



Organizacija Ujedinjenih
Nacija za obrazovanje,
nauku u kulturu



Branko Vučijak
Admir Ćerić
Irem Silajdžić
Sanda Midžić Kurtagić

VODA ZA ŽIVOT:
OSNOVE INTEGRALNOG UPRAVLJANJA
VODNIM RESURSIMA

– izdanje na bosanskom jeziku –

Sarajevo, 2011.

Autori

doc.dr. Branko Vučijak, dipl.mat.
dr. Admir Čerić, dipl.ing.građ.
dr. Irem Silajdžić, dipl.ing.okol.
mr. Sanda Midžić Kurtagić, dipl.ing.građ.

Recenzenti

prof. dr. Tarik Kupusović, dipl.ing.građ.
prof.dr. Hamid Čustović, dipl.ing.polj.

Izdavač

Institut za hidrotehniku Građevinskog
fakulteta u Sarajevu d.d.
Stjepana Tomića 1
71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina

Štampa

Amos Graf d.o.o.

Tiraž

1.700 primjeraka

Godina izdavanja

2011.

Knjiga je štampana u okviru Goal Wash komponente generalnoga MDG-F Programa Demokratska Ekonomska Uprava Vodosnabdijevanjem: „Osiguranje pristupa vodosnabdijevanju kroz institucionalni razvoj i infrastrukturu“, podržanog od strane Švedske, finansiranog od strane Kraljevine Španije. Knjiga je inspirirana priručnikom Voda za život koji je izradio Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu d.d. uz podršku UNESCO-a 2008. godine, čiji su autori Jasminka Bjelavac, Erna Čorić, Sabina Hadžiahmetović, Vildana Đonko, Anđa Kalem-Perić i Branko Vučijak.

„The authors are responsible for the choice and the presentation of the facts contained in this report and for the opinions expressed therein, which are not necessarily those of UNDP, UNESCO or of UNICEF and do not commit any of those three UN system entities. The designations employed and the presentation of material throughout this report do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNDP, UNESCO and UNICEF concerning the topic of the report“



Sadržaj

Predgovor	v
1 Opće o vodama	1
1.1 Raspoloživi vodni resursi	2
1.2 Osnovne karakteristike vode	5
1.2.1 Najznačajnije fizičke i hemijske osobine vode	6
1.2.2 Pokazatelji kvaliteta vode	8
1.2.3 Fizički pokazatelji kvaliteta	9
1.2.4 Hemijski pokazatelji kvaliteta	10
1.2.5 Biološki pokazatelji kvaliteta	14
1.3 Hidrološki ciklus	15
1.3.1 Padavine	17
1.3.2 Zadržavanje na vegetaciji	17
1.3.3 Evapotranspiracija	18
1.3.4 Infiltracija	19
1.3.5 Površinsko oticanje	21
1.3.6 Procjeđivanje	23
1.3.7 Podzemno oticanje i akumuliranje	24
2 Značaj vode za okoliš i čovjeka	27
2.1 Voda kao okolišni faktor	28
2.2 Značaj vodenih ekosistema	29
2.2.1 Vodeni ekosistemi	29
2.2.2 Usluge vodenih ekosistema	31

2.2.3	Procjena vrijednosti vodenih ekosistema	33
2.3	Zagađenje vodenih ekosistema	35
2.3.1	Elastičnost ekosistema	35
2.3.2	Pritisci na vodene ekosisteme	35
2.3.3	Posljedice zagađenja vodenih ekosistema	36
3	Osnove integralnog upravljanja vodnim resursima	41
3.1	Osnovne definicije i koncepti	42
3.1.1	Vodni konflikti i zainteresirane strane	44
3.1.2	Pojam „integralnog“ u upravljanju vodnim resursima	46
3.1.3	Integracija prirodnog sistema	46
3.1.4	Integracija utjecaja ljudskog faktora	47
3.1.5	Pojam „održivosti“ u upravljanju vodnim resursima	48
3.1.6	Prednosti i koristi integralnog upravljanja vodama	49
3.2	Načela integralnog upravljanja vodama	51
3.3	Provođenje integralnog upravljanja vodnim resursima	55
3.3.1	Osnovni koraci u provođenju IWRM	55
3.3.2	Planiranje i planovi upravljanja vodama	58
3.3.3	Implementacija integralnog upravljanja vodnim resursima	62
4	Održiva potrošnja vode	65
4.1	Indikatori potrošnje vode	66
4.1.1	Vodna efikasnost	66
4.1.2	Vodna produktivnost	66
4.1.3	Vodni otisak	67
4.2	Potrošnja vode	67
4.2.1	Potrošnja vode u poljoprivredi	67
4.2.2	Potrošnja vode u industriji	70
4.2.3	Potrošnja vode u naseljima	71
4.3	Primjeri održive potrošnje	72
4.3.1	Održiva potrošnja u industriji	72
4.3.2	Održiva potrošnja u naseljima	77
4.3.3	Održiva potrošnja u poljoprivredi	80
5	Finansijska pitanja koja se odnose na korištenje vode	83
5.1	Ekonomski principi održivog razvoja i upravljanja vodama	86
5.1.1	Principi „zagađivač plaća“ i „korisnik plaća“, čistija proizvodnja	86
5.1.2	Princip povrata troškova i mogućnosti plaćanja	89
5.2	Ekonomski instrumenti (EI) u upravljanju vodama	91

5.2.1	Karakteristike ekonomskih instrumenata.....	92
5.2.2	Cijena vode u vodosnabdijevanju	94
5.2.3	Naknada za korištenje voda	102
5.2.4	Naknada za odvodnju otpadnih voda	103
5.2.5	Naknada za zaštitu voda	103
5.2.6	Naknada za izvađeni materijal iz vodotoka	104
5.2.7	Naknada za zaštitu od poplava	104
5.2.8	Ostali mogući EI u upravljanju vodama	105
6	Pravna pitanja u upravljanju vodama	107
6.1	Helsinška konvencija	108
6.2	Dunavska konvencija	108
6.3	Okvirni sporazum o slivu rijeke Save.....	109
6.4	Barcelonska konvencija	110
6.5	Dokumenti na nivou smjernica i preporuka	111
6.6	Legislativa Evropske unije u oblasti voda	112
6.7	Zakon o vodama Federacije BiH, Republike Srpske i Brčko Distrikta	115
7	Socio-ekonomska pitanja koja se odnose na korištenje vode.....	117
7.1	Voda kao ljudsko pravo	117
7.1.1	Pravo na vodu u okvirima međunarodnih ljudskih prava.....	117
7.1.2	Komponente prava na vodu	119
7.1.3	Pristup vodi i mogućnost plaćanja	120
7.1.4	Spremnost društva za plaćanje vode	123
7.1.5	Cijena vode – socijalno/politički ili ekonomsko/gospodarski utvrđena?.....	124
7.2	Voda i zdravlje	124
7.2.1	Dostupnost zdrave pitke vode u svijetu	124
7.2.2	Sanitarni uvjeti	129
7.2.3	Nedostatak pristupa vodi i javno zdravlje.....	131
7.2.4	Minimalne potrebne količine vode i stvarni utrošak	133
8	Bibliografija	135
9	Popisi.....	145
9.1	Popis skraćénica i oznaka.....	145
9.2	Popis tabela.....	146
9.3	Popis slika	147

Predgovor

Briga o vodama je zadaća i odgovornost svakog pojedinca. To znači da svaki čovjek na planeti Zemlji, bez obzira gdje mu je mjesto življenja, treba dati lični doprinos kako bi naredne generacije imale uvjete za život. Sva saznanja i spoznaje o vodi, čovjeku u bilo kojem trenutku njegovog postojanja na planeti Zemlji, ne daju nikakvo pravo da je neograničeno troši i onečišćuje. Vodni resursi, koji znače život na Zemlji i biološka raznolikost kakva nam je data na raspolaganje, obavezuju nas na racionalno postupanje, i ne samo racionalno, već i sa pažnjom dobrog gospodara. Briga i odnos naspram voda, treba biti i individualna i zajednička. Svako od nas mora voditi računa o potrošnji vode, o okolišu čiji je voda posebno važan dio, te shvatiti da zagađujući okoliš zagađujemo i vodu. Svako od nas može učiniti taj mali korak i pokazati dobru volju i zapravo kulturni odnos prema vodi i prema svima koji je trebaju, a treba je svako živo biće, svaka zajednica. Ne treba zaboraviti da smo i sami sazdana od vode, te da brigom o vodama, brinemo o sebi, svojoj djeci i generacijama koje dolaze.

Rezerve pitke vode nisu neiscrpn prirodni resurs. Dinamičan razvitak društva i sve veći pritisci na prirodni okoliš, a samim time i na vodu, postaju jedno od ključnih pitanja održivog razvoja, budući da zagađivanje vode u podzemlju i na površini dodatno utiče na smanjenje zaliha vode. Prema procjenama UN-a, na Zemlji je početkom 20. vijeka živjelo oko 1,65 milijardi ljudi, a do njegovog kraja populacija je porasla na preko 6 milijardi. UN predviđaju da će na Zemlji do 2050. godine živjeti oko 9 milijardi ljudi. Međutim, godišnje snabdijevanje obnovljivom svježom vodom ostat će približno konstantno. Kako je konstatirala UN-ova Komisija za održivi razvoj, količina vode dostupna svakoj osobi smanjuje se kako populacija raste, što povećava mogućnost nedostatka vode.

Iako širom svijeta postoje razlike u odnosu prema vodi, danas svi prepoznaju njenu vrijednost i njeno centralno mjesto u životu ljudi. Opća skupština UN-a na svojoj 58. sjednici donijela je rezoluciju kojom se razdoblje od 2005. do 2015. godine proglašava Međunarodnom dekadom za akciju – Voda za život, u nastojanju da se do 2015. godine smanji na polovinu broj ljudi koji nemaju pristupa zdravstveno ispravnoj vodi za piće, kao i onih koji nemaju pristupa osnovnim sanitarijama.

Ova knjiga nastala je kao rezultat napora da se problematika upravljanja vodama približi svima koji vodu koriste, koji vodu zagađuju ili kojima voda čini određene probleme. Kako svaki čovjek pripada jednoj od tri prethodno navedene grupe, naša želja bila je da knjiga bude informativna i razumljiva najširoj mogućoj publici. Knjiga tako može koristiti stručnjacima koji se bave upravljanjem vodama, kao i menadžerima i službenicima koji rade u javnim institucijama, kako u sektoru voda tako i drugim sektorima koji su povezani sa korištenjem ili zagađenjem voda. Knjigom se mogu koristiti i profesionalci i aktivisti u nevladinim organizacijama koje rade na problematici zaštite voda i okoliša, kao i profesionalci u kompanijama koje koriste i/ili zagađuju vodne resurse. Jednu od najvažnijih ciljnih grupa čine učenici srednjih škola i studenti na fakultetima, kao i njihovi nastavnici i profesori. Učenici i studenti su po našem mišljenju izuzetno važna ciljna grupa, jer smatramo da se kroz educiranje mlade populacije o vodama i okolišu stvaraju pretpostavke da se u budućnosti postigne održivo upravljanje vodnim resursima.

Problematika upravljanja vodnim resursima obrađena je u ovoj knjizi u sedam poglavlja. Prvo poglavlje daje pregled osnovnih karakteristika vode, raspoloživosti vodnih resursa i procesa kruženja vode u prirodi, dok je u drugom poglavlju prikazan značaj vode za okoliš i čovjeka. Uključivanjem ova dva poglavlja u knjigu koja se tiče upravljanja vodama naša želja je bila da se čitaoci koji se zainteresiraju za ovu problematiku upoznaju sa osnovnim karakteristikama vode prije nego se upuste u izučavanje pojedinih aspekata upravljanja vodnim resursima. U trećem poglavlju prikazani su osnovni pojmovi i koncepti savremenog pristupa upravljanju vodama, koji je poznat pod nazivom Integralno upravljanje vodnim resursima. Poglavlje četiri daje prikaz koncepta održivog korištenja vode, u okviru kojeg su objašnjeni različiti indikatori potrošnje vode, te je dat prikaz održive potrošnje vode u različitim sektorima. Osnovna finansijska pitanja koja se odnose na korištenje vode prikazana su u poglavlju pet, dok su u poglavlju šest obrađena neka od značajnijih pravnih pitanja povezanih sa upravljanjem vodama. Poglavlje sedam prikazuje socio-ekonomske aspekte korištenja vode jer je voda medij od temeljnog značaja za život i zdravlje ljudi, pa se ona danas stavlja u kontekst jednog od temeljnih ljudskih prava, prava na život.

Imajući u vidu kompleksnost i multidisciplinarnost problematike upravljanja vodama, odnosno vodnim resursima, u ovoj knjizi prikazani su samo neki značajniji

aspekti koji se odnose na ovo pitanje. To ni u kojem slučaju ne znači da neka druga pitanja, koja nisu obrađena u ovoj knjizi, nemaju određeni pa čak i veliki značaj kod uspostavljanja održivog upravljanja vodnim resursima. Sva ta pitanja nažalost nisu mogla biti prezentirana u ovoj knjizi zbog ograničenog vremena kojeg smo imali za njenu pripremu.

Na kraju ovog predgovora, želimo se zahvaliti svima koji su na bilo koji način pomogli da ovo djelo bude objavljeno. Posebnu zahvalnost upućujemo prof.dr Tariku Kupusoviću i prof.dr Hamidu Čustoviću koji su izvršili recenziju ove knjige i svojim sugestijama doprinijeli njenom boljem kvalitetu.

Sarajevo, 2011. godina

Autori

1

Opće o vodama

Oduvijek je voda za čovjeka bila simbol života. Voda je dio nas i bez nje ne može ni jedno živo biće. Čovjek bez vode može izdržati samo oko 8 dana, dok bez hrane može izdržati neuporedivo duže, smatra se do 40-tak dana.

Svježa voda je resurs esencijalan i za sve oblike ljudskih aktivnosti. Naime, počevši od primitivnog razvoja čovječanstva, značajan dio povijesti civilizacije vezan je uz konstantnu težnju za korištenje vodnih bogatstava, ali i odbranu od negativnog djelovanja vode, posebno poplava. Razvoj civilizacije najuže je povezan i sa težnjom da se voda iskoristi za potrebe navodnjavanja. Ovo je vezano uz saznanja da je upravljanje vodnim bogatstvom predstavljalo osnovni faktor u razvoju najstarijih civilizacija u dolinama Eufrata, Tigrisa, Nila, Inda, gdje je voda ovih rijeka korištena za potrebe navodnjavanja i proizvodnje hrane.

Čovjek je, općenito gledano, u periodu svog razvoja malo pažnje poklanjao racionalnom korištenju vodnih bogatstava i njihovom očuvanju. Na činjenicu značaja vode za život i razvoj čovječanstva, upozorio nas je tek nagli porast broja stanovnika na Zemlji tokom dvadesetog stoljeća.

Jedan od razloga za ovakvo ponašanje ljudi je nepoznavanje ovog resursa i njegovih osobenosti koje ga čine značajnim za održanje života na Zemlji, ali i ranjivim i osjetljivim na različite čovjekove utjecaje. U ovom poglavlju su stoga prikazane opće karakteristike vode koje su značajne za razumijevanje njene uloge u različitim prirodnim, društvenim i ekonomskim procesima.

1.1 Raspoloživi vodni resursi

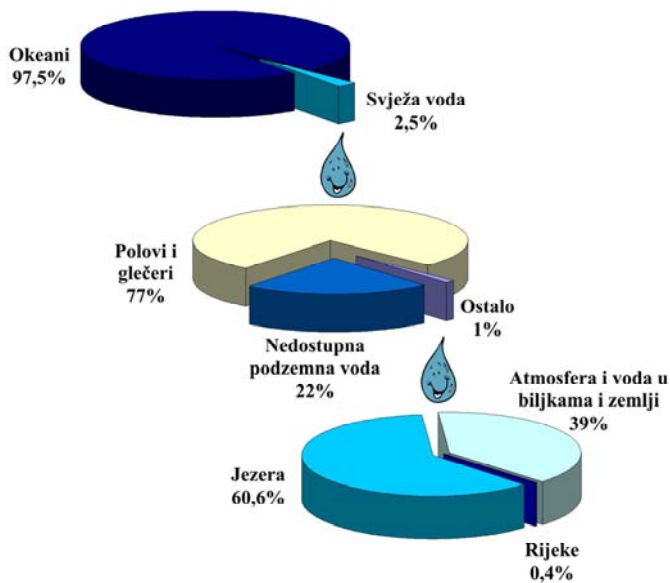
Gledajući iz svemira, Zemlja izgleda kao jedna plava planeta. Oko 71% površine naše planete čini voda, od čega se veći dio nalazi na južnoj zemljinoj hemisferi. Od ukupnih količina vode, oko 1.370 miliona m³ (tabela 1.1), odnosno 97,6%, otpada na slanu morsku vodu (Wetzel, 1983). Samo oko 2,4% vode je slatka voda koja se može koristiti za piće, za navodnjavanje u poljoprivredi ili za industriju. Najveći dio slatke vode se pojavljuje kao led na polovima, u glečerima ili u zamrznutom tlu (slika 1.1). Sljedeći važan udio čini podzemna voda. Voda iz rijeka i jezera, iz atmosfere, sa površine zemlje i iz živih bića je u poređenju sa količinama vode na polovima beznačajna. Samo mali dio slatke vode, oko 0,3%, stoji na raspolaganju kao voda za piće. Ako bi zalihe vode iz cijelog svijeta mogle stati u jednu kadu, onda bi udio koji se trajno može koristiti tokom jedne godine jedva napunio jednu kašičicu.

