

Stanje voda 2

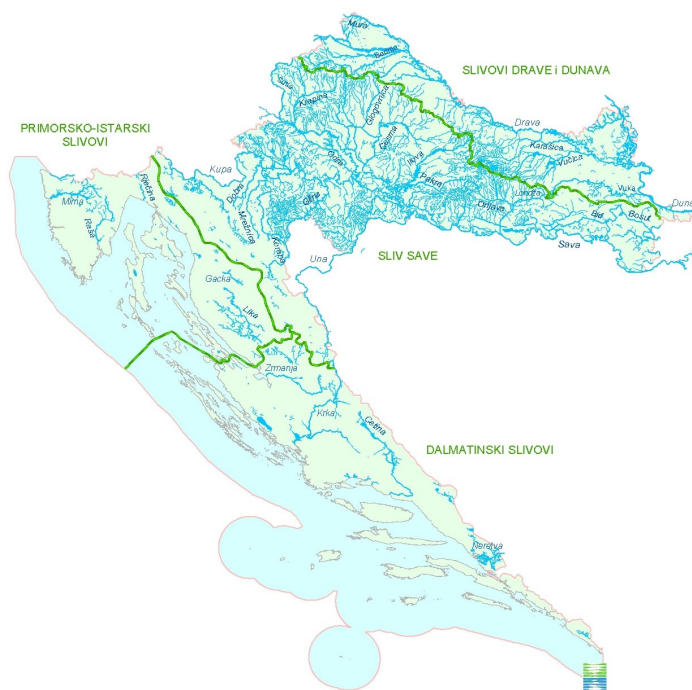
2.1 Površinske vode

2.1.1 Opće značajke

Prostorni raspored površinskih (rijeka, jezera, prijelazne i priobalne vode) i podzemnih voda i njihova veza primarno su određeni morfološkim i hidrogeološkim značajkama područja Hrvatske. Sve vode su dio crnomorskog ili jadranskog sliva, a razvodnica ide kroz gorsko-planinsko područje. U crnomorskom slivu dominiraju veći vodotoci kao što su Sava, Drava i Dunav s velikim brojem manjih podslivova. U jadranskom slivu gustoća i duljina površinskih vodotoka znatno je manja, ali postoje značajni podzemni tokovi kroz krške sustave. Ukupna duljina svih prirodnih i umjetnih vodotoka na prostoru Hrvatske procjenjuje se na oko 21.000 km.

Rijeke Sava, Drava, Dunav, Kupa i Mura u crnomorskom slivu ubrajaju se u vodotoke s vrlo velikim slivnim površinama (većim od 10.000 km²). Velike slivove (površine 1.000 do 10.000 km²) imaju Dobra, Korana i Glina (pritoci Kupe), Krapina, Ilova-Pakra, Česma, Orljava, Bosut i Una (pritoci Save), Karašica-Vučica (pritok Drave), te Baranjska Karašica i Vuka (pritoci Dunava). U slivu Save na području Hrvatske ima oko pedeset, a u slivu Drave oko petnaest srednjih slivova (100 do 1.000 km²).

U jadranskome slivu Neretva je vodotok s vrlo velikim slivom, dok se Lika, Zrmanja, Krka i Cetina ubrajaju u velike slivove. Vodotoka sa srednjom veličinom sliva ima oko 40.



Slika 2. 1. Veći vodotoci i slivovi na području Hrvatske

Većina velikih vodotoka crnomorskog sliva međudržavnog je značaja (pogranični ili prekogranični). Od većih vodotoka u Hrvatsku ili u njezine pogranične vodotoke utječu Sava, Drava i Mura iz Slovenije, Dunav iz Mađarske, te Una, Vrbas, Ukrina i Bosna iz Bosne i Hercegovine. Na jadranskom slivu granična rijeka sa Slovenijom jest Dragonja, a najveća prekogranična rijeka je Neretva s više od 90% sliva na području Bosne i Hercegovine.

Hrvatska ima malo prirodnih jezera, ali su specifična i još uvijek očuvanih prirodnih ljepota. Najpoznatija su Plitvička jezera na izvorištu rijeke Korane, koja čini 16 kaskadnih jezera.

Tablica 2. 1. Veća prirodna jezera u Hrvatskoj

Jezero(a)	Najveća površina	Nadmorska visina	Najveća dubina
	km ²	m n. m.	m
Vransko - Dalmacija	30,7	0,7	4
Prokljansko	11,1	0,5	20
Visovačko	7,7	45	17
Vransko - otok Cres	5,8	14	84
Kopačevsko	3,5	80	6
Plitvička	2,1	636 - 503	46
Bačinska	1,9	5	32
Prošćansko	0,68	636	37

Područje Hrvatske karakteriziraju i značajna močvarna područja, posebno na poplavnim dijelovima slivova Drave, Dunava, Save i Neretve. Posebno su značajna četiri lokaliteta koja su na Ramsarskom popisu vlažnih staništa, i to: Kopački rit na slivovima Drave i Dunava, Lonjsko polje i ribnjak Crna Mlaka u slivu Save, te područje donjeg toka Neretve (dio se prostire na područje Bosne i Hercegovine) u jadranskom slivu.

Na kontaktnim područjima priobalnog mora i kopna, gdje more znatno utječe na dinamiku kretanja, na kvalitativne i ekološke značajke slatkih voda, pojavljuju se tzv. prijelazne ili bočate vode. Značajniji vodotoci u čijim se blizinama ušća osjeća utjecaj mora su: Dragonja, Mirna, Raša, Rječina, Zrmanja, Krka, Jadro, Žrnovnica, Cetina, Neretva i Ombla. Utjecaj mora osjeća se i u Vranskom jezeru kod Biograda na moru koje je kanalom Prosika i podzemnih putem povezano s morem, te u Bačinskim jezerima.

Jadransko je more zatvorenog tipa, ukupne površine zajedno s otocima oko 138.600 km². Ukupni volumen Jadranskog mora iznosi oko 35.000 km³, što čini 4,6% volumena Sredozemnog mora. Prosječna širina Jadranskog mora iznosi oko 160 km, a najveća je izmjerena dubina 1.233 m.

2.1.2 Količine površinskih voda

Geografsko-morfološka i klimatska obilježja prostora Hrvatske uvjetovala su i znatne razlike u režimima površinskih voda, tako da na crnomorskom slivu kod rijeke Drave dominira snježno-glacijalni režim, a kod Save je prisutan kišno-snježni režim. Površinske vode jadranskoga sliva uglavnom imaju obilježja kišnog režima.

Količinski režim voda podložan je prirodnim i antropogenim promjenama. Spoznaje o količinama i rasporedu površinskih voda oduvijek su bile nužne za planiranje iskorištavanja i zaštitu od voda, te se početkom 19. stoljeća na prostoru Hrvatske započinje s organiziranim mjerenjima vodostaja i određivanjima protoka. U 20. stoljeću započinju i mjerenja temperature vode, pronosa nanosa i pojava leda, u znatno manjem opsegu. Postupno se povećavao i broj mjernih stanica, a posljednjih se petnaestak godina kretao od 450 do 500.

Upravljanje vodnim resursima kritično je tijekom ekstremnih situacija, suša i poplava kojih je pod utjecajima prirodnih i antropogenih čimbenika sve više. Trendovi suša i poplava, te

povećanja temperatura zraka u Hrvatskoj osobito su pojačani tijekom posljednjih petnaestak godina.

Kvantitativni hidrološki pokazatelji definirani su na temelju podataka izmjerenih u posljednjem neprekinutom 30-godišnjem razdoblju (1961. - 1990.) koje se smatra reprezentativnim za donošenje pouzdanih zaključaka. U razdoblju od 1991. do 2000. godine hidrološki nizovi zbog ratnih su razaranja bili prekinuti gotovo na trećini hrvatskoga državnog teritorija.

Tablica 2. 2 Hidrološke značajke većih vodotoka (1961. - 1990.)

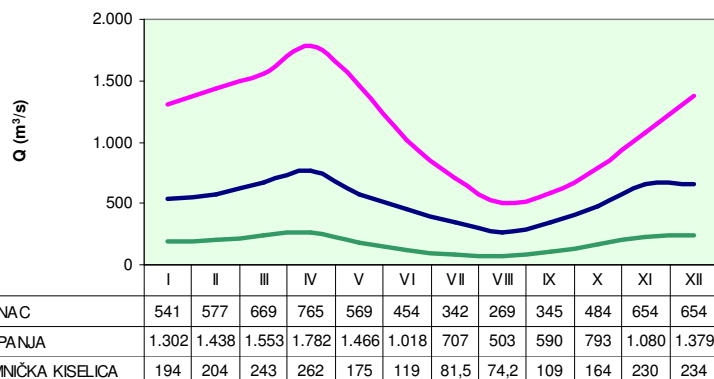
Slivovi	Vodotok	Površina sliva		Duljina			Vodomjerna stanica	Površina sliva km ²	Karakteristični protoci					
		Ukupna	U RH	Ukupna	U RH	Granica			Q _{min}	Q _{min,sr}	Q _{sr}	Q _{max,sr}	Q _{max}	
														m ³ /s
Crnorski	Sava	95.419	25.770	946	510	313	Županja	62.891	226	311	1.134	3.038	4.130	
	Sutla	590	133	92	89	73	Zelenjak	455	0,342	0,859	7,31	129	250	
	Krapina	1.244	1.244	65	65	-	Kupljenovo	1.150	0,200	1,12	12,0	153	368	
	Česma	2.890	2.890	96	96	-	Čazma	2.877	0,066	0,679	14,1	91,9	153	
	Ilova s Pakrom	1.816	1.816	96	96	-	Veliko Vukovje	995	0,130	0,390	6,99	68,0	151	
	Orljava	1.616	1.616	97	97	-	Pleternica	745	0,111	0,560	5,12	60,0	117	
	Bosut	2.913	2.375	132	81	-	Nijemci	1.670	...	...	12,2	...	...
	Kupa	10.236	8.412	294	294	100	Farkašić	8.902	16,9	30,5	201	1.207	1.776	
	Dobra	1.354	1.354	104	104	-	Donje Stative	1.313	1,65	2,45	34,8	241	372	
	Korana	2.297	2.049	134	134	23	Velemerić	1.258	0,611	3,31	28,8	320	492	
	Mrežnica	980	980	63	63	-	Mrzlo Polje	975	0,223	1,85	26,6	256	373	
	Glina	1.418	967	100	100	18	Glina	1.145	0,939	2,91	18,2	174	350	
	Sunja	482	482	77	77	-	Sunja	225	0,001	0,325	2,91	87,0	141	
	Una	9.368	1.686	212	116	101	Hrvatska Kostajnica	8.876	25,1	44,7	221	1.110	1.521	
Drave i Dunava	Dunav	816.950	35.132	2.857	138	130	Erdut	251.593	1.070	1.440	2.852	5.443	9.250	
	Vuka	1.260	1.260	126	126	-	Tordinci	418	0,010	0,440	3,14	5,10	27,1	
	Drava	41.238	7.015	749	323	136	Belišće	38.500	160	234	552	1.386	2.232	
	Mura	14.149	473	493	83	79	Mursko Središće	10.891	41,0	62,0	170	732	1.454	
	Karašica-Vučica	2.347	2.347	150	150	-	Beničanci	430	0,156	0,335	2,60	26,7	34,6	
	Dragonja	141	55,6	26	12	12	Plovanija	141	...	0,100	1,30	50,0	...	
Jadranski	Primorsko-istarski	Mirna	541	494	53	53	-	Portonski most	317	0,048	0,513	7,91	77,4	178
		Raša	279	279	23	23	-	Podpićan	88,5	suho	0,088	1,60	44,4	92,5
		Boljunčica	230	230	33	33	-	Čepić	183	suho	0,002	0,956	24,2	28,9
		Rječina	360	300	19	19	-	Sušak	246	0,543	1,10	12,9	118	350
	Dalmatinski	Lika	1.014	1.014	77	77	-	Bilaj	225	suho	0,125	7,33	145	245
		Gacka	584	584	61	61	-	Čovići	490	2,28	4,95	13,3	47,2	68,6
		Zrmanja	1.379	1.379	69	69	-	Jankovića buk	1.292	0,165	1,92	37,0	266	367
		Krka	2.657	2.373	72	72	-	Skradinski buk	2.108	4,99	12,4	54,6	293	565
Cetina	4.145	1.531	104	104	-	Gardunska mlinica	3.701	...	...	99,0	...	...
Neretva	10.520	280	215	22	-	Metković	10.240	...	...	342	...	...

