

ZALIHE PITKIH VODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Darko MAYER

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

Ključne riječi: Hidrološki ciklus, Pitka voda, Kriza, Zalihe voda, Vodoopskrba, Potrošnja vode

Godišnje obnovljive zalihe slatke vode na Zemlji iznose oko 45000 km³. Pri današnjem stupnju razvitka ta količina dovoljna je za život 4,5 do 9 milijardi ljudi. S obzirom da se očekuje da će 2025. godine na našoj planeti živjeti preko 8,5 milijardi ljudi jasno je da će slijedeće stoljeće biti obilježeno problemom osiguranja dovoljnih količina čiste vode. Taj će problem biti posebno izražen u zemljama u razvoju i u velikim gradovima. U siromašnim zemljama aridnog i subaridnog područja nestašica vode izazvat će i krizu proizvodnje hrane, pa se mogu očekivati velike migracije stanovništva sa teško predvidivim sociološkim, gospodarskim i političkim posljedicama. U razvijenom svijetu "kriza" vode potaknut će znanstveni i tehnološki razvitak. Republika Hrvatska, gledano u cjelini, s obzirom na klimatske, hidrološke, hidrogeološke i demografske prilike, obiluje kvalitetnom vodom. Naša je dužnost da to blago sačuvamo za buduće generacije.

Key-words: Hydrological cycle, Drinking water, Crisis, Water resources, Water supply, Water consumption

Annually renewed resources of drinking water on the Earth are about 45000 cu. km. With today's stage of development that quantity is enough for living 4.5 to 9 billion of people. As it is expected that by 2025 the population on our planet will be over 8.5 billion people, it is clear that the next century will be characterized by the problem of ensuring enough quantities of drinking water. This problem will be particularly emphasized in the developing countries and large cities. In the poor countries of arid and subarid areas water deficit will cause the food production crisis and large migrations of the population with almost unpredictable sociological, economical and political consequences could be expected. In the developed world the "water crisis" will stimulate scientific and technological progress. The Republic of Croatia, if examined as a whole, regarding the climatic, hydrological, hydrogeological and demographic conditions, has plenty of good quality water. It is our duty to preserve this resources for future generations.

Uvod

Planeta Zemlja, barem na prvi pogled, obiluje vodom. Naime, preko 70% površine naše planete prekriveno je oceanima i morima. Pa ipak pomanjkanje vode je češća tema znanstvenih skupova i konferencija o budućnosti čovječanstva koje bez izuzetka najavljuju krizu vodoopskrbe kao glavni problem 21. stoljeća. Za to postoji cjeli niz razloga, no svi se mogu svrstati u jednu od tri skupine: globalnu bilancu vode i hidrološki ciklus, raspodjelu vode na Zemlji i potrošnju vode. Cilj je ovog članka da ukaže na trendove globalne vodoopskrbe, te na situaciju kakva nas očekuje u Republici Hrvatskoj. Pri tome treba naglasiti da glavne zalihe pitke vode kod nas i u svijetu čine podzemne vode, pa će važnu ulogu pri rješavanju sve većeg problema osiguravanja traženih količina pitke vode imati hidrogeolozi i stručnjaci za projektiranje i izvođenje dubokih bušenih zdenaca.

O svjetskim zalihama vode

Procijenjeno je da se na Zemlji ukupno nalazi 1386 x 10⁶ km³ vode što čini tako zvanu *hidrosferu* (UNESCO, 1978). Ta se voda nalazi u različitim oblicima i raspoređena je na slijedeći način: 1351 x 10⁶ km³, ili čak 97,5% od ukupne količine nalazi se u oceanima i morima, dakle radi se o slanoj vodi. Slatke

vode ima ukupno 35 x 10⁶ km³, no od toga je 24,3 x 10⁶ km³ (69,4%) "zarobljeno" kao vječiti led i snijeg na polarnim kapama, ledenjacima i visokim planinama. Slatke vode u tekućem stanju na zemlji ima 10,7 x 10⁶ km³ (ili 30,6% od ukupne količine slatke vode). Od toga 10,5 x 10⁶ km³ (98,7%) otpada na različite vrste podzemne vode, 10,2 x 10⁵ km³ (0,96%) nalazi se u jezerima, 1,7 x 10⁴ km³ (0,16%) čini vezana voda u tlu, 1,2 x 10⁴ km³ (0,12%) čini voda u atmosferi, 2 x 10³ km³ slatke vode (0,02%) teče svjetskim rijekama, a 1 x 10³ km³ (0,01%) slatke vode vezano je u organizmima.

Dakle, na Zemlji ima svega oko 11 milijuna km³ slatke vode u tekućem stanju. Manji dio te količine neprekidno se kreće mijenjajući pri tom agregatna stanja. To kretanje vode poznato je kao *hidrološki ciklus*. Hidrološkim ciklusom transferira se dio vode s oceanskih prostora na kontinente, pri čemu se odvija i proces prirodne destilacije kojim se obnavljaju zalihe slatke vode na Zemlji.

