

PROBLEMATIKA ZAŠTITE VODA I MORA U REPUBLICI HRVATSKOJ

THE PROTECTION OF WATER AND SEA
IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Damir BARČIĆ*, Željko ŠPANJOL*, Veljko VUJANIĆ**, Roman ROSAVEC*

SAŽETAK: U radu je prikazano okvirno stanje voda i mora u Republici Hrvatskoj s obzirom da su vode jedno od najvažnijih prirodnih bogatstava i važan čimbenik u zaštiti okoliša. Stoga očuvanje njihove kakvoće i količine predstavlja za našu zemlju jedan od temelja razvoja i strateških prednosti u budućnosti. Stanje voda u Hrvatskoj u cijelini je zadovoljavajuće, a veća odstupanja u kvaliteti, tj. onečišćenja i zagađenja, uočena su u blizini većih gradskih ili industrijskih središta, većih poljoprivrednih površina te važnijih prometnih pravaca. Stanje mora odstupa od propisanih vrijednosti u blizini većih gradova, luka i turističkih središta. Učinkovita zaštita voda i mora obuhvaćena je praćenjem stanja, te inventarizacijom, tj. popisom i tipizacijom voda u Republici Hrvatskoj. U radu se ukazuje i na probleme zaštite voda od onečišćenja glede šumskih ekosustava. Osobito je istaknuta uloga šuma i voda u nizinskom području Hrvatske, zatim hidrološka ili vodozaštitna uloga šuma na cijelom području naše zemlje.

Ključne riječi: Republika Hrvatska, zaštita voda i mora, zaštita okoliša, stanje voda, onečišćenje, zagađenje.

UVOD – Introduction

Hidrogeografske posebnosti Hrvatske proizlaze iz geografskog smještaja i položaja Hrvatske u sklopu srednje Europe i Sredozemlja. Jadransko more je najveća površina i obujam vode za Hrvatsku, a predstavlja zaljev Sredozemnog mora koji se pruža u smjeru jugoistok-sjeverozapad u dužini od 783 kilometra, dok mu je površina približno 139 000 km².

Jadran je plitko more, najveća dubina mu je 1 330 metara, a srednja dubina je 173 metra. Dubine do 200 metara (kontinentska podina ili šelf) zauzimaju čak 73,9 % površine, a veće dubine od 200 metara nalaze se na Jabučkoj i južnojadranskoj udolini.

Jadran je u cijelini slabo proizvodno, oligotrofno more, ali je produktivnije uz obalu i u području kanala (npr. Velebitski kanal) nego u otvorenom moru. S obzirom na brojnost endema flore i faune Jadran se izdvaja

kao posebna biogeografska cjelina Sredozemlja. Prema procjenama u Jadranskom moru je do sada nađeno između 6000 i 7000 vrsta biljaka i životinja. Potrebno je istaći velik broj endemsко-jadranskih elemenata u flori srednjeg Jadrana koja se sastoji od 64 svojti i predstavlja 12 % njenog sastava. U Jadranu su otkrivena dva središta nastajanja jadranskih endema. Prvi je smješten u krajnjem dijelu sjevernog Jadrana (zapadna obala Istre i dijelovi Kvarnera), a drugi u otvorenom dijelu srednjeg Jadrana otoci Jabuka, Brusnik, Svetac, Vis, Biševo i Palagruža (Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske 1999).

Geografski smještaj i položaj, te specifičan sklop gorskih masiva i hidrogeološke funkcije stijena nameću podjelu Hrvatske na dva izrazita dijela i to kontinentalni i primorski dio Hrvatske (R i d a n o v ić 1993).

Hrvatska je vodama razmjerno bogata zemlja, gdje se ističu velike rijeke, ali i krško obalno područje. Vodenu prirodna bogatstva razlikuju se po količini, kao i po prostornom i vremenskom rasporedu. Sjeverno i središnje područje Hrvatske pripada slivu Crnoga mo-

* doc. dr. sc. Željko Španjol, mr. sc. Damir Barčić,
Roman Rosavec, dipl. ing. šum., Šumarski fakultet Sveučilišta
u Zagrebu, Zavod za uzgajanje šuma,
Svetosimunska 25, 10000 Zagreb

** Veljko Vujanić, dipl. ing. šum.

ra, dok južni i jugozapadni dio, kojega ujedno i obilježava dinarski krš, pripada slivu Jadranskoga mora. Gotovo 60 % površine Hrvatske pripada slivu Crnoga mora, dok oko 40 % površine pripada slivu Jadranskoga mora (Nacionalna strategija zaštite okoliša 2002).

Količina vlastitih voda po stanovniku procjenjuje se na 6 800 m³ godišnje, dok se zadovoljavajućom smatra dostupna količina vode od 1 700 m³/stanovniku godišnje i više. Ako se tome još pribroje i granične i međugrađane vode, tada se dobije i do 16 700 m³ po stanovniku na godinu bez voda Dunava i Neretve. Srednja godišnja bruto potrošnja vode u Hrvatskoj iznosi oko 870 milijuna m³ (Nacionalna strategija zaštite okoliša 2002).

Obnovljivi izvori u Hrvatskoj iznose oko 45 milijadi m³ godišnje ili 9 500 m³ po stanovniku, što našu zemlju svrstava među bogatije zemlje Europe. Procjenjuje se da je 60 % vodenog bogatstva vezano uz izvore u Hrvatskoj, dok se 40 % odnosi na vanjske doprinosе iz susjednih zemalja. Razlog tomu je što većina riječnih bazena, uključujući i podzemne vode, imaju prekogranično rasprostiranje (Nacionalna strategija zaštite okoliša 2002.).

Podzemne vode nisu dovoljno istražene, a problem je i u dostupnosti kvalitetnih raspoloživih informacija. U panonskom dijelu podzemna voda se akumulira u aluvijalnim vodonosnicima dolina rijeka Save i Drave, gdje debljina naslaga varira od desetak, pa i do sto ili više metara (Nacionalna strategija zaštite okoliša 2002.).

Područje Dinarskog krša dijeli se u tri hidrogeološke cjeline, i to riječni krš, visoki krš i jadranski krški pojasi. Riječni krš ima trajne površinske vodotoke, a najveći izvori nalaze se na granici s pojasm visokoga krša od kuda se izvori i opskrbljuju vodom. Visoki krš obuhvaća

središnji dinarski pojasi. Velika površina tog pojasa i velike količine padalina daju velike količine podzemnih voda, ta voda ponire u dublje slojeve, a izvire u krškim poljima stvarajući rijeke ponornice. U Jadranskom pojusu postoje velike količine podzemne vode koje su nastale u pojusu visokog krša i tu se osjeća utjecaj mora, dok se na otocima oblikuje lokalna podzemna voda. Naše najveće i najduže rijeke pripadaju slivu Crnog mora (Dunav, Drava, Sava, Mura, Korana, Kupa, Una...), a najkraće Jadranskom slivu. Krške rijeke su Mirna, Raša, Rječina, Gacka, Lika, Zrmanja, Krka i Cetina. Duljina vodotoka u Hrvatskoj iznosi 6 820 kilometara (Nacionalna strategija zaštite okoliša 2002.).

Glede jezera ukupna površina prirodnih i umjetnih jezera većih od 0,2 km² je oko 81 km². Od prirodnih jezera ističu se Plitvička jezera, koja su ustvari ujezereni tok rijeke Korane. Vransko jezero pokraj Biograda, površine 30,7 km² najveće je prirodno jezero u Hrvatskoj, dok je Vransko jezero na Cresu najveća prirodna akumulacija slatke vode u Hrvatskom primorju. Umjetna jezera nastala kao akumulacije za hidroelektrane, vodoopskrbu ili zaštitu od velikih voda ili neke druge namjene, njihova ukupna površina je oko 68 km². Poplavne zone porječja Save, Drave, Mure, Dunava, Lonjsko i Mokro Polje u srednjem toku rijeke Save, kao i Kopački Rit na ušću Drave u Dunav, te ušće rijeke Neretve, najznačajnije su močvare i močvarna područja. U kontinentalnom dijelu Hrvatske brojni su ribnjaci s ukupnom površinom od oko 140 km², koji spadaju u važne vodene površine u RH. U vodenim i močvarnim staništima Hrvatske obitava 145 slatkovodnih vrsta riba, od čega su 33 endema. Po broju endemske ribe značajne su rijeke na jugu Zrmanja, Krka i Neretva (Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske 1999).