Prema Zakonu o hidrometeorološkoj službi, obavljanje motrenja i mjerenja hidroloških pojava od javnog interesa u nadležnosti je Državnoga hidrometeorološkog zavoda. U okviru Državnoga hidrometeorološkog zavoda u suradnji s korisnicima podataka razvija se Hidrološki informacijski sustav (HIS 2000), kao baza podataka s programskim paketima za unos, pregled i statističke obradbe hidroloških podataka. Vezano uz količinski režim voda, za svaku mjernu stanicu na kojoj se obavljaju vodomjerenja HIS



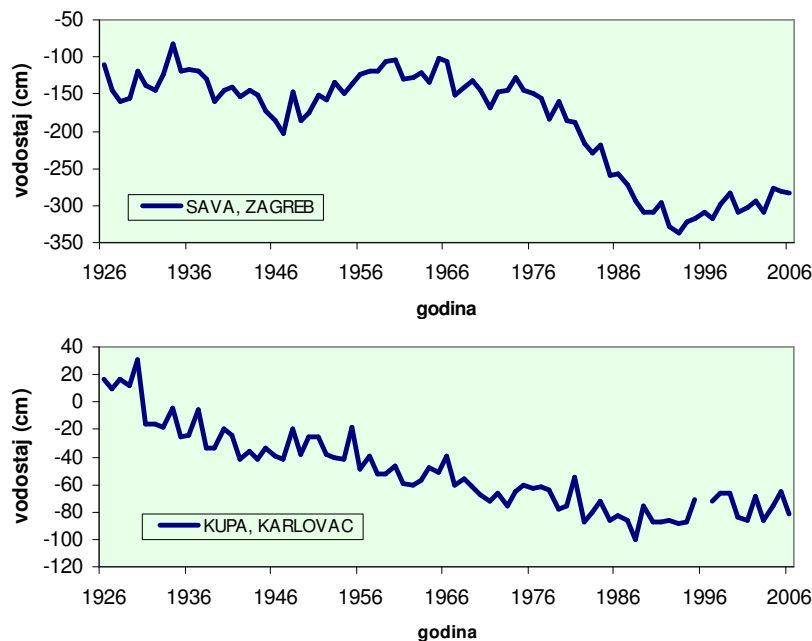
2000 sadrži, među ostalim, i standardne podatke vezane uz značajke sliva, te prosječne i ekstremne vodostaje i protoke.

Sliv rijeke Save. Rijeka Sava sa svojim pritocima drenira najveći dio kopnenog područja Hrvatske. Najveći pritoci Save dolaze iz desnog zaobalja. Najmanji godišnji protoci na Savi i Kupi pretežno se pojavljuju od kolovoza do studenoga, dok su dulja razdoblja s



malim vodama najčešća u kolovozu i rujnu, a samo rijetko u siječnju i veljači. Na Savi i na njezinim većim pritocima uz komponentu cikličnosti, uočljiva je na pojedinim dionicama tendencija sniženja najnižih godišnjih vodostaja.

Slika 2. 2. Prosječni mjesečni protoci na slivu Save (1961. - 1990.)



Slika 2. 3. Vremenski nizovi najnižih godišnjih vodostaja zabilježenih na karakterističnim stanicama na Savi i Kupi

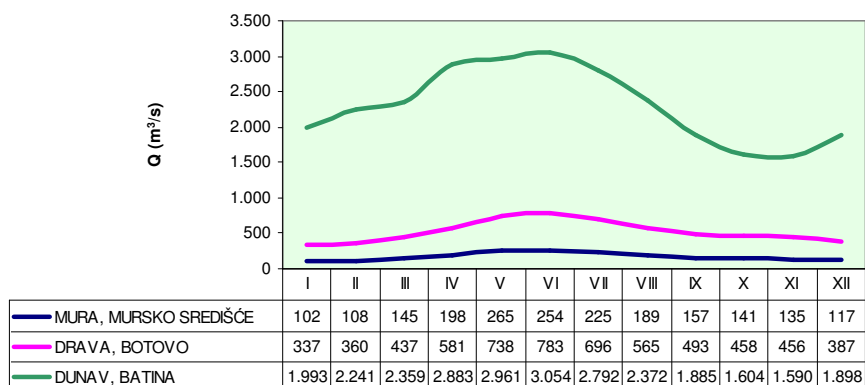
Najveći protoci na Savi i Kupi pojavljuju se u listopadu, studenome i prosincu, a na manjim pritocima u proljeće i u ljeto. Nizovi velikih voda ne pokazuju, statistički značajan trend promjena.

Količine lebdećeg nanosa (vučeni se ne mjeri) u rijeci Savi se stalno smanjuju, što je uglavnom posljedica uređenja sliva i vodotoka.

Najniže temperature vode podjednako se pojavljuju u siječnju i veljači, a najviše u srpnju i kolovozu i uglavnom prate kretanje temperature zraka.

Slivovi Drave i Dunava. Glavni vodotoci vodnog područja jesu Dunav, Drava i Mura, koji u Hrvatsku ulaze već s formiranim tokovima, a vodne količine koje dobivaju s područja Hrvatske samo u manjoj mjeri utječu na količinski režim. Jedna od značajki režima tečenja rijeke Drave jesu dnevna kolebanja vodostaja uzrokovana nestacionarnim pogonom izgrađenog lanca hidroelektrana, napose izražena pri manjim protocima.



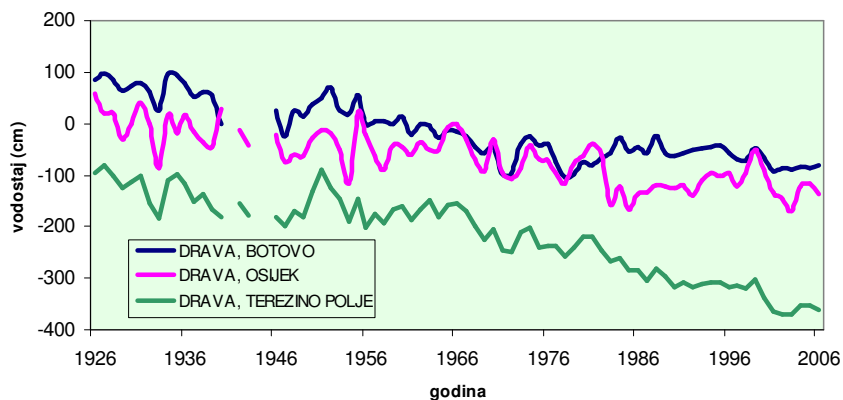


Slika 2. 4. Prosječni mjesečni protoci na slivovima Drave i Dunava (1961. - 1990.)

Minimalni su protoci na Dunavu u studenome, a na Dravi i Muri u siječnju, dok su na pritocima uglavnom u ljetnim mjesecima. Svi minimalni vodostaji na rijeci Dravi imaju tendenciju sniženja.

Najveći su protoci Drave u ljetnim mjesecima, dok su na pritocima najčešće u zimskim, a samo katkad u ljetnim mjesecima. Najveći prosječni mjesečni protoci na Dunavu i Dravi javljaju se najčešće u lipnju, a na Muri u svibnju. Zbog postupne izgradnje lanca hidroelektrana u uzvodnim državama, tijekom dvadesetoga stoljeća došlo je do znatnog povećanja maksimalnih protoka Drave na ulazu u Hrvatsku.

Temperature vode najviše su u kolovozu, a najniže u siječnju.



Slika 2. 5. Vremenski nizovi najnižih godišnjih vodostaja zabilježenih na karakterističnim stanicama na Dravi

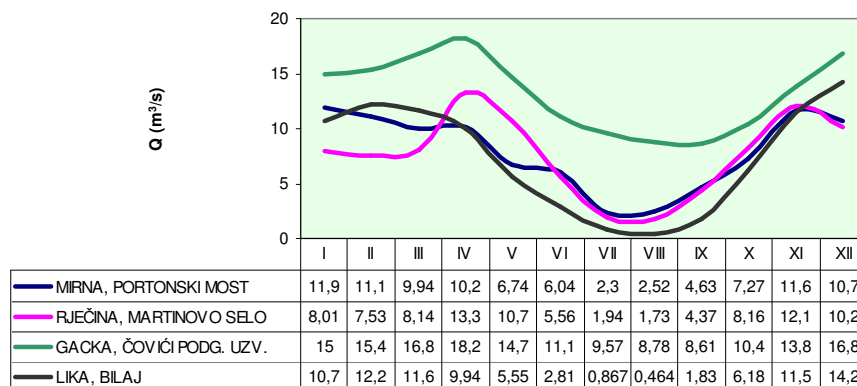
Primorsko-istarski slivovi. Zbog dominantne zastupljenosti krša, hidrografska je mreža relativno slabo razvijena i na većem dijelu ima bujična obilježja. Većina vodotoka u sušnom razdoblju presušuje, ali su česte pojave i izuzetno visokih vodostaja. Važniji vodotoci jesu: Lika, Gacka, Mirna, Raša i Rječina.

Na svim vodotocima najniži se protoci pojavljuju od srpnja do rujna. Protoci su na Rječini i Gackoj najviši u travnju, na Mirni u siječnju, a na Lici u prosincu. Proces intenzivne produkcije i pronosa nanosa karakteriziraju veliki dio bujičnih slivova, posebno fliških u

2

srednjem dijelu Istre. Na vodomjernim je stanicama uočena tendencija sniženja minimalnih vodostaja.

Hidrološki nepovoljne prilike i intenzivno korištenje vodama tijekom ljetnoga sušnog razdoblja (Mirna, Rječina, Gacka) uzrokuju znatno smanjenje protoka.

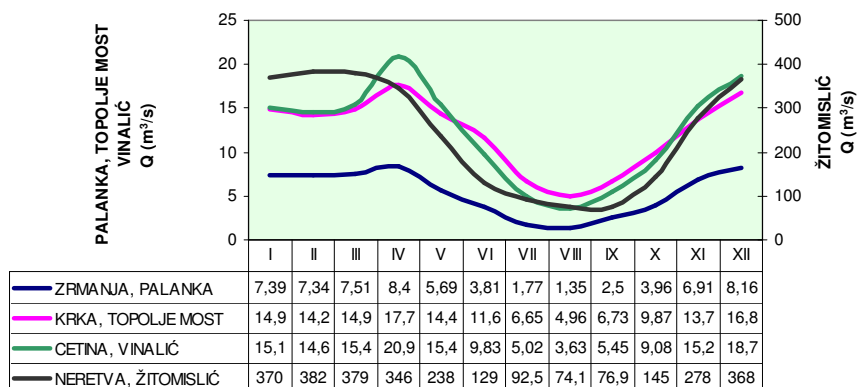


Slika 2. 6. Prosječni mjesečni protoci na primorsko-istarskim slivovima (1961. - 1990.)

Pojave velikih voda kod većine su vodotoka zabilježene od rujna do prosinca, kada na formiranje poplavnih valova dominantan utjecaj ima dnevna ciklona. Na bujičnim vodotocima zbog intenzivnih oborina pojavljuju se ekstremne vode i u ljetnom, sušnom razdoblju.

Dalmatinski slivovi. Na izrazito krševitom području formirano je nekoliko većih površinskih vodotoka kao što su Cetina, Zrmanja i Krka, s tokovima na području Hrvatske, te Neretva s većim dijelom sliva na području Bosne i Hercegovine.

Za rijeku Cetinu karakteristično je da je cijeli tok u Hrvatskoj, a veći dio sliva na području Bosne i Hercegovine. Prirodni režim tečenja rijeke Cetine znatno je izmijenjen zbog dviju velikih hidroenergetskih akumulacija, Peruće i Buškog blata. Znatne promjene u režimu tečenja na Neretvi i Trebišnjici također su posljedica izgrađenih hidroenergetskih sustava u Bosni i Hercegovini.



Slika 2. 7. Prosječni mjesečni protoci na dalmatinskim slivovima (1961. - 1990.)



Unutar godine na uzvodnim tokovima najmanji su mjesečni protoci u kolovozu, a najveći u travnju i rjeđe u siječnju i prosincu. Najniži se vodostaji najčešće pojavljuju u razdoblju od kolovoza do listopada, kada dio vodotoka i presušuje.

Za razliku od ostalih vodotoka na području Hrvatske, veliki i srednji godišnji protoci na Neretvi (Metković), Cetini (Han) i Matici Vrgorskoj (Dusina) imaju tendenciju sniženja.