Tabela 1.1 Količine vode u biosferi

Komponenta biosfere	Zapremina (1.000 km ³)	% od ukupne količine	Vrijeme zadržavanja
Okeani	1.370.000	97,61	3.100 god.
Polarni led, glečeri	29.000	2,08	16.000 god.
Podzemna voda	4.000	0,29	300 god.
Slatkovodna jezera	125	0,009	1-100 god.
Slana jezera	104	0,008	10-1.000 god.
Vlaga u tlu	67	0,005	280 dana
Rijeke	1,2	0,00009	12-20 dana
Atmosferska vlaga	13	0,0009	9 dana

(Izvor: Wetzel, 1983)

Količine raspoložive slatke vode su veoma neravnomjerno raspoređene na Zemlji, kako se može uočiti iz tabele 1.2. Prosječni obnovljivi vodni resursi u svijetu, koje uglavnom čini proticaj površinskih vodotoka, iznose oko 42.780 km³/god (Shiklomanov, 2000). Najveće količine vode nalaze se u Aziji i Južnoj Americi, 13.510 i 12.030 km³/god. respektivno, a najmanje u Australiji sa Okeanijom i Evropi (2.400 i 2.900 km³/god. respektivno). Ovi podaci ne pružaju najprecizniju sliku o raspoloživosti vodnih resursa za potrebe stanovništva, pa je u tabeli 1.2 prikazana vrijednost indeksa koji se naziva ukupni stvarni obnovljivi vodni resursi (*eng.* Total Actual Renewable Water Resources – TARWR), a koji predstavlja količinu raspoloživih obnovljivih vodnih resursa po glavi stanovnika godišnje, m³/stan/god. (UNESCO, 2006).



Slika 1.1 Raspodjela vode u svijetu

Po ovom indeksu, prosječna raspoloživa količina vode, izražena kao $\text{m}^3/\text{stan}/\text{god}$. u svijetu iznosi 7.600, najveća raspoloživa količina je u Australiji i Okeaniji (83.700), a najmanja u Aziji (3.920).

Tabela 1.2 Ukupni stvarni obnovljivi vodni resursi u svijetu

Kontinent/Zemlja	Površina (10^6 km^3)	Stanovništvo (miliona)	Vodni resursi (km^3/god)			TARWR ($\text{m}^3/\text{stan}/\text{god}$)
			Prosjek	Max.	Min.	
Evropa	10,46	685	2.900	3.410	2.254	4.230
Sjeverna Amerika	24,3	453	7.890	8.917	6.895	17.400
Afrika	30,1	708	4.050	5.082	3.073	5.720
Azija	43,5	3.445	13.510	15.008	11.800	3.920
Južna Amerika	17,9	315	12.030	14.350	10.320	38.200
Australija i Okeanija	8,95	28,7	2.400	2.880	1.891	83.700
Ukupno u svijetu	135	5.633	42.780	44.750	39.780	7.600

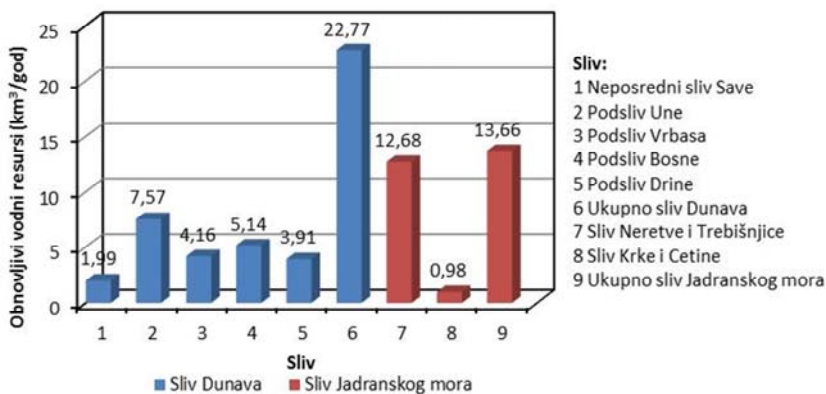
(Izvor: Shiklomanov, 2000)

Potrebno je napomenuti da se vrijednosti indeksa TARWR neprestano mijenjaju, jer konstantno raste broj stanovnika na Zemlji. Trendovi rasta između 1970. i 1994. godine doveli su do smanjenja raspoloživih količina vode u ovom periodu sa

12.900 na 7.600 m³/stan/god. (Shiklomanov, 2000), pri čemu je najveći pad registriran u Africi (za oko 2,8 puta), Aziji (za 2,0 puta) i Južnoj Americi (za 1,7 puta). U Evropi je istovremeno raspoloživa količina obnovljivih vodnih resursa po glavi stanovnika pala za samo 16%.

Smatra se da su područja kod kojih je raspoloživa količina vode ispod 1.700 m³ po stanovniku godišnje izložena tzv. „vodnom stresu“ (Falkenmark i Widstrand, 1992), dok su područja sa manje od 1.000 m³/stan/god. pod „izuzetnim vodnim stresom“. Raspoloživi podaci ukazuju da oko 41% svjetske populacije, ili 2,3 milijarde stanovnika iz 2000. godine, živi u slivovima izloženim vodnom stresu (Revenega i ostali, 2000). Od tog broja 1,7 milijardi živi u slivovima koji su pod izuzetnim vodnim stresom. Procjena za 2025. godinu je da će tada oko 48% populacije ili 3,5 milijardi ljudi živjeti u slivovima pod vodnim stresom.

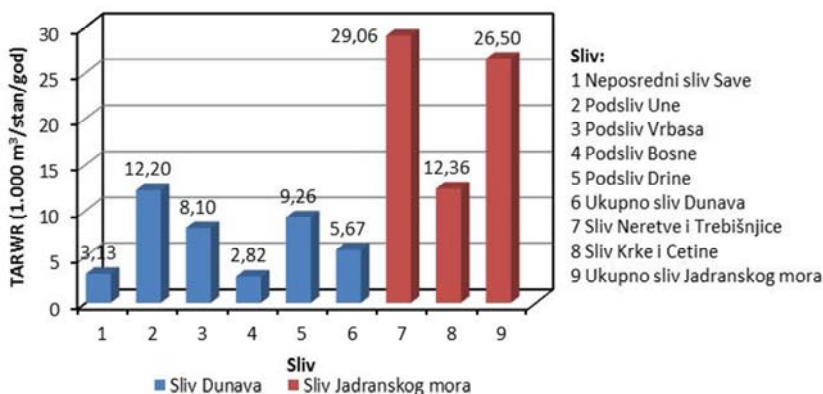
Prosječni obnovljivi vodni resursi u Bosni i Hercegovini, izraženo preko prosječnog oticanja površinskih voda, iznose 1.155 m³/s (Barbalić i ostali, 1994; ZZVS-ZZVM, 2010) odnosno 36,4 km³/god. Prostorna i vremenska raspodjela ovih voda je veoma neravnomjerna. Tako iz slivnog područja Dunava otiče 22,77 km³ godišnje (slika 1.2), što je oko 62,5% od ukupne količine vode koja otiče sa područja BiH, pri čemu je površina ovog slivnog područja oko 76% teritorije BiH. Sa preostalog područja BiH otiče 13,66 km³/god. u pravcu Jadranskog mora.



Slika 1.2 Ukupni obnovljivi vodni resursi u BiH

Prostorna neravnomjernost postaje još izraženija ukoliko se posmatraju pojedini podslivovi (slika 1.2). Najveći obnovljivi vodni resursi su raspoloživi na području sliva Neretve i Trebišnjice (12,68 km³/god), dok su najmanji na području sliva Krke i Cetine (0,98 km³/god).

Situacija je, međutim, značajno drugačija ukoliko se posmatraju raspoloživi vodni resursi po stanovniku. Najviše raspoložive vode je u slivu Neretve i Trebišnjice, oko 29.060 m³/stan/god. (slika 1.3). Najugroženiji je sliv rijeke Bosne, gdje je raspoloživa količina vode samo 2.820 m³/stan/god. Ovo je sliv koji zauzima 20,4% teritorije BiH, na kojem živi oko 40,2% stanovnika, pri čemu sa ove površine otiče samo oko 14,1% raspoloživih vodnih resursa.



Slika 1.3 Ukupni obnovljivi vodni resursi u BiH po glavi stanovnika

Navedeni pokazatelji za pojedina područja BiH još su nepovoljniji ukoliko se posmatra i vremenska varijabilnost raspoloživih resursa. Naime, u sušnim godinama raspoložive su višestruko manje količine vode na području BiH od prethodno navedenih prosječnih. Tako, na primjer, prosječno svakih 40 godina raspoložive količine vodnih resursa padaju na manje od 60% u odnosu na prethodno navedene prosječne količine (Barbalić i ostali, 1994), a jednom u dvije stotine godina raspoložive količine padaju ispod 40% od prosječnih.

1.2 Osnovne karakteristike vode

Voda je veoma neobičan mineral, sa fizičkim i hemijskim osobinama kakve nema ni jedno drugo poznato jedinjenje ili materija. Tako, na primjer, niti jedna materija ne može istovremeno da se nalazi u sva tri agregatna stanja; gasovitom, tečnom i čvrstom. Voda ima veoma visoku tačku ključanja, dok led ima visoku tačku topljenja (Stumm i Morgan, 1996). Najveća gustina tečne vode javlja se na 3,98°C, a ne kod tačke mržnjenja, tako da se voda širi pri smrzavanju. Voda posjeduje veoma visoku površinsku napetost, a predstavlja i odličnog rastvarača za mnogobrojne materije.

Navedene karakteristike vode posljedica su dipolarnog karaktera molekule vode (H_2O), koji se sastoji od dva atoma vodika i jednog atoma kisika (Stumm i Morgan, 1996) i ima molekularnu težinu 18. Ovo je najuobičajenija forma vode u prirodi (99,7%), ali se također javljaju i druge vrste vode koje su izgrađene od izotopa vodika i kisika, pa takve vrste vode imaju molekularne težine 19, 20, 21 i 22. Ove tzv. „teške vode“ imaju znatno drugačije fizičke i hemijske karakteristike od obične vode, ali zbog njihove veoma male rasprostranjenosti u prirodi ovdje se prikazuju samo osobine obične vode.

1.2.1 Najznačajnije fizičke i hemijske osobine vode

Neke od najznačajnijih fizičkih i hemijskih karakteristika vode su:

- toplotni kapacitet, tačka ključanja i topljenja;
- sposobnost rastvaranja;
- gustina pri zagrijavanju i hlađenju;
- površinski napon.

Toplotni kapacitet, tačka ključanja i topljenja. Toplotni kapacitet, koji predstavlja količinu toplote koja je potrebna da se podigne temperatura jedinične mase vode za $1^{\circ}C$, je veoma visok za tečnu vodu i iznosi $4,18 J/g/K$ (na $20^{\circ}C$). Zapravo, samo nekoliko supstanci, poput tečnog amonijaka ($5,14 J/g/K$), tečnog vodika ($14,2 J/g/K$) i litijuma, imaju veći toplotni kapacitet od vode (Wetzel, 1983). Neke druge važne materije u biosferi, kao što su mnoge vrste stijena, imaju znatno manji toplotni kapacitet koji iznosi oko $0,85 J/g/K$. Kao posljedica ove osobine, voda se zagrijava i hladi pet puta sporije od zemlje. Da bi se 1 litar vode zagrijavao za $1^{\circ}C$, potrebno je oko 3.300 puta više toplote, nego za istu zapreminu zraka.

Pri hlađenju voda otpušta toplotu. Pri zagrijavanju i hlađenju vode, njena temperatura se neznatno mijenja, zbog čega vlada blaga klima u područjima gdje su akumulirane velike količine vode – na primjer primorskim krajevima. Uopćeno uzevši, vodna tijela poput jezera, mora i okeana su zbog ove osobine veliki akumulatori toplote, zbog čega djeluju stabilizirajuće na toplotni režim i klimu na Zemlji. U ovim područjima se uočavaju blaže zime i veće padavine nego u kontinentalnoj unutrašnjosti, s obzirom da se vodene mase sporije hlade i sporije otpuštaju toplotu u atmosferu nego kopno (Wetzel, 1983).

Toplotni kapacitet leda na temperaturi od $0^{\circ}C$ je oko 50% od toplotnog kapaciteta tečne vode i opada sa smanjenjem temperature. Međutim, voda posjeduje veliku količinu latentne (skrivene) toplote, što je količina toplote koja je potrebna za prelazak vode iz čvrste u tečnu fazu, odnosno iz tečne u gasovitu. Za prevođenje jednog grama leda u tečnu fazu, potrebna toplota je $333,4 J$ pri čemu voda zadr-

žava temperaturu od 0°C. Latentna toplota isparavanja vode znatno je veća i iznosi 2.258 J/g, dok je latentna toplota sublimacije vode (prelazak iz čvrste direktno u gasovitu fazu) čak 2.840 J/g. Uslijed nastanka leda, voda otpušta toplotu. Tako pri prelasku 1 g vode u čvrstu fazu oslobađa se tolika toplota koja može da zagrije 250 l zraka za 1°C. Zbog navedenih osobina, potrebne su velike količine energije za topljenje snijega u proljeće.

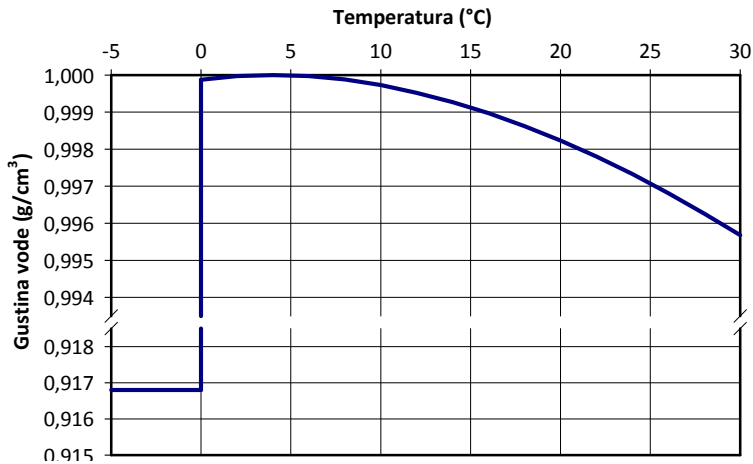
Sposobnost rastvaranja. Voda je odličan rastvarač jer se u njoj rastvaraju različite čvrste, tečne i gasovite materije (Baird, 1995). U prirodi nema apsolutno nerastvorivih materija, pa se u prirodnim vodama rastvaraju svi prisutni minerali u tlu, uključujući slabo rastvorive eruptivne stijene, teške metale i sl. Dobra rastvorivost u vodi omogućuje da se u padavinama rastvaraju gasovite i čvrste materije koje su dospjele u atmosferu, zbog čega voda služi i kao čistač atmosfere. U suprotnom, ove materije bi se akumulirale u atmosferi, što bi nepovoljno djelovalo na živi svijet. Kao posljedica sposobnosti vode da rastvara različite materije, u prirodi se ne može naći apsolutno čista voda, tj. voda koja nema nikakvih primjesa u sebi.

Gustina pri zagrijavanju i hlađenju. Za razliku od ostalih materija koje se smanjuju pri hlađenju i šire pri zagrijavanju, kod vode ne važi ovo pravilo. Najveća gustina čiste vode iznosi 1 g/cm³, i javlja se na temperaturi 3,98°C (Wetzel, 1983). Pri manjim i većim temperaturama od navedene, gustina vode u tečnom stanju se smanjuje (slika 1.4). Gustina čistog leda na 0°C je 0,9168 g/cm³, što je oko 8,5% manja gustina od čiste vode u tečnom stanju na istoj temperaturi (0,99987 g/cm³).

Navedene razlike u gustini vode su dosta male, ali su veoma značajne za odvijanje različitih procesa u prirodi. Tako, na primjer, u zimskim uvjetima, ukoliko i dođe do smrzavanja vode na površini jezera, na dnu jezera je voda veće gustine i više temperature, pa se stoga jezera nikada ne lede u donjim slojevima. Time se omogućava održavanje života u vodenim ekosistemima i tokom zimskih mjeseci. Nadalje, u nekom vodnom tijelu, na primjer jezeru, razlika u gustini vode koja se javlja po dubini vodenog stuba može uzrokovati tzv. termalnu stratifikaciju jezera. Stratifikacija nastaje kao posljedica pojave velikog temperaturnog gradijenta (°C/m) na nekoj dubini u jezeru, odnosno javlja se velika promjena temperature vode po jednom metru promjene dubine vode. Uslijed velikih temperaturnih gradijenata, velike su i promjene gustine vode u toj zoni, uslijed čega se povećava količina energije potrebne za miješanje vode. U uvjetima kada nema dovoljno energije u sistemu za miješanje slojeva vode različite gustine, nastat će termalna stratifikacija. Smatra se da temperaturni gradijent >1°C/m uzrokuje ovu pojavu u jezerima (Wetzel, 1983).

Na gustinu vode značajno utiče njen sastav, odnosno sadržaj rastvorenih soli. Gustina približno linearno raste sa povećanjem koncentracije soli (Wetzel, 1983).

Morska voda, koja ima prosječni sadržaj soli 35‰, ima gustinu 1,02822 g/cm³ na 4°C. Salinitet vode, također, mijenja temperaturu pri kojoj se javlja najveća gustina vode i tačka mržnjenja. Tako morska voda (saliniteta 35‰) ima najveću gustinu kod temperature -3,52°C, dok je tačka mržnjenja -1,91°C.



Slika 1.4 Promjena gustine čiste vode u funkciji temperature

Površinski napon. Na kontaktu vode sa zrakom, veze između molekula vode postaju neuravnotežene, što rezultira pojavom kontaktne površine tečnosti koja je pod naponom. Ova osobina omogućava život i kretanje insekata po površini vode, a nekim organizmima ovaj površinski film predstavlja habitat na koji su se adaptirali za život. Površinski napon uvjetuje pojavu kapilarnog podizanja vode u sitnim porama, kao i kretanje vode iz dubljih slojeva tla prema korijenju biljaka, čime se doprema neophodna hrana i voda za njihov razvoj.

