Riječkom zaljevu jer struje bitno mijenjaju svoj smjer i intenzitet,

— postoje dva područja »tišine« uz sjeverozapadni dio otoka Krka (uvala Čavlena, Malinska, Beli Kamnik) te područje prelučkog dijela u kojima je strujanje veoma slabo izraženo,

— neće li dva mala akvatorija, danas Bakarski zaljev, sutra možda Omišaljski zaljev, predstavljati »kancerозна žarišta« već narušenog »tkiva« Riječkog zaljeva/

— dvije turističke zone, opatijska i kako smo vidjeli naprijed, atraktivna i u punom turističkom usponu, ekološki relativno stabilna obala sje-

verozapadnog dijela otoka Krka mogu biti ozbiljno ugrožene s obzirom na slabi režim brzine morskih struja, u čemu je u nepovoljnijem položaju, barem za sada, opatijska obala.

Naime, najveći dio površinskih voda pa i onih od budućih kolektora odlazit će prema Opatiji, a njihov daljnji smjer kretanja je prema Velim Vratima. Ispitivanja za buduće cjevne ispuste kod Rijeke predviđela su potrebnu brzinu struja od minimuma 0,5 čv, da bi se efluent raspršio i diluirao u morskom biotopu. S obzirom na dosadašnja mjerenja struja (0,10 — 0,16 čv) disperziona dilucija biti će veoma spora, pa se razređenje predviđa tek na 10 km od ispusta.

Nužno je nastaviti s ispitivanjem režima morskih struja u ovom akvatoriju kako bi se utvrdilo stvarno vrijeme »pražnjenja« i »punjenja« baze na preko Srednjih i Velih Vrata, što bi uveliko doprinjelo općem saznanju mogućnosti recikliranja otpadnih tvari koje dospijevaju u ovaj prostor.

ZAKLJUČAK

Iz naprijed izloženog možemo zaključiti da je prostor Riječkog zaljeva, pored svojih prirodnih pogodnosti za valorizaciju, postao u pravom smislu riječi »poligon« za sadašnja i buduća ekološka razmatranja koja bi dala »ključ« o najpotpunijem i najprihvatljivijem valoriziranju njegovog i sličnih akvatorija.

Pored ispitivanja režima struja, smatramo da je potrebno izraditi kompletnu analizu distribucije dotoka površinskih i podzemnih voda u ovaj prostor. Postojeći izvori iz kojih se snabdjeva cijelo riječko-opatijsko područje, te ono otoka Krka, imaju za sada dovoljno vode, no novim će industrijskim razvojem pitke vode trebati još više. Skora će budućnost sigurno postaviti nove zahtjeve u opskrbi vodom, pa se potreba za desalinacijom može nametnuti prije ili kasnije.

Dosadašnja ekološka istraživanja ukazuju da Riječki zaljev može prihvatiti velika opterećenja, čemu pogoduju njegov položaj, dubina, dotok slatkih krških voda, te veoma dinamična zračna cirkulacija, ali u tome postoji realna granica koju treba definirati.

LITERATURA

1. Ispitivanje ekološke situacije mora na području Urinja i Bakarskog zaljeva, završni elaborat, Centar za istraživanje mora Rovinj — Zagreb, Institut »Ruđer Bošković«, Zagreb, 1975., Tablica 2.3.2.
2. B. SEKULIĆ, magistarski rad: »Demografska i turistička dinamika Istre i Kvarnera, te njihove socio-ekološke implikacije na litoralnom rubu«, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1975., str. 95—117.
3. Republički zavod za statistiku SRH, Statistički godišnjak SRH 1973, 74, 75. i 1976., Turizam i ugostiteljstvo po općinama. Obradio autor.
4. Republički zavod za statistiku SRH, Tablogrami za mjesec lipanj 1973. i 1976. godine. Obradio autor.
5. J. BRISOU, Limites de L'Autoépuration et de Biodégradation, Revue Hyg. Méd. Soc. 17 : 19—38, 1969.
6. E. De MICHELE, G. W. BURKE i M. S. SHANE, The need for an indicator virus in water quality testing, Wat. Sewage WKS, 119 : 39, 1972.

7. J. L. PAVONI, M. E. TITTLEBAUM, H. T. SPENCER, M. FLEISCHMAN, C. NEBEL i R. GOTTSCHLING, Virus removal from wastewater using ozone, *Wat. Sewage WKS*, 119 : 59—67, 1972.

8. Uredba o klasifikaciji voda. Narodne novine SRH br. 33 od 7/VIII 1967., čl. 7—10.

9. Z. PAVLETIĆ, B. STILINOVIĆ, Z. CRC i I. MUNJKO, Zimski i ljetni aspekt heterotrofnih bakterija i neke ekološke karakteristike onečišćenja mora u području Riječkog zaljeva, *Acta Adriatica*, Vol. 14, br. 5 (separat), 1—15.

10. V. STRCAJ, disertacija: »Sanitarni aspekt izbora lokacije kaptažnih objekata za kupaće bazene s morskom vodom«, Tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1976., str. 265—278.

11. M. LENARČIĆ, Sanitarna kvaliteta voda Koparskog zaljeva, Biološka postaja Portorož, 1975.

12. D. FUKS i I. BILOPAVLOVIĆ, Ekološka studija akvatorija Riječkog zaljeva, elaborat, Centar za istraživanja mora Rovinj — Zagreb, Institut »Ruđer Bošković«, Zagreb, 1977, str. 221—231.

13. B. ZMAIĆ, Sekretarijat za vodoprivredu, (interni izvještaj), 1977.

14. Rapport Préliminaire, Le Bassin Méditerranéen, Carte géographique et socio-économique du PLAN BLUE, Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 1977.

15. Zaštita čovjekove okoline u jadranskoj regiji Jugoslavije (JADRAN III), Urbanistički zavod Rijeka, 1975.

16. Generalni urbanistički plan Rijeke, obrazloženje prijedloga, Rijeka, 1973., str. 126—130.

17. M. PILEPIĆ, Studija o morskim strujama u području ispusta kanalizacije Opatija u more na sidrištu Ika 1971., Opće vodoprivredno poduzeće Rijeka, 1971.

18. I. NOŽINA i D. ILIĆ, Ekološka studija akvatorija Riječkog zaljeva, elaborat, Centar za istraživanje mora Rovinj — Zagreb, Institut »Ruđer Bošković«, Zagreb, 1977., str. 65—103.

S u m m a r y

ECOLOGICAL SITUATION OF RIJEKA BAY

by

B. SEKULIĆ and Lj. JEFTIĆ

Three regions Opatija, Rijeka and NW part of the island Krk gravitate towards the aquatic basin of the Rijeka bay. Coastal area is under the influence of confronting human activities: dwelling, industrial working activities and recreation.

Due to the unadequate treatment of sewage water, coastal waters indicate intensive bacteriological strain with over 500 (MNC) in 100 ml of sea water.

Intensive industrial growths, especially of petrochemistry, strains this area with hydrocarbons.

Hydrocarbons combined with sewage initiate exceptionally high annual biological oxygen demand (BOD₅) of about 7000 t/year.

Since the sea currents of the Rijeka bay are very small (0,10 — 0,50 knots), present and future strains could seriously threaten existing biocenosis of this aquatic system.

This is especially important because aquatic system of the Rijeka bay behaves as a closed system with slow exchange of water masses.