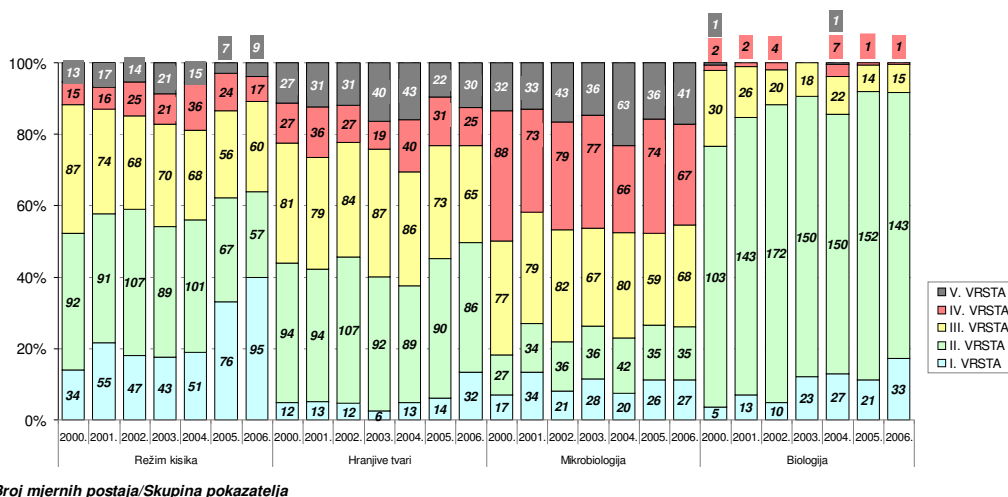
Otoci nemaju značajnih površinskih tokova, osim povremenih bujičnih vodotoka ili rijetkih izvora obično malog kapaciteta. Cijelo jadransko priobalje bogato je vruljama, čije se količine istjecanja ne mjere.

2.1.3 Kakvoća površinskih voda

Kakvoća voda rijeka i jezera

Svrha je praćenja kakvoće voda ocjena opće ekološke uloge voda, te utvrđivanje uvjeta korištenja za određene namjene. Ocjenjivanje kakvoće temelji se na Uredbi o klasifikaciji voda, gdje se vode, prema graničnim vrijednostima pokazatelja, svrstavaju u pet vrsta. Ispitivanje kakvoće voda provodi se na vodotocima čija se voda iskorištava ili planira iskorištavati za javnu vodoopskrbu, na vodama unutar nacionalnih parkova i parkova prirode, zatim u dijelovima vodotoka gdje su značajniji utoci državnih i prekograničnih voda te ispusti tehnoloških i komunalnih otpadnih voda i u dijelovima gdje se vodni resursi iskorištavaju ili planiraju iskorištavati za gospodarske potrebe (hidroelektrane, navodnjavanja, uzgajališta riba i drugo).

Sustavno praćenje kakvoće površinskih voda započelo je godine 1958. na Dunavu, a početkom sedamdesetih godina počelo se s ispitivanjem kakvoće površinskih voda u okviru nacionalnog monitoringa. Za ocjenu kakvoće voda služila je Uredba o klasifikaciji voda iz 1981. godine, ali tek godine 1998. doneseni su novi propisi za ocjenjivanje kakvoće voda usklađeni s UN/ECE smjernicama i s razrađenom metodologijom. Zbog toga je 2000. godina usvojena kao polazna godina u ocjeni promjena kakvoće voda.



Slika 2. 8. Ukupni prikaz stanja kakvoće voda (2000. - 2006.)

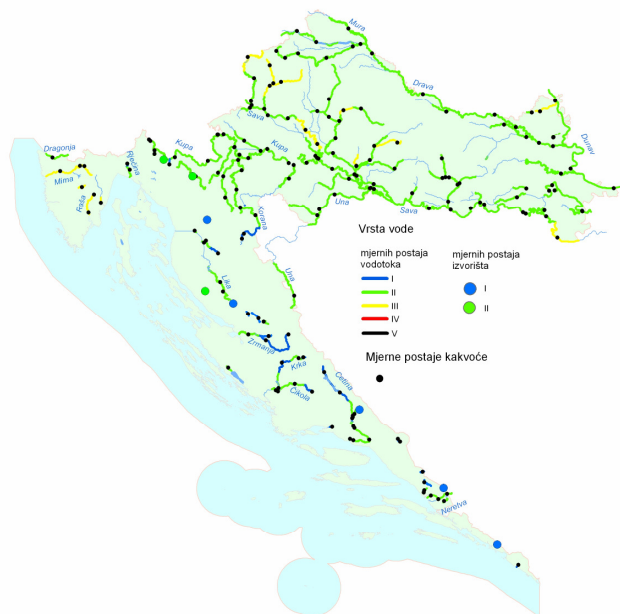
Ispitivanja kakvoće voda u razdoblju od godine 2000. do 2006. (rijeke, izvori, bunari, kanali, prirodna i umjetna jezera) provodila su se na oko 270 u 2000., a na 344 mjernih

2

postaja u 2006. godini. Prema vrsti monitoriranja na pojedinoj mjernoj postaji razlikuje se prekogranični (PGM), nacionalni (NM) i lokalni monitoring (LM).

Uz obvezne pokazatelje (režim kisika, hranjive tvari, mikrobiološke i biološke pokazatelje), koji određuju opću ekološku funkciju voda, ispituju se i dodatni pokazatelji (metali, organski spojevi i radioaktivnost) prema posebnim programima.

U razdoblju 2000. - 2006. godine vode su, prema biološkim pokazateljima bile većinom II., po režimu kisika i hranjivim tvarima II. i III., a prema mikrobiološkim pokazateljima III. i IV. vrste kakvoće. Samo na manjem broju mjernih postaja kakvoća voda izrazito je odstupala od planirane vrste (pokazatelji BPK₅, ukupni N, ukupni P, P-B indeks saprobnosti ili biotički indeks).



Slika 2. 9. Stanje kakvoće voda prema biološkim pokazateljima

Koncentracije metala u razdoblju od 2000. - 2006. godine praćene su na više od 40% mjernih postaja. Prema većini ispitivanih metala voda je bila I. i II. vrste kakvoće, a najnepovoljnije vrijednosti bile su izmjerene za olovo, bakar i kadmij. Lošija ocjena prema nekim teškim metalima (živi, olovu i povremeno kadmiju) posljedica je velikog broja uzoraka kod kojih nije bilo moguće izmjeriti prirodne koncentracije zbog nedovoljno osjetljive analitičke opreme.

Najnepovoljnije vrijednosti analiziranih organskih spojeva tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine bile su najčešće izmjerene za mineralna ulja. Vrijednosti ostalih organskih spojeva uglavnom su bile ispod granica detekcije. U godini 2002. na nekim mjernim postajama na rijeci Savi izmjeren je atrazin u povišenim koncentracijama.

Radi kontrole mogućeg utjecaja nuklearne elektrane Paks u Mađarskoj ispituje se radioaktivnost rijeke Dunav na graničnoj mjernoj postaji Dunav - Batina, a dobiveni rezultati u godini 2006. uspoređeni su s mjerenjima obavljenima u razdoblju od 1983. do 2001., kao i mjerenjima obavljenima radi utvrđivanja „nultog stanja“, tj. prije puštanja u pogon NE Paks. Prati se ukupna beta-radioaktivnost u vodi, sedimentu, ribi i obraštaju. Kod većine vrsta uzoraka rijeka Dunav je na razini „nultog“ stanja, osim vrijednosti radionuklida ¹³⁷Cs u sedimentu, koja prelazi vrijednosti radioaktivnosti izmjerene u razdoblju mjerenja „nultog“ stanja.

Vode na koncentriranim ulazima i izlazima iz Hrvatske tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine su uglavnom slične kakvoće s obzirom na većinu ispitivanih pokazatelja, iako su zamijećena povremena odstupanja u pojedinim godinama, posebno u odnosu na mikrobiološke pokazatelje. To pokazuje da povećana odstupanja od planiranih vrsta/kategorija na pritocima uglavnom nemaju znatnijeg odraza na koncentriranim izlazima.



Za stanje kakvoće priobalnog mora posebno je važna kakvoća voda rijeka na ušćima te se ona sustavno prati. Prema podacima mjerenja u godini 2006., najnepovoljnije stanje je prema mikrobiološkim pokazateljima, što upućuje na to da je onečišćenje uzrokovano otpadnim vodama fekalnog porijekla.

Tablica 2. 3. Ocjena kakvoće voda na graničnim mjernim postajama u godini 2006.

Sliv		Save				Drave i Dunava			dalmatinski	
Vodotok		Sava		Una		Drava	Dunav		Neretva	
		Ulaz	Izlaz	Izlaz	Ulaz	Ulaz	Ulaz	Izlaz	Ulaz	Izlaz
Mjerna postaja		Jesenice	Gunja	Donja Suvaja	Struga	Ormož	Batina	Ilok	Metković	Rogotin
Vrsta monitoringa		PGM	NM	NM	NM	PGM	PGM	NM	NM	LBA
Skupina pokazatelja	B Režim kisika	II	II	I	I	II	III	III	I	I
	C Hranjive tvari	III	III	I	II	III	III	III	II	II
	D Mikrobiološki	IV	IV	I	IV	III	IV	IV	IV	V
	E Biološki	II	II	I	II	II	II	II	II	II
Kategorija vode		II	II	II		II	II	II	II	II

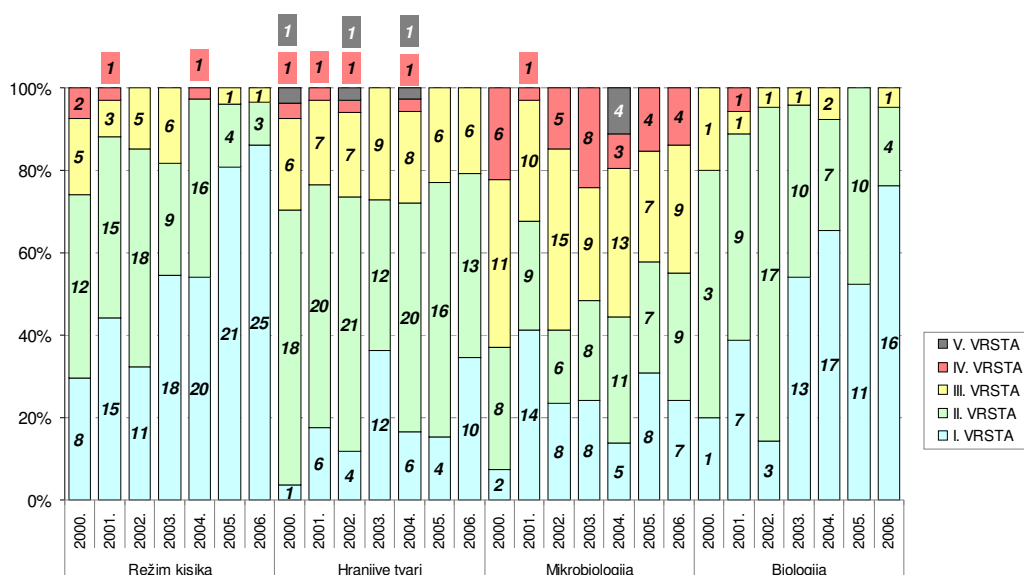
Tablica 2. 4. Ocjena kakvoće vode na ušćima rijeka u Jadransko more u godini 2006.

Slivovi		primorsko-istarski				dalmatinski			
Vodotok		Dragonja	Mirna	Raša	Rječina	Zrmanja	Krka	Cetina	Neretva
Mjerna postaja		ušće	Portonski most	most Mutvica ušće	ušće	Obrovac	Nizvodno od Skradinskog Buka	Nizvodno od HE Zakučac	Rogotin
Vrsta monitoringa		PGM-LBA	LBA	LBA	LBA	LBA	LBA	LBA	LBA
Skupina pokazatelja	B Režim kisika	I	I	I	I	III	I	I	I
	C Hranjive tvari	II	III	III	II	I	I	II	II
	D Mikrobiološki	III	III	IV	IV	IV	III	IV	V
	E Biološki	II	II	II		II	II	I	II
Kategorija vode		II	II	II	II	II	II	II	II

Za potrebe ocjene opće ekološke funkcije vode sustavno se prati stanje voda izvorišta. Izvorišta koja se ispituju u okviru nacionalnog monitoringa kakvoće kopnenih voda upućuju ne samo na stanje kakvoće u izvorišnom dijelu rijeke nego i na stanje kakvoće voda vodonosnika pa su stoga ocijenjena i prema kriterijima za površinske vode i prema kriterijima za podzemne vode Uredbe o klasifikaciji voda. Ovdje su vode izvorišta ocijenjene prema kriterijima za površinske vode.