Površinski napon čiste vode na kontaktu zrak-voda je veći nego kod bilo koje tečnosti (0,749 mN/cm na 5°C), osim žive. Površinski napon čiste vode značajno opada sa povećanjem sadržaja organskih materija, a u zavisnosti od lokalnih uvjeta dostiže vrijednosti 0 – 0,20 mN/cm.

1.2.2 Pokazatelji kvaliteta vode

Kvalitet slatkovodnih ekosistema je promjenljiv jer mnogi od produkata ljudske aktivnosti neminovno završavaju u vodi, dok drugi koji su izbačeni u zrak ili tlo, na kraju uglavnom opet završavaju u vodenim ekosistemima. Određivanje kvalitativnih karakteristika voda vrši se u cilju utvrđivanja statusa vodnih tijela površinskih i podzemnih voda, kvaliteta voda koje se koriste za piće, kvaliteta otpadnih voda koje se ispuštaju u okoliš i sl.

Kvalitet voda određuje se na osnovu ispitivanja njenih fizičkih, hemijskih i bioloških karakteristika.

1.2.3 Fizički pokazatelji kvaliteta

U ovisnosti od vrste vode koja se ispituje, najčešće se ispituju slijedeći fizički parametri:

- temperatura;
- boja, miris i ukus vode;
- koncentracija ukupnih čvrstih, suspendovanih i rastvorenih materija;
- mutnoća i prozirnost vode;
- elektroprovodljivost.

Temperatura vode je veoma bitan parametar jer utiče na dinamiku odvijanja mnogih fizičkih, hemijskih i biohemijskih procesa. Generalno uzevši, povećanjem temperature vode povećava se brzina odvijanja nekih hemijskih i biohemijskih reakcija, a smanjuje se rastvorivost kisika i nekih drugih gasova (Jahić, 1990). Optimalna temperatura vode za piće je 8-12°C, a porastom ili smanjenjem temperature u odnosu na navedenu smanjuje se pitkost vode. Temperatura vode posebno je značajna za pojedine vrste industrijskih otpadnih voda koje mogu imati visoke vrijednosti ovog parametra, i preko 30°C, jer ovako visoke temperature mogu uticati na ekološki status prijemnika tih otpadnih voda.

Boja, miris i ukus nastaju kao posljedica prisustva različitih organskih i neorganskih elemenata i jedinjenja u vodi: huminskih materija, mineralnih ulja, sulfida, fenola, željeza i sl. Voda za piće treba da je bez izrazite boje i mirisa, kako bi bila prihvatljiva za konzumiranje. Ukus pitke vode potiče od otopljenih minerala u vodi. Kod otpadnih voda, boja, miris i ukus su značajni kao indikatori prisustva različitih zagađujućih materija.

Ukupne čvrste materije predstavljaju ostatak nakon isparavanja vode. Mogu se javiti u obliku suspendovanih i otopljenih materija. Suspendovane materije po svojoj specifičnoj težini mogu biti lakše i teže od vode. U prvom slučaju, ove materije isplivavaju na površinu vode, dok u drugom lebde u vodi ili se talože. U prirodnim vodama, suspendovane materije dijelom nastaju kao posljedica odnošenja erodiranih čestica tla iz slivnog područja, bilo prirodnim procesima erozije, bilo kao posljedica ljudskih djelatnosti, ispuštanjem iz tačkastih ili difuznih (rasutih) izvora. Utjecaj suspendovanih materija na okoliš je veoma raznolik (Thornton i ostali, 1999), između ostalog: (i) povećava se mutnoća vode, (ii) smanjuje se prodiranje svjetlosti, što može dovesti do smanjenja biološke produktivnosti u akvatičnim sistemima, (iii) može doći do destrukcije prirodnih staništa, (iv) suspendova-

ne čestice mogu biti baza za adsorpciju nutrijenata, teških metala i biocida, što može povećati ili smanjiti dostupnost ovih materija fitoplanktonu i sl. Zbog navedenih utjecaja, suspendovane materije su jedan od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta prirodnih i otpadnih voda, i u pravilu se uvijek ispituju. Kod ispitivanja, posebno je važno odrediti udio mineralnih i organskih materija jer to umnogome određuje način zbrinjavanja mulja koji nastaje u procesu prečišćavanja otpadnih voda.

Mutnoća vode nastaje kao posljedica prisustva suspendovanih i koloidnih materija u vodi (Jahić, 1990). Izražava se u jedinicama nefelometrijskog turbiditeta (NTU). Kako je naprijed navedeno, uslijed povećanja mutnoće vode smanjuje se dubina prodiranja svjetlosti, što limitira primarnu produktivnost akvatičnih biljaka. Pošto su fotosintetski organizmi u dnu lanca ishrane u akvatičnim ekosistemima, ova pojava može dovesti do značajnog utjecaja na više organizme u lancu ishrane (Novotny i Chesters, 1981). Mutnoća vode nije poželjna ni u vodi za piće, a također, ni za tehnološke potrebe nekih industrija (voda u sistemima za hlađenje, proizvodnja alkoholnih i bezalkoholnih pića i sl.).

Elektroprovodljivost, tj. specifična elektroprovodljivost (jedinica $\mu\text{S}/\text{cm}$ na 20°C) je parametar koji ukazuje na količinu ukupno otopljenih materija u vodi, pa je veoma koristan za ocjenu stepena zagađenja voda. Elektroprovodljivost se, međutim, ne javlja uvijek samo kao posljedica zagađenja u vodi. Voda visokog saliniteta, npr. morska voda, također ima visoku elektroprovodljivost.

1.2.4 Hemijski pokazatelji kvaliteta

Veliki je broj različitih neorganskih i organskih materija i parametara koji određuju kvalitet vode. Ispitivanje svih hemijskih pokazatelja kvaliteta je veoma rijetko opravdano i moguće, zbog tehničke nemogućnosti da se ispituju svi parametri, a posebno zbog izuzetno visokih troškova takvih analiza. Zbog toga se u praksi vrši ispitivanje samo određenog broja hemijskih parametara koji će dati odgovor na pitanje o kvalitetu vode ili ukazati na neke specifične parametre koje je potrebno dodatno ispitati.

Od hemijskih pokazatelja kvaliteta najčešće se ispituju:

- pH reakcija vode, alkalitet i aciditet;
- sadržaj otopljenog kisika;
- tvrdoća vode;
- hemijska (HPK) i biohemijska (BPK) potrošnja kisika;
- sadržaj makronutrijenata: različitih formi azota (ukupni azot, amonijak, nitrati, nitriti, ukupni azot po Kjeldahlu) i fosfora (ukupni fosfor, ortofosfati);
- teški metali.

U prirodnim i otpadnim vodama se osim navedenih parametara u zavisnosti od cilja ispitivanja i vrste vode analizom obuhvata i sadržaj hlorida, sulfata i sulfida, ukupnih ulja i masti, mineralnih ulja, deterdženata, fenola, cijanida, polihloriranih bifenila (PCB), pesticida i drugih organskih i neorganskih jedinjenja.

pH reakcija vode je jedan od osnovnih pokazatelja kvaliteta prirodnih i otpadnih voda. Izražava se kao negativni logaritam molarne koncentracije vodikovih jona u vodi prema izrazu (Novotny i Chesters, 1981):

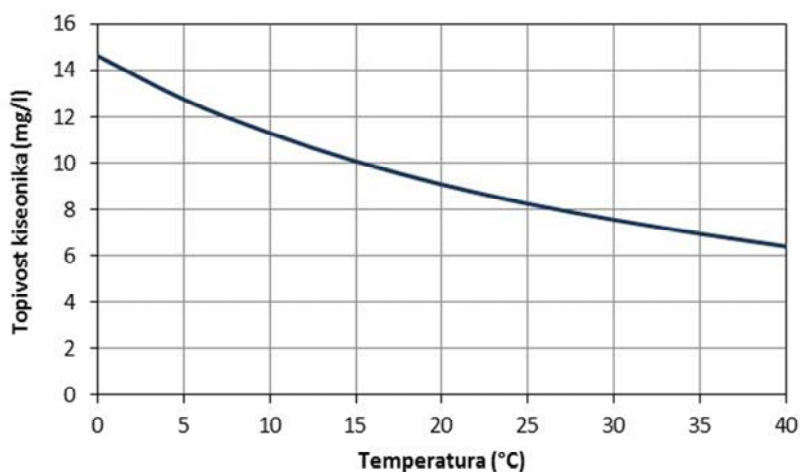
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

pa se koristi za određivanje kiselosti vode. S obzirom na hemijske karakteristike vode, pH vrijednost može se kretati u opsegu pH = 0-14. Kisele vode karakterizira vrijednost pH < 7, a bazične pH > 7, dok je kod neutralne reakcije vode pH = 7. Prirodne vode u Bosni i Hercegovini (BiH) uglavnom imaju blago bazičnu reakciju, koja potiče od karbonata i bikarbonata koji nastaju otapanjem iz krečnjačkih stijena. Smatra se da voda ima dobar kvalitet kada je pH unutar granica 6,5-9,5, što je granična vrijednost za vode za piće u BiH (BiH, 2010).

Alkalitet i aciditet su mjera pufernog kapaciteta vode koji se određuje dodavanjem (titriranjem) određene količine kiseline i baze (respektivno) u vodu do postizanja zadate vrijednosti pH.

Sadržaj otopljenog kisika. Sadržaj kisika u prirodnim vodama je jedan od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta vode, jer je kisik ključan za metabolizam svih aerobnih akvatičnih organizama (Wetzel, 1983). Kisik u vode dospijeva otapanjem iz atmosfere, kao i fotosintetskim djelovanjem akvatičnih biljaka. Topivost kisika iz atmosfere zavisi od temperature, pritiska zraka i vode, saliniteta vode i sl. Najznačajniji faktor je temperatura jer topivost značajno raste sa opadanjem temperature vode (slika 1.5). Tako na 0°C topivost kisika u čistoj vodi iznosi 14,62 mg/l, na temperaturi 20°C topivost je 9,09 mg/l, a na 40°C samo 6,41 mg/l (Wetzel, 1983). Navedene koncentracije označavaju saturaciju, odnosno, zasićenje vode kisikom.

Sadržaj kisika u prirodnim vodama, međutim, veoma rijetko korespondira sa navedenim koncentracijama. Sadržaj kisika je obično manji u odnosu na koncentraciju pri zasićenju, kao posljedica potrošnje kisika za oksidaciju različitih organskih i neorganskih jedinjenja u vodi. U određenim uvjetima, moguće je da je sadržaj kisika u vodi i veći od stepena saturacije, što nastupa kao posljedica fotosintetskog djelovanja algi i drugih akvatičnih biljaka (Wetzel, 1983).



Slika 1.5 Topivost kisika u čistoj vodi u funkciji temperature

Tvrdoća vode određena je sadržajem kalcijevih i magnezijevih soli (Wetzel, 1983). Razlikuje se karbonatna tvrdoća, koja je posljedica sadržaja Ca^{2+} i Mg^{2+} jona vezanih u vidu karbonata i bikarbonata u vodi, i nekarbonatna tvrdoća, koja potiče od Ca^{2+} i Mg^{2+} jona u formi sulfata, hlorida i nitrata. Nekarbonatna tvrdoća zove se i trajna tvrdoća jer se ne uklanja taloženjem uslijed ključanja vode, nasuprot karbonatne tvrdoće. Tvrdoća se kod nas najčešće izražava u mg CaCO_3/l ili u Njemačkim stepenima tvrdoće ($^{\circ}\text{dH}$), pri čemu važi slijedeći koeficijent konverzije (Wetzel, 1983):

$$1^{\circ}\text{dH} = 17,90 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$$

Tvrdoća daje karakterističan ukus vodi za piće. Voda srednje tvrdoće (8-12 $^{\circ}\text{dH}$) je najugodnija za piće, dok je veoma mekana voda bljutavog ukusa (Mutschmann i Stimmelmayer, 1999). Vode visoke tvrdoće su, osim za piće, nepovoljne i u mnogim industrijskim procesima, posebno ako se voda koristi u sistemima za hlađenje.

HPK i BPK. U prirodnim i otpadnim vodama prisutne su različite organske materije. Zbog velikog broja različitih organskih materija, njihovo direktno određivanje je veoma složeno, a u većini slučajeva i izuzetno skupo. Iz tog razloga se sadržaj organskih materija određuje indirektno, određivanjem hemijske i biohemijske potrošnje kisika za njihovu oksidaciju.

Kod hemijske potrošnje kisika (HPK), određivanje sadržaja organskih materija vrši se uz korištenje jakog hemijskog oksidacionog sredstva, kalijum-dihromata ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), u uvjetima jako kisele sredine i temperature ključanja. Potrebno je naglasiti da u ovom ispitivanju ne reagira sva organska materija sa oksidacionim sred-

stvom (Stumm i Morgan, 1996). I pored toga, smatra se da se na ovaj način određuje kiseonički ekvivalent „ukupno“ prisutnih organskih materija u vodi.

U prirodnim i otpadnim vodama od posebnog je značaja odrediti udio organskih materija koje se mogu mineralizirati mikrobiološkim procesima razgradnje. Naime, biološki razgradive materije predstavljaju opasnost za prirodne vode jer se u prirodnim uvjetima vrši razgradnja ovih materija uz potrošnju prisutnog kisika u vodi. Biohemijska potrošnja kisika (BPK) određuje se mjerenjem potrošnje kisika za oksidaciju organskih materija populacijom mikroorganizama pod standardnim uvjetima ($20 \pm 0,5^\circ\text{C}$, dovoljan sadržaj kisika i mikroorganizama). Održavanje standardnih uvjeta ispitivanja veoma je bitno jer brzina procesa mikrobiološke oksidacije umnogome zavisi od ovih faktora. Mikrobiološka oksidacija organske materije je proces koji traje relativno dugo, u ovisnosti od temperature od 10-tak pa do preko 30 dana. Kako se radi o veoma dugom vremenu za izvođenje jedne analize, konvencijom je usvojeno da se vrši određivanje biohemijske potrošnje kisika nakon 5 dana, što se označava s BPK_5 . Utrošak kisika za oksidaciju organske materije nakon pet dana je manji od ukupnog utroška kisika za potpunu oksidaciju (BPK_{pot}), odnosno $\text{BPK}_5 < \text{BPK}_{\text{pot}}$.

S obzirom da mikroorganizmi mogu da oksidiraju samo jedan dio prisutne organske materije u vodi, dok dio koji je prisutan u vidu kompleksnih organskih jedinjenja ne mogu, uvijek važi slijedeća relacija:

$$\text{BPK}_5 < \text{BPK}_{\text{pot}} < \text{HPK}$$

Sadržaj makronutrijenata. Azot i fosfor su biogeni elementi koji ulaze u sastav žive materije i mnogih organskih i neorganskih jedinjenja (Ćerić i ostali, 2003). Biljke ih uzimaju u velikim količinama, pa se stoga zovu i makronutrijenti. Ukoliko se azot i fosfor ispuštaju u većim količinama u prirodne vode, može doći do pojave eutrofikacije. Eutrofikacija je proces obogaćivanja vode nutrijentima, što rezultira povećanom primarnom proizvodnjom, odnosno produkcijom akvatičnih biljaka (Ćerić i ostali, 2003).

Azot se u vodama javlja u više različitih valentnih formi, kao amonij (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) i organski azot. Amonij se uobičajeno smatra indikatorom svježeg fekalnog zagađenja, ali povećane koncentracije mogu biti i posljedica apliciranja đubriva na površinama uz vodno tijelo, kao i raspada organske materije. Nitriti i nitrati nastaju procesom nitrifikacije, što je proces mikrobiološke oksidacije amonija. Stoga se sadržaj nitrita i nitrata često vezuje za starije fekalno zagađenje ili stariji kontakt voda sa organskim materijama.

Fosfor se u vodama najčešće javlja u formi ortofosfata (PO_4^{3-}). Fosfor je najčešće limitirajući nutrijent u vodenim ekosistemima (Wetzel, 1983; Ćerić i ostali, 2003), odnosno nutrijent koji se nalazi u najmanjoj količini relativno u odnosu na ostale

elemente i jedinjenja koje trebaju akvatične biljke za svoj rast i razvoj. Zbog toga je posebno značajna kontrola sadržaja fosfornih formi u prirodnim i otpadnim vodama.

Teški metali. Premda neki teški metali imaju važnu biološku ulogu za rast biljaka i mnogih životinja, poput željeza, mangana, kadmija, bakra, cinka, bora, kobalta, molibdena i vanadija (Wetzel, 1983), teški metali smatraju se opasnim i štetnim u prirodnim i otpadnim vodama. U određenim koncentracijama, teški metali su toksični po žive organizme. Premda nivo toksičnosti zavisi od vrste organizama i nekih drugih faktora, generalno se može reći da su granične vrijednosti toksičnosti za sve teške metale veoma niske; na primjer, za Cd i Hg toksični nivo je 10^{-8} M, za Cu 10^{-7} M, za Ni, Pb i Zn 10^{-6} M i sl. (Novotny i Chesters, 1981). Posebno su opasni teški metali koji imaju sposobnost bioakumuliranja u živim organizmima. Primjer takvog teškog metala je živa, koja se u organskoj formi bioakumulira i biomagnificira u lancu ishrane, što može dovesti do oštećenja centralnog nervnog sistema i drugih zdravstvenih problema (Baird, 1995).

1.2.5 Biološki pokazatelji kvaliteta

Od bioloških pokazatelja kvaliteta površinskih i otpadnih voda, uobičajeno se ispituju slijedeći:

- mikrobiološki sastav vode;
- hidrobiološki kvalitet vode.

Mikrobiološki sastav vode. Veliki broj otpadnih voda, uključujući komunalne otpadne vode i sanitarne otpadne vode industrija, sadrži bakteriološko zagađenje. Ovo zagađenje, bilo da se otpadne vode prečišćavaju ili ne, na kraju dospijeva i u prirodne vode. Zbog svog značaja za zdravlje ljudi, sadržaj bakterija i drugih mikroorganizama u vodi predstavlja najznačajniji sanitarno-higijenski pokazatelj kvaliteta vode.