Na kopno godišnje padne oko 110000 km³ vode u obliku oborina. Od te količine 63000 km³ vode se s kopna i kopnenih vodenih površina ispari i odlazi u atmosferu, mali se dio akumulira kao vječiti led, a ostatak od oko 45000 km³ površinskim recipijentima ili podzemno otječe natrag u more. To su obnovljive godišnje zalihe slatke vode i predstavljaju maksimum koji, dugoročno gledano, mogu za svoj opstanak koristiti sva živa bića na Zemlji. Tako nam, naravno samo teoretski, stoji na raspolaganju oko 45000 km³

* Izlaganje na znanstvenom skupu Rudarstvo, geologija i naftno rudarstvo u gospodarstvu Republike Hrvatske, održanom 4.XII.1996. u Zagrebu.

slatke vode godišnje koju treba "uhvatiti" na njezinom putu do mora.

Uz konačnu količinu vode na Zemlji, uvjetovanu hidrološkim ciklusom, razlog očekivane krize vodoopskrbe je i to što su zalihe slatke vode vrlo nejednoliko raspoređene po Zemlji. Njihov raspored ovisi o klimatskim prilikama, hidrografskoj mreži i geološkoj građi pojedinih dijelova naše planete. Oko 33% površine Europe, 60% površine Azije, 85% površine Afrike i veliki dio Australije i zapadnog dijela Sjeverne Amerike pripadaju tako zvanim aridnim područjima u kojima je evaporacija (ili potencijalna evaporacija) veća od godišnje količine oborina (A y i b o t e l e, 1992). I u područjima relativno bogatim oborinama najveći dio površinskih voda koncentriran je u svega petnaestak velikih jezera i tridesetak slivova velikih rijeka.

Upravo su to razlozi da 14% zemalja raspolaže s manje od 1000 m³ vode po stanovniku godišnje, što se kada je riječ o vodoopskrbi u najširem smislu te riječi smatra gornjom granicom siromaštva. U 37% zemalja raspoložive godišnje zalihe slatke vode kreću se između 1000 i 5000 m³ po stanovniku, a ta količina smatra se nedovoljnom u sušnim godinama. Dovoljnom količinom slatke vode, koja se kreće između 5000 i 10000 m³ po stanovniku godišnje raspolaže 14% zemalja, dok 35% zemalja obiluje vodom raspolazući s više od 10000 m³ godišnje po stanovniku (IIED/WRI, 1991).

Potrošnja vode

Potrošnja vode, suprotno od zaliha vode po stanovniku, ima trend neprestanog porasta. Iako je čovjeku za održavanje života nužno potrebno, ovisno o klimatskim prilikama u kojima živi, između 1 i 5 litara vode dnevno, stvarna potrošnja je nekoliko stotina puta veća. Naime, osim za piće i pripremu jela, vodu rabimo za održavanje higijene, ali u još mnogo većim količinama u industrijskoj proizvodnji. Tako je primjerice za proizvodnju tone kruha potrebno 2100 do 4200 litara vode, za proizvodnju tone konzervirane hrane (povrća ili mesa) oko 23000 litara, za proizvodnju jednog m³ benzina 7000 do 10000 litara vode, za proizvodnju jedne tone papira treba preko 236000 litara vode, a za jednu tonu sintetičkih tekstilnih vlakana utroši se čak do 2000000 l vode (C h a t u r v e d i, 1987).

Velike količine vode nužne su i za suvremenu poljoprivrednu proizvodnju koja bez natapanja ne može proizvesti dovoljno hrane za prehranu čovječanstva. I te su količine iz godine u godinu sve veće. Primjerice, navodnjavane površine u Južnoj Americi povećane su od 1971. do 1986. za više od 43,7%, u Europi za 42%, u Aziji za 28,8%, u Africi za 21,5%, u Sjevernoj Americi za 19,5%, a u Australiji i Oceaniji za 18,2% (K o s, 1992).

Upravo zbog porasta industrijske i poljoprivredne proizvodnje, a manje zbog porasta broja stanovnika, u ovom je stoljeću prisutan neprestani trend porasta

TABLICA 1. Godišnje raspoložive količine slatke vode po stanovniku po kontinentima (m³ x 10³ /god.stan.)
TABLE 1. The amount of water available per capita yearly within continents (m³ x 10³ yr⁻¹ per capita)

KONTINENT CONTINENT	Površina (10 ⁶ km ²)	1950.	1960.	1970.	1980.	2000.
Europa Europe	10,28	5,9	5,4	4,9	4,6	4,1
Azija Asia	44,56	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
Afrika Africa	30,10	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
S. i Cen.Amerika North & Central America	24,16	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Južna Amerika South America	17,85	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
Austral. & Ocean.	9,95	112,0	91,3	74,6	64,0	50,0

Posebno je zabrinjavajuće što na svim kontinentima postoji stalni trend smanjivanja raspoloživih zaliha vode po stanovniku kao što se to može vidjeti iz tablice 1 (IHD/HP, UNESCO, 1991).

Takav trend posljedica je porasta broja stanovnika, ali i klimatskih promjena i sve većeg zagađivanja, posebno površinskih voda.

potrošnje vode. Podaci o količinama vode, koja se je trošila u ovom stoljeću dani su u tablici 2 (S h i k l o m a n o v, 1991).

S obzirom da se ovaj trend nastavlja očito je da će se od početka pa do kraja dvadesetog stoljeća potrošnja vode gotovo udeseterostručiti.