Prema kriterijima za površinske vode (režim kisika, hranjive tvari i biološki pokazatelji), tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine vode izvorišta pretežno su svrstane u I. i II. vrstu, prema mikrobiološkim pokazateljima u II. i III. vrstu, a samo na manjem broju mjernih postaja u IV. i V. vrstu.

Prema ispitivanim metalima, tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine vode izvorišta svrstavaju se u I. i II. vrstu, a prema organskim pokazateljima uglavnom su I. vrste.



Broj mjernih postaja/skupina pokazatelja

Slika 2. 10. Ocjena stanja kakvoće voda izvora kao površinskih voda (2000. - 2006.)

Na temelju redovitih godišnjih izvještaja o rezultatima ispitivanja kakvoće vode u Republici Hrvatskoj, razvidno je da se u razdoblju od 2000. - 2006. godine bilježi blago poboljšanje kakvoće površinskih voda i to pokazatelja iz skupine režima kisika i hranjivih tvari.

Kakvoća prijelaznih voda i priobalnog mora

Prema važećim zakonima, u nadležnosti vodnoga gospodarstva jest praćenje onečišćenja priobalnog mora s kopna, koje dolazi rijekama, te točkastim i raspršenim izvorima onečišćenja s kopna. U skladu s time, prema kriterijima Državnoga plana za zaštitu voda, područje nadležnosti vodnoga gospodarstva obuhvaća područja priobalnog mora oko ispusta otpadnih voda i područja pod utjecajem ušća rijeka.

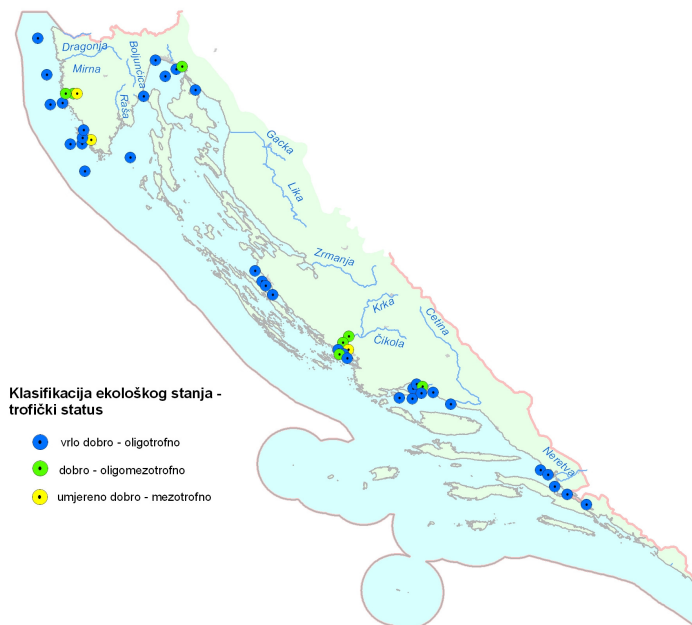
Za ocjenu kakvoće priobalnog mora iskorišteni su rezultati istraživanja nekoliko istraživačkih projekata i programa (najopsežniji su projekti Jadran i Vir-Konavli), koje provodi više državnih institucija, uključujući i Hrvatske vode. Rezultati istraživanja bili su osnova za procjenu kakvoće priobalnog mora, koje je prema trofičkom stanju klasificirano u 5 klasa, na osnovi trofičkog indeksa za razdoblje 1998. - 2001.

Na osnovi trofičkog indeksa može se stanje kakvoće, u najvećem dijelu akvatorija od Savudrije do Zadra, procijeniti najvišim stupnjem (vrlo dobro ili oligotrofno). Stanje za jedan ili dva stupnja lošije (dobro i umjereno dobro ili oligomezotrofno i mezotrofno) procijenjeno je za unutrašnje dijelove Limskog kanala, te Bakarskog i Riječkog zaljeva. Limski kanal i Bakarski zaljev područja su pod znatnim utjecajem podzemnih voda, a time i koncentriranog donosa hranjivih tvari s pripadajućih slivova.

Najveći dio priobalnog mora na području Dalmacije je oligotrofno. More Šibenskog zaljeva i istočnog dijela Kaštelanskog zaljeva svrstava se u eutrofno ili čak u ekstremno eutrofno. Širi akvatorij Šibenika, Splita, te Ploča procjenjuje se mezotrofnim, iako su koncentracije klorofila vrlo često usporedive s otvorenim vodama. Područje mora oko Dubrovnika je oligotrofno.



Na područjima gdje se u more ulijevaju veće rijeke (Krka, Jadro, Žrnovnica, Cetina, Neretva) prisutan je unos hranjivih tvari, ali je omjer dušika i fosfora u tim vodama povoljan (vrlo visok) i procesi eutrofikacije mora nisu jako izraženi. No, negativni efekti unosa hranjivih tvari u more dolaze do izražaja u onim područjima, gdje u blizini ušća rijeka postoje veća gradska središta čijim otpadnim vodama u more dospjevaju i soli fosfora. Estuarij Krke je područje gdje je to došlo do punog izražaja, pa je proces eutrofikacije naj snažnije prisutan u području Šibenskog zaljeva. U nešto manjoj mjeri to vrijedi i za Kaštelanski zaljev. Utjecaj Neretve na proces eutrofikacije manji je nego što bi se to moglo očekivati, što je rezultat autopurifikacijskih sposobnosti močvarnog ekosustava.



Slika 2. 11. Procjena kakvoće priobalnog mora

Može se zaključiti da je najveći dio hrvatskog Jadranskog mora oligotrofan, odnosno vrlo dobre kakvoće, a problem su uglavnom zatvoreni priobalni dijelovi mora uz velike gradove (Pula, Rijeka, Šibenik, Split i slično).

Kakvoća priobalnog mora na plažama

Mikrobiološki pokazatelji najznačajniji su indikatori onečišćenja mora otpadnim vodama fekalnog porijekla, te se ocjena kakvoće mora na morskim plažama temelji na koncentracijama indikatora fekalnog onečišćenja čije su granične vrijednosti definirane u Uredbi o standardima kakvoće mora na morskim plažama.

Na području od Savudrije do Dubrovnika u 2000. godini više od 96% uzoraka morske vode na ispitivanim plažama čistoćom je zadovoljavalo propisane standarde. Taj je postotak u 2003. godini narastao gotovo do 98%, a jednako je bilo i u 2004. godini. Udio uzoraka koji prelaze granične vrijednosti propisane Uredbom u 2005. godini bio je 1,5 %, u 2006. godini 1,06% što je za 7,8 % manje u odnosu na prethodnu godinu. Od uzoraka koji su odgovarali standardima Uredbe, 72,97 % uzoraka bilo je ocjenjeno kao more visoke kakvoće, 25,39% kao more podobno za kupanje i 1,33 % kao umjereno onečišćeno more¹.

Kakvoća priobalnog mora na plažama pokazuje da je sanitarna kakvoća mora u najvećem dijelu obalnog područja zadovoljavajuća. Lošija sanitarna kakvoća mora ograničena je na one plaže koje se nalaze u blizini gradskih luka i velikih gradskih središta.

¹ Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva: Kakvoća mora za kupanje na plažama hrvatskog jadrana u 2006. godini, prosinac 2006.

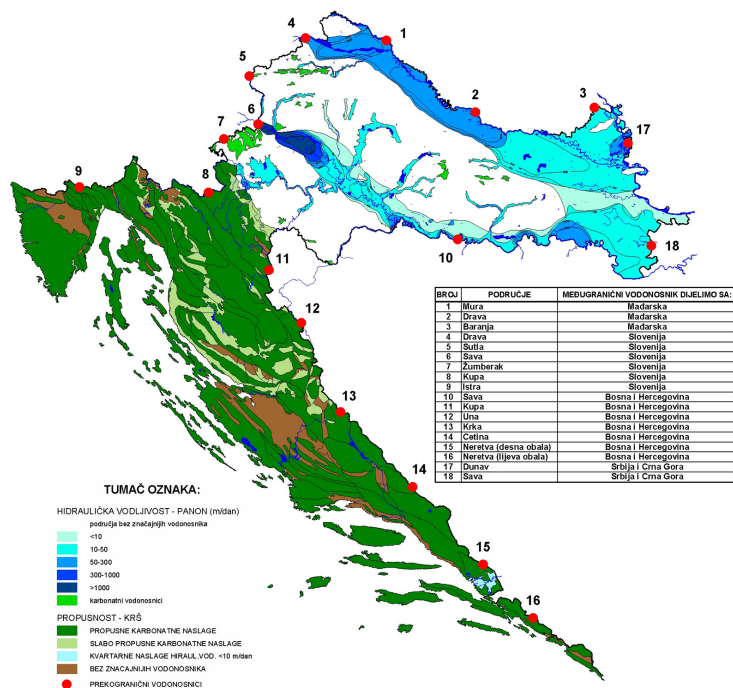
Sadašnja razina pritiska ne ugrožava kakvoću mora i okoliš u značajnoj mjeri, te se ne smatra ograničavajućim čimbenikom razvoja.

2.2 Podzemne vode

2.2.1 Opće značajke

Na prostoru Hrvatske dominiraju dva tipa vodonosnika, međuzrnski, koji prevladava u panonskom dijelu, i krški, sekundarne pukotinsko-kavernozne poroznosti u području Dinarida. Prirodni slivni sustavi formirani su tako da crnomorskom slivu, osim panonskog područja, pripada i dio krškog područja, dok jadranski sliv u cijelosti pripada krškom području Dinarida. Dio značajnijih vodonosnika su prekogranični.

Monitoring razina podzemne vode ne provodi se sustavno. Na području Drave postoji osnovna mreža, te mreže mjernih postaja uspostavljenih za potrebe izgrađenih i planiranih hidroenergetskih objekata. Na slivu Save uspostavljene su mreže za potrebe javne vodoopskrbe (šire područje Zagreba) i mreže za planirane hidroenergetske objekte. Na krškim je područjima uspostavljena mreža mjernih postaja za potrebe vodnog gospodarstva na području zapadne i južne Istre, kojom je pokriven manji dio poluotoka. Na ostalim krškim područjima ne postoji monitoring, osim lokalnih namjenskih mreža.



Slika 2. 12. Opće hidrogeološke značajke vodonosnika

Najvažniji vodonosnici na crnomorskom slivu formirani su u debelim kvartarnim naslagama međuzrnske poroznosti u dolinama rijeka Save i Drave, koji su najbogatiji vodama uz gornje tokove, a izdašnost nizvodno, zbog povećanja udjela sitnozrnate komponente, smanjuje se. Na nizvodnom su području vrlo česte pojave subarteških i arteških voda. Kod dubljih vodonosnika, zbog reduktivnih uvjeta, prisutan je povišen



sadržaj željeza, mangana i drugih pratećih elemenata. Vodonosnici pukotinske poroznosti u panonskom bazenu zauzimaju razmjerno male površine i izgrađuju vršne dijelove gorskih predjela južnog dijela crnomorskoga sliva.

Osnovna značajka jadranskoga sliva jesu razvijeni krški vodonosnici. Temeljna obilježja krških slivova prostrane su zone prikupljanja vode u planinskim područjima i vrlo kompleksni uvjeti izviranja na kontaktima okršenih vodopropusnih karbonatnih naslaga i vodonepropusnih stijena. Tečenje vode vezano je za pukotinske sustave, a odlikuje se velikim brzinama podzemnih tokova (do 30 cm/s) i pojavama jakih krških izvora velikih amplituda istjecanja. Zbog male retencijske sposobnosti vodonosnika ljetna razdoblja karakterizira bitno smanjenje istjecanja na izvorima, a katkad i potpuna presušivanja. Kakvoća podzemnih voda uglavnom je vrlo dobra, a jedine probleme stvaraju povremena замуćenja i bakteriološka onečišćenja izvora kao posljedica jakih oborina, osobito nakon dugoga sušnog razdoblja.

2.2.2 Prostorni razmještaj

Slivovi Drave i Dunava. Dravski je sliv prema specifičnim hidrogeološkim obilježjima podijeljen na tri područja, uzvodno od ušća Mure, od ušća Mure do Slatine i od Slatine do ušća rijeke Drave u Dunav.

Uzvodno od ušća Mure zastupljena su dva osnovna tipa vodonosnika, vodonosnik međuzrnske poroznosti u pridravskoj ravnici i vodonosnici pukotinske poroznosti u gorskim predjelima.