U prirodnim i otpadnim vodama mogu biti prisutni različiti mikroorganizmi – bakterije, virusi, protozoe. Mikrobiološkim ispitivanjem se, međutim, uglavnom obuhvataju samo pojedini indikatorski mikroorganizmi, koji ukazuju na pojavu zagađenja, a nekada i na njegov izvor (U.S. EPA, 1978). Kao indikator mikroorganizmi primjenjuju se koliformne bakterije koje, međutim, nisu specifični indikatori fekalnog zagađenja (Fewtrell i Bartram, 2001). Stoga se pored ukupnih koliformnih bakterija dodatno ispituju i termotolerantni koliformi – fekalne koliformne bakterije (tipični predstavnik *Escherichia coli* – *E. coli*), streptokoke i enterokoke fekalnog porijekla (*Enterococcus*), kao i sulfato-redukujuće klostridije (*Clostridium perfringens*). U vodi za piće nije dopušteno prisustvo koliformnih bakterija, kao ni bakterija fekalnog porijekla (BiH, 2010).

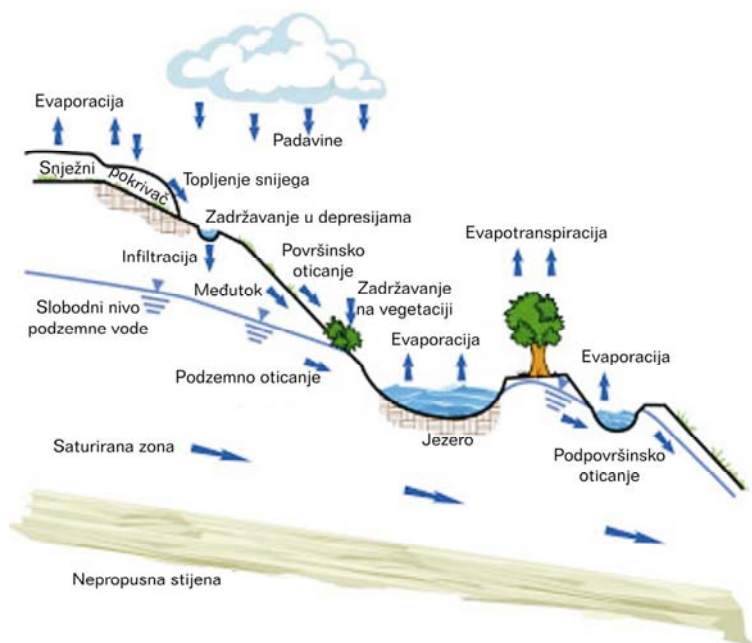
Hidrobiološke metode. Analize fizičko-hemijskog i mikrobiološkog sastava vode su veoma korisni pokazatelji trenutnog statusa vodnog tijela, ali ne pokazuju dugoročniju sliku o stanju posmatranog ekosistema. Stoga se u cilju ocjene dugoročnog statusa vodnog tijela primjenjuju različite metode hidrobiološke karakterizacije voda, među koje spadaju indeksi diverziteta, biotički indeksi, saprobiotičke metode, procjene kvaliteta habitata i sl. (Knoben i ostali, 1995).

U posljednjih stotinu godina u Evropi dominiraju tri vrste indeksa za ocjenu kvaliteta vode (Metcalf, 1989): saprobni indeksi, indeksi diverziteta i biotički indeksi. I u Bosni i Hercegovini se uobičajeno primjenjuju indeksi iz navedenih grupa, i to:

- Shannon-Weaver indeks diverziteta (Shannon i Weaver, 1948) se koristi za inicijalnu ocjenu kvaliteta ekosistema. Indeks se temelji na broju prisutnih vrsta makroinvertebrata u ekosistemu i broja jedinki jedne vrste u uzorku. U zavisnosti od vrijednosti indeksa (H), kvalitet vode se klasificira u četiri kategorije: čista voda ($H > 3$), malo zagađena voda ($H = 2-3$), srednje zagađena voda ($H = 1-2$) i jako zagađena voda ($H < 1$).
- Pantle-Buck saprobni indeks (Pantle i Buck, 1955) se određuje na osnovu relativne učestalosti nađenih vrsta i saprobnosti vrijednosti vrsta, odnosno tolerancije prema zagađenju. Kvalitet vode izražava se u sedam klasa (Liebmann, 1962), prikazanih u tabeli 1.3.
- Prošireni biotički indeks (Ghetti, 1986) se određuje na osnovu činjenice da zagađenje vodnog tijela uzrokuje iščezavanje makroinvertebrata slijedećim redoslijedom: *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Gammarus*, *Asellus*, *Chironomidae/Oligochaeta*. Na osnovu proračunate vrijednosti proširenog biotičkog indeksa EBI (*eng.* Extended Biotic Index), voda se svrstava u pet klasa: čista voda ($EBI > 10$), malo zagađena voda ($EBI = 8-9$), srednje zagađena voda ($EBI = 6-7$), zagađena voda ($EBI = 4-5$) i veoma zagađena voda ($EBI < 4$).

1.3 Hidrološki ciklus

Voda na Zemlji je uvijek u kretanju iznad, na površini, te ispod površine zemlje (slika 1.6). Taj stalni proces kruženja, obnavljanja i prividnog gubljenja vode na Zemlji zove se hidrološki ciklus, a poznat je još i kao ciklus kruženja vode u prirodi. Ovo kretanje vode u prirodi postoji milijardama godina i sav život na Zemlji zavisi upravo od njega.



Slika 1.6 Kruženje vode u prirodi (Izvor: Čerić i ostali, 2003)

Osnovne komponente hidrološkog ciklusa, koje definiraju kretanje vode u prirodi su (Thornton i ostali, 1999; Čerić i ostali, 2003): (1) padavine, (2) zadržavanje na vegetaciji, (3) evapotranspiracija, (4) infiltracija, (5) površinsko oticanje, (6) procjeđivanje i (7) podzemno oticanje i akumuliranje.

Tabela 1.3 Klase kvaliteta vode prema indeksu saprobnosti

Stepen saprobnosti vode	Indeks saprobnosti	Klasa kvaliteta vode	Stepen zagađenja vode
Oligosaprobnost	1,00-1,50	I	Nezagađena do vrlo malo zagađena
Oligo- do betamezosaprobnost	1,51-1,80	I-II	Malo zagađena
Betamezosaprobnost	1,81-2,30	II	Umjereno zagađena
Beta- do alfamezosaprobnost	2,31-2,70	II-III	Srednje zagađena
Alfamezosaprobnost	2,71-3,20	III	Srednje zagađena do zagađena
Alfa- do polisaprobnost	3,21-3,50	III-IV	Zagađena
Polisaprobnost	3,51-4,00	IV	Veoma zagađena

(Izvor: Liebmann, 1962)

1.3.1 Padavine

Padavine nastaju iz vodene pare koja se nalazi u atmosferi, kao posljedica isparavanja sa zemlje.

Sam postanak padavina vezan je za kondenzaciju ili sublimaciju vodene pare, nakon što dođe do prezasićenosti zraka vodenom parom. Za kondenzaciju vodene pare od velikog značaja je i prisustvo aerokoloida u zraku, veoma finih sitnih čestica koje služe kao higroskopna kondenzaciona jezgra (Srebrenović, 1986). Aerokoloidi su molekule gasova ili su to sitni djelići čvrste materije, nastali sagorijevanjem supstanci na zemlji, odnosno sitni djelići nekog zagađenja sa zemlje.

Padavine se javljaju u raznim oblicima, kao kiša, snijeg, grad, mraz i rosa. Količina padavina predstavlja se u sumarnom iznosu, kao visina stuba vode (u mm) koja padne na zemljinu površinu u nekoj jedinici vremena.

U zemljinoj atmosferi nalazi se oko 13.000 km³ vode (UNESCO, 2006), ali je količina vode koja tokom godine dospije u atmosferu znatno veća i iznosi oko 525.000 km³ (Shiklomanov i Rodda, 2003). Ova količina vode se veoma neravnomjerno raspoređuje putem padavina po pojedinim zemljama svijeta. Tako u zemljama koje se nalaze u aridnim područjima padavine iznose oko 100 mm (litara po m²) godišnje, dok u tropskim i planinskim područjima padavine dostižu do 3.400 mm godišnje (Mitchell i ostali, 2002).

U Bosni i Hercegovini su padavine, također, prostorno neravnomjerno raspoređene. Prosječne godišnje padavine u BiH iznose oko 1.250 l/m², dok je najsiromašnije padavinama područje Posavine, gdje godišnje padavine dostižu oko 700-800 l/m² (ZZVS-ZZVM, 2010). Područje karakterizirano maritimnom klimom, koje uglavnom obuhvata Hercegovinu, ima najveće godišnje padavine, koje dostižu 1.000-1.500 l/m².

I vremenska raspodjela padavina tokom godine je veoma neravnomjerna u BiH. Tako, na primjer, u području Hercegovine, u ljetnim mjesecima (juli i august) količina mjesečnih padavina iznosi samo oko 30 l/m², dok su tokom proljetnih i jesenjih mjeseci padavine preko 150 l/m² mjesečno. O vremenskoj neravnomjernosti govori i podatak o prosječnom broju kišnih dana za cijelo područje BiH koji iznosi oko 130 ili 35% dana godišnje (Ćerić i ostali, 2003).

1.3.2 Zadržavanje na vegetaciji

Dio padavina prije nego dotakne tlo može se zadržati na vegetaciji. Ovaj dio padavina dijelom apsorbira biljka, a dio se vrati u atmosferu putem evaporacije (Novotny, 1995).

Zadržana količina zavisi od: (i) vrste biljaka, (ii) starosti i gustine vegetacije, (iii) godišnjeg doba i (iv) raspodjele i intenziteta padavina (Thornton i ostali, 1999). Osim sastava vegetacije, i karakteristike padavina također značajno utiču na količinu zadržavanja. Kod kiša malog intenziteta veće je zadržavanje, nego kod jakih pljuskova. Vremenska raspodjela padavina unutar godine utiče na zadržavanje, tako da dugotrajne kiše koje se javljaju nekoliko puta godišnje imaju mali stepen zadržavanja, u odnosu na kratkotrajne pljuskove sa prekidima.

Gubici na zadržavanje mogu biti značajni. Gruba procjena za područja sa umjerenom klimom je da zadržavanje na vegetaciji može iznositi 20-60% od ukupnih godišnjih padavina (Thornton i ostali, 1999). U literaturi se mogu naći izrazi za proračun količine zadržane vode na vegetaciji, ali oni sadrže faktore i parametre čije je vrijednosti teško odrediti za svako predmetno područje. Stoga se veličina zadržavanja najtačnije određuje direktno mjerenjem na terenu.

1.3.3 Evapotranspiracija

Evapotranspiracija predstavlja kombinirani efekt isparavanja vode sa vlažnih površina, što se naziva evaporacija, i ispuštanja vode u atmosferu putem biljaka kao dio njihovog životnog ciklusa, što predstavlja transpiraciju (Ćerić i ostali, 2003). Kako je teško na terenu zasebno izmjeriti evaporaciju i transpiraciju, obično se mjere i izražavaju zajedno kao evapotranspiracija.

Evaporacija je proces isparavanja vode sa površine zemljišta ili sa vodne površine, koji se odvija pod djelovanjem sunčeve energije (Thornton i ostali, 1999). Intenzitet evaporacije zavisi od mnogobrojnih faktora, poput temperature zraka i vode, atmosferskog pritiska, vlažnosti zraka, djelovanja vjetra, vegetacije i sl. Karakteristike sistema zemljište-biljka-voda umnogome utiču na intenzitet evaporacije, jer stablo, krošnja i lišće biljaka: (i) predstavljaju površine sa kojih se voda isparava, (ii) svojom sjenom štite zemljište od gubitka vlažnosti i (iii) utiču na količinu vlage koju vjetar može iznijeti sa biljke.

Transpiracija predstavlja gubitak vode putem biljke, kao posljedica njenog metabolizma, i u najvećoj mjeri ovisi o količini raspoložive toplote. Transpiracija je vrlo bitan ekološki proces, zbog: (i) transporta nutrijenata i vode u gornje dijelove biljke i (ii) hlađenja lišća. Nivo vlage koji biljka može uzeti iz tla zavisi od sistema korijena, te karakteristika i vlažnosti zemljišta. Samo mali dio vode potrebne biljci bude zadržan u njenom tkivu, dok većina putem lišća i drugih organa biljke ispari u atmosferu. Nivo transpiracije ovisi o evaporativnoj moći zraka, tj. dijelom ovisi od temperature zraka, vjetra, procenta zasićenja zraka vlagom i količine svjetlosti (Ćerić i ostali, 2003).

Intenzitet evapotranspiracije je uvjetovan klimatskim karakteristikama područja, tako da je prostorno veoma neravnomjerno raspoređen na Zemlji (tabela 1.4). Najintenzivnija evapotranspiracija je u aridnim (sušnim) područjima, gdje iznosi čak oko 70% od ukupnih padavina, dok je u područjima sa umjerenom klimom taj procent znatno manji (oko 33%). Zbog znatno većih padavina u područjima sa umjerenom klimom, ukupna količina vlage koja evapotranspirira u atmosferu je najveća u ovim područjima, dok je najmanja u aridnim područjima (tabela 1.4).

Tabela 1.4 Raspodjela padavina na glavne komponente hidrološkog ciklusa po klimatskim područjima

Komponenta hidrološkog ciklusa	Umjerena klima		Polu-aridna klima		Aridna klima	
	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)
Ukupne padavine	100	500-1.500	100	200-500	100	0-200
Evapotranspiracija	≈33,3	165-500	≈50	100-250	≈70	0-140
Procjeđivanje	≈33,3	165-500	≈20	40-100	≈1	0-2
Površinsko oticanje	≈33,3	165-500	≈30	60-150	≈29	0-60

(Izvor: UNESCO, 2006)

U Bosni i Hercegovini nema pouzdanih podataka o intenzitetima evapotranspiracije. Neke procjene načinjene empirijskim metodama ukazuju da se stvarna evapotranspiracija kreće između 390 mm (Čemerno) i 610 mm (Mostar) godišnje (Barbalić i ostali, 1994), što je u okvirima procjena prikazanih u tabeli 1.4 za područja sa umjerenom klimom.

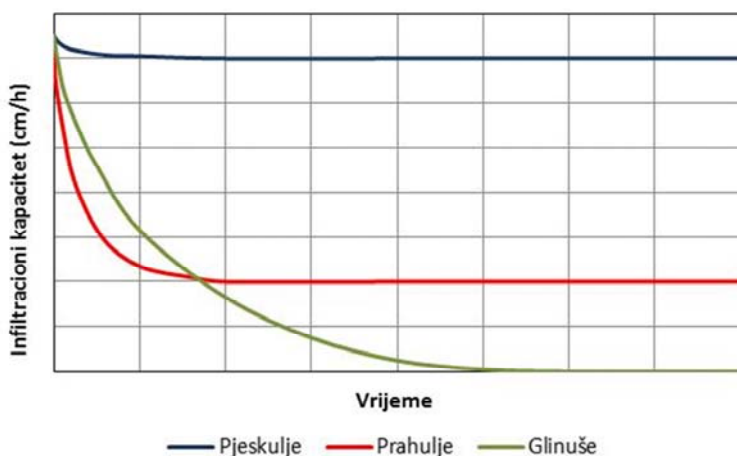
1.3.4 Infiltracija

Dio padavina koji se ne vrati u atmosferu procesom evaporacije, otekne površinski ili se infiltrira u zemljište. Infiltracija je vertikalno kretanje vode sa površine terena u tlo (Novotny, 2003). U procesu kruženja vode u prirodi, dio infiltrirane vode vraća se ponovno u atmosferu preko procesa transpiracije. Preostali dio infiltrirane vode se zadržava u tlu ili se procjeđuje kroz tlo do podzemne vode.

Infiltracija je kompleksan proces na koji utiču mnogi faktori, posebno tekstura i struktura zemljišta, sadržaj organske materije u tlu, sadržaj vlage u tlu, vegetacioni pokrivač, temperatura i drugi faktori (Thornton i ostali, 1999). Stoga infiltracioni kapacitet istog zemljišta može se značajno razlikovati u različitim ekosistemima.

Najveća infiltracija javlja se kod padavina na netaknuti vegetativni pokrivač i na šumsko zemljište (Ćerić i ostali, 2003). Generalno se može reći da je stepen infil-

tracije veći što je veća obraslost područja šumskim pokrivačem. Važan faktor koji utiče na infiltraciju u ovakvim staništima je debljina podnog šumskog pokrivača od lišća i granja, koji osigurava zaštitu za tlo. Sve dok je zaštitni podni šumski pokrivač nenarušen, šumarske aktivnosti (prorjeđivanje, rezanje, pošumljavanje, itd.) imaju općenito malo utjecaja na nivo infiltracije. Međutim, upotreba mehanizacije i izvođenje velikih šumarskih zahvata mogu ugroziti ovaj zaštitni pokrov i smanjiti propusnost šumskog zemljišta, a time smanjiti infiltraciju i povećati površinsko oticanje.