TABLICA 2. Svjetska potrošnja vode tijekom 20. stoljeća (km^3/god)
 TABLE 2. Water consumption in the world in 20th century (km^3/yr)

KONTINENT CONTINENT	1900.	1940.	1950.	1960.	1970.	1980.	1990.
Europa <i>Europe</i>	37	71	94	185	264	435	540
Afrika <i>Africa</i>	42	49	56	86	116	168	232
Azija <i>Asia</i>	414	628	859	1220	1520	1910	2440
Sjeverna Amerika <i>North America</i>	69	211	286	411	556	663	724
Južna Amerika <i>South America</i>	15	28	59	63	85	111	150
<i>Austral. & Ocean.</i>	2	7	10	17	23	29	37
UKUPNO <i>TOTAL</i>	579	1060	1300	1990	2590	3320	4130

Ako je u dvadesetom vijeku glavni uzrok povećanja potrošnje vode industrijska revolucija i intenzivirana poljoprivredna proizvodnja, u narednom periodu će to sigurno biti porast broja stanovnika. Naime, očekuje se da će od oko 5,5 milijardi stanovnika, koji danas žive na Zemlji, taj broj već 2000. godine narasti na 6,26 milijardi, 2025. godine na 8,5 milijardi, a krajem sljedećeg stoljeća će na Zemlji živjeti više od 10 milijardi ljudi.

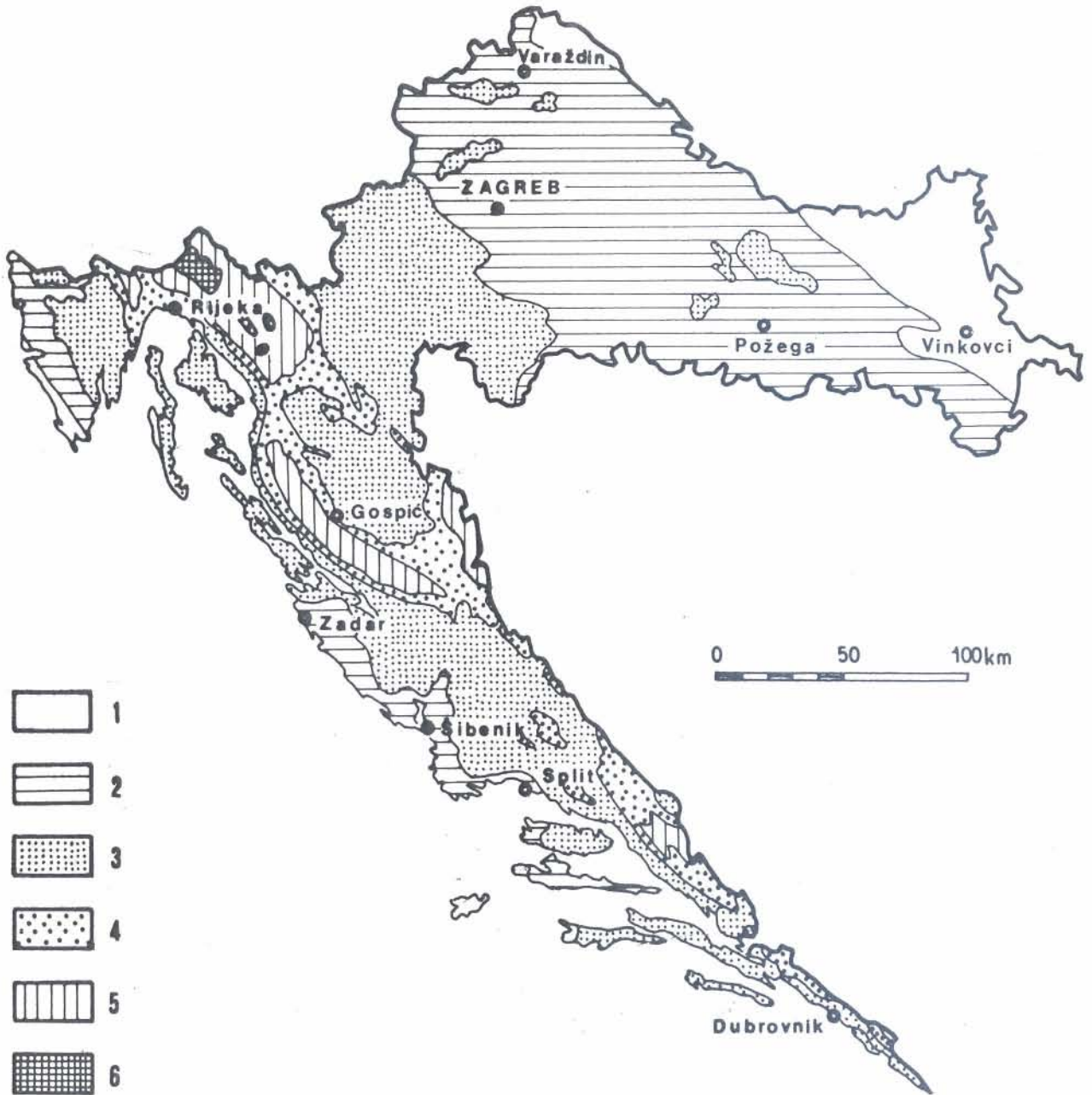
Uzimajući u obzir sve gore spomenute trendove eksperti Svjetske banke predviđaju da će već 2000. godine potrebe za vodom narasti na 18700 km^3 godišnje (T r a o r e, 1992). To je 42% od ranije spomenutih $45000 \text{ km}^3/\text{god}$. koliko iznose godišnje obnovljive zalihe slatke vode na Zemlji!