Aluvijalni je vodonosnik izgrađen od dvaju šljunčanih slojeva ukupne debljine na krajnjem zapadu oko 5 - 10 m, oko 150 m južno od Preloga, te 30 - 40 m na legradskom pragu. Postojećim zdencima vodonosnik je zahvaćen do 40 m dubine. Prosječne vrijednosti hidrauličke vodljivosti iznose 100 - 250 m/dan. Čitav je vodonosnik pokriven prašinsto-glinovitim slojem male debljine.

Izgradnjom hidroelektrana na Dravi promijenjeni su uvjeti tečenja podzemne vode, prisutno je prihranjivanje vodonosnika na području akumulacija, a intenzivno dreniranje uz oteretne kanale.

Na dijelu od ušća rijeke Mure do Slatine u litološkom sastavu prevladava šljunak. Ukupna debljina vodonosnog kompleksa doseže više od 300 m. Zdencima su vodonosne naslage zahvaćene do 70 m dubine, a prosječne vrijednosti hidrauličke vodljivosti iznose oko 100 m/dan na zapadu, do oko 50 m/dan na istoku. Vodonosnik je pokriven prašinsto-glinovitim naslagama, čija se debljina povećava od zapada prema istoku.

Od Slatine do ušća u Dunav prisutne su tri vrste stijena. U aluvijalnim naslagama u pridravskoj ravnici formiran je vodonosnik međuzrnske poroznosti, u karbonatnim stijenama gorskih predjela Papuka formirani su vodonosnici pukotinske poroznosti, dok su neogenske naslage, na padinama gorja, uglavnom nepropusne do slabopropusne. Debljina kvartarnoga vodonosnog kompleksa doseže više od 200 m. Pjeskoviti su slojevi međusobno odvojeni prašinsto-glinovitim proslojcima. Prosječna hidraulička vodljivost vodonosnika kreće se od 10 do 20 m/dan. Iznad vodonosnika nalazi se glinovito-prašinsti pokrivač debljine uglavnom veće od 10 m, a mjestimično i 30 m.

U hidrogeološkom smislu neposredni sliv Dunava vrlo je teško odvojiti od sliva Drave, jer oba čine jednu cjelinu. U litološkom sastavu prevladava sitnozrnati do srednjezrnati pijesak. Pojedini slojevi međusobno su odvojeni slabo propusnim prašinsto-glinovitim proslojcima. Debljina vodonosnog kompleksa južno od Drave prelazi 150 m, dok je na

2

području Baranje vodonosnik debljine oko 50 m. Prosječne vrijednosti hidrauličke vodljivosti variraju od 10 do 20 m/dan, a u nekim dijelovima Baranje mjestimice su 50 m/dan. Postojećim zdencima vodonosnik je zahvaćen do 100 m dubine. Iznad vodonosnika se nalaze glinovito-prašinaste naslage debljine veće od 10 m, a u nekim područjima prelaze i 50 m. Izuzeci su istočni dio Baranje i inundacijsko područje gdje je debljina takvih naslaga manja od 5 m.

Specifični hidrogeološki uvjeti nalaze se na prapornim ravnjacima, gdje se ispod nekoliko desetaka metara debelih prapornih naslaga nalaze propusni slojevi pijeska i šljunka u kojima je podzemna voda pod arteškim i subarteškim tlakom.

Sliv Save. Južni dio sliva pripada kršu Dinarida, a izgrađuju ga dobro propusne karbonatne stijene kredne starosti, u kojima su formirani vodonosnici pukotinske poroznosti. Nizvodno od Karlovca sliv Save pripada jugozapadnom dijelu Panonskog bazena. Nepropusne paleozojske naslage izgrađuju područje Banovine, dok sjevernim i istočnim dijelom sliva dominiraju savski i u njegovom nastavku slavonsko-srijemski bazen u kojima je podzemna voda akumulirana u aluvijalnom kvartarnom vodonosniku međuzrnske poroznosti.

U slivu rijeke Krapine jedini značajniji vodonosnici formirani su u karbonatnim naslagama gorskih masiva Ivanščice, Strahinjščice i Kuna gore. Sliv rijeka Lonje, Trebeža, llove i Pakre obuhvaća Lonjsko-ilovsku zaravan (Bjelovarska uleknina), jugoistočne padine Kalnika, istočni dio Medvednice, Moslavačku goru, Lonjsko polje i zapadne obronke Psunja. Najveći dio sliva izgrađen je od neogenskih naslaga pokrivenih kopnenim praporom kvartarne starosti u kojima ne postoje značajniji vodonosnici, a postojeća crpilišta relativno slabih izdašnosti vezana su za tanke aluvijalne vodonosnike rijeka llove, Pakre i njihovih pritoka. Najznačajnije zalihe podzemne vode vezane su za aluvijalni vodonosnik u Lonjskom polju, u čijem litološkom sastavu prevladava srednjezrnati do sitnozrnati pijesak s nešto šljunka. Najveća je debljina vodonosnika oko 100 m, a prosječna hidraulička vodljivost doseže oko 40 m/dan. Znatno slabije hidrogeološke karakteristike imaju tanki aluvijalni nanosi Lonje, Česme, i njihovih pritoka, čija debljina malo kad prelazi 10 m.

Sliv rijeke Orljave obuhvaća Požešku kotlinu, koja je ograničena slavonskim gorjem. Najveći dio sliva zauzima Požeška kotlina koja je izgrađena od neogenskih i kvartarnih naslaga. U cjelini su to slabo propusne naslage unutar kojih se nalaze propusniji slojevi pijeska i mjestimice zaglinjenoga šljunka, razmjerno malog prostiranja. Najznačajnija sredina s obzirom na vodoopskrbu jesu karbonatni kompleks koji izgrađuje središnje dijelove Papuka, te šljunkovito-pjeskovite naslage u dolini rijeke Orljave.

Neposredni sliv rijeke Save uzvodno od ušća rijeke Krapine zahvaća područje od granice sa Slovenijom do geološke strukture podsusedskoga praga. Najznačajnija akumulacija podzemne vode vezana je za aluvijalni vodonosnik čija debljina iznosi oko 10 - 15 m, osim u lokalnoj uleknini kod Strmca, gdje doseže oko 50 m. Prosječna hidraulička vodljivost vodonosnika u pravilu iznosi više od 1.000 m/dan. U krovini vodonosnika nalazi se glinovito-prašinasti sloj male debljine. Voda rijeke Save u neposrednoj je hidrauličkoj vezi s podzemnom vodom. Na području Samoborskog gorja glavni vodonosnik čine naslage dolomita trijasko starosti.

U neposrednom slivu Save na području od podsusedskog do sisačkog praga najznačajniji je aluvijalni vodonosni kompleks, koji najveću debljinu doseže između Petruševca i Oborova, oko 250 m. Pojedini propusni šljunkovito-pjeskoviti slojevi međusobno su odvojeni slabo propusnim glinovito-prašinastim slojevima. Vrijednosti prosječne hidrauličke vodljivosti u zapadnim predjelima dosežu i do 2.000 m/dan, oko



Prerovca i Dubrovčaka 40 m/dan, a između Dubrovčaka i Siska smanjuju se na oko 10 m/dan. Iznad aluvijalnog vodonosnika nalaze se slabo propusne naslage male debljine. Za hidrauličke uvjete karakteristično je da je na krajnjem zapadnom dijelu korito Save usječeno u vodonosnik koji se najvećim dijelom napaja procjeđivanjem iz Save. Posljednjih dvadesetak godina zapažena je tendencija snižavanja savskih vodostaja, koja je dovela do sniženja razina podzemne vode u zaobalju za oko 2 m.

Neposredni sliv rijeke Save od ušća Kupe do ušća Orljave najvećim dijelom obuhvaća savski bazen ispunjen nevezanim sedimentima zasićenima podzemnom vodom. Vodonosnik je uglavnom sastavljen od različitih frakcija pijeska. Veće količine šljunka istaložene su u obliku konusa, na ušćima pritoka. Nizvodno od Siska vrijednosti su hidrauličke vodljivosti najveće u konusu Une - oko 100 m/dan i Vrbasa - oko 200 m/dan. Između Save i rasjeda koji savski bazen odvaja od slavonskog gorja vodonosnik je slabo razvijen i nalazi se na dubinama uglavnom većima od 60 m. Prosječna hidraulička vodljivost maksimalno doseže 10 m/dan. Nanosi lijevih pritoka Save sastavljeni su od zaglinjenog šljunka i pijeska u izmjeni s prahom i glinom. Prosječna hidraulička vodljivost u pravilu je manja od 10 m/dan.

Neposredni sliv rijeke Save od ušća Orljave do granice sa Srbijom karakteriziraju dvije hidrogeološki bitno različite sredine. Prvu čini šljunkovito-pjeskoviti vodonosni sloj na prostoru između Save, Velike Kopanice, Gradišta i Županje, čija debljina doseže više od 90 m. Krovinu čine prašinasto-glinovite naslage debljine manje od 5 m uz Savu, a, udaljavajući se prema sjeveru, debljina postupno raste do 40 m. Prihranjivanje se najvećim dijelom obavlja iz Save i kod visokih vodostaja utjecaj rijeke osjeća se i više od 5 km na sjever. Pjeskoviti vodonosni sustav nalazi se u prostoru između šljunkovitoga sloja na jugu i razvodnice Sava - Drava na sjeveru. Broj pjeskovitih slojeva kreće se od 2 do 11, a debljina pojedinih slojeva iznimno premašuje 30 m. Debljina krovinskih naslaga kreće se između 30 i 40 m. Zdencima su zahvaćeni vodonosni slojevi do maksimalne dubine od 120 m.

Sliv rijeke Kupe u krškom području čine podslivovi Kupe, Dobre, Mrežnice i Korane, koje se spajaju kod Karlovca, upravo na prelasku iz krškog u područje panonskog bazena. Najveći dio sliva pripada Hrvatskoj, uključujući i glavni izvor. Osnovne su značajke sliva složena geološka građa u kojoj prevladavaju okršeni karbonatni vodonosnici, tokovi podzemnih voda ispod navučenih vodonepropusnih kompleksa naslaga i pojave krških izvora širokog raspona istjecanja. Sliv rijeke Dobre započinje nizom manjih izvora i površinskih vodotoka na području Skrada, a nizvodno od Vrbovskog poprima formu prave rijeke. Sliv rijeke Mrežnice drenira karbonatni masiv vanjskih Dinarida prema Drežničkom, Crnac polju i Dabru. Sliv rijeke Korane formiran je u graničnom području Korduna, Like i Bosne i Hercegovine. Rijeka izvire iz Plitvičkih jezera, a zatim vrlo brzo ponire, otječući podzemljem prema nizvodnom dijelu korita rijeke Korane i dijelom prema izvorištu Klokot u slivu rijeke Une. Slivno područje donjeg toka rijeke Kupe obuhvaća Žumberak, južne padine Vukomeričkih gorica, karlovački bazen, Petrovu i Zrinsku goru. U ovom dijelu sliva najvažnija su dva tipa vodonosnika. Vodonosnik međuzrnske poroznosti formiran je unutar aluvijalnih naslaga Kupe i njezinih pritoka, a vodonosnici pukotinske poroznosti u naslagama dolomita na Žumberku.

Sliv rijeke Une obuhvaća dio antiklinalne forme Bruvna, zatim područje Lapca i Nebljusa, te vode s područja Like koje protječu ispod navučenih vodonepropusnih stijena Čemernice prema izvoru Une. Krška područja Krbavskog i Koreničkog polja također pripadaju slivu Une. Slivno područje donjeg toka rijeke obuhvaća područje Banovine, pretežito izgrađeno od nepropusnih i slabo propusnih stijena. Nešto značajnije količine podzemne vode akumulirane su u nanosu Une čija debljina malo kad prelazi 10 m.



2

Primorsko-istarski slivovi. Područje Istarskog poluotoka na određeni je način prirodna hidrogeološka cjelina s nekoliko slivova, koji se dreniraju prema zapadnoj ili istočnoj obali poluotoka. Sliv rijeke Dragonje smješten je na sjeverozapadnom dijelu poluotoka i najveći njegov dio pripada Sloveniji. Značajni izvori Bužimi i Gabrijeli na teritoriju su Hrvatske, a dreniraju karbonatno područje između Istarskih Toplica i Savudrije.

Sliv rijeke Mirne zauzima područje centralnog i zapadnog dijela poluotoka. Na sjevernom dijelu dominira planinsko područje Ćićarije, koje se najvećim dijelom drenira na velikom krškom izvoru Sveti Ivan u Buzetu. Značajan je vodonosnik i karbonatno područje između Istarskih Toplica i Savudrije s izvorom Bulaž. Uz lijevu obalu rijeke lociran je najveći krški izvor Istarskog poluotoka Gradole.