CILJEVI ISTRAŽIVANJA – Research goals

- Istraživanje je usmjereni na pregled opširne i složene problematike zaštite i očuvanja voda i mora, te zakonsku regulativu i stanje voda u Hrvatskoj.
- Glavni uzroci onečišćenja i zagadenja kao posljedica gospodarskih djelatnosti, što uvjetuje veću potrebu zaštite čovjekova okoliša; osobito onih područja koja nisu doživjela značajnije negativne promjene.
- Pozornost je također usmjerena na otpadne vode i njihov negativan utjecaj na površinske i podzemne vode, a posebno je izdvojen problem vode i nizinskih šumskih ekoloških sustava.

MATERIJAL I METODE – Material and methods

Za ocjenu kakvoća voda korištena je Uredba o klasifikaciji voda (N.N. 77/98) i Uredba o opasnim tvarima u vodama (N.N. 78/98), također i ostala zakonska regulativa vezana uz zaštitu voda koja određuje upravljanje, poboljšanje i očuvanje voda i mora.

Radi usklađivanja strategija glavnih korisnika voda i to industrije, energetike, poljoprivrede, prometa i turizma, kao i zbog pristupanja Hrvatske Europskoj zajednici, potrebno je preispitati zaštitu voda u odnosu na sektorske strategije i pristup u EU, a postojeće zakono-

davstvo uskladiti s europskim, te odrediti važnost gospodarenja vodnim bogatstvima u odnosu na zaštitu vodnih ekosustava i biološke raznolikosti.

Kroz integralno gospodarenje vodama povezuju se značajke i problemi gospodarenja količinom i kakvoćom voda s drugim resursima koji utječu na vode. Uzimaju se u obzir hidrološki, ekološki i društveni čimbenici, te se prepoznaje važnost voda za cijelovito sagledavanje i učinkovito gospodarenje vodama.

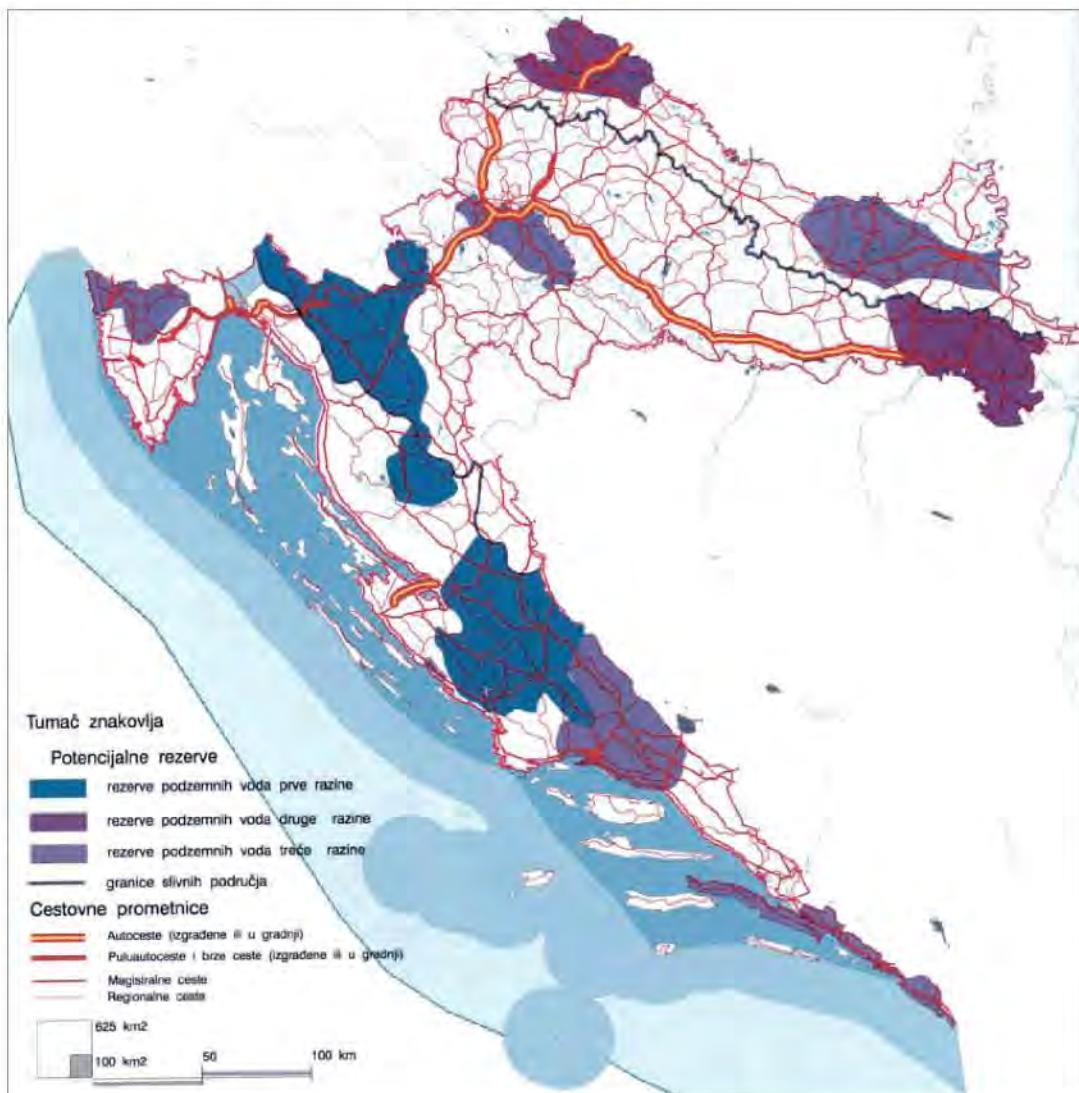
Sustav zaštite voda od onečišćenja temelji se na načelu integralnog upravljanja vodama i jedinstva vodnog režima radi postizanja dobrog stanja vode, a teme-

lji se na odredbama Zakona o vodama, Državnog plana za zaštitu voda i propisima iz područja zaštite voda.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM – Research goals and discussion

U uvodu je dan prikaz vodnog bogatstva naše zemlje, a na slici 1 mogu se vidjeti potencijalne zalihe podzemne vode. Iako je vodno bogatstvo Hrvatske veliko, postoje i neki ograničavajući čimbenici. Tako je na području krša nepravilan godišnji raspored oborina, zatim relativno niske retencijske sposobnosti krških vodonosnika; iako je kakvoća voda na krškom području vrlo dobra, što je prednost u odnosu na druge sredozemne zemlje. Naravno da vodno bogatstvo koje imamo treba očuvati od onečišćenja i zagađenja, jer na taj način ulaganje u vode jamči i svekoliki razvoj cijele zemlje. Pod ulaganjem podrazumijeva se ispravno korištenje tih voda uz zaštitne, tj. zakonske mјere.

Hrvatska je relativno bogata vodom, a njeni resursi u količinskom smislu za sada nisu ograničavajući čimbenik razvoja i održivog korištenja voda. Razina korištenja voda ne ugrožava količinsko stanje, osim na rijetkim lokacijama, a ne ugrožava niti ekološke značajke voda i susjednih ekosustava vezanih uz vode. Kontrola stanja vodnih resursa u Hrvatskoj kontinuirano se obavlja od početka 70-ih godina prošloga stoljeća. Osim potrebe znanja o stvarnom stanju kakvoće voda definirane zakonskom regulativom u cilju zaštite i sigurnog korištenja voda; na to nas obvezuju i potpisani međunarodni ugovori i bilateralni sporazumi sa susjednim zemljama.



Slika 1. Potencijalne zalihe podzemne vode u Republici Hrvatskoj

Figure 1 Potential reserves of underground water in the Republic of Croatia

Izvor: Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske, 1997.