Slika 1.7 Tipične infiltracione krive za tla različitih teksturnih karakteristika

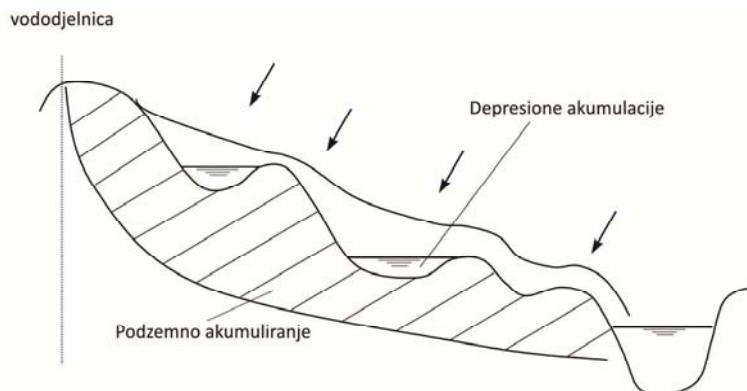
Sistem korijena biljke, posebno rupe u zemljištu formirane nakon truljenja, značajno utiču na intenzitet infiltracije u tlo. Na primjer, vegetacija sa obrastajućim korijenjem obično je mnogo značajnija za povećanje infiltracije, nego biljke sa prostim korijenom. Velika populacija životinja koje imaju jazbine u tlu, kao i insekti i njihove larve, mogu također povećati infiltraciju na velikim površinama. Još jedan faktor koji značajno utiče na infiltraciju je stepen zbijenosti površinskog zemljišta. Na primjer, kultivirana polja koja su zbijena poljoprivrednim mašinama mogu imati znatno manju infiltraciju nego šumske površine. Izmjena vrste biljaka na jednom području također značajno utiče na kapacitet infiltracije.

Brzina infiltracije se trajanjem smanjuje tokom vremena približno po eksponencijalnom zakonu, što je posljedica gravitacionih i kapilarnih sila koje upravljaju procesom. Na slici 1.7 prikazane su karakteristične infiltracione krive za tri teksturna tipa tla – pjeskulje, prahulje i glinuše (Novotny, 2003). Od inicijalno visokog nivoa, infiltracija se u početku smanjuje jako brzo, a onda sve sporije, dok ne dosegne konstantan nivo, što čini tzv. infiltracioni kapacitet zemljišta, f_c .

Kod pjeskovitih tla, stepen infiltracije se tokom vremena malo mijenja jer se u ovim tlima voda slabo zadržava, zbog dominantnog djelovanja gravitacione sile. Pjeskovita tla imaju generalno visok infiltracioni kapacitet. Kod glinovitih tla, međutim, porni prostor između čestica tla se nakon nekog vremena zapuni vodom, pri čemu su kapilarne sile veoma jake, uslijed male veličine pora. Kod ovih tipova tla, infiltracioni kapacitet približno je jednak nuli (slika 1.7).

1.3.5 Površinsko oticanje

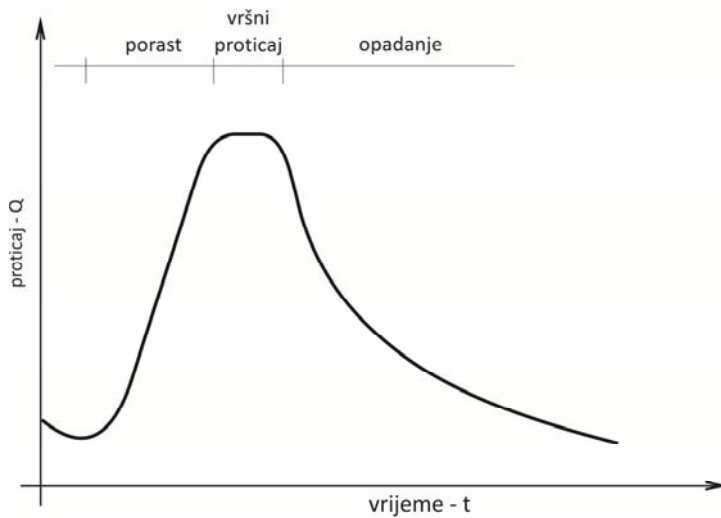
Vodu dostupnu za površinsko oticanje dominantno čini dio padavina: (i) koji nije izgubljen kroz evapotranspiraciju i (ii) koji se ne infiltrira kroz površinski sloj zemljišta (Ćerić i ostali, 2003). Površinsko oticanje dešava se kada je količina padavina na tlo veća od infiltracionog kapaciteta tla i kapaciteta tzv. „depressionih akumulacija“ (slika 1.8). Naime, površina zemlje sastoji se od manjih ili većih udubljenja i depresija koje se popunjavaju vodom dok se ne ispuni njihova zapremina. Tek nakon toga, nastupit će površinsko oticanje.



Slika 1.8 Shematski prikaz površinskog oticanja (Izvor: Srebrenović, 1986)

Reakcija proticaja na padavine obično se može prikazati hidrogramom oticanja, čiji je tipični oblik dat na slici 1.9. Pojavom padavina u slivu nastupa period porasta proticaja koji traje do tačke infleksije linije oticanja. Nakon toga, nastupa period vršnog proticaja koji traje od tačke infleksije u kraku porasta oticanja, do iste takve tačke u kraku opadanja. Vrh hidrograma ili maksimalna vrijednost proticaja pojavljuje se unutar tog perioda, u trenutku kada u formiranju doticanja sudjeluje cijelo slivno područje. U osnovi, taj trenutak definira tzv. vrijeme koncentracije sliva.

Period opadanja uključuje preostali dio hidrograma (slika 1.9). On može, ali ne mora, pasti na nulu proticaja, što ovisi o retenzionoj sposobnosti sliva.

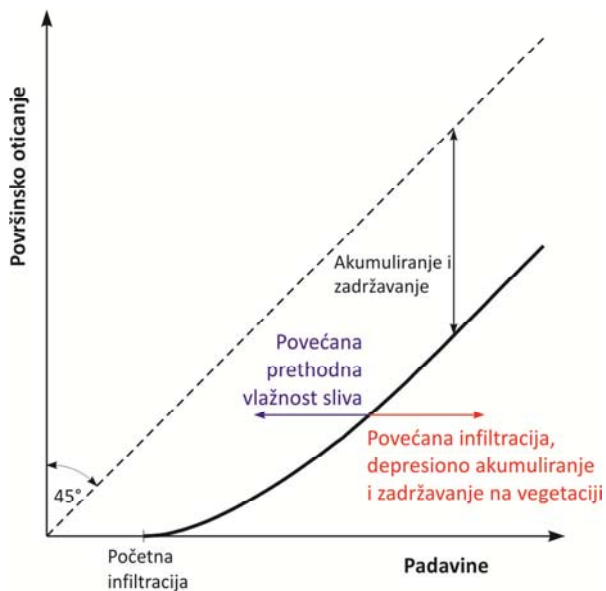


Slika 1.9 Tipični oblik hidrograma oticanja

Odnos između količine padavina i površinskog oticanja obično prati zavisnost prikazanu debelom linijom na slici 1.10.

Kada bi sva količina padavina bila transformirana u površinsko oticanje, zavisnost bi bila data crtkanom linijom prikazanoj na slici 1.10 pod nagibom 45° . Međutim, početne padavine se zadržavaju u depresionim akumulacijama i infiltriraju u tlo, pa oticanje ne počinje odmah nakon početka padavina. Sa povećanjem sadržaja vode u tlu i smanjenjem infiltracije, intenzitet oticanja tokom trajanja padavina se postepeno povećava.

Sa povećanjem infiltracije u slivu, kapaciteta depresionih akumulacija i zadržavanja na vegetaciji, površinsko oticanje se smanjuje, što je ekvivalentno pomjeranju zavisnosti na slici 1.10 udesno. Na količinu površinskog oticanja, također, značajno utiče vlažnost sliva prije padavina, tj. prethodna vlažnost. Ako je sliv jako suh, većina vode koja padne na tlo bit će zadržana u depresijama i suhom zemljištu. Zbog toga će površinsko oticanje biti malog intenziteta. Nasuprot tome, na vlažnom terenu ima malo mjesta za dodatnu količinu vode u depresionim akumulacijama, pa će većina padavina površinski oteći. U tom slučaju, zavisnost na slici 1.10 pomjera se ulijevo.



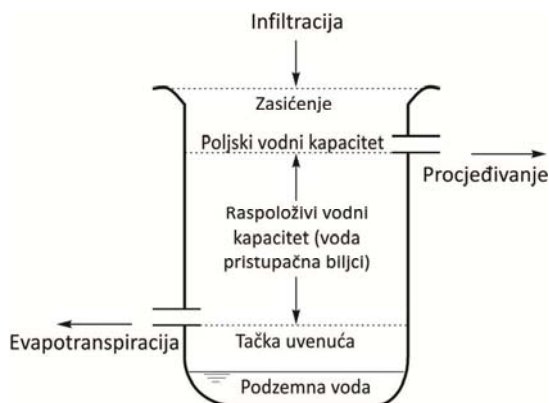
Slika 1.10 Tipična zavisnost površinskog oticanja od količine padavina

1.3.6 Procjeđivanje

Procjeđivanje je gravitaciono dreniranje vode iz zemljišta kroz zonu aeracije do podzemne vode (Čerić i ostali, 2003). Od ukupne količine vode koja se infiltrira u zemljište, samo jedan dio se procijedi u podzemnu vodu. Preostali dio se različitim mehanizmima zadrži u zemljištu, ili ga apsorbiraju biljke sistemom korijenja. Naime, zemljište se sastoji od čvrstih čestica sa pornim šupljinama različite veličine. Infiltrirana voda zadržava se u porama kapilarnim silama ili negativnim pornim pritiskom koji je obrnuto proporcionalan veličini pora. Voda iz najvećih pora u zemljištu se lako drenira s obzirom na mali porni pritisak. Jače kapilarne sile manjih pora opiru se gravitaciji i stoga se ove pore sporije dreniraju (ako se uopće i dreniraju). Velika količina ove vode dostupna je biljkama i može biti utrošena na evapotranspiraciju. Pod ovim uvjetima, vlažnost zemljišta će se održati jedino ako su pore jako male.

Mehanizmi zadržavanja i kretanja vode u zemljištu su veoma složeni i mogu se konceptualno predstaviti modelom prikazanim na slici 1.11 koji prikazuje odnos vlažnosti zemljišta i: (i) tačke zasićenja, (ii) poljskog vodnog kapaciteta, (iii) tačke uvenuća (Čerić i ostali, 2003). Pri zasićenju, sve pore zemljišta napunjene su vodom i procjeđivanje je maksimalno. Procjeđivanje se odvija sve dok nije dostignut poljski vodni kapacitet datog zemljišta, pri kome su kapilarne sile koje zadržavaju kapljice vode u ravnoteži sa gravitacionim. Nakon ove tačke, nema daljeg procje-

đivanja, tj. gravitacionog oticanja vode, ali gubitak vode iz tla nastavlja se zbog toga što biljke svojim korijenjem uzimaju vlagu iz zemljišta. Na tački uvenuća, voda u zemljištu je tako jako vezana, da je više ni korijen biljke ne može uzimati za svoje potrebe. To je ona količina vode u tlu kod koje biljka počinje da vene.



Slika 1.11 Konceptualni model kretanja i zadržavanja vode u zemljištu (Izvor: Thornton i ostali, 1999)

Ovi parametri vlažnosti zemljišta su prvenstveno uvjetovani teksturom zemljišta, te u manjoj mjeri načinom obrađivanja zemljišta i sadržajem organskih materija. Iz tabele 1.5, u kojoj su prikazani parametri vlažnosti tla za različite teksturne klase, vidi se da laka (krupnozrna) tla imaju daleko manji poljski vodni kapacitet od teških (glinovitih) tla. Stoga je procjeđivanje u krupnozrnim tlima znatno veće nego u teškim.

Procjeđivanje zavisi i od sezonskih varijacija infiltracije i evapotranspiracije. Tokom vlažnog i hladnog perioda godine, procjeđivanje je učestalije, kao posljedica povišenog nivoa vlage, uzrokovanog slabom evapotranspiracijom i/ili visokom infiltracijom (Thornton i ostali, 1999). Procjeđivanje je općenito mnogo manje tokom ostatka godine, prvenstveno zato što infiltracija mora nadoknaditi vlagu izgubljenu evapotranspiracijom.

1.3.7 Podzemno oticanje i akumuliranje

Voda koja se procijedi kroz tlo dospije do tzv. „saturirane zone“ u tlu, u kojoj su pore tla potpuno ispunjene vodom, a voda se nalazi pod pritiskom koji je veći ili jednak u odnosu na atmosferski (Novotny, 2003). Voda u saturiranoj zoni uglavnom se nalazi u kretanju, a samo u izuzetnim uvjetima voda miruje, odnosno ne teče. Tečenje vode u saturiranoj zoni odvija se pod dejstvom gravitacije, od pod-

ručja gdje je nivo podzemne vode veći ka području koje je karakterizirano nižim nivoom podzemne vode.

Tabela 1.5 Parametri vlažnosti tla (cm/cm) za različite teksturne klase

Teksturna klasa tla	Teksturna oznaka	Zasićenost	Poljski vodni kapacitet	Tačka uvenuća	Procjeđivanje
Pjeskulja	P	0,44	0,09	0,03	0,35
Ilovasta pjeskulja	IP	0,44	0,13	0,06	0,31
Pjeskovita ilovača	PI	0,45	0,21	0,10	0,24
Ilovača	I	0,46	0,27	0,12	0,19
Prahuljasta ilovača	PrI	0,50	0,33	0,13	0,17
Pjeskovito-glinovita ilovača	PGI	0,40	0,26	0,15	0,14
Glinovita ilovača	GI	0,46	0,32	0,20	0,14
Prahuljasto-glinovita ilovača	PrGI	0,47	0,37	0,21	0,10
Pjeskovita glinuša	PG	0,43	0,34	0,24	0,09
Praškastata glinuša	PrG	0,48	0,39	0,25	0,09
Glinuša	G	0,48	0,40	0,27	0,08

(Izvor: Thornton i ostali, 1999)

Geološke formacije koje su zasićene vodom, u kojima se nalaze značajnije količine vode za korištenje i eksploataciju nazivaju se izdani, tj. akviferi ili vodonosnici (Todd, 1980). Na teritoriji Bosne i Hercegovine dva osnovna tipa izdani nalazimo u: (i) stijenskim masama intergranularnog tipa poroznosti i (ii) karbonatnim stijena-ma koje uobičajeno karakterizira tzv. pukotinsko-kavernozna poroznost (Ćerić i ostali, 2003).

Izdani intergranularne poroznosti dominantno su izgrađene od nevezanih i u manjoj mjeri slabo vezanih klastita, i najvećim dijelom su kvartarne starosti (Ćerić i ostali, 2003). Po litološkom sastavu, čine ih pretežno šljunci, pijesci i gline, u različitim međusobnim odnosima. Izdani mogu biti vrlo kompleksne, sa više međusobno odvojenih vodonosnih horizonata, različitih debljina, različite strukture materijala, te različitih hidrauličkih mehanizama tečenja vode. Kod ovakvih akvifera su pore između čestica materijala zasićene vodom i podzemni tok vode se odvija upravo kroz ovaj porozni prostor.

Kraške izdani nastaju u područjima izgrađenim dominantno od krečnjačkih i/ili dolomitnih stijena. Za razliku od intergranularnih sredina, u kršu dominiraju tzv. pukotinska i kavernoza poroznost koje nastaju djelovanjem fizičkih i hemijskih procesa. Naime, pukotine i kaverne u kršu nastaju uslijed strukturnih i tektonskih faktora i tokom vremena se sve više povećavaju disolucionim djelovanjem vode. Ove izdani odlikuju se mnoštvom površinskih i podzemnih kraških pojava, nepravilnim putevima cirkulacije podzemnih voda i razbijenim (nepovezanim) akumulacijama podzemnih voda. Krš se odlikuje, za razliku od intergranularnih sredina, postojanjem koncentriranih podzemnih tokova koji su često brzi, te postojanjem zonarnih vododijelnica, koje mijenjaju svoj položaj u ovisnosti od hidroloških prilika. S obzirom na navedene karakteristike pukotinske i kavernoze poroznosti, za kraške akvifere se može reći da su izrazito nehomogeni i neizotropni.

2

Značaj vode za okoliš i čovjeka

Voda ima centralnu ulogu u povezivanju atmosfere, litosfere i biosfere. Ona posreduje u odvijanju globalnih procesa, prenoseći supstance i potpomažući odvijanje hemijskih reakcija. Voda ne samo da je značajna sa aspekta očuvanja života i zdravlja svih živih bića na Planeti već i njena hemijska svojstva omogućavaju čovjeku da je koristi za uzgoj hrane, proizvodnju energije, transport i kao sirovinu ili pomoćnu sirovinu u nizu industrijskih procesa.

Pristup adekvatnim količinama vode dobrog kvaliteta je od suštinskog značaja za ljudsko zdravlje; produktivni slatkovodni ekosistemi su ključni za opstanak mnogih biljnih i životinjskih zajednica, a čisti, odnosno nezagađeni vodni ekosistemi pružaju niz usluga ljudima širom svijeta.

Održavanje kvaliteta vodenih ekosistema je povezano sa očuvanjem ljudskog blagostanja koje direktno ovisi o očuvanju integriteta i „zdravstvenog statusa“ vodenih ekosistema koji im osiguravaju hranu i ostale proizvode neophodne za život.

Ovo poglavlje daje kratki pregled ključnih koncepata potrebnih za razumijevanje povezanosti između vode, razvoja, zdravlja i okoliša.

2.1 Voda kao okolišni faktor

Okoliš definiramo kao skup spoljašnjih faktora koji djeluju na živa bića. Ti spoljašnji faktori, koje još zovemo i **okolišni faktori**, dolaze od žive i nežive prirode iz neposrednog okruženja i stoga se dijele na (Raven i Berg, 2005):

- abiotičke okolišne faktore koji predstavljaju nežive hemijske i fizičke utjecaje okoliša na organizme (sunčeva svjetlost, intenzitet svjetlosti, padavine, temperatura, brzina i smjer vjetra, raspoloživost vode, tekstura zemljišta, nutrijenti, soli, toksične supstance itd.);
- biotičke okolišne faktore koji predstavljaju međuodnos živih organizama u životnoj zajednici kao i djelovanje čovjeka (proizvođači, potrošači i razgrađivači).