Najveći je dio sliva Raše i Boljunčice u centralnoistarskom fliškom bazenu, koji se uglavnom preko ponora Pazinčice drenira prema izvorima uz desnu obalu rijeke Raše i priobalnom izvoru Blaž u Raškom zaljevu. Sliv zapadne i južne obale Istre zauzima područje izgrađeno od okršenih karbonatnih stijena s kojeg dio vode otječe prema istočnoj strani poluotoka, ali dio i prema krajnjem jugu poluotoka.

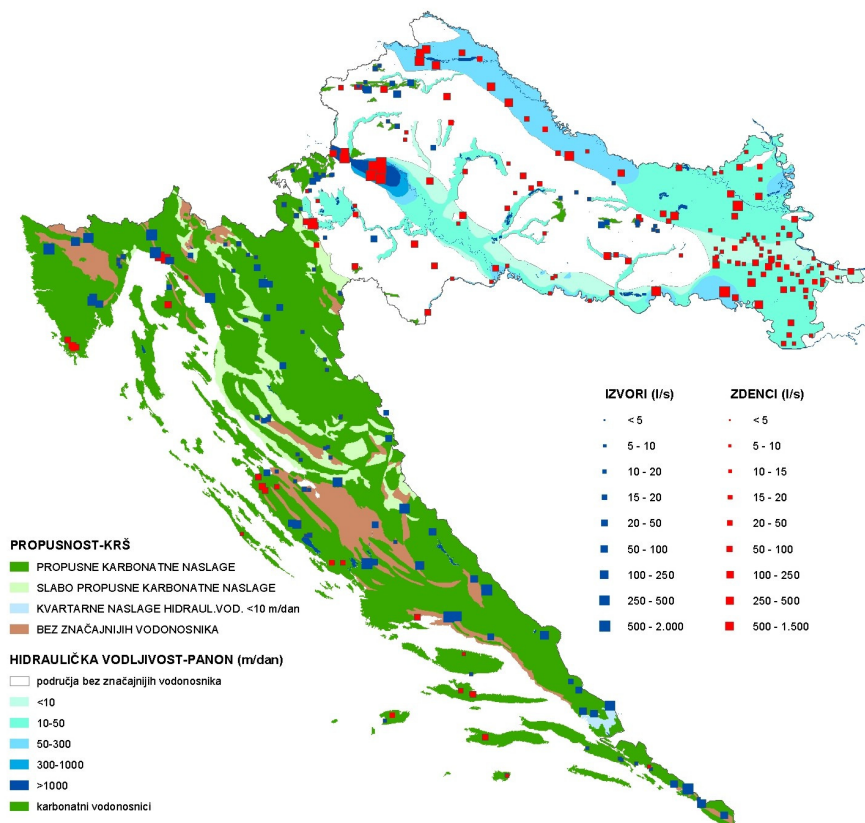
Područje Kvarnerskog zaljeva obuhvaća krško područje, koje se drenira i prema Tršćanskom, a dio vode otječe i prema izvišću Sveti Ivan. Sliv izvora u gradu Rijeci ima zonu istjecanja u priobalnom području od Preluke na sjeveru do Kostrene na jugu, s glavnim koncentracijama istjecanja u kanjonu Rječine i uvali Martinšćice. Sliv izvora u Bakarskom zaljevu formiran je u karbonatnom masivu morskih padina Gorskog kotara. Vodonepropusne fliške stijene u najvećem dijelu zaljeva potopljene su morem i zone izviranja uglavnom su otvorene prema utjecaju mora.

Sliv rijeke Gacke zauzima najveći dio Ličkog Sredogorja i krška polja kod Perušića, te Vrhovinsko i Brinjsko polje. To je tipični krški sliv izgrađen od okršenih karbonatnih stijena dinarskoga smjera prostiranja, presječenih pojavama mlađih slabopropusnih naslaga u zoni izviranja.

Najveći dio sliva Like vezan je za površinsko ili plitko podzemno otjecanje. Sliv je formiran sa sjeveroistočne strane velebitskog masiva od područja Mogorića i Medaka do Lipova polja. Velebit, zbog vodonepropusnih naslaga u jezgri, ima funkciju barijere, koja je razlog formiranja sliva rijeke Like sa sjeveroistočne strane masiva. Sliv priobalnih izvora od Novljanske Žrnovnice do Selina ima izduženu zonu izviranja u obalnom području i prostire se od Lič polja u Gorskom kotaru do ponornih zona rijeka Gacke i Like i lokalnog sliva Paklenice.



Dalmatinski slivovi. Slivu rijeke Zrmanje na području Like pripadaju rijeke ponornice Obsenica, Ričica i Otuća, koje nakon relativno kratkog toka poniru u Gračačkom i Štikadskom polju. Zona ponovnog izviranja tih voda desna je obala rijeke Zrmanje nizvodno od Ervenika. Rijeka od početnog izvora do Kravljeg mosta ima stalan protok, nakon čega započinje zona poniranja, a utjecaj mora doseže uzvodno od Obrovca.



Slika 2. 13. Vodonosnici i zahvati voda za javnu vodoopskrbu

Sliv Bokanjačkog blata i Nina ima široku zonu istjecanja u obalnom području od Zadra prema Ninu i dalje prema Ljubačkom zaljevu. Glavna koncentracija izviranja jest u Bokanjačkom blatu. Sliv Vranskog jezera formiran je u vrlo sličnim hidrogeološkim uvjetima. Jezero je smješteno u zoni miješanja slatke i slane vode i ravnoteža se, ovisno o hidrološkim uvjetima, mijenja.

Sliv rijeke Krke širi se i izvan granice Hrvatske prema Bosanskom Grahovu. Uzrok istjecanju velike količine podzemne vode na izvoru jesu prodori nepropusnih i slabo propusnih dolomita i klastita na području Knina.

Sliv rijeke Cetine pokriva neposredno drenažno područje rijeke i izvore splitskog područja Jadro i Žrnovnicu. Veliki dio sliva prostire se na području Bosne i Hercegovine. Najveći dio priljevskog područja nalazi se na lijevoj obali rijeke prema Buškom blatu, te Livanjskom, Duvanjskom, Šuičkom i Kupreškom polju. Uz lijevu obalu rijeke nizvodno od akumulacije Peruća brojne su pojave jakih krških izvora. Rijeka u gornjem dijelu toka teče kroz prostrana povezana krška polja, nakon čega ulazi u karbonatno područje, a dio vode gubi se u brojnim ponorima, čime se dijelom napajaju veliki krški izvori u priobalju (Jadro, Žrnovnica, Studenac, vrulja Duboka).

2

Veliki dio sliva Neretve prostire se duboko u teritorij Bosne i Hercegovine, dok su u Hrvatskoj ušće (delta) i dijelovi krškoga sliva na desnoj i lijevoj obali rijeke. Slivu prirodno pripadaju i brojni priobalni izvori Dubrovačkog primorja, jer su podzemno povezani s ponornim zonama rijeke Trebišnjice. Sliv izvora na desnoj obali rijeke Neretve seže duboko u Dalmatinsku zagoru i Hercegovinu. Za dinamiku vode i njezino višestruko poniranje i istjecanje na površinu značajne su pojave vodonepropusnih fliških stijena, koje se u obliku izduženih ljusta prostiru unutar prevladavajućeg dobro vodopropusnog karbonatnog kompleksa. Imotsko je polje najviša stuba istjecanja u slivu, a slijede Rastočko i Kokoričko polje, te Vrgoračko polje, do konačnog istjecanja na izvorima uz Baćinska jezera, desnu obalu Neretve i području Gradca u priobalju. Na lijevoj obali Neretve karbonatne su stijene visokog krša bez sudjelovanja fliških stijena. Prva flišna barijera prostire se duž obalne zone dubrovačkog područja. Kontinuitet barijere u priobalju probijen je erozijskim procesima na više mjesta, pa se u području od ušća Neretve do Cavtata pojavljuju brojni krški izvori. Na taj je način formiran i najveći krški izvor južne Hrvatske, Ombla u Dubrovniku, koji spada u najveće krške izvore Dinarida.

Mineralne, geotermalne i termomineralne vode

Mineralne, geotermalne i termomineralne vode se razlikuju od ostalih podzemnih voda prema količini otopljenih minerala i temperaturi. Njihova pojava uvjetovana je posebnim prirodnim značajkama sredina u kojima se one generiraju i nalaze.

Po geološkoj građi ističu se dva bitno različita područja koja se razlikuju i po vrijednostima geotermijskog gradijenta i gustoći toplinskog toka: (i) Dinaridi s vrlo malim brojem pojava mineralnih voda i (ii) područje Panona sa znatno većim brojem pojava mineraliziranih voda različita kemijskog sastava i temperatura.

Na prostoru Hrvatske definirano je petnaest geotermijskih područja:

- Na dravskom slivu to su: Vučkovec, Varaždinske toplice, Kutnjak - Luljkovec, Hlebine - Molve - Dravka, istočna Slavonija.
- Na savskom slivu to su: Hrvatsko zagorje, zagrebačko geotermijsko područje, ivaničgradsko geotermijsko područje, daruvarsko-lipičko geotermijsko područje, Velika, Žumberak i karlovačka depresija, sisačko-petrinjsko geotermijsko područje, Lešće, Topusko.
- Na području primorsko-istarskih slivova nalazi se istarsko geotermijsko područje.

Izvori mineralne vode nalaze se u području savskog sliva: Apatovac, Glavnica Donja (Moravče), Slani potok (Medvednica), Kamensko (kraj Karlovca), Jamnica i Lasinja.

2.2.3 Zalihe podzemnih voda

Zbog složenih hidrogeoloških odnosa, te nedovoljne i neravnomjerne istraženosti vodonosnika određivanje zaliha podzemnih voda temelji se dobrim dijelom na procjenama, a zbog vodnogospodarske važnosti razmatrane su samo obnovljive zalihe podzemnih voda.

Najveće obnovljive zalihe podzemne vode crnomorskog sliva vezane su za kvartarne naslage u dolinama Drave i Save, u kojima su formirani vodonosnici međuzrnske poroznosti, te za vodonosnike pukotinsko-kavernozne poroznosti u južnim dijelovima slivova Kupe i Une. Također, znatnije količine vode akumuliraju se i u karbonatnim vodonosnicima pukotinske poroznosti u gorskim područjima sjeverne Hrvatske. Osnovni izvor prihranjivanja podzemnih voda područja Drave jest infiltracija oborina kroz polupropusni pokrovni sloj, dok na obnovljive zalihe podzemne vode u savskom vodonosniku, osim infiltracija oborina, znatno utječe i napajanje iz rijeke Save.



Tablica 2. 5. Obnovljive zalihe podzemne vode

Područje		Aluvijalni vodonosnik	Karbonatni vodonosnik	Ukupno
			10 ⁶ m ³ /god.	
crnomorski sliv	sliv Save	1.198,3	653,8	1.852,1
	slivovi Drave i Dunava	802,6	7,8	810,4
jadranski sliv	primorsko-istarski slivovi	-	2.639,5	2.639,5
	dalmatinski slivovi	-	3.831,3	3.831,3
Hrvatska		2.006,9	7.132,4	9.133,3

Obnovljive zalihe podzemne vode u plitkim aluvijalnim vodonosnicima određene su kao umnožak površine prostiranja vodonosnih slojeva, amplituda kolebanja piezometarske razine i efektivne poroznosti. Za duboke vodonosnike, umjesto efektivne poroznosti, iskorištene su vrijednosti koeficijenta uskladištenja.

Zbog osobitosti krških vodonosnika, složenih strukturno-tektonskih odnosa, te višestrukog izviranja i poniranja vode na različitim horizontima unutar istoga sliva u velikome broju slučajeva nepouzdana je odvajanje površinskih i podzemnih voda, a osobito utvrđivanje zaliha podzemne vode. Zbog toga su obnovljive zalihe podzemnih voda određene na temelju minimalnih izdašnosti izvora, kapaciteta vodozahvatnih objekata, procijenjenih efektivnih poroznosti i retencijskih sposobnosti vodonosnika.

2.2.4 Kakvoća podzemnih voda

Podzemne se vode ponajprije iskorištavaju za javnu vodoopskrbu te se njihova kakvoća uglavnom ocjenjuje prema pokazateljima definiranim Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Monitoring kakvoće podzemnih voda na području krša (pojedini izvori i zdenci), te na širem području grada Zagreba prati se i ocjenjuje i prema Uredbi o klasifikaciji voda.