Program ispitivanja vodnih resursa u Republici Hrvatskoj provode "Hrvatske vode", a potvrđuje Državna uprava za vode. Ispitivanja su vršena na 294 mjerne postaje površinskih voda, 159 mjernih postaja podzemnih voda grada Zagreba, te na 27 mjernih postaja obalnog mora. Ispitivanja su obavili Glavni vodnogospodarski laboratorij, te još 14 ovlaštenih laboratorijskih tvrtki širom Hrvatske (Širac, Mirković, Bujas 2003).

Kada se govori o kakvoći voda potrebno je navesti glavne pokazatelje kakvoće voda podijeljene u tri skupine.

Fizikalni pokazatelji kvalitete voda: temperatura vode, miris i okus vode, boja vode, mutnoća vode, rezidualne čvrste tvari, specifična elektroprovodljivost vode.

Kemijski pokazatelji kvalitete voda: aciditet i alkalinitet vode, tvrdoća vode, redoks-potencijal vode. Kemijski pokazatelji korisni su za momentalan procjenu kvalitete. Postoje analize za pojedine tvari u vodi, ali prvo se određuju opći kemijski pokazatelji koji se odnose na otopljenje tvari.

Biološki pokazatelji kvalitete voda: bakteriološka ispitivanja vode (sastoje se u određivanju gustoće koliformnih bakterija u uzorku vode. Te bakterije upućuju na prisutnost fekalnih tvari, a neizravno se može zaključiti da li postoji ili ne prisutnost patogenih bakterija. Koliformne bakterije u vodi se ponašaju poput patogenih, a nepostojanje koliformnih bakterija u uzorku vode može indicirati da voda nije zagađena fekalijama, te da je zdravstveno sigurna za piće), saprobiološke metode ispitivanja (primjenjuju se da bi se dobila potpunija slika stvarnog zagađenja voda. Određene biljke i životinje nam služe kao indikatori zagađenja, jer rastu i žive tamo gdje se odvija truljenje organske tvari, a određivanje njihovog broja i zastupljenosti predstavlja

osnovu saprobiološkog ispitivanja kvalitete vode. Pojedini organizmi se masovno razvijaju, dok drugi uginju i nestaju, ali općenito se broj vrsta u zagađenim vodama smanjuje, a one koje ostaju zastupljene su s velikim brojem jedinki). U vodi su uvijek prisutni različiti mikroorganizmi koji pomažu razgradnju organskih tvari i doprinose biološkom samoprociscavanju vode. Voda za piće ne smije sadržavati mikroorganizme (bakterije i virusi) zbog mogućnosti prenošenja različitih bolesti poput kolere, tifusa, dizenterije, hepatitis. Živi svijet prirodnih voda osjetljiv je na fizičko-kemijske promjene u ekosustavu, a biološki pokazatelji pouzdan su način za određivanje karaktera i stupnja zagađenja vode.

Prema Uredbi o klasifikaciji voda (N.N. 77/98) vode su u Republici Hrvatskoj ovisno o stupnju čistoće i njihovoj namjeni svrstane u pet kategorija:

- *I. kategorija*, to su vode koje se u svom prirodnom stanju ili nakon dezinfekcije mogu koristiti za piće i za proizvodnju hrane. Prisutna je mala koncentracija organskih i anorganskih hranjivih tvari i mali broj bakterija. Nema antropogenog zagađenja metalima niti organskim tvarima.
- *II. kategorija*, te su vode malo onečišćene organskim i anorganskim hranjivima, mali je broj bakterija, smanjena je prozirnost. Voda se koristi za kupanje, a uz pročišćivanje može se koristiti i za piće.
- *III. kategorija*, tu je povećana koncentracija organskih i anorganskih hranjiva, prisutan je i veći broj bakterija, koncentracije metala su niže od toksične razine, voda je onečišćena organskim spojevima, prisutan je manjak kisika, a koristi se u industriji i poljoprivredi, potrebno je pročišćivanje.

Tablica 1. Pokazatelji kakvoće i vrijednosti za pojedine kategorije voda
Table 1 Indicators of quality and values for water categories

Skupine pokazatelja	Pokazatelji (jedinica)	I. 8,5-6,5	II. 6,5-6,3;	III. 6,3-6,0;	IV. 6,0-5,3;	V. <5,3;
Fizikalno-kemijski	pH Električna vodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	<500	8,5-9,0 500-700	9,3-9,5 700-1000	9,0-9,3 1000-2 000	>9,5 >2000
Režim kisika	Otopljeni kisik (mgO_2/l)	>7	7-6	6-4	4-3	<3
	Zasićenje kisikom (%)	80-110	70-80; 110-120	50-70; 140-150	20-50; 140-150	<20; >150
	KPK Mn (mgO_2/l)	<4	4-8	8-15	15-30	>30
	BPK5 (mgO_2/l)	<2	2-4	4-8	8-15	>15
Hranjive tvari	Amonijak (mgN/l)	<0,10	0,10-0,25	0,25-0,60	0,60-1,50	>1,50
	Nitriti (mgN/l)	<0,5	0,5-1,5	1,5-4,0	4,0-10,0	>10,0
Mikrobiološki pokazatelji	Broj koliformnih bakt. (UK/l)	<500	500-5 000	5 000-100 000	100 000-1 000 000	>1000000
	Broj aerobnih bakt. (BK/ml)	<1000	1 000-10 000	10 000-100 000	100 000-750 000	>750 000
Metali	Željezo ($\mu\text{g/l}$)		100		1000	
	Aluminij ($\mu\text{g/l}$)		<1500	>		1500
Organski spojevi	Mineralna ulja ($\mu\text{g/l}$)	<20	20-50	50-100	100-250	>250
Opasne tvari	Cijanidi ($\mu\text{g/l}$)		1		100	
	Flouridi ($\mu\text{g/l}$)		300			1500

- *IV. kategorija*, te vode primaju velike koncentracije organskih i anorganskih tvari, znatan je broj bakterija, prisutan je manjak kisika (pomor ribe), sadržaj metala je povremeno iznad dopuštene razine, koriste se uz obavezno pročišćivanje.
- *V. kategorija*, to su jako onečišćene, mutne vode. Prisutan je stalni nedostatak kisika, velik je broj bakterija, sadržaj metala je iznad toksične razine i voda nije za uporabu.

Kvaliteta vode važan je element za procjenu moguće raspoložive količine od ukupne količine vode. Kvaliteta predstavlja stanje vodnog sustava prema fizikalno-kemijskim te biološko-bakteriološkim pokazateljima u vodi i u sedimentu.

Rijeke Jadranskog slija su kratke i izviru uglavnom na području krša. Njihova je bitna značajka da su gotovo uvijek čiste, a to ih čini pogodnim za vodoopskrbu područja; npr. voda rijeke Raše spada u II kategoriju, Zrmanja spada u I-II, Krka je u granicama I-II, Cetina spada u I-II, dok Neretva u donjem toku spada u II-III kategoriju (Gereš, Vodopija 1993).

Podzemne vode su posebno značajne za vodoopskrbu na kršu zbog specifičnih geomorfoloških i hidrogeoloških prilika. Kvaliteta podzemne vode je posljednjih godina ugrožena razvojem urbanizacije, industrije, poljoprivrede i turizma. Ovisno o hidrogeološkim prilikama brojne otpadne tvari ulaze u podzemne vode i pogoršavaju njihovu kvalitetu, što izravno može utjecati na njihovu uporabu u vodoopskrbi. Zaštita podzemnih voda na kršu vrlo je teška zbog posebnosti hidrogeoloških prilika, a opasnost od pogoršanja kvalitete vode na kršu je velika, posebno zbog načina korištenja ponora od-

nosno jama u zaledu. Podzemne vode su također osjetljivije na onečišćenja od površinskih voda (Tyler Miller 1994). Nadalje temeljna značajka krških vodonosnika je nizak stupanj filtracije; zatim brzina podzemnih tokova u pojedinim dijelovima krških vodonosnika, te mogućnost dolaska površinske vode putem ponora u podzemne kanale, što može biti opasno glede onečišćenja. Prema Biondiću (1996) krške podzemne vode trebaju zaštitu radi tri glavna razloga: na krškim terenima podzemne vode su često jedini izvor pitke vode, krške podzemne vode su osobito ugrožene onečišćenjem i održivo upravljanje podzemnim vodama zahtijeva mjere predostrožnosti od onečišćenja.