Okolišni faktori su povezani u cjelinu, jer se uzajamno uvjetuju i mijenjaju, pa zajedno, kao kompleks, djeluju na živa bića. Organizmi se prilagođavaju na te promjene u težnji da prežive.

Iako je kod sagledavanja uloge i važnosti okolišnih faktora teško govoriti o tome koji je od njih najvažniji, ipak, kada bi se pokušala izvršiti njihova procjena, voda, zajedno sa kisikom, ugljikom i dušikom bila bi na prvom mjestu.

Značaj vode, kao osnovnog uvjeta opstanka živih bića, mnogostruk je i dalekosežan. Voda je više prisutna na Zemlji nego i jedna druga supstanca. Rippl (2003) vodu naziva i „krvotokom biosfere“ jer kruženjem određuje održivost života i ima niz značajnih funkcija, te između ostalog predstavlja:

- „sirovinu“ u procesu fotosinteze;
- transportni mehanizam za različite supstance koje su potrebne ljudima, životinjama i biljkama;
- rastvarač za sve hranjive elemente koje živi organizmi trebaju za prehranu;
- bitan klimatološki faktor zbog procesa isparavanja i kondenzacije, te relativno visokog toplinskog kapaciteta;
- stanište za mnoge vrste biljaka i životinja.

Dejstvo vode na živa bića je određeno raspoloživom količinom i kvalitetom vode (Hogan i Monosson, 2010).

Osim važnosti unošenja vode u ekosistem putem padavina ili kondenzacije, raspoloživost vode u osnovi određuje koje biljke i životinje će se lokalno adaptirati na uvjete života na određenom staništu. Generalno, raspoloživost vode za potrebe živog svijeta se promatra kroz hidrološki ciklus i njegove komponente (poglavlje 1.3.), dok na funkcionalnom nivou ključnu ulogu igraju mehanizmi crpljenja vode za potrebe živog svijeta, te način akumuliranja i pravovremene raspoloživosti dovoljnih količina vode.

S druge strane, koliko god je važna raspoloživost vode važan je i njen kvalitet koji se određuje fizičko-hemijskim i biološkim sastavom. Pri tome govorimo ne samo o koncentracijama supstanci koje su prirodno prisutne u vodnim sistemima već i na supstance koje vještačkim putem unosi čovjek. Esencijalne supstance koje biljke i životinje crpe iz vode su mikro i makro nutrijenti (azot, fosfor i kalij) i minerali (cink, magnezij i željezo) koji su ključni za metabolitičke funkcije (Barker i Pilbeam, 2007). Svaka supstanca ako se vještački unosi u koncentracijama koje su veće od prirodno zastupljenih smatra se zagaditeljem koji narušava prirodni balans i onemogućava očuvanje života. Osim toga, higijenski neispravna voda zagađena uzročnicima zaraznih i parazitarnih bolesti predstavlja put prenošenja uzročnika bolesti (Jusupović, 2008).

2.2 Značaj vodenih ekosistema

2.2.1 Vodeni ekosistemi

Osnovna organizacijska prirodna jedinica u kojoj su živa bića i njihov neživi okoliš prostorno i vremenski ujedinjeni proticanjem energije i kruženjem tvari naziva se ekosistem (Raven i Berg, 2005). Ekosistemi su grubo podijeljeni na kopnene i vodene ekosisteme.

Pod vodenim ekosistemima, u širem smislu, podrazumijevaju se sva staništa, prirodna ili ljudskim djelom izmijenjena, u kojima je voda ključni okolišni faktor, bez obzira da li se radi o vodenim (akvatičnim) staništima gdje je voda sredina za život, ili o onima (tzv. semiakvatičnim) u kojima voda (bar periodično) dominantno modificira ostale okolišne faktore u ekosistemu, odnosno aktivno sudjeluje u oblikovanju karaktera ekosistema i njegove strukture i funkcije.

Vodeni ekosistemi se dijele u dvije grupe: ekosistemi slatkih voda i ekosistemi mora i okeana.

Ekosistemi slatkih voda se mogu razlikovati bilo po agregatnom stanju (tekuće, kruto, gasovito) ili po mjestu gdje se nalaze (podzemne i površinske vode) ili pak na tekućice, odnosno stajaćice. Tekućice se dijele na: izvore, potoke (tekućica koje imaju manji protok vode od rijeka) i rijeke (tekućice čije korito ima širinu veću od 5 metara). Stajaćice se dijele na: lokve (plitke udubine ispunjene vodom i redovito u sušnom razdoblju presuše); močvare (osobitosti močvare su niska pH vrijednost, niska koncentracija soli i obilje organske materije); bare (ovu vrstu kopnenih voda karakteriziraju plitkost vodene mase, razvijenost vodenog bilja jer sunčane zrake probijaju do dna); jezera (kod jezera mogu se u pravilu razlikovati dva sloja vode:

gornji koji je osvjetljen – eufotički, pa je to i produktivni dio jezera – trofogeni, te donji ili dublji sloj koji je neosvjetljen – afotički, koji je neproduktivan – trofolitički).



Slika 2.1 Boračko jezero

Ekosistemi mora i okeana pokrivaju 2/3 zemljine površine i predstavljaju najveće snabdjevače kisikom zahvaljujući fitoplanktonu koji živi na površini morske vode i oslobađa dvostruko više kisika od biljaka na kopnu (Rach, 2004). Ako se more promatra kao životni prostor, tada ono obuhvata dva elementa: morsko dno i morsku vodu. Nasuprot kopnenim vodama, sva mora i okeani povezani su međusobno i grade kontinuirano vodeno prostranstvo. To omogućava široku slobodu kretanja morskim organizmima i glavna ograničenja njihovom širenju su temperatura, salinitet i dubina.

Kako je već prikazano u tabeli 1.1 raspoloživa količina slatkih voda prema morskim, kao i njihovo rasprostiranje u odnosu na kopno, je neznatno. I dok kopneni i morski ekosistemi imaju veći procent poznatih vrsta, relativno bogatstvo vrsta u slatkovodnim ekosistemima je veće (tabela 2.1). Postoji oko 100.000 poznatih slatkovodnih životinjskih vrsta širom svijeta. Negdje oko 40% poznatih vrsta riba (10.000 od poznatih 25.000 vrsta) nastanjeno je u slatkim vodama. Broj ribljih vrsta po jedinici zapremine vode je više od 5.000 puta veći u slatkim nego u slanim vodama (UN/WWAP, 2003; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Tabela 2.1 Relativno bogatstvo vrsta u slatkovodnim, morskim i kopnenim ekosistemima (odnos između bogatstva vrsta i površine koju zauzimaju)

Ekosistem	Površina koju zauzima (% u odnosu na ukupnu zemljanu površinu)	Bogatstvo vrsta (% u odnosu na broj poznatih vrsta)*	Relativno bogatstvo vrsta
Slatkovodni	0,8	2,4	3,0
Morski	70,8	14,7	0,2
Kopneni	28,4	77,5	2,7

* ne zbraja se na 100% jer je iz prikaza isključeno 5,3% poznatih simbiotičkih vrsta (Izvor: Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

2.2.2 Usluge vodenih ekosistema

Neke komponente vodenih ekosistema se u ekonomskom smislu mogu promatrati kao „roba“ a rezultati funkcionalnih procesa u ekosistemu kao „usluge“. **Funkcije ekosistema** se definiraju kao oni ekološki procesi i komponente u ekosistemu koje stvaraju koristi, a koje čovjek direktno uživa i koje podržavaju privrednu aktivnost. **Usluge ekosistema** su funkcije ekosistema koje čovjek aktivno ili pasivno, svjesno ili nesvjesno koristi, troši ili uživa (Gomez-Baggethun i De Groot, 2010). Usluge ekosistema mogu obuhvatiti materijalna dobra (npr. vodu i sirovine) kao i različite nekomercijalne, dakle „besplatne“, usluge (reguliranje klime, asimilacija otpada, pročišćavanje vode, kontrola erozije, ublažavanje poplava itd.).

Milenijska procjena ekosistema urađena u 2005. godini (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) usluge vodenih ekosistema dijeli na:

- usluge davanja: hrana, pitka voda;
- usluge reguliranja: reguliranje klime, reguliranje poplava;
- usluge podrške: stvaranje zemljišta, recikliranje nutrijenata;
- kulturološke usluge: spiritualnost, estetika, obrazovanje, rekreacija.

Neki primjeri usluga i funkcija koji daju značaj vodenim ekosistemima su dati u tabeli 2.2.

Dvije najvažnije usluge koje čovjeku pružaju vodeni ekosistemi i koje su od značaja za njegovo blagostanje su usluge davanja **pitke vode i hrane**.

Osnovni izvor obnovljive pitke vode za ljudsku upotrebu dolazi iz kopnenih vodenih ekosistema uključujući jezera, rijeke, močvare i podzemne akvifere. Procjenjuje se da oko 1,5-3 milijarde ljudi zavisi od podzemne vode kao izvora za piće. Kako bi se povećala raspoloživost pitke vode grade se brane za koje se procjenjuje da

trenutno akumuliraju 6.000-7.000 km³ vode (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Tabela 2.2 Primjeri usluga i funkcija ekosistema

Usluga ekosistema	Funkcija ekosistema	Primjer
Reguliranje klime	Reguliranje globalne temperature, padavina i ostalih biološki posredovanih klimatskih procesa na globalnom ili lokalnom nivou	Regulacija stakleničkih gasova, fiksacija ugljičnog dioksida
Reguliranje režima voda	Reguliranje hidrološkog režima	Osiguranje vode za poljoprivredu (irigaciju) ili industrijske procese ili transport
Vodosnabdijevanje	Akumuliranje i zadržavanje vode	Zahvatanje vode iz riječnih tokova, akumulacija i akvifera
Recikliranje nutrijenata	Akumulacija, interno recikliranje, procesuiranje i nakupljanje nutrijenata	Fiksacija azota, ciklus kruženja N, P i ostalih nutrijenata u prirodi
Tretman otpada	Povrat mobilnih nutrijenata i uklanjanje ili razgradnja viška nutrijenata i spojeva	Tretman otpada, kontrola zagađenja, detoksifikacija
Proizvodnja hrane	Onaj dio neto primarne proizvodnje koji se koristi kao hrana	Izlov ribe, školjki, rakova i ostalih jestivih riječnih i morskih organizama
Sirovine	Onaj dio neto primarne proizvodnje koji se crpi kao sirovina	Proizvodnja biomase (trske).
Rekreacija	Osiguranje mogućnosti za bavljenje rekreacijskim aktivnostima	Eko-turizam, sportski ribolov i druge sportske aktivnosti
Kulturološki značaj	Osiguranje mogućnosti za nekomercijalnu upotrebu	Estetske, umjetničke, edukativne, spiritualne i/ili naučne vrijednosti vodenih ekosistema

(Izvor: prilagođeno iz Constanza i ostali, 1997)

Prinos ribe je od velikog značaja u zemljama u razvoju. U nekim zajednicama riba je primarni izvor životinjskih proteina dok komercijalni ili sportski ribolov također značajno doprinosi razvoju lokalne i nacionalne privrede. Na primjer, 35-45 miliona ljudi se bavi sportskih ribolovom u SAD-u i potroše ukupno 24-37 milijardi US\$ godišnje (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Osim ovih očiglednih funkcija

za ljudsko zdravlje i blagostanje, riba ima i druge koristi kao npr. u farmaceutskoj industriji gdje se određene supstance iz ribe koriste za istraživanje, kao potencijalni sastojci nekih lijekova ili za ublažavanje prijenosnih parazitskih bolesti kao što su malarija i shistosomijaza (Holmlund i Hammer, 1999).

Ostale usluge vodenih ekosistema koje su usko povezane sa ljudskim blagostanjem su:

- **Prečišćavanje vode i detoksifikacija otpada.** Vodeni ekosistemi, posebno močvare, igraju ključnu ulogu u prečišćavanju ili smanjenju toksičnih svojstava različitih otpadnih materija. Za močvare se tvrdi da smanjuju koncentraciju nitrata za više od 80% (Zodler, 2003).
- **Reguliranje klime.** Jedna od važnih uloga vodenih ekosistema jeste reguliranje globalnih klimatskih promjena zadržavanjem odnosno oslobađanjem većeg dijela fiksnog ugljika u biosferi. Primjera radi, tresetišta, iako prekrivaju samo cca 3-4% zemljine površine, procjenjuje se da zadržavaju 540 gigatona ugljika, što je oko 1,5% ukupnih procijenjenih zaliha ugljika i oko 25-30% ugljika koji zadržava kopnena vegetacija i zemljište (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).
- **Ublažavanje klimatskih promjena.** Povećanje nivoa mora i nagle promjene u učestalosti pojave oluja koje se vezuju za klimatske promjene mogu rezultirati erozijom obala i staništa, povećanim salinitetom estuarija i slatkovodnih akvifera, promjenama u morskim mijenama, izmjenama u sedimentu i transportu nutrijenata, te učestalim plavljenjem obala. Vodeni ekosistemi, kao što su mangrove¹ i poplavna područja, mogu igrati značajnu ulogu u fizičkom ublažavanju utjecaja klimatskih promjena (Mayers i ostali, 2009).
- **Kultura.** Vodeni ekosistemi pružaju značajne estetske, obrazovne, kulturološke i spiritualne usluge kao i niz mogućnosti za rekreaciju i razvoj turizma. Ekonomska vrijednost koraljnih grebena koja se računa na bazi prihoda od turizma i rekreacije procjenjuje se na oko 29,8 milijardi US\$ godišnje (Cesar i ostali, 2003).

2.2.3 Procjena vrijednosti vodenih ekosistema

Procijeniti vrijednost nekog (vodenog) ekosistema je izuzetno kompleksna problematika. I dok je za neke usluge, npr. proizvodnja biomase, lako odrediti ekonomsku vrijednost, vrijednost neke druge usluge, kao što je npr. reguliranje klime, je skoro nemoguće procijeniti. Neki autori čak iznose da nije moguće ili nije pametno procjenjivati usluge ekosistema jer kako dodijeliti vrijednost „nematerijalnim“

¹ Šumska vegetacija tropskih i subtropskih područja koja obrasta ušća rijeka, zonu plime i oseke, lagune i zaštićene uvale.

stvarima kao što su ljudski život, estetski izgled okoliša ili dugoročne ekološke koristi (Straton, 2006).

Procjenjivanje vrijednosti usluga ekosistema se svodi na određivanje koliko relativno male promjene u kvalitetu ili kvantitetu usluge utiču na ljudsko blagostanje, odnosno na koristi koje čovjek u svojim aktivnostima ima od ekosistema ili na cijenu „roba“ iz ekosistema. Pri tome neki od tih utjecaja se mogu procijeniti kroz uspostavljene tržišne mehanizme dok drugi ne podliježu takvoj procjeni. Tako na primjer, koraljni greben predstavlja stanište za ribe. Vrijednost tog vodenog ekosistema je u povećanju i koncentriranom prinosu ribe. Svaka promjena u kvalitetu ili kvantitetu ekosistema bi imala negativan utjecaj na prinos ribe koji bi se osjetio na tržištu ribe i koji je moguće ekonomski evaluirati. S druge strane, koraljni greben, također, ima značajnu vrijednost i sa aspekta rekreativnog ronjenja i očuvanja biodiverziteta koji nemaju svoju tržišnu vrijednost.

Constanza i ostali (1997) su pokušali odrediti vrijednost 17 različitih usluga svjetskog ekosistema² za 16 bioma³. Vrijednost su procijenili po jediničnoj površini bioma, pomnožili sa ukupnom površinom svakog bioma i zbrojili sve usluge i biome, te izračunali da je za cijelu biosferu, godišnja vrijednost (većinom netržišna) jednaka 16-54 biliona (10^{12} , eng. trillion) US\$ ili u prosjeku 33 biliona US\$ godišnje. Od toga, vrijednost vodenih ekosistema se procjenjuje na 27,5 milijardi US\$ godišnje, i to morski ekosistemi 21 milijarda US\$, močvare 4,8 milijardi US\$ i jezera/rijeke 1,7 milijardi US\$. Radi uporedbe, globalni godišnji nacionalni bruto proizvod je jednak 18 milijardi US\$. Zbog velike nesigurnosti kod procjene, date vrijednosti se smatraju minimalnim.

² Evaluirane usluge su: reguliranje gasova, reguliranje klime, reguliranje poremećaja, reguliranje vode, vodosnabdijevanje, kontrola erozije i zadržavanje sedimenta, formiranje zemljišta, recikliranje nutrijenata, tretman otpada, oprašivanje, biološka kontrola, refugij, proizvodnja hrane, sirovine, genetski resursi, rekreacija, kultura

³ Biom je veća klimatski i geografski definirana teritorija ili akvatorija, koja obuhvata slične ekosisteme i predjele, gdje su ekosistemi povezani složenijim odnosima akcije, reakcije, koakcije i lancima ishrane i gdje se kruženje materije i proticanje energije odvija u velikim razmjerama.

2.3 Zagađenje vodenih ekosistema

2.3.1 Elastičnost ekosistema

Ključna osobina nekog ekosistema koja proizlazi iz veze između strukture i funkcije jeste njegova elastičnost (Holling, 2001). Elastičnost se odnosi na kapacitet ekosistema da podnese šokove dok u isto vrijeme održava osnovnu strukturu i funkcionalnost. To znači da se ekosistem samoorganizira kako bi se adaptirao na smetnje i promjene. Ukoliko pritisak pređe određene granice tolerancije, ekosistem može preći u tzv. alternativno stabilno stanje sa značajno manjim kapacitetom da pruži željenu uslugu. Ukoliko se pritisak nastavi, ekosistem može u potpunosti prestati pružati željenu uslugu (npr. zagađenje voda koje će onemogućiti korištenje vode u rekreativne svrhe).