Kakvoća podzemne vode prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće

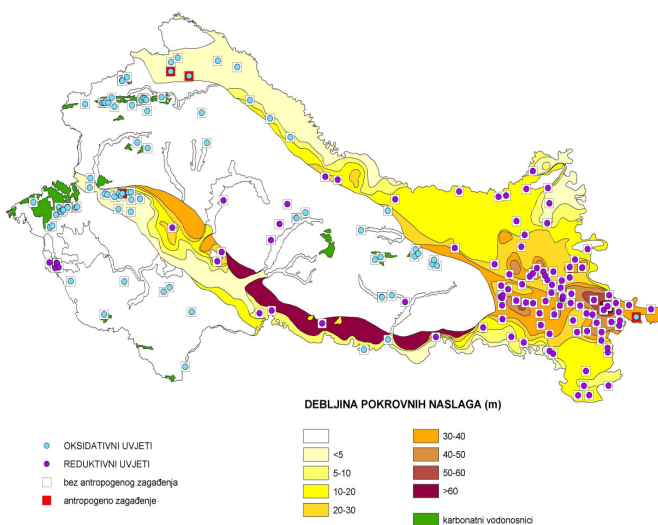
Slivovi Drave i Dunava. Opće stanje kakvoće podzemne vode u dravskom vodonosniku uvjetovano je načinom sedimentacije naslaga, te debljinom slabo propusnih pokrovnih naslaga iznad vodonosnika. Na krajnjem zapadu vodonosnik je pokriven razmjerno tankim prašinasto-glinovitim naslagama (velika prirodna ranjivost vodonosnika), zbog čega je u prvome vodonosnom sloju, na pojedinim područjima, povećana koncentracija nitrata, kao posljedica antropogenog utjecaja. Podzemna voda iz drugog vodonosnika relativno je dobre kakvoće. U središnjem i istočnom dijelu dravskog bazena, zbog znatne debljine pokrovnih naslaga, ranjivost od onečišćenja vodonosnika znatno je manja, ali, u pravilu, prevladavaju reduktivni uvjeti, pa podzemna voda prirodno sadrži visoke koncentracije željeza i pratećih sastojaka (mangana, amonijaka).

U slivu Dunava po svojem osnovnom kemijskom sastavu podzemne su vode uglavnom kalcijsko-hidrokarbonatnog tipa. Zbog znatne debljine slabo propusnih pokrovnih naslaga ranjivost je vodonosnika mala, ali prevladavaju reduktivni uvjeti u vodi s prirodno povećanom koncentracijom željeza, te mangana, arsena i fosilnog amonijaka. Najveće koncentracije željeza registrirane su u podzemnim vodama plićih vodonosnih slojeva (do 50 m dubine).

2

Podzemne vode iz gorskih karbonatnih vodonosnika odlikuju se iznimno visokom kakvoćom. Budući da su im područja prihranjivanja nenastanjena i šumom prekrivena gorja, ugroženost vodonosnika od onečišćenja praktički ne postoji. Ovisno o ishodišnoj stijeni, prema kemijskom sastavu to su dominantno kalcijske ili kalcijsko-magnezijske hidrokarbonatne vode.

Sliv Save. U neposrednom slivu rijeke Save od slovenske granice do Siska visoka koncentracija pokazatelja antropogenog onečišćenja u podzemnoj vodi posljedica je velike prirodne ranjivosti vodonosnika, te velikoga broja onečišćivača. Do sada je na području zagrebačkih crpilišta zbog onečišćenja organskim otapalima i nitratima isključeno iz javne vodoopskrbe više gradskih zdenaca. Posljednjih se godina uočava zamjetno poboljšanje kakvoće podzemne vode na priljevnim područjima zagrebačkih crpilišta.



Slika 2. 14. Zaštićenost vodonosnika i kakvoća podzemne vode na području panonskog bazena

Kakvoća podzemne vode u dijelu sliva od ušća Kupe do ušća Orljave uglavnom je odraz izmjene oksidativnih i reduktivnih uvjeta, zbog čega mjestimice voda sadrži povećane koncentracije željeza, mangana i pratećih sastojaka.

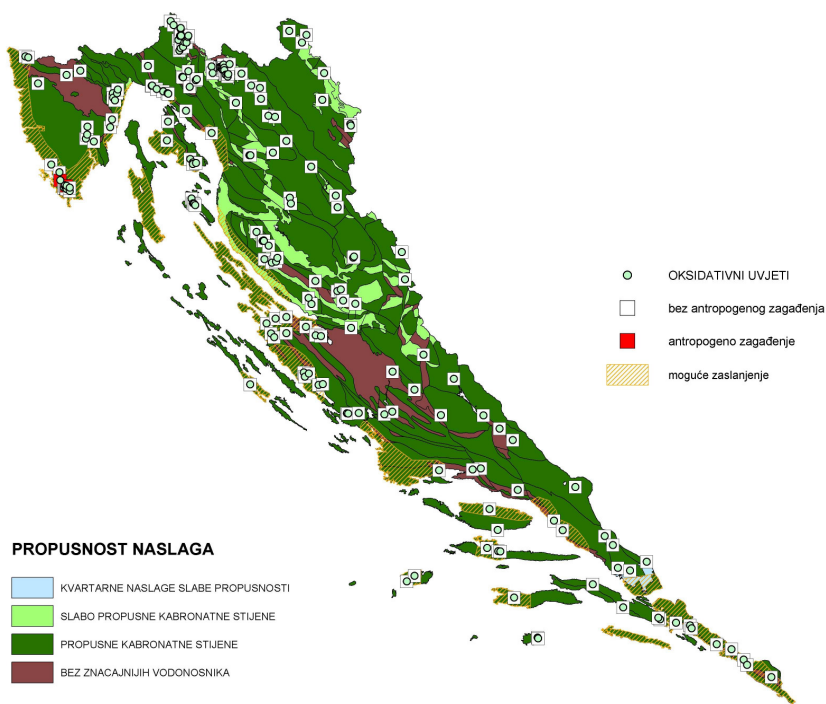
Na prostoru od ušća Orljave do granice sa Srbijom dominiraju reduktivni uvjeti u vodonosnicima, a od prirodnih onečišćenja ustanovljeni su željezo, mangan, arsen, amonijak, fosfati i povećane vrijednosti kemijske potrošnje kisika. Najviša zabilježena vrijednost ovih pokazatelja je na području Slavenskog Broda. U slivu rijeke Lonje, Česme, Ilove i Pakre u aluvijalnim vodonosnicima prevladavaju reduktivni uvjeti, s najboljom kakvoćom vode u području Lonjskog polja. U slivu rijeke Orljave kakvoća podzemne vode uglavnom je zadovoljavajuća, izuzevši mjestimice povremeno povećani sadržaj mangana. U slivu rijeke Kupe kakvoća podzemne vode iz aluvijalnog vodonosnika u karlovačkom bazenu također je odraz reduktivnih uvjeta. Kakvoća podzemne vode gorskih vodonosnika u panonskom području sliva Save izvanredne je kakvoće. Izuzetak su podzemne vode iz dijela karbonatnih vodonosnika u slivu rijeke Krapine, na Samoborskom gorju, te u slivu Kupe koja samo povremeno i mjestimice mogu sadržavati mikrobiološka onečišćenja.

Ovisno o ishodišnoj stijeni, prema kemijskom sastavu, to su kalcijske do kalcijsko-magnezijske hidrokarbonatne vode.



Podzemne vode s krškog područja sliva Save pripadaju kalcijско-hidrogenkarbonatnom, kalcijско-magnezijskom do magnezijско-kalcijском geokemijskom tipu voda. U kemijskom pogledu vode su dobre kakvoće, ali na pojedinim izvorima prisutno je konstantno mikrobiološko onečišćenje fekalnog porijekla. Izvori u čijem se slivu nalaze klastiti paleozoika i gornjeg trijasa odlikuju se prirodno nešto povišenim koncentracijama nekih teških metala. Niske koncentracije nitrata, ortofosfata i vrijednosti kemijske potrošnje kisika (KPK-KMnO₄) karakteristične su za čiste vodonosnike dinarskoga krša.

Primorsko-istarski slivovi. Sve podzemne vode na području Istre, u ustaljenim hidrološkim uvjetima, dobre su kakvoće. Prema hidrokemijskom facijesu vode su pretežito kalcijско-hidrokarbonatnog tipa, a prema tvrdoći su srednje tvrde do vrlo tvrde.



Slika 2. 15. Zaštićenost i kakvoća podzemne vode na krškom području

Povećane koncentracije dušikovih i fosforinih spojeva u podzemnim vodama upućuju na posljedicu unosa otpadnih voda naselja, a dijelom i ispiranja poljodjelskih površina. Najviši sadržaj nitrata zabilježen je u vodama pulskih zdenaca, od kojih su neki isključeni iz javne vodoopskrbe zbog antropogenih onečišćenja. Svi istarski izvori, osim izvora Kožljak i Plomin, stalno su mikrobiološki onečišćeni.

Vode svih većih i izdašnjih izvora na području Kvarnerskog zaljeva jesu kalcijско-hidrogenkarbonatnog tipa, umjerene tvrdoće i s niskim sadržajem klorida i sulfata, izuzevši neke priobalne izvora pod utjecajem mora. Kakvoća vode izvora Rječine i izvora u Bakarskom zaljevu vrlo je dobra, osim za vrijeme i nakon jačih kiša, a posebice nakon sušnih razdoblja, kada se u vodi pojavljuje mikrobiološko onečišćenje. Koncentracije nitrata u vodi svih izvorišta znatno su niže od maksimalno dopuštene za vodu za piće, a podzemne vode nisu onečišćene teškim metalima.

2

Kakvoća vode na području Like i Podvelebita vrlo je dobra, a osobito na izvorima Novljanske Žrnovnice i Žižića vrelo. Podzemna voda u slivu rijeke Gacke izuzetno je dobre kakvoće s ujednačenim fizikalno-kemijskim pokazateljima.

Dalmatinski slivovi. Podzemne vode sliva rijeke Zrmanje jesu kalcijско-hidrokarbonatnog tipa, osim priobalnih izvora, gdje je evidentan utjecaj mora. Podzemne su vode za sada visoke kakvoće.

Zajednička značajka podzemnih voda Ravnih kotara jest da su tvrdoća i alkalitet približno dvaput veći nego u tipičnim krškim vodama.

Najveći dio podzemnih voda sliva rijeke Krke pripada kalcijско-karbonatnom tipu. Izuzetak su podzemne vode u najnižvodnijem dijelu sliva, gdje je Krka u razini i pod utjecajem mora pa pripadaju natrijsko-kloridnom tipu. Vode izvora Jaruga i Pećina karakterizira povećani sadržaj sulfata prirodnog porijekla.

Najveći dio podzemnih voda u slivu Vranskog jezera pripada kalcijско-hidrokarbonatnom tipu, osim u priobalnoj zoni i dijelu Vranskog polja, gdje su podzemne vode pod utjecajem mora. Izvorišne vode u slivu Pantana većim su dijelom godine zaslanjene morskom vodom.

Podzemne vode u slivu rijeke Cetine relativno su dobre kakvoće, ali se primjećuje utjecaj antropogenog onečišćenja. Pripadaju kalcijско-hidrokarbonatnom tipu. Sadrže malo otopljenog ugljičnog dioksida, dobro su zasićene kisikom i umjerene su tvrdoće. Vode se, u pravilu, ne zamućuju, osim na izvoru Jadro, gdje je zamućenje relativno često i intenzivno. Na izvoru Jadro također se pojavljuje i povremeno povećana koncentracija mineralnih ulja i fenola, te dušikovih i fosfornih spojeva.

Osnovni kemijski sastav podzemnih voda u slivu desne i lijeve obale Neretve bitno se razlikuje. Podzemne vode sliva desne obale Neretve jesu kalcijско-hidrogenkarbonatno-sulfatne vode. Te vode sadrže relativno malo klorida, osim na izvoru Prud, koji je povremeno kao i rijeka Neretva pod utjecajem mora. Podzemna se voda malokad zamućuje.

Podzemne vode u slivu lijeve obale Neretve uglavnom su kalcijско-hidrogenkarbonatnog tipa i dobro su zasićene kisikom. U vodi izvora povremeno se pojavljuju povećane koncentracije klorida. Za vrijeme obilnih oborina voda se na pojedinim izvorima zamuti. Uočava se opća tendencija pogoršanja kakvoće vode i u mikrobiološkom i u kemijskom smislu.