Ugroženost zaliha pitke vode

Drugi, teško rješivi problem je stalni porast koncentracije stanovništva u velikim gradovima. Dok

TABLICA 3. Srednja godišnja količina oborina i pripadajuće površine
 TABLE 3. Average annual precipitation and corresponding areas

Srednja godišnja količina oborina (mm/m^2) <i>Average annual precipitation (mm/m^2)</i>	Površina (km^2) <i>Area (km^2)</i>	Površina (%) <i>Area (%)</i>	Godišnja količ. oborina (10^6m^3) <i>Annual precipitation (10^6m^3)</i>	Godišnja količ. oborina (%) <i>Annual precipitation (%)</i>
600-700	2262	4,0	1470,3	2,4
700-800	5200	9,2	3900,0	6,3
800-900	16135	28,5	13714,7	22,3
900-1000	8090	14,3	7685,5	12,5
1000-1250	13480	23,8	15165,0	24,6
1250-1500	5780	10,2	7947,5	12,9
1500-1750	2300	4,1	3737,5	6,1
1750-2000	870	1,5	1631,2	2,6
2000-2500	1160	2,1	2610,0	4,2
2500-3000	1015	1,8	2751,2	4,4
3000-3500	290	0,5	942,5	1,5
UKUPNO <i>TOTAL</i>	56538	100	61554,0	100



Sl. 1. Karta srednjih godišnjih količina oborina

(prema/after: *A Concise Atlas of the Republic of Croatia & of the Republic of Bosnia and Hercegovina*)

SREDNJE GODIŠNJE KOLIČINE OBORINA (mm)	1 <800
MEAN ANNUAL PRECIPITATION (mm)	2 800-1000
	3 1000-1500
	4 1500-2000
	5 2000-3000
	6 >3000

Fig. 1. Mean annual precipitation map

je 1950. godine samo oko 29% svjetske populacije otpadalo na gradsko stanovništvo, 2000. godine taj će udio porasti na oko 47%. Od sadašnjih 78 gradova s preko milijun stanovnika 2000. godine taj će broj narasti na 408, od kojih će čak 22 imati preko 10 milijuna žitelja (Ayibotele, 1992). Koncentracija stanovništva u velikim gradovima praćena je s dva

gotovo nerješiva problema: potrebom dobave velike količine pitke vode na relativno malom prostoru i pretvaranjem sve te vode u zagađenu otpadnu vodu, koja se nužno, više ili manje koncentrirano, ispušta u okoliš i ugrožava još preostale zalihe čiste vode.

Poljoprivredna proizvodnja također u velikoj mjeri zagađuje površinske i podzemne vode. Poznato

je da u cijelim regijama, posebno u zapadnoj Europi, više nema vode koje nisu ozbiljno opterećene nitratima, a tu su i brojni spojevi iz skupine pesticida.

Na rapidno smanjivanje zaliha čiste vode djeluje i industrijska proizvodnja. Na to jasno ukazuju podaci da se, primjerice, za proizvodnju jednog m^3 benzina potroši do 10000 litara vode, a za izradu jedne tone sintetičkih tekstilnih vlakana treba čak do 2 milijuna litara vode. Ne treba posebno naglašavati da ta voda ne nestaje, već se vraća u okoliš kao onečišćena otpadna industrijska voda. Ako tome dodamo da kvalitetu voda ugrožava sve intenzivniji promet, a nažalost i ratovi, sigurno je da ozbiljna kriza vodoopskrbe gotovo neminovno slijedi.

Zalihe voda u Republici Hrvatskoj

U svijetlu naprijed iznesenih globalnih trendova analizirat ćemo situaciju u Republici Hrvatskoj i ocijeniti kakva nas s obzirom na vodoopskrbu budućnost očekuje.

Oborine

Godišnja količina oborina u Hrvatskoj kreće se između 600 i 3500 mm/m^2 . Kao posljedica klimatske i

Dakle, na prostor Republike Hrvatske godišnje padne 61554 milijuna m^3 oborina ili prosječno 1088 mm/m^2 (Mayer, 1996). Ako se ta količina umanjuje za prosječnu godišnju vrijednost stvarne evapotranspiracije od oko 635 mm/m^2 (Kos, 1993), što ukupno iznosi 359016 milijuna m^3 , preostaje količina od 29746 milijuna m^3 svježe vode koja oborinama dođe na hrvatsko tlo, što iznosi 6600 m^3 po stanovniku godišnje.

Površinski dotoci

Osim u obliku oborina značajna količina slatke vode, istina nešto slabije kvalitete, dotječe u Hrvatsku rijekama iz susjednih zemalja. Te količine iskazane su u tablici 4 i prikazane na slici 2.