Kod nacionalnog praćenja kakvoće kopnenih voda ispituje se kakvoća voda 31 izvora. Vode izvora moraju biti 1 kategorije. Vode izvorišta pokazuju stanje kakvoće u samome izvoru, ali i kakvoću vode vodonosnika. Izvorišta pripadaju slivovima rijeke Drave i Dunava, slivu Save te sjevernojadranskim i srednje i južnojadranskim slivovima. Ocjena kakvoće vode na izvorišima ukazuje na najveća odstupanja od planirane 1 vrste zbog povišenih mikrobioloških pokazatelja, dok je prema većini ostalih mjerenih pokazatelja kakvoća vode izvorišta 1 i 2 vrste vode tj. vrlo dobre i dobre kakvoće (Šurmanović, Artuković, Jokić 2003).

Iskorištavanje voda u Hrvatskoj povezano je s korištenjem voda u energetske svrhe, korištenjem u industriji, navodnjavanju, korištenju voda za uzgoj ribe, korištenjem mineralnih i termalnih izvora, te naravno vodoopskrbe. Približno 75 % stanovništva priključeno je na sustav javne vodoopskrbe, ali stupanj opskrbljjenosti vodom nije jednak u svim područjima Hrvatske.

Glavni onečišćivači i zagađivači voda u Hrvatskoj

Gradska otpadna voda – sadrži tvari koje pri raspadanju troše kisik otopljen u vodi, što negativno djeli na živi svijet u vodi. Ova vrsta otpada izaziva neugodan miris te sprječava korištenje vode zbog okusa, mirisa i boje koju voda poprima od njih.

Infektivna sredstva – to su bakterije i mikroorganizmi koji mogu uzrokovati oboljenja ljudi i životinja. Mikroorganizmi su gotovo uvijek prisutni u gradskim otpadnim vodama.

Mineralna gnojiva – elementi poput dušika, fosfora potiču rast vodenog raslinja, a posebno algi. Povećana vodena vegetacija sprječava korištenje vode za gradsku i industrijsku upotrebu, a svojim raspadanjem stvaraju se neugodni mirisi i povećava se potrošnja kisika.

Organske tvari – u ovu klasu zagađivača spadaju deterdženti, pesticidi, ulja, masti, gorivo, industrijski organski proizvodi te produkti raspadanja organskih tvari. Postoji velik broj tvari koje se nalaze u zagadanim vodama, a često su otrovne i teško biološki razgra-

dive. Razvojem organske sintetske kemije u vodu se izbacuje niz novih tvari, o čijem se djelovanju na ekosustav zna vrlo malo.

Anorganske tvari i metali – one dospijevaju u vode putem gradskih i industrijskih otpadnih voda. Neke od njih su vrlo otrovne i mogu onesposobiti vodu za uporabu i u industriji i u vodoopskrbi.

Sedimentne tvari – to su mineralne čestice i čestice tla, koje se ispiru u vodu sa zemljишta za vrijeme intenzivnih oborina ili za vrijeme poplava, s ogoljelog šumskog tla i svih površina na kojima je tlo golo i nezaštićeno. Povećana količina sedimenta negativno utječe na biljni i životinjski svijet u vodi (organski i anorganski sediment).

Radioaktivne tvari – mogu u vodu dospjeti iz raznih izvora, a najviše iz otpada rudnika urana te nuklearnih elektrana. U gradskim otpadnim vodama radioaktivni spojevi mogu potjecati iz industrije te medicinskih i znanstvenih ustanova.

Toplina – u termoelektranama i drugim industrijskim postrojenjima potrebne su količine vode za hlađenje koja ispuštena natrag u vodotoke podiže temperaturu vode. To negativno djeluje na vodenim svijet i ograničava daljnje korištenje vode.

Poseban problem predstavlja zaštita voda na odlagalištima otpada, a glede toga razlikuju se uređena i

neuređena odlagališta otpada, što prikazuju slike 2 i 3. Prema procjenama samo sedam od 113 odlagališta otpada u Hrvatskoj zadovoljava zakonske propise (Nacionalna strategija zaštite okoliša 2002), Enger i Smith (2000) navode kako je 90 % odlagališta otpada u Sjevernoj Americi neuređeno. Pravilno projektirana i izgrađena odlagališta otpada (deponije) predstavljaju

Tablica 2. Pokazatelji otpadnih voda

Table 2 Waste water indicators

Pokazatelj	Porijeklo otpadne vode
Fizikalni	
Boja	Kućanstva, industrija, prirodno raspadanje organskih tvari
Miris	Razgradnja otpadne vode, industrijski otpad
Krutine	Kućanski i industrijski otpad, erozija zemljišta
Temperatura	Kućanstva, industrija
Kemijski	
<i>Organiski</i>	
Ugljikovo-vodici	Kućanstva, trgovina, industrija
Ulja i masti	Kućanstva, trgovina, industrija
Pesticidi	Poljoprivreda
Fenoli	Industrija
Bjelančevine	Kućanstva, trgovina, industrija
Površinski akt. tvari	Kućanstva, industrija
<i>Anorganski</i>	
Alkalinitet	Kućanstva, procjeđivanje podz. voda, vodoopskrbni sustav
Kloridi	Kućanstva, procjeđivanje morske vode, vodoopskrbni sustav
Teški metali	Industrija
Dušik	Kućanstva, poljoprivreda
ph	Industrija
Fosfor	Kućanstva, industrija, ispiranje zemljišta
Sumpor	Kućanstva, industrija
Otvorne tvari	Industrija
<i>Plinovi</i>	
Vodik-sulfid	Razgradnja kućanskog otpada
Metan	Razgradnja kućanskog otpada
Kisik	Vodoopskrbni sustav, procjeđivanje površinskih voda
Biološki	
Životinje	Prirodni vodotoci i uređaji za čišćenje voda
Biljke	Prirodni vodotoci i uređaji za čišćenje voda
Mikroorganizmi	Kućanstva, uređaji za čišćenje voda
Virusi	Kućanstva

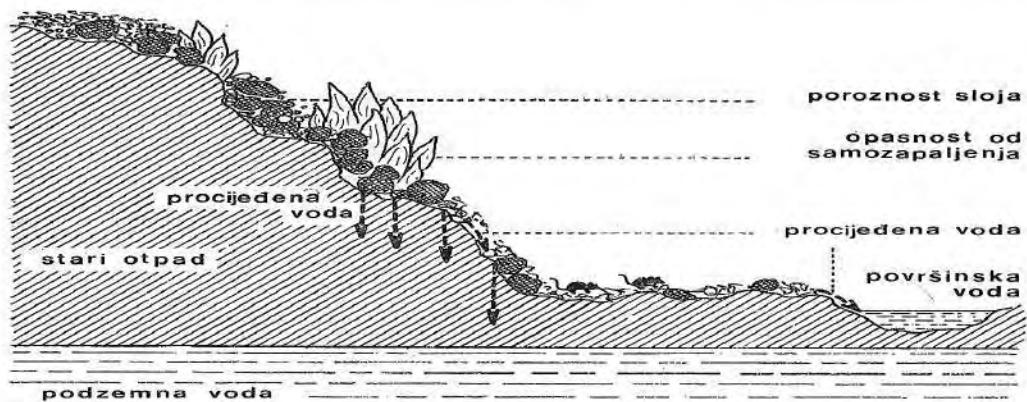
Izvor: Tedeschi 1997.

objekte koji daju najveću sigurnost glede štetnog utjecaja na okoliš, uz uvjet da su provedene sve mјere vezane uz planiranje, realizaciju, korištenje i uređenje jednog odlagališta. Budući da odlagališta postoje na otvorenom, izložena su utjecajima atmosfere, ali cilj je da se podizanjem odlagališta što manje narušava prirodna ravnoteža u okolišu. Stoga je potrebno provesti i niz preventivnih mјera. Većina preventivnih mјera vezana je za problematiku voda; bilo kao zaštita od štetnog djelovanja voda, ili zaštita voda od zagadenja.