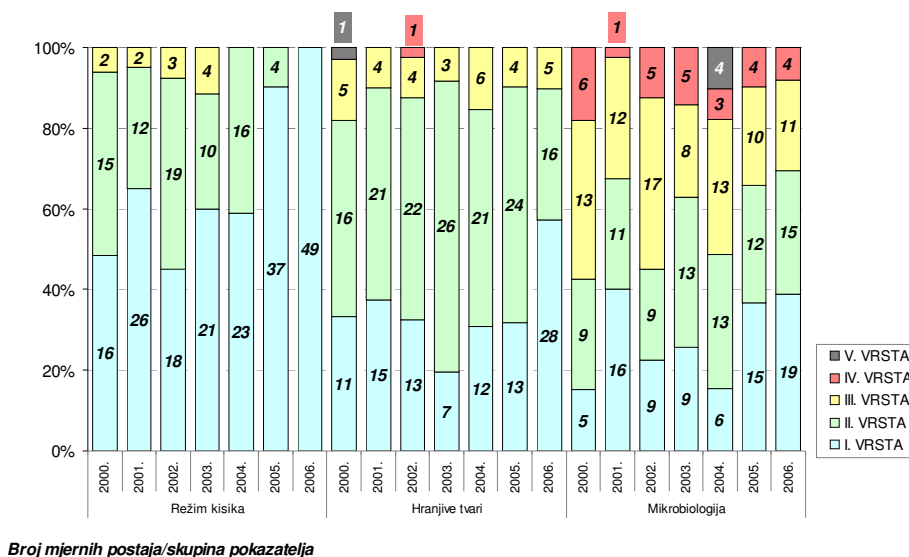
Kakvoća podzemnih voda prema Uredbi o klasifikaciji voda (izvorišta, zdenci i zagrebački vodonosnik)

U područjima koja se iskorištavaju za javnu vodoopskrbu, prema Programu ispitivanja kakvoće voda, sustavno se prati i kakvoća voda pojedinih izvora i zdenaca na području krša te na području zagrebačkog vodonosnika. Kakvoća vode ocjenjuje se prema Uredbi o klasifikaciji voda prema kriterijima za podzemne vode. Pri ocjenjivanju kakvoće podzemnih voda, prema Uredbi o klasifikaciji voda, isključuju se pokazatelji: otopljeni kisik, zasićenje kisikom, nitrati i biološki pokazatelji.

Može se uočiti da je ocjena stanja kakvoće izvorišne vode prema kriterijima za podzemne vode nešto povoljnija u usporedbi s prikazom prema kriterijima za površinske vode, ali i dalje je tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine prema režimu kisika i hranjivim tvarima pretežito I. i II. vrste, a prema mikrobiološkim pokazateljima II. i III. vrste.



Prema ispitivanim metalima, tijekom razdoblja 2000. - 2006. godine vode izvorišta svrstavaju se u I. i II. vrstu, a prema organskim pokazateljima uglavnom su I. vrste.



Slika 2. 16. Ukupna ocjena kakvoće voda izvorišta i zdenaca (2000. - 2006.)

Na području zagrebačkog vodonosnika obavlja se, na lokacijama javnih vodocrpilišta, sustavno praćenje kakvoće podzemnih voda prema Uredbi o klasifikaciji voda. Kakvoća podzemnih voda na širem području grada Zagreba tijekom razdoblja od 2000. do 2006. godine bila je, s obzirom na obvezne skupine pokazatelja ispitivanja, na svim ispitivanim mjernim postajama (piezometrima) uglavnom I. vrste, a samo povremeno i na pojedinim piezometrima odstupala je od planirane vrste/kategorije. Odstupanja od planirane vrste vode bila su najčešća s obzirom na hranjive tvari i mikrobiološke pokazatelje.

Na temelju rezultata analiza ispitivanih metala tijekom razdoblja od 2000. do 2006. godine, uočena su odstupanja kakvoće vode od planirane najčešće prema olovu, a nešto manja prema kadmiju, kromu i bakru. Maksimalno dozvoljene koncentracije metala u Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće su znatno više od graničnih vrijednosti Uredbe o klasifikaciji voda, pa su podzemne vode s obzirom na vrijednosti metala istodobno potpuno zadovoljavale kriterije iz Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Iz ocjene kakvoće voda prema organskim spojevima tijekom razdoblja od 2000. do 2006. godine može se zaključiti da je voda bila I. vrste na gotovo svim ispitivanim piezometrima, odnosno prisutnost ovih tvari nije detektirana. Vrijednosti su samo sporadično prelazile granične vrijednosti za I. vrstu voda iz Uredbe o klasifikaciji voda. Na nekim vodocrpilištima tijekom 2000. i 2001. godine bila su uočena sporadična odstupanja prema lindanu i DDT-u, a tijekom godine 2002. na vodocrpilištima Mala Mlaka (na 3 piezometra) i Šibice (na 2 piezometra) nađen je atrazin u povećanoj koncentraciji.

Tablica 2. 6. Ocjena kakvoće voda zagrebačkog vodonosnika (2000. - 2006.)

	Skupina pokazatelja							Režim kisika								Hranjive tvari													
	Vrsta vode							I		II	I				I		II	III	I	II	III	IV	V	I	II	III	I	II	
Godina	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	0.	1.	2.	2.	3.	4.	5.	6.	0.	1.	2.	2.	2.	3.	3.	3.	3.	4.	4.	4.	5.	5.
broj piezometara																													
Crpilište	Bregana	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Gradska crpilišta	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Horvati	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ivanja Reka	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Kosnica (bud.)	25	25	26	29	28	28	27	25	25	25	1	29	28	28	27	25	25	25	1	27	2	2	2	2	2	2	2	2
	Mala Mlaka	22	24	23	20	20	20	20	22	24	23	20	20	20	20	22	24	23	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Petruševac	22	22	22	19	19	19	19	22	22	22	19	19	19	19	22	22	21	1	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	Prečko	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Sašnjak-Žitnjak	18	12	13	12	12	14	12	17	12	13	12	12	14	12	18	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Stara Loza	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Strmec	17	20	21	16	16	16	16	17	20	21	16	16	16	16	17	20	19	2	13	1	1	1	1	15	1	14	2	2
	Šibice	14	-	14	14	14	14	14	14	-	-	-	-	-	-	14	-	14	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Velika Gorica	15	14	14	14	15	15	15	15	14	14	14	15	6	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	Zaprude	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7	7	6	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Ukupan broj piezometara	172	158	174	165	164	166	163																						
	Skupina pokazatelja							Hranjive tvari						Mikrobiološki pokazatelji															
	Vrsta vode							III	IV	I	II	III	IV	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	III	
Godina	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	5.	5.	6.	6.	6.	6.	0.	0.	1.	1.	2.	2.	2.	3.	3.	4.	4.	5.	5.	6.	6.	
broj piezometara																													
Crpilište	Bregana	6	6	6	6	6	6	-	-	6	-	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Gradska crpilišta	8	8	8	8	8	8	-	-	8	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	Horvati	4	5	5	5	5	5	-	-	5	-	-	-	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Ivanja Reka	4	4	4	4	4	4	-	-	4	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Kosnica (bud.)	25	25	26	29	28	28	27	-	-	27	-	-	-	25	25	24	1	27	24	1	26	2	24	3	3	3	3	
	Mala Mlaka	22	24	23	20	20	20	20	-	-	20	-	-	-	22	24	23	20	20	19	1	17	3	17	3	3	3	3	
	Petruševac	22	22	22	19	19	19	19	-	-	19	-	-	-	22	21	1	21	1	16	3	17	2	19	-	17	2	2	
	Prečko	5	6	6	6	6	6	6	-	-	6	-	-	-	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Sašnjak-Žitnjak	18	12	13	12	12	14	12	-	-	12	-	-	-	18	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	Stara Loza	5	5	5	5	5	5	5	-	-	5	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Strmec	17	20	21	16	16	16	16	-	-	13	-	2	1	17	20	21	17	14	2	15	1	14	2	13	3	3	3	
	Šibice	14	-	14	14	14	14	14	1	1	-	2	1	-	13	1	1	8	6	12	2	7	7	7	6	3	9	1	
	Velika Gorica	15	14	14	14	15	15	15	1	-	15	-	-	-	15	13	1	14	13	13	1	12	2	14	1	9	6	6	
	Zaprude	7	7	7	7	6	6	6	-	-	-	-	-	-	7	6	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Ukupan broj piezometara	172	158	174	165	164	166	163																						



2.3 Bilanca kopnenih voda

Bilanca voda zasnovana je na analizama prosječnih tridesetogodišnjih podataka za crnomorski i jadranski sliv. Iskorišteni su izmjereni podaci oborina, temperatura zraka i protoka u vodotocima tijekom posljednjeg neprekinutog 30-godišnjeg razdoblja (1961. - 1990.) koje se smatra reprezentativnim za donošenje pouzdanih zaključaka. U razdoblju od 1991. do 2000. godine meteorološki i hidrološki nizovi zbog ratnih su razaranja bili prekinuti gotovo na trećini hrvatskoga državnog teritorija.

Crnomorski sliv je bogatiji ako se u obzir uzmu vlastite i tranzitne vode, dok su vlastite vode jadranskoga sliva znatno izdašnije po jedinici površine sliva. Vode koje dotječu iz Bosne i Hercegovine u jadranski sliv nisu tranzitne u doslovnome smislu jer utječu u Jadransko more. Otoci su iskazani kao posebna cjelina.

Prema prosječnoj vodnoj bilanci područje Hrvatske obiluje vodama, ali unutargodišnji raspored količina voda nije povoljan, jer postoji izrazita prostorna i vremenska neravnomjernost u rasporedu vodnoga bogatstva.

Tablica 2. 7. Oborine i vlastite vode na području Hrvatske

Područje	Površina	Prosječne visine oborina	Prosječna evapo-transpiracija	Prosječno otjecanje	Prosječno specifično otjecanje
	km ²	mm	mm	m ³ /s	l/s/km ²
sliv Save	25.770	1.080	678	328	12,73
slivovi Drave i Dunava	9.362	782	621	48	5,13
crnomorski sliv	35.132	1.001	663	376	10,71
primorsko-istarski slivovi	7.567	1.622	814	194	25,63
dalmatinski slivovi	10.566	1.394	717	227	21,48
otoci	3.273	1.073	784	30	9,2
jadranski sliv	21.406	1.426	761	451	21,1
Hrvatska	56.538	1.162	700	827	14,6

Također treba uzeti u obzir i objektivna ograničenja zbog kojih se samo dio voda iz prirode može privesti nekoj društveno-gospodarskoj svrsi. Riječ je o malovodnoj komponenti vodne bilance, tj. o onim vodama koje se ne smiju iskorištavati jer su nužne za održanje prirodnih ekosustava, te o velikovodnoj komponenti vodne bilance, tj. o dijelu velikih voda koje nije moguće ili nije isplativo zadržavati za kasniju uporabu. Postoji i niz drugih tehničkih, ekonomskih, okolišnih i političkih čimbenika koji ograničavaju mogućnost korištenja vodnim resursima.



Slika 2. 17. Prostorna raspodjela kopnenih voda

Tablica 2. 8. Osnovne značajke vodnog bogatstva

Indikator		Crnomorski sliv	Jadranski sliv	Hrvatska
Površina	km ²	35.132	21.406	56.538
Stanovništvo	broj	3.045.829	1.391.631	4.437.460
Vode - ukupno	10 ⁹ m ³ /god.	128,38	27,94	156,32
Vodno bogatstvo - ukupno*	10 ⁹ m ³ /god.	83,72	27,94	111,66
Vodno bogatstvo - po stanovniku	m ³ /god./st.	27.487	20.077	25.163
Vlastite vode - ukupno	10 ⁹ m ³ /god.	11,86	14,22	26,08
Vlastite vode - po stanovniku	m ³ /god./st.	3.894	10.218	5.877
Podzemne vode - ukupno	10 ⁹ m ³ /god.	2,66	6,47	9,13
Podzemne vode - po stanovniku	m ³ /god./st.	873	4.649	2.057
Koeficijent neovisnosti**		0,142	0,509	0,234
Koeficijent slobode***		0,00	1,00	0,25

* Uključeno 50% voda Dunava i Save nizvodno od ušća Une

** Koeficijent neovisnosti - udio vlastitih voda u obnovljivim vodnim resursima

*** Koeficijent slobode djelovanja - udio voda koje ne otežu na teritorij drugih država, odnosno koje utječu u Jadransko more.