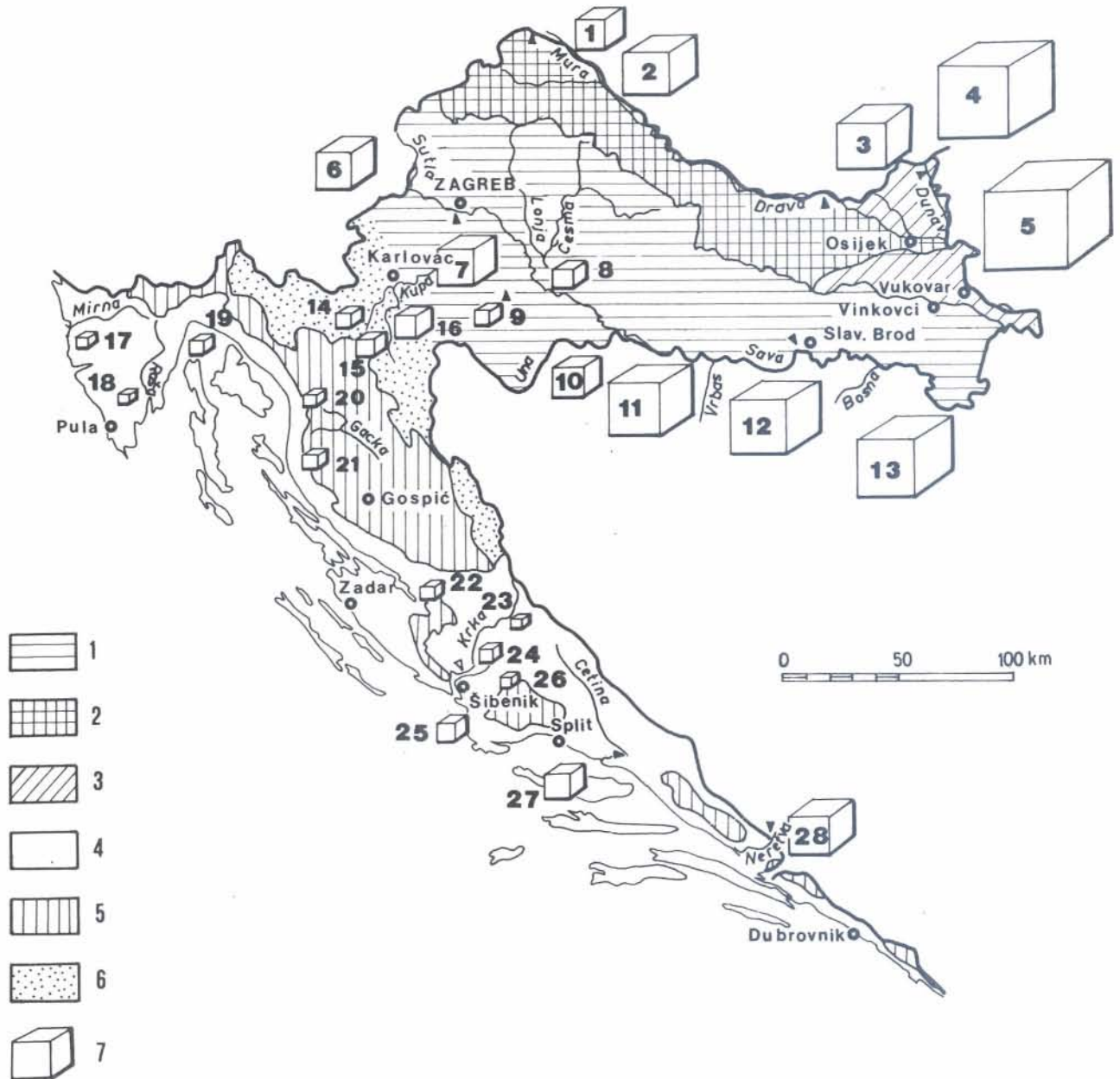
Sve navedene rijeke, osim Neretve, pripadaju slivu Crnoga mora. Njihove vode, zajedno s dijelom oborina koje se na području sjeverne Hrvatske koncentriraju u brojnim manjim pritokama i ulijevaju u Savu i Dravu, napuštaju hrvatski teritorij Savom i Dravom, odnosno Dunavom. Savom odlazi prosječno 1194 m^3/s ili 37653 x 10⁶ $m^3/god.$ (vodokazna stanica Županja), a Dravom 625 m^3/s ili 19710 x 10⁶ $m^3/god.$ (ušće Drave u Dunav). Ako te

TABLICA 4. Godišnji dotoci u Hrvatsku iz susjednih država
TABLE 4. Annual inflows in Croatia from bordering countries

RIJEKA RIVER	VODOKAZNA POSTAJA GAUGE STATION	SREDNJI PROTOK (m^3/s) AVERAGE FLOW (m^3/s)	SREDNJI PROTOK (10 ⁶ $m^3/god.$) AVERAGE FLOW (10 ⁶ m^3/yr)
Drava	Varaždin	300	9460,8
Sava	Čatež	317	9996,0
Mura	Mursko Središće	180	5676,5
Dunav	Bezdan	2350	74109,6
Una	Kostajnica	231	7284,8
Vrba	Delibašino selo	111	3500,4
Bosna	Doboj	152	4793,5
Ukrina	Derventa	15	473
Neretva	Metković	380	11983,6
UKUPNO TOTAL		4036	127279,1

reljefne raznolikosti Hrvatske prostorni raspored oborina je prilično neujednačen. U tablici 3 prikazan je odnos srednjih godišnjih količina oborina i površina na koje one padnu, a na slici 1 prostorni raspored oborina

količine usporedimo s dotocima Drave i Save na ulazu u Hrvatsku izlazi da s područja Republike Hrvatske otječe 1202 m^3/s vode više no što Savom i Dravom dotječe. Ako se pak od te količine oduzme 519 m^3/s , koliko dotječe bosanskim rijekama, može



Sl. 2. Srednji godišnji protjecaji hrvatskih rijeka
(prema/after: *A Concise Atlas of the Republic of Croatia & the Republic of Bosnia and Herzegovina*)