Prije izgradnje svakog odlagališta otpada treba se

upoznati s odlikama hidrološkog ciklusa dotičnog lokaliteta, kako bi se što učinkovitije moglo predvidjeti mјere zaštite, a važno mjesto zauzimaju oborine koje izravno ulaze u tu zonu, te se javlja problem tretmana procjednih voda (filtrata) kao i odvodnje površinskih voda. Kod deponija dolazi do stvaranja vrlo zagađenoga filtrata, stoga je potrebno onemogućiti njegov stvaran dodir s površinskim i podzemnim vodama.

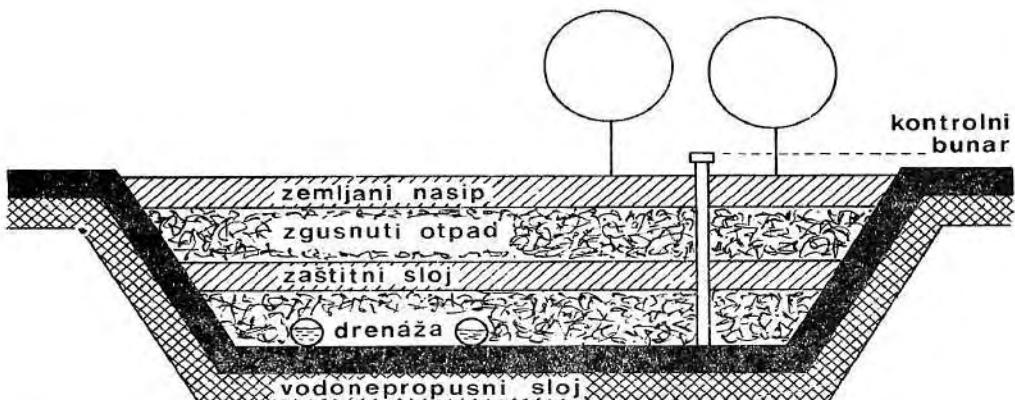
Filtrat je ozbiljan problem u zaštiti voda koji se mora riješiti nizom mјera vezanih uz hidrološke parametre (padaline, površinsko otjecanje, isparavanje i



Slika 2. Neuređeno odlagalište otpada

Figure 2 Unregulated landfill

Izvor: Zaštita okoline danas za sutra, 1989.



Slika 3. Uredeno odlagalište otpada

Figure 3 Sanitary landfill

Izvor: Zaštita okoline danas za sutra, 1989.

procjeđivanje). Površinsko otjecanje voda ovisi o veličini i obliku sливne površine, karakteristikama tla, o obraslosti terena raslinjem te o klimatskim prilikama. Podzemno otjecanje je dio padalina koji se infiltracijom transformira u podzemni otjecaj. Važno je i samo filtriranje podzemnih voda koje se koristi kod analize i proučavanja migracije zagađenja kada filtrat kroz nepropusnu podlogu ili uslijed ekscesa dođe u dodir s podzemnim vodama.

Filtracija podzemnih voda vrlo je složen proces koji ovisi o složenosti geološke i hidrogeološke građe terena. Pri kontaktu filtrata iz deponije s vodonosnikom dolazi do dodira filtrat-voda, uslijed čega se događaju brojni vrlo složeni kemijski i fizikalni procesi. Tako zagađene vode trajno mijenjaju svoj prvobitni sastav, na način da pojedine tvari u podzemnim vodama u potpunosti nestaju, dok druge povećavaju svoju koncentraciju. Zakonitosti nastajanja tih kemijskih spojeva vrlo su složene i danas nedovoljno istražene.

Učinkovita zaštita voda i mora podrazumijeva pročišćivanje otpadnih voda, jer iako s ekološkog gledišta vode imaju sposobnost (samo)obnove i (samo)pročišćivanja. Ti prirodni procesi održavaju potrebnu kakvoću, ali naravno samo do određene granice. Stoga ot-

padne vode predstavljaju iznimski problem u našoj zemlji i potrebna je daljnja gradnja ne samo mehaničkih, nego i bioloških pročišćivača (slika 4). Naravno da problem otpadnih voda nije prisutan samo u Hrvatskoj, tako se prema podacima UNEP-a (1997) navodi da se na svijetu samo 5 % otpadnih voda pročišćuje, što je doista porazan podatak glede zaštite okoliša. S druge strane u Hrvatskoj je prisutna neusklađenost priključnosti na vodoopskrbni sustav (oko 76 %) i javnu odvodnju (oko 40 %). Ra u š (1991) navodi kako se nepročišćene otpadne vode ispuštaju u vodotoke, more, krški teren i u propusne septicke taložnice. Pročišćava se samo 12 % otpadnih voda, a od toga 4,4 % na drugom stupnju. Budući da je odvodnja, pročišćavanje i adekvatna dispozicija otpadnih voda jedna od glavnih mjera zaštite voda, potrebno je posvetiti veću pozornost provedbi mjera zaštite voda. Može se uočiti da se u zaštitu voda i mora najviše ulagalo u turističkim područjima sjevernog Jadrana, dok se manje ulagalo u drugim vodnim cjelinama (Cibilić 2003).

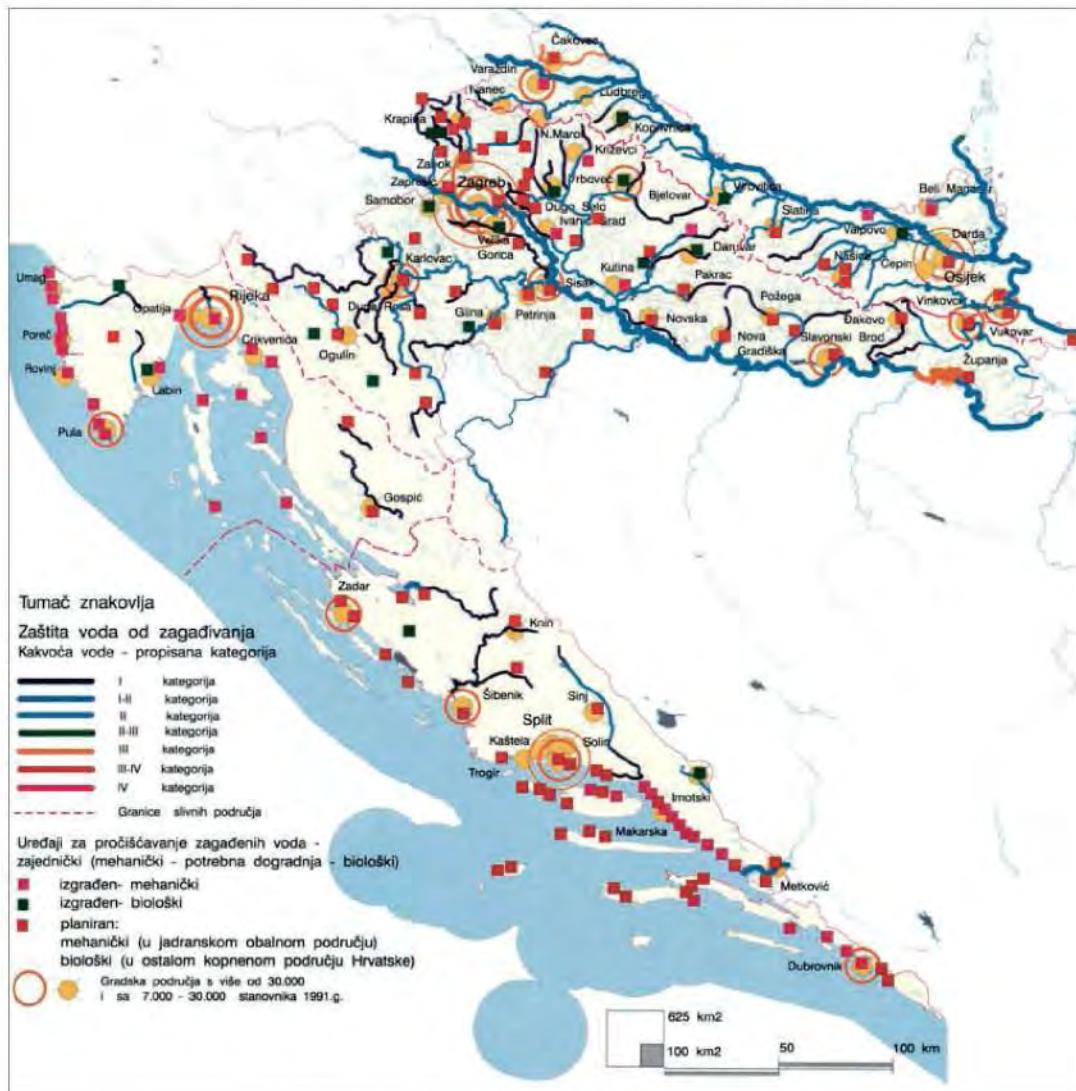
Isti autor navodi kako su uređaji za pročišćivanje otpadnih voda i kanalizacijski sustavi nedjeljiva tehničko-tehnološka cjelina. Danas postoji oko 80 uređaja za pročišćivanje otpadnih voda različitih po stupnju iz-