Očuvanje usluga koje nam pruža vodeni ekosistem ovisi o kontinuiranom prisustvu osnovnih okolišnih komponenti (npr. vode, ključnih ribljih vrsta, zajednica u sedimentu, rubne vegetacije) i nesmetanog odvijanja procesa u ekosistemu (npr. zadržavanje vode, uklanjanje zagaditelja, recikliranje nutrijenata i energije), dakle o „zdravstvenom stanju“ ekosistema. Tri su osnovne koristi od očuvanja dobrog stanja vodenih ekosistema (De Groot i ostali, 2010):

- Okolišna važnost (vrijednost) vodnog ekosistema se uglavnom odnosi na međusobnu povezanost između dijelova ekosistema kao npr. vrijednost određenog drveta u kontroli erozije koja može utjecati na kvalitet vode ili vrijednost jedne vrste za preživljavanje druge vrste ili opstanak cijelog ekosistema.
- Ekonomska važnost jer čovjek koristi mnoge funkcije ekosistema (vodu, sirovine, hranu itd.) kako bi ostvario ekonomsku korist i osigurao blagostanje.
- Socio-kulturalna važnost gdje biodiverzitet i prirodni vodeni ekosistemi predstavljaju ključni izvor nematerijalnog blagostanja utjecajem na mentalno zdravlje i historijske, nacionalne, etičke, religiozne i spiritualne vrijednosti koje podržavaju takvi ekosistemi.

2.3.2 Pritisci na vodene ekosisteme

Na početku 21. stoljeća svijet se suočava sa krizom nedostatka kvalitetne pitke vode. Dokazano je da se narušavanje stanja slatkovodnih ekosistema dešava znatno brže i ima veće razmjere nego u slučaju morskih ili kopnenih ekosistema, te da je status slatkovodnih biljnih i životinjskih vrsta ugroženiji od vrsta koje obitavaju u drugim ekosistemima (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Ubrzane procese uništavanja vodenih staništa i živog svijeta uzrokuju, između ostalog (UN/WWAP, 2003; Mayers i ostali, 2009):

- Rast svjetske populacije što neminovno utiče na povećane zahtjeve za zahvaćanjem pitke vode čime se ugrožavaju sve funkcije ekosistema uključujući staništa, proizvodne i regulatorne funkcije.
- Izgradnja infrastrukturnih objekata poput brana, nasipa, regulacija koja utiče na integritet staništa, uzrokuje promjene u proticaju, temperaturi vode, transportu nutrijenata i sedimenta, te zatvaranje migracionih puteva, te tako ugrožava kvalitet i kvantitet vode, staništa, postojanje plavnih područja, ribolovne zone, itd.
- Prenamjena korištenja zemljišta npr. isušivanjem močvarnih područja kojom se eliminiraju ključne komponente vodenih ekosistema, gube funkcije, integritet, staništa i biodiverzitet, mijenjaju se mehanizmi površinskog oticanja i prirodnog punjenja vodnih sistema. Dolazi do zatrpavanja nanosom te time se neminovno ugrožavaju funkcije prirodne kontrole od poplava, staništa za ribe i ptice močvarice, rekreacijske funkcije, vodosnabdijevanje, količina i kvalitet vode itd.
- Pretjerani izlov i eksploatacija kojom dolazi do pretjeranog crpljenja resursa, te gubitka funkcija ekosistema i biodiverziteta (smanjenje nivoa podzemne vode, kolaps ribarskih resursa).
- Unošenje egzotičnih vrsta koje se kroz borbu za opstanak takmiče sa drugim prisutnim vrstama te tako utiču na gubitak proizvodnje i recikliranje nutrijenata, te uzrokuju gubitak autohtonih vrsta ugrožavajući time proizvodnu funkciju ekosistema, stanište kao i rekreativne funkcije ekosistema.
- Ispuštanje otpadnih voda koje mijenjaju hemijski i biološki sastav vode:
 - ispuštanje komunalne otpadne vode koja je uglavnom značajno organski opterećena;
 - ispuštanje industrijske otpadne vode koja može sadržavati deterdžente, ulja, teške metale i soli, naftu, termalno zagađenje, nutrijente itd.;
 - procjeđivanje sa poljoprivrednih površina i stočnih farmi koje koriste velike količine pesticida, herbicida i hemijskih đubriva sa izraženim sadržajem nitrata i fosfata koji nakon što dospiju u vodu izazivaju eutrofikaciju;
 - odbacivanje čvrstog otpada u vodene tokove čime se, u zavisnosti od hemijskog sastava odbačenog otpada, u vode može unijeti organsko i anorgansko zagađenje.

2.3.3 Posljedice zagađenja vodenih ekosistema

Kontrola hemijskog i biološkog zagađenja je od ključnog značaja za očuvanje vodenih ekosistema. Mnoge ljudske aktivnosti od vodosnabdijevanja preko transporta, rudarstva i hemijske industrije imaju potencijal da zagađuju vode. Pri tome, zagađenje vode se može definirati kao bilo kakva promjena fizičkih, hemijskih

ili bioloških karakteristika vode koja je čini neupotrebljivom za upotrebu u prirodnom stanju (Kaushik i Kaushik, 2010).

Utjecaji različitih polutanata na integritet vodenih ekosistema su dati u tabeli 2.3.

Tabela 2.3 Utjecaj polutanata na vodene ekosisteme

Vrsta zagaditelja	Utjecaj
Organske materije	Unošenjem velikih količina organske materije i smanjuje se raspoloživa količina rastvorenog kisika u vodi koja biva konzumirana od strane mikroorganizama koji trebaju kisik za razgradnju organske materije. Nedostatak rastvorenog kisika negativno utiče na životinjske vrste, posebno ribe. Deoksigenacija pomaže oslobađanje fosfata iz sedimenta i uzrokuje eutrofikaciju.
Nutrijenti	Unošenje velikih količina supstanci koje sadrže azot i fosfor pomaže rast algi i drugih biljaka koje pri raspadanju konzumiraju kisik iz vode. Pod anaerobnim uvjetima proizvode gasove neugodnog mirisa. Višak rasta ili razgradnje biljnog materijala će promijeniti koncentraciju CO ₂ koja će utjecati na promjenu pH vrijednosti vode. Promjena u pH vrijednosti, koncentraciji kisika i temperaturi će utjecati na promjenu mnogih fizičko-hemijskih karakteristika vode.
Patogeni	Mnoge vrste otpada, posebno sanitarno-fekalne otpadne vode, sadrže patogene (uzročnike bolesti) i nepatogene mikroorganizme i viruse koji uzrokuju bolesti poput kolere, dizenterije, tifusa, žutice, itd.
Toksični spojevi	Zagaditelji poput teških metala, pesticida, cijanida i drugih organskih i neorganskih spojeva nisu biorazgradivi, rezistentni su i štetni za akvatične organizme. Nerazgradive toksične supstance se mogu biomagnificirati i prouzrokovati toksični utjecaj na različitim nivoima u lancu ishrane.

(Izvor: Kaushik i Kaushik, 2010)

Akvatični organizmi su cijelim svojim tijelom u kontaktu sa potencijalnim zagađenjem, a škržnim disanjem filtriraju ogromne količine vode i relativno neselektivno time usvajaju sve biodostupne materije. Usvojene materije se zadržavaju u masnom tkivu i njihova se koncentracija povećava u toku vremena. Ovaj proces se naziva **bioakumulacija**. Prenošenjem supstanci sa organizama na nižem trofičkom nivou, kod kojih je veliki broj individua akumulirao toksične materije, na organizme na višim trofičkim nivoima se naziva **biomagnifikacija** jer se koncentracija ovih toksičnih supstanci uvećava napredovanjem kroz lanac ishrane. Na taj način opas-

ne supstance mogu dospjeti u ishranu čovjeka ostavljajući ozbiljne posljedice po ljudsko zdravlje (Kaushik i Kaushik, 2010). Primjer biomagnifikacije najpoznatijeg insekticida dihlor-difenil-trihloretana (DDT) u vodnom ekosistemu je dat u tabeli 2.4.

Tabela 2.4 Biomagnifikacija dihlor-difenil-trihloretan (DDT) spojeva

Komponenta u lancu ishrane	Koncentracija DDT-a (ppm)
Voda	0,000001
Zooplankton	0,01
Keder	0,1
Iglica	1
Ptica	10

(Izvor: Kaushik i Kaushik, 2010)

Posljedice zagađenja vodenih ekosistema su višestruke, jer svaka od zagađujućih materija ima različite efekte na različite grupe organizama. Razmjera problematike zagađenja vodenih ekosistema se može demonstrirati i kroz analizu utjecaja bioakumuliranih zagaditelja na zdravlje čovjeka. Kao primjer se mogu uzeti teški metali kao što su živa, kadmij i olovo koji uzrokuju spektar različitih bolesti nakon akutnog ili hroničnog izlaganja povišenim koncentracijama.

Živa koja svoj put nađe do vodnih tijela pod utjecajem mikrobiološke aktivnosti se transformira u metil živu, najotrovniji organski oblik žive koji se 100% apsorbira u organizmu. Metil živa se biomagnificira; na vrhu prehrambenog lanca najveće ribe grabežljivice mogu u svom mišićnom tkivu imati i između 10.000 i 100.000 puta veću koncentraciju metil žive nego što se nalazi u samoj vodi ili moru. Prvi slučajevi trovanja živom prepoznati su kod konzumenata ribe zagađene metil živom u japanskom gradiću Minamata. Također, u zimu 1971/72. godine evidentirano je jedno od najvećih trovanja u Iraku, kada se pšenica tretirana fungicidima (na bazi žive) radi sprječavanja gljivičnih infekcija, upotrijebila za prehranu. Živa razara centralni nervni sistem, a razmjera poremećaja ovisna je o vremenskoj izloženosti otrovu. Zbog industrijske primjene živa je postala toliko prisutna u okolišu da se može (u tragovima) evidentirati u raznovrsnoj morskoj hrani (školjke, ribe i rakovi), uključujući i tunu (Jusupović, 2003; Vitale, 2011)

Najveće količine **kadmija** nastaju u metalnoj industriji. Preko lanca prehrane kadmij se nakuplja u biljkama, životinjama i čovjeku. Visoke koncentracije nalaze se u iznutricama životinja, povrću i jestivim gljivama. Oko 85% kadmija dopijeva u čovjeka putem namirnica i oko 15% putem vode. Disanjem se resorbiraju vrlo male količine kadmija, kojima se pripisuje veliki toksikološki značaj jer imaju kan-

cerogeno djelovanje. Iz eksperimenata na životinjama poznato je da kadmij posjeduje embriotoksično, teratogeno i kancerogeno djelovanje. Prekomjerno hronično opterećenje kadmijem izaziva sindrom nazvan Itai-Itai, prvi put opisan u okviru hroničnog endemičnog masovnog oboljenja u Japanu 1955. godine kada su velike količine kadmija iz otpadnih voda lokalnog koncerna dospjele u sistem za navodnjavanje rižinih polja. Sindrom obuhvaća sljedeće simptome: anemija, apatija, osteomalacija s bolovima u zglobovima i malformacijama skeleta, enteropatija i oštećenja jetre i bubrega (Nakagawa i ostali, 1990; Orhanović, 2003).



Slika 2.2 *Caulerpa alexis - zelena tropska alga*
(Izvor: <http://public.carnet.hr/dps-zagreb/images/AlgaSTHV.jpg>)

Olovo je teški metal koji se danas koristi u većem broju industrija kao važan sastojak različitih materija u akumulatorima, bojama, antikorozivnim sredstvima, benzinu, te je prisutan u otpadnim vodama iz takvih procesa. U vode za piće se može unijeti ukoliko se koriste olovne cijevi kod izgradnje vodovodne mreže. Trovanje olovom nastaje tek nakon dugotrajnog unosa malih količina olova u organizam, vrlo rijetko u obliku akutnog trovanja kada se slučajno unesu velike količine. Olovo se akumulira u organizmu, najviše u kostima gdje ostaje cijeli život. Trovanje olovom uzrokuje posljedice po bubrege, jetru, mozak i centralni nervni sistem. Također, uzrokuje anemiju i mentalnu retardaciju kod djece (Knežević, 2003).

Pored slatkovodnih ekosistema, pažnju zaslužuju i priobalna mora koja su posebno ugrožena ulijevanjem rijeka koje dotiču sa kopna i donose velike količine otpadnih materija, pesticida, soli teških metala i deterdženata. Osim toga, jedan od najvećih zagađivača morske vode na globalnom planu su brodovi koji ispuštaju zagađivače, najčešće naftu. O značajnim promjenama kvaliteta morske vode govore podaci o prisustvu novih vrsta, koje se u odsustvu prirodnog predatora veoma brzo šire i dalje zagađuju morske ekosisteme. Najveću opasnost u tom pogledu predstavlja zelena tropska alga (*Caulerpa taxifolia*), koja velikom brzinom osvaja Mediteran i povećava trofiku ovog mora (slika 2.2). Alga se velikom brzinom širi i u Jadranskom moru.

3

Osnove integralnog upravljanja vodnim resursima

Voda je jedan od najznačajnijih resursa na Zemlji jer regulira rast ljudske populacije, te značajno utiče na uvjete zdravlja i življenja stanovništva i stanje biodiverzitet (Newson, 1992). Kroz historiju ljudi su koristili vodu za svoje različite potrebe, nastojali su da kontroliraju količinu i kvalitet vode ili da se štite od vode gdje je ona predstavljala opasnost za stanovništvo ili imovinu. Najznačajnije civilizacije nastajale su i razvijale se uz velike vodotoke, odnosno na područjima gdje su postojali značajni vodni resursi (Biswas, 1997). Ove civilizacije razvile su i napredna tehnološka znanja za upravljanje vodama, što je bila važna pretpostavka za njihovo održavanje.

Industrijskom revolucijom koja je nastupila krajem 18. i u 19. stoljeću došlo je do naglog razvoja u ovoj oblasti, što je bilo praćeno tehnološkim napretkom i napretkom nauke i znanja o upravljanju vodama. Tokom 19. i u prvoj polovici 20. stoljeća ekonomski razvoj u mnogim zemljama bio je veoma snažan i brz, a često se odvijao po cijenu prihvatljivog i zdravog upravljanja vodama. Zagađenje je smatrano neizbježnom posljedicom razvoja, odnosno cijena koju je trebalo platiti ukoliko se želi postići ekonomski progres (Heathcote, 1998). Tek 1960-tih godina u svijetu se počela buditi svijest o okolišu, prvenstveno kao posljedica brojnih ekscenčnih zagađenja koja su se prethodno desila (Ćerić i ostali, 2003). To je rezultiralo uvođenjem legislative o zaštiti voda i okoliša, prvo u najrazvijenijim zemljama koje su bile prve i najviše pogođene zagađenjem. Također su uvedene nove institucije koje su imale zadatak da prate i rješavaju probleme koji su povezani sa zagađe-

njem i korištenjem voda. Upravljanje vodnim resursima u tom periodu bilo je usmjereno na inženjersko planiranje korištenja vode, zaštitu voda i zaštitu od vode, te izgradnju različitih objekata kojima se ostvaruju navedene funkcije upravljanja vodama.

U posljednjim decenijama uočeno je da se problemi sa vodom više ne mogu rješavati angažiranjem samo eksperata iz oblasti voda, niti samo institucija iz ove oblasti. Naime, problemi sa vodama su sve više i više povezani sa ostalim pitanjima i sektorima u državi, kao na primjer sa društvenim, ekonomskim, okolišnim, pravnim i političkim pitanjima na različitim nivoima vlasti, a često imaju i međunarodnu dimenziju (Biswas, 2008). Stoga savremeno upravljanje vodnim resursima zahtijeva znanja i pristupe koji su iznad čisto inženjerskih, i izvan samo jedne naučne oblasti. Postojeća situacija i prisutni trendovi ukazuju da će u budućnosti problemi koji se odnose na vode postajati sve kompleksniji i sve više povezani sa ostalim privrednim sektorima, poput poljoprivrede, energije, industrije, transporta i komunikacija, kao i socijalnim sektorima, poput obrazovanja, zdravstva i ruralnog i regionalnog razvoja (ADB, 2007).

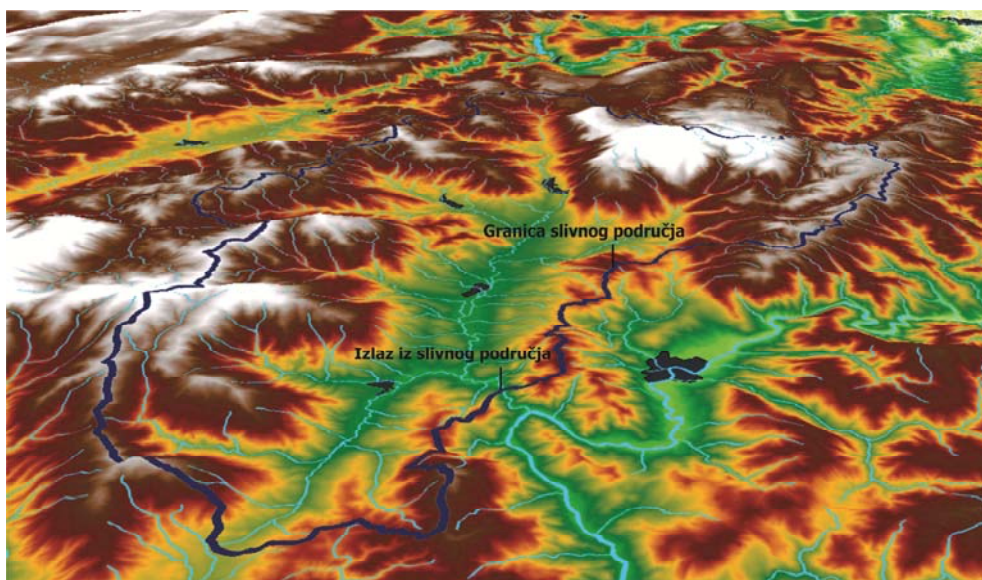
Prepoznajući navedene probleme, Ujedinjeni narodi (UN) su 1977. godine organizirali konferenciju o vodi u Mar del Plati, Argentina, koja se po mnogim autorima smatra prekretnicom u pristupu upravljanju vodama (na primjer Lee, 1992). Značaj ove konferencije leži u činjenici da je prepoznat globalni problem da su tada postojeće politike upravljanja vodama bile neuspješne u postizanju postavljenih ciljeva upravljanja (Heathcote, 1998). Međunarodna konferencija o vodama i okolišu, koja je organizirana u Dablinu (Irska) 1992. godine, još je jedan od značajnih događaja koji su vodili izmjeni u pristupu upravljanju vodama, nakon koje se počelo sve više govoriti o Integralnom upravljanju vodnim resursima (*eng.* Integrated Water Resources Management – IWRM). Ovaj pristup detaljnije je prikazan u nastavku ovog poglavlja.