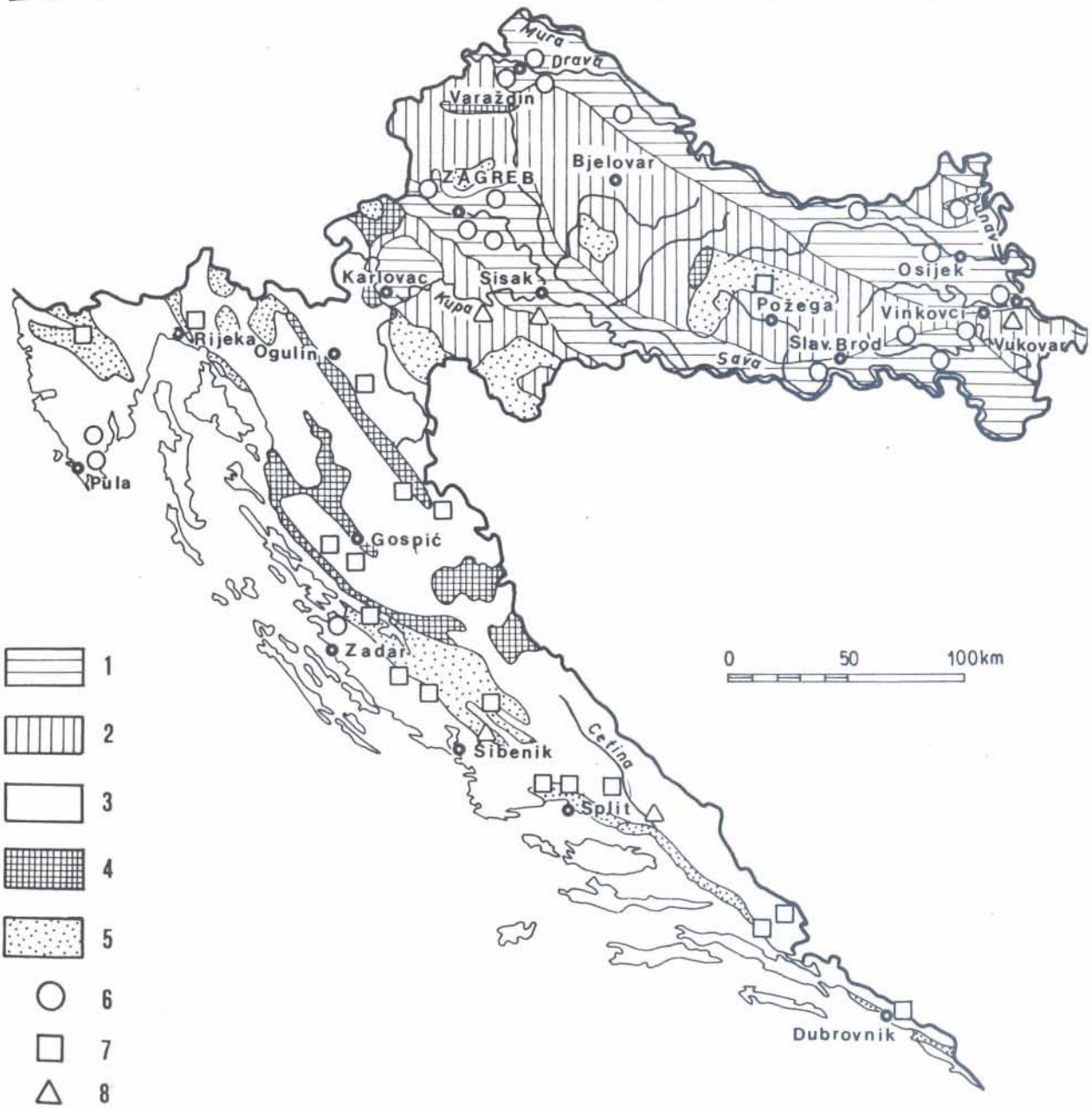
Fig. 2. Average annual flow of water in Croatian rivers
(prema/after: *A Concise Atlas of the Republic of Croatia & the Republic of Bosnia and Herzegovina*)

LEGENDA
LEGEND

- 1 sliv Save
the Sava river basin
- 2 sliv Drave
the Drava river basin
- 3 neposredni sliv Dunava
immediate Danube river basin
- 4 područje površinskog otjecanja u Jadransko more
rivers flowing directly into the Adriatic sea

- 5 zatvoreno krško područje (poniranje u podzemlje)
closed karst basin (percolation)
- 6 pokriveni krš
areas of covered karst
- 7 srednja godišnja količina protjecanja rijeka (m^3/s)
average annual flow of water in rivers (m^3/s)

1. Mura: 207; 2. Drava nakon utoka Mure: 507; 3. Drava: 620; 4. Dunav na utoku u Hrvatsku: 2100; 5. Dunav nakon utoka Drave: 2730; 6. Sava nakon utoka Sutle: 340; 7. Kupa: 283; 8. Lonja: 62; 9. Glina: 35; 10. Una: 202; 11. Sava nakon utoka Une: 880; 12. Sava nakon utoka Vrbasa: 990; 13. Sava nakon utoka Bosne: 1180; 14. Dobra: 31; 15. Mrežnica: 45; 16. Korana: 86; 17. Mirna: 16; 18. Raša: 12; 19. Rječina: 24; 20. Gacka: 14; 21. Lika: 28; 22. Zrmanja: 23; 23. Krka nakon utoka Butišnice: 26; 24. Krka nakon utoka Čikole: 48; 25. Krka: 50; 26. Čikola: 10; 27. Cetina: 127; 28. Neretva: 378.