građenosti i po kapacitetu. Oko 20 uređaja je s prethodnim stupnjem pročišćivanja, 26 uređaja s prvim stupnjem i 34 uređaja s drugim stupnjem pročišćivanja otpadnih voda. Prema analizama, na komunalnim uređajima za pročišćivanje otpadnih voda uklanja se samo određena količina zagađivača tako da veći dio završava u okolišu.

Osobitu pozornost zaslužuje zaštita mora, ponajviše radi turističke djelatnosti koja se danas povezuje s velikim ulaganjima u zaštitu prirode i okoliša, što je ustvari sastavni dio turističke ponude. Današnje stanje je sljedeće; unutrašnje morske vode i teritorijalno more Republike Hrvatske u svom najvećem dijelu nije zagađeno. Zagađena su samo obalna područja u blizini većih gradskih cjelina, a glavni izvori zagađenja su gradske otpadne vode, zagađenja rijeka Krke (otpadne vode šireg šibenskog područja) i Neretve (poljoprivredne otpadne vode), te veća industrijska postrojenja. Biološka raznolikost Jadranskog mora je sve više ugrožena, kako

onečišćenjem gradskim i industrijskim otpadnim vodama, tako i neracionalnim iskoriščavanjem bioloških dobara te nepridržavanjem zakonskih propisa.

Zabrinjavajuća okolnost za stanje i očuvanje mora su zahvati poput projekta Družba Adria. Ostvarenjem tog projekta izvozila bi se ruska nafta preko luke Omišalj, a na taj način povećao bi se tankerski promet i prema procjenama u naše more bi se ispušтало više od 5 milijuna tona balastnih voda godišnje. Naime, problem je što se balastnim vodama šire nepoželjne bioinvazionske vrste iz mora širom svijeta, što potvrđuju i podaci međunarodne pomorske organizacije – IMO (<http://globallast.imo.org>). U Sredozemlju i danas ima problema radi tropskih algi (*Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa racemosa*) koje negativno utječu na biološku raznolikost, međutim najviše zabrinjava činjenica da se radi kratkoročne i nejasne dobiti povećava opasnost od moguće tankerske nesreće povećanjem tankerskog prometa. Teško se može na taj način uspješno ulagati u



Slika 4. Zaštita voda i uređaji za pročišćavanje otpadnih voda

Figure 4 Protection of water and waste water treatment plants

Izvor: Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske, 1997.

turizam kao najznačajniju gospodarsku djelatnost, ne spominjući negativan utjecaj na zaštitu prirode i okoliša uopće. Upozoravajuće je nedavno potonuće tankera Prestige uz španjolsku obalu Galicije, koji je prevozio 70 000 tona nafte i zagadio više od 900 kilometara obale. Posljedice takve nesreće u zatvorenom moru kao što je Jadransko bile bi nesagledive i stoga je doista upitno kolika je korist od projekta, a koliki je stvarni rizik i da

li je to gospodarski razvoj temeljen na održivom razvoju? Uzmimo u obzir i podatak da litra ulja pokvari okus od 1.000.000 litara pitke vode. Na morskoj se površini izliveno ulje rasprostre u 1 do 2 mm tanki sloj kod lako i u 8 mm debeli sloj kod teškog ulja. Oni se sastoje od više od osam stotina različitih kemijskih spojeva (WBGU 1998, u Glavač 1999).

Odnos voda i šumskih ekoloških sustava

Utjecaj voda na šumske ekosustave, posebno nizinske vrlo je značajan, te se utvrdilo da same promjene režima podzemnih i površinskih voda u nizinskim šumama imaju gotovo odlučujuću ulogu za uspijevanje pojedinih biljnih zajednica. To potvrđuju istraživanja koja su proveli Prpić (1989); Komlenović, Mayer i Rastovski (1991); Vranković i Bašić (1989) u Mayer (1995); Mayer (1995), Baričević (1998). Promjena kvalitete vode tj. unos onečišćenih i zagađenih poplavnih voda u šumske ekosustave također doveđi do negativnih posljedica, što u svojim radovima navode Prpić (1989); Mayer i Pezdirc (1990); Prpić i dr. (1994) u Mayer (1995), tj. uglavnom dolazi do sušenja cijelih nizinskih šumskih bazena, što navode Prpić, Seletković i Ivković (1991) za Kalje i Tropoljski lug. Takvi slučajevi nisu bili rijetki u posljednjim desetljećima u Hrvatskoj.

Važan je i utjecaj velikih vodotehničkih zahvata na nizinske šume posebno u nizinama naših najvećih rijeka, najistaknutiji primjer su rasprave o HE Novo Virje u blizini šumskog kompleksa Repaš o kojoj pišu Prpić (1985); Antonić i dr. (2000); Prpić (2001).

Problem se javlja i kod puštanja u pogon novih industrijskih postrojenja ili energetskih postrojenja koja onečišćuju okoliš, a nemaju izgrađene uređaje za pročišćivanje voda. U području nizinskih šuma koje su vrlo osjetljive na promjene vodnih odnosa, vodotehničke zahvate i hidromelioracije treba provoditi tako da ne dolazi do negativnih promjena u ekosustavu nizinskih šuma, jer upravo radi takvih negativnih promjena u staništu dolazi do sušenja i propadanja velikih nizinskih šumskih bazena kao što su Kalje, Tropoljski lug, Sunjsko polje i Žutica.

Prpić (1994) u Mayer (1995) navodi za Tropoljski lug masovno sušenje šumskih sastojina koje je

nastupilo od 1981–1990. godine, gdje se posušilo gotovo 100.000 m³ stabala, te je takva pojava poprimila razmjere ekološke katastrofe.

Danas se provode istraživanja o unosu polutanata u nizinske šume sjeverne Hrvatske onečišćenim poplavnim vodama; ta istraživanja provedena su u mnogim šumskim bazenima: Kupčina, Turopoljski lug, Varoški lug, Česma, Varaždinske podravske šume, Spačva, podravskim vrbicima i topolicima i osječkim podravskim šumama. Najviše je istraživano olovo, cink i bakar, a rezultati se razlikuju po pojedinim bazenima, te je utvrđeno da poplavne površine uvijek sadrže više polutnata od neplavljenih površina.

Utvrđeno je da su plavljenja šumska tla na fluvisolima rijeke Drave, Save i Dunava znatno više opterećena teškim metalima nego tla okolnih neplavljenih površina. Posebno su visoke koncentracije u prvoj poplavnoj zoni gdje je plavljenje češće, a do sedimentacije nanoša dolazi u mirnim vodama zaostalim u mikrodepresijama nakon poplava. Sadržaj teških metala u sedimentima iz korita Drave i Dunava manji je nego u tlima popavnih zona zaobalja. Savski sedimenti sadrže više teških metala zbog težeg mehaničkog sastava i više organske tvari, te imaju veću sposobnost vezanja teških metala nego sedimenti Drave i Dunava. Veći sadržaj organskih tvari posljedica je većih onečišćenja savskih voda organskim polutantima (Komlenović, Mayer, Rastovski 1991).

U tlu Spačvanskog bazena utvrđene su niske koncentracije olova, cinka, uz povišene koncentracije bakra. U usporedbi sa srednjom Posavinom, tla spačvanskog bazena su više onečišćena. To onečišćenje uglavnom je posljedica intenzivnih poplava prije izgradnje nasipa i provedbe drugih vodotehničkih zahvata.

Zaštićena vodena područja u Hrvatskoj

More i jezera

Od prirodnih jezera ističu se Plitvička jezera, koja predstavljaju ujezereni tok rijeke Korane s ukupno 16 kaskadno nanizanih jezera i brojnim slapištima. To područje je proglašeno nacionalnim parkom, te je uvršteno u Popis svjetske kulturne i prirodne baštine UNESCO-a.

Vransko jezero kraj Pakoštana; najveće prirodno jezero u Hrvatskoj s površinom od 30,7 km², proglašeno je parkom prirode. Vransko jezero na otoku Cresu znatno je manje, ali je zbog svoje dubine od gotovo 74 metra najveća akumulacija slatke vode u Hrvatskom primorju. Prirodne ljepote i bogatstvo mora i podmorja jedan su od

razloga proglašenja Brijuna, Kornata i Mljeta nacionalnim parkovima, te Telašćice parkom prirode. Također, voda je temeljni fenomen i u nacionalnom parku Krka.

Vodena i močvarna staništa

U Hrvatskoj je izraženo bogatstvo močvarnih staništa, osobito onih čiji je postanak vezan uz rijeke. Najznačajnije su poplavne zone porječja Save, Drave, Mure i Dunava gdje su se razvila prostrana i još uvijek dobro očuvana močvara staništa koja su upisana na Ramsarski popis močvara i od međunarodnog su značenja.

Jedno od njih je Lonjsko polje u srednjem dijelu toka Save. To je poplavno područje s prostranim poplavnim šumama hrasta lužnjaka, poplavnim livadama i pašnjacima, te brojnim riječnim rukavcima. Ovdje su staništa mnogih europski ugroženih vrsta poput štekavca, orla kliktića, crne rode, žličarke, kosca i drugih.

Kopački rit razvio se na ušću Drave u Dunav, a obiluje jezerima, barama i kanalima, prostranim tršćacima i velikim kompleksima ribnjaka. Ovdje obitava najveća populacija štekavaca u Hrvatskoj, gnijezdi se 90 % hrvatske populacije divljih gusaka, te je jedino mjesto u Hrvatskoj gdje se gnijezdi veliki vranac. Osobito je velika vrijednost Kopačkog rita kao odmorišta i hraništa za močvarice selice.

Močvarna područja Hrvatske koja se nalaze na Ramsarskom popisu su:

- Lonjsko i Mokro polje površine 50 560 ha
- Kopački rit površine 17 700 ha
- Donji tok Neretve površine 11 500 ha
- Ribnjaci Crna Mlaka površine 625 ha

Zakonski propisi:

- Ustav Republike Hrvatske (Narodne novine, 59/90)
- Zakon o vodama (Narodne novine, 107/95)
- Zakon o financiranju vodnog gospodarstva (Narodne novine, 107/95, 19/96)
- Odluka o visini naknade za korištenje voda (Narodne novine, 15/91, 19/92, 79/92, 1/94)
- Odluka o visini naknade za zaštitu voda (Narodne novine, 15/91, 19/92, 84/92, 1/94)
- Pravilnik o obračunu i plaćanju naknade za zaštitu voda (Narodne novine, 94/98)
- Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama (Narodne novine, 40/99, 6/01)
- Pravilnik o izdavanju vodoprivrednih akata (Narodne novine, 28/96)
- Pravilnik o posebnim uvjetima koje moraju ispunjavati pravne osobe koje obavljaju poslove, posebice značajne za upravljanje vodama (Narodne novine, 34/96)
- Državni plan obrane od poplava (Narodne novine, 8/97, 32/97, 43/98, 93/99)
- Odluka o minimalnim stopama i visinama slivne vodne naknade (Narodne novine, 8/97)

- Pravilnik o očevidniku zahvaćenih i crpljenih količina voda (Narodne novine, 57/96)
- Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje vodoopskrbne djelatnosti (Narodne novine, 82/96, 102/97)
- Pravilnik o posebnim uvjetima koji moraju ispunjavati pravne osobe koje obavljaju djelatnosti odvodnje otpadnih voda (Narodne novine, 93/96, 53/97, 102/97)
- Odluka o visini naknade za korištenje voda (Narodne novine, 62/00)
- Uredba o klasifikaciji voda (Narodne novine, 77/98)
- Uredba o opasnim tvarima u vodama (Narodne novine, 78/98)
- Državni plan za zaštitu voda (Narodne novine, 8/99)
- Pravilnik o opsegu i načinu pregleda vode za piće i uredaja (Narodne novine, 46/94)
- Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarno zaštite izvorišta (Narodne novine, 55/02)

Važniji propisi vezani uz more:

- *Konvencija o zaštiti morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja*, 1995.
- Republika Hrvatska je ratificirala izmjene Konvencije iz 1995. koje su objavljene kao:
 - *Zakon o potvrđivanju izmjena Konvencije o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćivanja i Protokola o sprječavanju onečišćivanja Sredozemnog mora potapanjem otpadnih i drugih tvari s brodova i zrakoplova* (Narodne novine, 17/98)
 - *Protokol o sprječavanju onečišćavanja Sredozemnog mora potapanjem otpadnih i drugih tvari s brodova i zrakoplova*, 1995.
 - *Protokol o suradnji u borbi protiv onečišćenja Sredozemnog mora naftom i drugim štetnim tvarima u slučajevima opasnosti*, 2002.
 - *Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja kopnenim izvorima i aktivnostima*, 2002.
 - *Protokol o posebno zaštićenim područjima i biološkoj raznolikosti u Sredozemlju*, 2001.
 - *Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentskog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja*, 1994.
 - *Konvencija o sprječavanju zagadivanja mora izbacivanjem otpadaka*, 1972.
 - *Medunarodna konvencija o pripravnosti, akciji i suradnji za slučaj onečišćenja uljem*, 1990. (Narodne novine – Medunarodni ugovori 2/97)

Važniji propisi vezani uz kopnene vode:

- *Zakon o potvrđivanju Konvencije o suradnji na zaštiti i održivoj uporabi rijeke Dunava*, 1994. (Narodne novine – Medunarodni ugovori 2/96)
- *Zakon o potvrđivanju Europskog ugovora o glavnim unutarnjim plovnim putovima od medunarod-*

- nog značaja – AGN, 1996. (Narodne novine – Međunarodni ugovori 16/98)
- *Zakon o potvrđivanju Konvencije o zaštiti i uporabi prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera,*

1992. (Narodne novine – Međunarodni ugovori 4/96)
- *Konvencija o režimu plovidbe Dunavom, 1948.* (Narodne novine – Međunarodni ugovori 13/98).

ZAKLJUČAK – Conclusion

Hrvatska je relativno bogata vodom, kvaliteta vode je povoljna; tako da se za sada ne javljaju problemi dostupnosti dovoljnih količina kvalitetne pitke vode. Količina vlastitih voda po stanovniku procjenjuje se na 6.800 m³ godišnje.

Zakonska regulativa vezana za zaštitu voda i mora danas doživljava velike promjene, jer je u tijeku usuglašavanje brojnih zakona, mjera i propisa iz područja zaštite, ali i upravljanja vodama s važećom europskom regulativom.

Stanje voda u Hrvatskoj je zadovoljavajuće, jedino veća odstupanja u kvaliteti voda su uočena u blizini većih gradskih ili industrijskih središta kao i u blizini većih poljoprivrednih površina i važnijih, tj. frekventnijih prometnih pravaca. Međutim opasnost za močvarna i vodena staništa očituje se u sljedećem: promjenama u vodnom režimu, fizičkim i biološkim promjenama i onečišćavanjem vodotoka.