Sl. 3. Pregledna hidrogeološka karta Hrvatske
(prema/after: A concise Atlas of the Republic of Croatia & of the Republic of Bosnia and Hercegovina)

Fig. 3. Schematic hydrogeological map of Croatia

LEGENDA
LEGEND

- 1 aluvijalne naslage-šljunci i pijesci, visoko produktivni vodonosnici
alluvial deposits-gravels and sands, highly yielding aquifers
- 2 pjeskovite i šljunkovite naslage obično zaglinjene, srednje do nisko produktivni vodonosnici
sandy and gravelly deposits occasionally clayey, medium to low yielding aquifers
- 3 vapnenci i dolomiti masivni i uslojeni, jako okršeni, vrlo propusni
limestones and dolomites, intensively karstified highly transmissive aquifers
- 4 dolomiti i vapnenci srednje do slabo okršeni, srednje do slabo propusni
dolomites and limestones medium to low karstified, medium to low transmissive aquifers
- 5 čvrste kompaktne stijene i glinovite naslage-praktično nepropusni tereni
hard rocks and clayey deposits-practically impermeable terrains
- 6 bušeni zdenci velike izdašnosti
highly yielding drilled wells
- 7 izvori velike izdašnosti
highly yielding springs
- 8 vodozahvat površinske vode
water-supply by surface water clutch

se zaključiti, da vodotocima savskog i dravskog sliva na području Hrvatske prosječno teče 683 m³/s vode.

Vode sliva Jadranskog mora praktično se sve, privremeno akumuliraju na području Hrvatske i prije ili kasnije, površinski ili podzemno, otječu u hrvatsko teritorijalno more.

Podzemne vode

Dio oborinskih voda i dio voda iz površinskih vodotokova infiltrira se u podzemlje i tvori, sa stajališta vodoopskrbe, najznačajniji dio zaliha vode - podzemnu vodu. Ta voda nije podjednako raspoređena već se uglavnom akumulira u aluvijalnim vodonosnicima međuzrnske poroznosti u dolinskim predjelima slivova Save i Drave i njihovih pritoka, te u raspucanim i okršnim karbonatnim stijenama zapadne i južne Hrvatske (sl. 3). Zbog različitog stupnja istraženosti, te nedostatka podataka o ukupnoj efektivnoj poroznosti, posebno krškog područja, zalihe podzemnih voda teško je točno procijeniti. Ipak, na temelju do sada načinjenih procjena (M i l e t i ć, 1988. i 1993.) i analogije sa sličnim područjima dane su orijentacijske vrijednosti koje su iskazane u tablici 5.

Stalne zalihe određene su samo za područja s vodonosnicima međuzrnske poroznosti, jer su njihova geometrija, dimenzije i parametri relativno dobro poznati, dok su za krško područje, zbog nepoznatih volumena podzemnih rezervoara, procijenjene samo obnovljive zalihe podzemnih voda. Kako se obnovljive zalihe u prvoj aproksimaciji mogu smatrati vodom koja se, glede količina, može trajno eksploatirati, može se zaključiti da, s obzirom na količine samo podzemnih voda Hrvatska spada među zemlje sa zadovoljavajućim zalihama voda.

Kvaliteta voda u Republici Hrvatskoj

I što se tiče kvalitete voda još uvijek stojimo dobro, posebno u usporedbi s razvijenim zemljama zapadne Europe. Najveći dio podzemnih voda krškog područja i rijeka u zapadnom i južnom dijelu Hrvatske, kao što su Kupa, Dobra, Korana, Zrmanja, Krka, Cetina i niz manjih vodotoka, još su potpuno čiste i moramo načiniti sve da tako i ostane. Ima još i nezagađenih vodonosnika ili dijelova vodonosnika u sjevernoj Hrvatskoj, no tu je evidentan trend pogoršanja situacije za koji je pitanje možemo li ga zaustaviti. Činjenica je da su nakon sto godina rada u samo desetak zadnjih godina zbog prekomjernog pogoršanja kvalitete vode napuštena gotovo sva zagrebačka crpilišta na lijevoj obali Save, ili da su danas podzemne vode na širem varaždinskom području preko dopustive granice opterećene dušičnim spojevima, a samo prije petnaestak godina se o tom području govorilo kao o mogućem rezervatu srednje Europe, što ne djeluje ohrabrujuće. Tako ćemo vjerojatno i mi, barem u nekim dijelovima zemlje, osjetiti negativne posljedice urbanizacije, industrijalizacije, moderne poljoprivrede i inten-

Tablica 5. Zalihe podzemnih voda Republike Hrvatske

Table 5. Groundwater resources of the Republic of Croatia

Bilancično područje <i>Area of balance</i>	Stalne zalihe podzemnih voda (10 ⁶ m ³) <i>Permanent groundwater resources (10⁶ m³)</i>	Obnovljive zalihe podzem. voda (10 ⁶ m ³ /god.) <i>Renewable groundwater resources (10⁶ m³/yr)</i>
Bregana-Dugo Selo	910	220
Dugo Selo-Kutina	9150	405
Kutina-Nova Kapela	9680	453
Nova Kapela-Sl. Brod	2120	105
Istočnoslav. Posavina	16500	104
Međimurje	3690	61
Uzvodna Podravina	3854	76
Srednja Podravina	13000	180
Nizvodna Podravina	32400	192
Baranja	4000	60
Istra		1830
Hrvatsko Primorje		1311
Lika i Podvelebit		3176
Gorski Kotar		1255
Pokuplje		7616
Pounje		1792
Dalmacija i Dubrovačko područje		11424
UKUPNO TOTAL	95304	30260

zivnog prometa kao i sve zemlje razvijenog svijeta. Stoga moramo biti spremni na transfer vode iz jednog dijela zemlje u drugi, ali i na sve mjere koje će rabiti i razvijeni svijet - od prerade vode, do korištenja "flaširane" pitke vode - no moramo činiti sve, da bi taj trenutak što više odgodili.

Zaključak

Obnovljive zalihe slatke vode na planeti Zemlji kreću se oko 45000 km³/god. i nemoguće ih je značajnije povećati. To je količina koja, teoretski, omogućuje život najviše 9 milijardi ljudi. Kako se očekuje da će svjetska populacija, ukoliko se nastave sadašnji trendovi porasta broja stanovnika, već 2025. godine doseći brojku od 8,5 milijardi, a krajem dvadesetprvog stoljeća i punih deset milijardi, jasno je da će glavni problem čovječanstva biti voda. S jedne strane zbog klimatskih, a s druge zbog demografskih razloga "kriza vode" neće podjednako zahvatiti cijeli svijet. Posebno će biti izražena u zemljama s aridnom i subaridnom klimom i u t.zv. megalopulosima-gradovima s više desetaka milijuna stanovnika. Nestašica vode nužno će ugroziti proizvodnju hrane, pa se mogu očekivati velike migracije ljudi u područja s boljim životnim uvjetima. Kakve će socijalne, gospodarske i političke probleme to izazvati može se samo nagađati. U razvijenom dijelu svijeta "kriza vode" će vjerojatno rezultirati dodatnim razvitkom znanosti i tehnologije na polju desalinizacije, pročišćavanja i reciklaže.

Hrvatska, s obzirom na klimatske, hidrološke i hidrogeološke značajke, te relativno mali broj stanovnika može, što se vodoopskrbe tiče, mirnije nego najveći dio svijeta ući u slijedeće stoljeće. Naime, oko 15000 m³/stan./god. oborina, odnosno preko 7000 m³/stan./god obnovljivih zaliha podzemnih voda i preko 30000 m³/stan./god. vode koja rijekama dotječe u Hrvatsku iz susjednih zemalja, s čime Hrvatska danas raspolaže, garancija su da "krizu vode" naši potomci neće ozbiljnije osjetiti. To

naravno vrijedi uz uvjet da maksimalno sačuvamo bogatstvo kojim raspolažemo, a pri tome će diplomirani inženjeri geologije, geotehnike rudarstva i naftnog rudarstva imati vrlo važnu ulogu.

Primljeno: 1996.06.26.
Prihvaćeno: 1996.09.17

LITERATURA

- Ayibotele, N.B. (1992): The World's Water: Assessing the Resource. In: ICWE, Geneva.
- Chaturvedi, M.C. (1987): Water Resources Systems, Planning and Management. The McGraw, New Delhi.
- Kos, Z. (1992): Priručnik za hidrotehničke melioracije. Navodnjavanje, knjiga 1, Građevinski fakultet, Rijeka.
- Kos, Z. (1993): Priručnik za hidrotehničke melioracije, Navodnjavanje. Knjiga 2., Građevinski fakultet, Rijeka.
- Mayer, D. (1996): Manjak pitke vode-najveći problem 21. stoljeća, *Hrvatske vode*, 4/14, 25-32, Zagreb.
- Miletić, P. (1988): Evidencija i gospodarenje rezervama podzemnih voda Republike Hrvatske, RGN fakultet, Zagreb.
- Miletić, P. (1992): Evidencija i gospodarenje rezervama podzemnih voda (EGPV) Republike Hrvatske, Izvještaj za 1992. godinu, RGN fakultet, Zagreb.
- Saiejs, H.L.F. & van Berkel, M.J. (1995): Global water crisis: the major issue of the 21st century, a growing and explosive problem. *European Water Pollution Control*, Vol. 5, Nr. 4, Elsevier, Amsterdam.
- Shikomanov, I.A. (1991): The world's water resources, in: International Symposium to Commemorate the 25 years of IHD/IHP, UNESCO, Paris.
- Traore, A. (1992): Water for the people-community water supply and sanitation, in: ICWE, New York.
- IIED/WRI (1991): World Resources 1986-1990, Basic Books, International Institute of Environment and Development & World Resources Institute, New York.
- LEKSIKOGRAFSKI ZAVOD "M. KRLEŽA" (1993): A Concise Atlas of the Republic of Croatia, Zagreb.
- REPUBLIČKI SEKRETARIJAT ZA URBANIZAM, GRAĐEVINARSTVO, STAMBENE I KOMUNALNE POSLOVE (1974): Planerski atlas SR Hrvatske, Zagreb.
- UNESCO(1978): World Water Balance and Water Resources of the Earth, UNESCO Series Studies and Reports, No. 25., Paris.