Stanje mora je također zadovoljavajuće uz odstupanja u neposrednoj blizini većih luka, gradova i turističkih središta. Razlozi ugroženosti morske flore i faune najviše očituju se onečišćenjem mora otpadnim vodama i slabom provedbom zakonskih propisa, te nekvalitetnim nadzorom odgovarajućih službi. Velika pozornost danas se posvećuje razvoju praćenja voda u Hrvatskoj kako bi se dobili relevantni podaci o stanju i

kakvoći voda. Potrebno je izvršiti inventarizaciju tj. popis i tipizaciju voda u Republici Hrvatskoj. Time bi se moglo lakše djelovati u slučajevima akcidentnih situacija, te bi bili potpuniji podaci o količini i vrsti onečišćivača koji dopiru u vode, tj. stvarno stanje voda.

Problematika zaštite voda posebno je važna za šumske ekosustave nizinskog područja Hrvatske, posebno glede upuštanja velikih količina onečišćenih i zagađenih poplavnih voda. Tu je još i veliki problem vodotehničkih zahvata i objekata u cilju poboljšanja vodnih prilika nekog područja, međutim ti se zahvati vrlo često loše reflektiraju na stanje šumskih kompleksa. Stoga je danas potrebna veća suradnja šumarske i vodopričedne struke (utjecaj HE Novo Virje na šumu Repaš) kako bi se nastali problemi što kvalitetnije riješili uz sagledavanje i uvažavanje međusobnih stajališta, a sve s ciljem očuvanja stabilnih i vrlo vrijednih nizinskih šumskih ekosustava.

Zaštitu voda i mora vrlo je složena problematika koja u sebi objedinjuje biološke i biotehničke znanosti, a samo dobrim upravljanjem s vodnim bogatstvom (npr. prostorno planiranje i dr.) temeljenim na načelima održivog razvoja možemo očuvati naše vode i vodonosnike, i stoga je iznimno važna multidisciplinarnost glede toga problema.

LITERATURA – References

- Antonić, O., D. Hatić, J. Križan, D. Bukovec, D. Borović, 2000: Projektiranje režima podzemne vode kao preduvjeta opstanka nizinskih šuma u području hidrotehničkog zahvata – primjer šume Repaš i HE Novo Virje, Hrvatske vode, br. 32, str. 205–223, Zagreb.
- Baričević, D., 1998: Ekološko-vegetacijske značajke šume "Žutica", Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Biondić, B., 1996: Hydrogeological Aspects of Groundwater Protection in Karstic Areas – Guidelines European Commision, Directorate-General XII, Science, Research and Development, Environment research programme, Institut za geološka istraživanja, str. 5–11, Zagreb.
- Cibilić, A., 2003: Postojeće stanje, ciljevi i strateške smjernice u planiranju korištenja vode, Zbornik radova 3. hrvatske konferencije o vodama, Hrvatske vode u 21. stoljeću, Osijek, Hrvatske vode, str. 557–565, Zagreb.
- Enger, E., B. Smith, 2000: Environmental Science, str. 274–304, McGraw-Hill, Boston.
- Gereš, D., M. Vodopij a, 1993: Vodoopskrba na Jadranskom području Hrvatske, Stručno-poslovni skup "Gospodarenje vodama i unapređenje turizma na Jadranu", Rovinj, Zbornik radova, Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora, str. 17–27, Zagreb.
- Glavač, V., 1999: Uvod u globalnu ekologiju, Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša i "Hrvatske šume" d.o.o., Zagreb.
- Komlenović, N., B. Mayer, P. Rastovski, 1991: Unos teških metala onečišćenim poplavnim vodama u tla nizinskih šuma istočne Slavonije, Šumarski list br. 3–5, str. 131–147, Zagreb.
- Mayer, B., 1995: Opseg i značenje monitoringa podzemnih i površinskih voda za nizinske šume Hrvatske, Šumarski list br. 11–12, str. 383–389, Zagreb.

- Mayer, B., N. Pezdirc, 1990: Teški metali (Pb, Zn, Cu) u tlima nizinskih šuma sjeverozapadne Hrvatske, Šumarski list br. 6–8, str. 251–259, Zagreb.
- Matas, M., V. Simončič, S. Šobot, 1989: Zaštita okoline danas za sutra, Školska knjiga, str. 235, Zagreb.
- Nacionalna strategija zaštite okoliša, Nacionalni plan djelovanja za okoliš, 2002: Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uredenja, str. 206–209, Zagreb.
- Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite, 1999: Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, str. 22–29, Zagreb.
- Prpić, B., 1985: Studija utjecaja vodne stepenice Đurđevac na šumu Repaš, Šumarski list br. 11–12, str. 541–551, Zagreb.
- Prpić, B., 1989.: Propadanje šuma u SR Hrvatskoj, Šumarski list br. 6–8, str. 235–242, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, M. Ivković, 1991: Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnos pojave prema biotskim i abiotskim činiteljima danas i u prošlosti, Šumarski list br. 3–5, str. 107–127, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, J. Vukelić, 1994.: Primjena dosadašnjih sustavnih istraživanja propadanja šuma kod procjene kemijske opterećenosti susjednih poljodjelskih prostora Hrvatske, Šumarski list br. 9–10, str. 283–288, Zagreb.
- Prpić, B., 2001: Utjecaj vodotehničkih zahvata na stabilnost sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj u primjeru HE Novo Virje, Šumarski list br. 7–8, str. 7–8, Zagreb.
- Rauš, Đ., 1991: Zaštita prirode i čovjekova okoliša, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Riđanović, J., 1993: Hidrogeografija, Školska knjiga, str. 269–277, Zagreb.
- Strategija prostornog uredenja Republike Hrvatske, 1997: Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja, Zavod za prostorno planiranje, str. 182, Zagreb.
- Širac, S., G. Mirković, N. Bujas, 2003: Kakvoća voda u Republici Hrvatskoj 2000.–2001. godina, Zbornik radova 3. hrvatske konferencije o vodama, Hrvatske vode u 21. stoljeću, Osijek, Hrvatske vode, str. 463–471, Zagreb.
- Šurmanović, D., M. Artuković, M. Jokić, 2003: Uloga monitoringa kakvoće voda u vodno gospodarskom planiranju, Zbornik radova 3. hrvatske konferencije o vodama, Hrvatske vode u 21. stoljeću, Osijek, Hrvatske vode, str. 673–683, Zagreb.
- Tedeschi, S., 1997: Zaštita voda, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, str. 297, Zagreb.
- Tyler Miller, G., 1994: Living in the environment, str. 592–617, Wadsworth, Inc., Belmont.
- UNEP-United Nations Environment Programme, 1997: Global Environmental Outlook – 1997. Oxford University Press, New York and Oxford: 264p., (<http://www.org/unep/eia/geo1/>)
- Uredba o klasifikaciji voda (Narodne novine 77/98).
- Uredba o opasnim tvarima u vodama (Narodne novine 78/98).
- WBGU-Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltveränderungen, 1998: Welt im Wandel: Strategien zur Bewältigung globaler Umweltveränderungen. Jahresgutachten 1998. Springer Verl., Berlin: 378 S.
<http://globallast.imo.org>

SUMMARY: The paper deals with the water and sea status in the Republic of Croatia. As one of the most important natural resources, water plays a crucial role in the protection of the environment. Therefore, the preservation of its quality and quantity is one of the basic requirements for development and a strategic asset for the future.

The water condition in Croatia is satisfactory; however, some deviations in the quality in the sense of pollution and contamination were recorded in the proximity of larger urban or industrial centres, larger agricultural areas and major traffic lines. The quality of the sea in the vicinity of larger towns, harbours and tourist resorts deviates from the prescribed values. An efficient protection of water and sea is undertaken by monitoring the condition and by inventorying, that is, systematising and typifying waters in the Republic of Croatia.

The paper highlights the problem of protecting water from pollution with regard to forest ecosystems. Particular stress is laid on the role of forests and waters in the lowland part of Croatia, as well as the hydrological or water-protective role of forests across Croatia.

Key words: Republic of Croatia, water and sea protection, environmental protection, water status, pollution, contamination