3.1 Osnovne definicije i koncepti

Premda ne postoji jedinstvena definicija pojma Integralno upravljanje vodnim resursima, veoma često se koristi definicija Globalnog partnerstva za vode (*eng.* Global Water Partnership – GWP), po kojoj je IWRM proces koji promovira koordinirani razvoj i upravljanje vodama, zemljištem i ostalim povezanim resursima, u cilju maksimiziranja nastalog ekonomskog i društvenog bogatstva na pravičan način, bez ugrožavanja održivosti vitalnih ekosistema (GWP, 2004). Ovaj pristup integralnom upravljanju omogućuje upravljanje i razvoj vodnih resursa na uravno-

težen i održiv način, uzimajući u obzir društvene, ekonomske i okolišne faktore i interese.

Premda se politika upravljanja vodnim resursima uspostavlja na različitim nivoima vlasti – državnom, entitetskom, kantonalnom (pokrajinskom), gradskom i sl., planiranje i organiziranje upravljanja u skladu sa konceptom IWRM vrši se na nivou riječnog sliva, tj. riječnog bazena. Riječni sliv je prostor, tj. dio kopna, sa kojeg sva voda u konačnici dopijeva do određene posmatrane tačke (odnosno profila) u vodotoku (slika 3.1).



Slika 3.1 Slivno područje

Kao prostor u kojem se u prirodi odvijaju različiti hidrološki procesi, slivno područje predstavlja logičnu i praktičnu prostornu jedinicu za upravljanje vodama. Pristup upravljanja na nivou slivnog područja omogućava rješavanje konflikata između različitih zainteresiranih strana u okviru jedinstvenog hidrološkog sistema, što često nije moguće na nivou administrativnih jedinica upravljanja, koje obuhvataju samo dijelove pojedinih slivova.

Upravo na nivou riječnih slivova moraju se zajednički definirati aktivnosti koje slijede iz osnovnih ciljeva integralnog upravljanja vodnim resursima, a to su:

- racionalno iskorištavanje vodnih resursa;
- planiranje i upravljanje vodnim resursima na naučnoj i stručnoj osnovi;
- izbjegavanje konflikata između interesnih grupa;

- značajno učešće zainteresiranih strana i stanovništva u procesu planiranja i upravljanja;
- jačanje institucionalnih, finansijskih i drugih mehanizama.

3.1.1 Vodni konflikti i zainteresirane strane

Konflikt se generalno može definirati kao neslaganje oko poduzimanja odgovarajućih aktivnosti u određenoj situaciji (Grigg, 1996).

Konflikti u sektoru voda se javljaju jer se voda slobodno kreće u vremenu i prostoru bez obzira na političke i granice vlasništva, što dovodi do sporenja između različitih korisnika, zagađivača voda i drugih zainteresiranih grupa. Konflikti su stalno prisutni, budući da pojedinci i grupe imaju različito poimanje vrijednosti vode, različiti su im prioriteti, interesi i očekivanja u budućnosti.

Konflikti se javljaju između i unutar različitih grupa koje su zainteresirane strane u pogledu upravljanja vodnim resursima na nekom slivnom području, kao što su (Heathcote, 1998):

- Organi vlasti, državne institucije i preduzeća, koji su nadležni za donošenje legislative i odluka o upravljanju vodnim resursima, praćenje korištenja i zaštite voda i provođenje drugih aktivnosti upravljanja vodama. U ovu grupu spadaju i druge institucije koje su povezane sa sektorom voda, npr. institucije iz sektora turizma, poljoprivrede, industrije, uključujući hidroenergetiku, i sl.
- Industrijski potrošači, čiji interes je uglavnom da dobiju potrebnu količinu vode odgovarajućeg kvaliteta za svoje tehnološke, sanitarne i druge potrebe.
- Stanovništvo u najvećem broju slučajeva predstavlja najbrojniju zainteresiranu stranu. Kao grupu, stanovništvo najviše interesiraju količine, kvalitet i cijena vode koju koriste. Ova grupa je najsloženija u pogledu izražavanja stavova i prikupljanja relevantnih informacija o upravljanju vodnim resursima.
- Nevladine organizacije (NVO) predstavljaju značajan faktor u javnim konsultacijama o upravljanju vodnim resursima, posebno u razvijenim demokratskim zemljama. Važno je, međutim, znati da veoma često stavovi ovih organizacija ne odražavaju u potpunosti ili nikako stavove većeg dijela javnosti o pojedinim pitanjima upravljanja vodama (Heathcote, 1998).

Potrebno je naglasiti da se konflikti ne javljaju samo između prethodno navedenih grupa, već i između pripadnika jedne grupe. Tako se konflikti mogu javiti između državnih institucija koje imaju različite prioritete u pogledu upravljanja vodama; na primjer, institucije u sektoru šumarstva koje su zainteresirane za uzgoj i sječu šume, mogu biti malo ili nikako zainteresirane za zaštitu vodotoka i izvorišta (slika 3.2).

Do sukoba između zainteresiranih strana ili unutar grupa dolazi često i zbog toga što do svakoga od nas dotiče voda iz nekog drugog uzvodnog područja (nečija „tuđa“ voda), kao što i svi mi šaljemo „svoju“ vodu nekome drugome na nizvodnom području. Ovaj konflikt između strana lociranih uzvodno i nizvodno javlja se veoma često.



Slika 3.2 Konflikt između sječe šume i zaštite izvorišta

Konflikti se ne javljaju samo među susjedima unutar neke zajednice, već i među zajednicama unutar države, kao i među državama i regionima, u tom slučaju govorimo o tzv. prekograničnim vodnim konfliktima. Područja sa najozbiljnijim vodnim konfliktima su upravo ona gdje je prisutna oskudica u vodi. Rijeke koje teku kroz različite zemlje, kao što su Jordan, Tigris, Eufrat, Nil, ali također i Rajna, Dunav, Sava, počinju bivati izvor ekonomskih konflikata.

Prekogranični konflikti su posebno bitni jer širom svijeta postoje 263 prekogranična riječna sliva i na stotine prekograničnih izdani podzemnih voda (GWP-INBO, 2009). Oko 45% površine kopna na Zemlji čine prekogranični riječni slivovi, a na njima živi oko 60% svjetske populacije.

Trenutno problem nedostatka vode pogađa brojne zajednice u svijetu, što dovodi do nemogućnosti njihovog održavanja i budućeg razvoja, prosperiteta i blagostanja, a time i međunarodne stabilnosti. Rastuća nejednakost u raspodjeli vode također vodi do međunarodnih tenzija i konflikata.

Krajnji konflikt je oružani sukob. U posljednje vrijeme stalno se govori da će se ratovi u svijetu voditi upravo zbog nedostatka vode. Historijske studije navode hipotezu da svađe oko vode često dovode do oružanog sukoba. Svakako da vodni konflikt umnogome pridonosi tenzijama između Izraela i Palestine, Iraka i Sirije, Indije i Pakistana i brojnih drugih zemalja.

3.1.2 Pojam „integralnog“ u upravljanju vodnim resursima

Pojam integracije u upravljanju vodnim resursima veoma je složen jer uključuje nekoliko različitih aspekata upravljanja prirodnim resursima i potrebama za vodom. Integracija se stoga može razmatrati sa aspekta dvije osnovne kategorije (GWP, 2004):

- prirodnog sistema, koji određuje raspoloživost i kvalitet voda;
- društvenog sistema, odnosno utjecaja ljudskog faktora, koji određuje korištenje vodnih resursa, te produkciju otpadnih voda i zagađenje vodnih resursa.

Integralno upravljanje vodnim resursima uključuje multidisciplinarni pristup rješavanju problema koji se bazira na različitim naučnim disciplinama: prirodnim naukama, uključujući matematiku, tehnologiji, pravu, ekonomiji, politici, sociologiji i dr. Integracija različitih disciplina omogućuje sveobuhvatno sagledavanje i rješavanje problema na slivnom području.

Bez obzira što se u nastavku odvojeno analiziraju prirodni i društveni sistem, integracija se odvija ne samo unutar nego i između ove dvije kategorije, odnosno sistema.

3.1.3 Integracija prirodnog sistema

Kada se govori o prirodnom sistemu, integracija se odvija na nekoliko nivoa.

Jedan od najznačajnijih aspekata je integracija upravljanja vodnim resursima i zemljištem, tj. prostorom. S obzirom da hidrološki ciklus, tj. kretanje vode, zavisi od sistema voda-zemljište-zrak-vegetacija, upravljanje cjelokupnim prostorom, a ne samo vodom, je od ključnog značaja kod integralnog upravljanja vodnim resursima. Kako je voda jedan od ključnih faktora koji određuje karakter i zdravlje svih ekosistema, IWRM podrazumijeva razmatranje svih komponenti okoliša na slivnom području, što podrazumijeva integraciju okolišnih pitanja u upravljanje vodnim resursima.

Upravljanje na nivou slivnog područja je značajno ne samo kao sredstvo integracije upravljanja prostorom i vodnim resursima, nego omogućuje i identifikaciju i rješavanje konfliktnih interesa između uzvodnih i nizvodnih korisnika i zagađivača

vode. U koncept integralnog upravljanja vodnim resursima ugrađena je spoznaja o ranjivosti nizvodnih dijelova sistema na uzvodne aktivnosti, što na primjer uključuje pretjeranu potrošnju vode koja smanjuje raspoložive količine nizvodno, ispuštanje zagađenja koje nizvodno ugrožava kvalitet vode, izvođenje mjera za kontrolu poplava koje mogu ugroziti nizvodne vrste koje su zavisne od poplava i sl.

Integrativni pristup podrazumijeva jedinstveno upravljanje površinskim i podzemnim vodama, kao i kvantitativnim i kvalitativnim karakteristikama vodnih resursa. Resursi podzemnih voda ne mogu se posmatrati odvojeno od površinskih, zbog jedinstvenosti hidrološkog ciklusa koji ih povezuje. S obzirom da zagađenje iz sliva utiče istovremeno i na površinske i podzemne vode, ovo je još jedan razlog za jedinstveno posmatranje svih vodnih resursa na slivnom području.

Upravljanje vodnim resursima tradicionalno je uglavnom orijentirano na tzv. „plavu vodu“, tj. vodu koja teče vodotocima ili se nalazi u podzemnim izdanima. Prema konceptu integralnog upravljanja vodnim resursima, na slivnom području se upravlja svim vodnim resursima, što uključuje i dio vode koju koristi vegetacija i koja se „gubi“ evapotranspiracijom. Ovo je tzv. „zelena voda“. Upravljanje vodom i vlagom u tlu povećava efikasnost korištenja voda na slivnom području, kao i zaštitu vitalnih ekosistema (GWP, 2004).

3.1.4 Integracija utjecaja ljudskog faktora

Kod analize ljudskih aktivnosti, praktično svi aspekti integracije uključuju poznavanje i razumijevanje prirodnog sistema, njegovog kapaciteta, ranjivosti i ograničenja (GWP, 2004). Ova integracija je veoma kompleksan zadatak jer je potrebno postići da sve državne politike i planovi (prostorni, ekonomski i društveni) uzmu u obzir utjecaje na vodne resurse. Integrativne mjere su stoga neophodne na svim nivoima, od stanovništva do privatnog sektora koji moraju uzeti u obzir stvarnu vrijednost vodnih resursa pri donošenju odluka o korištenju vode.

Integralno upravljanje vodnim resursima podrazumijeva međusektorsku integraciju vodnih resursa u nacionalnoj razvojnoj politici. To znači da politika upravljanja vodnim resursima treba biti integrirana sa nacionalnom ekonomskom politikom, kao i sa nacionalnim sektorskim politikama, a posebno u onim sektorima koji imaju značajan utjecaj na vodne resurse, poput energetskog, poljoprivrednog i sl. Sistem upravljanja vodnim resursima treba imati mehanizme međusektorske razmjene informacija i procedure koordinacije, kao i metode evaluacije projekata sa aspekta njihovog utjecaja na vodne resurse.

Uključivanje svih zainteresiranih strana u proces planiranja i upravljanja vodnim resursima smatra se jednim od ključnih elemenata postizanja uravnoteženog i održivog upravljanja vodama. U velikom broju slučajeva zainteresirane strane

imaju konfliktne interese, pa je stoga u okviru programa integralnog upravljanja vodnim resursima potrebno razviti operativne mehanizme za razrješavanje konflikata. Veoma je značajno identificirati pojedine funkcije upravljanja vodnim resursima prema najnižem pogodnom nivou implementacije, a za svaki identificirani nivo implementacije potrebno je mobilizirati relevantne zainteresirane strane.

Pri dostizanju ciljeva integralnog upravljanja vodnim resursima potrebno je poznavati važne kriterije koji uzimaju u obzir socijalne, ekonomske i prirodne uvjete:

- Ekonomska efikasnost korištenja vode. Voda treba biti korištena sa maksimalnom efikasnošću, zbog sve veće oskudice vodnih i finansijskih resursa, ranjivosti vodnih resursa i sve većih potreba za vodom.
- Pravičnost u raspolaganju vodom. Pristup dovoljnim količinama vode dobrog kvaliteta je osnovno ljudsko pravo koje mora biti univerzalno prepoznato.
- Okolišna održivost. Današnje korištenje vodnih resursa mora se odvijati na način da se ne ugrozi njihovo korištenje od strane budućih generacija.

3.1.5 Pojam „održivosti“ u upravljanju vodnim resursima

U današnje vrijeme sve češće se susrećemo sa pitanjem da li su naše aktivnosti održive ili ne. U literaturi se mogu pronaći različiti oblici pojma održivosti, a prije svega pojma održivog razvoja. Najčešće korištena definicija održivog razvoja je ona Svjetske komisije o okolišu i razvoju (*eng.* World Commission on Environment and Development) iz 1986. godine, koja kaže da je to: „razvoj koji zadovoljava sadašnje potrebe, a ne ugrožava mogućnosti da i naredne generacije zadovolje svoje potrebe“ (Grigg, 1996).

Kad se govori o prirodnim, odnosno vodnim resursima, bit održivog razvoja je da se prirodni resursi moraju koristiti tako da ih jednako ili bolje mogu koristiti buduće generacije. U skladu s tim, održivo korištenje vodnih resursa zahtijeva poštivanje hidrološkog ciklusa, tako da se kapacitet obnovljivih vodnih resursa ne smanji nakon dugotrajnog korištenja. Drugim riječima, za održivost vodnog sistema neophodno je usaglasiti potrebe za vodom, tj. potrošnju vode sa njenom raspoloživošću u prirodi.

Ako se u kontekstu održivog razvoja upitamo koliko slatke vode stoji čovjeku na raspolaganju, onda se ne računa ukupna količina slatke vode na Zemlji, nego brzina kojom se zalihe slatke vode obnavljaju u globalnom kružnom toku vode, odnosno hidrološkom ciklusu. Prema tome, mjerilo za održivo korištenje vode su takozvani obnovljivi resursi slatke vode, koji se na Zemlji pojavljuju u obliku padavina. Ako se, naime, iz podzemnih voda i jezera uzme više vode nego što se padavinama dopuni, ovi izvori će, dugoročno gledajući, presušiti. Jedan primjer je Aralsko jeze-

ro, čiji volumen se u periodu 1950-1990. godine smanjio za preko dvije trećine, zato što je iz dotoka (rijeka Amu-Darya i Syr-Darya) uzimano previše vode za sisteme za navodnjavanje u poljoprivredi (EC, 2006). Ovakvo neodrživo korištenje vode dovelo je do ekološke katastrofe cjelokupnog regiona (Novotny, 2003).

Mogućnost pretvaranja slane morske u slatku vodu je pobudila nade da se svjetska mora i okeani mogu koristiti kao neiscrpnji izvori slatke vode. Međutim, ova tehnika jeste i ostati će skupa, zagađuje okolinu i zahtijeva veliku količinu energije, koja je također sve skuplja.

Ponovno korištenje vode je jedan od ključnih elemenata za povećanje raspoloživosti vode, odnosno za očuvanje održive upotrebe vodnih resursa. Prethodno prečišćena otpadna voda može se posredno ponovno iskoristiti na način da se, nakon ispuštanja u vodotok i njenog djelimičnog samoprečišćavanja, ponovno iskoristi u nizvodnom toku. Neposredna upotreba otpadne vode znači korištenje ove vode za snabdijevanje industrija, poljoprivrede, rekreaciju i sl. nakon prečišćavanja na uređajima za otpadne vode. Također, takva se voda može upotrijebiti za prihranjivanje podzemnih vodnih tijela.

Ponovna, neposredna upotreba prečišćene vode u zemljama Evropske unije još uvijek nije posebno raširena. Međutim, Okvirna direktiva o vodama Evropske unije (*eng.* Water Framework Directive – WFD; EC, 2000) uvodi novu dimenziju ponovne upotrebe vode, te je za očekivati u narednim godinama sve veće korištenje takve vode.

3.1.6 Prednosti i koristi integralnog upravljanja vodama

Efikasno integralno upravljanje vodnim resursima donosi brojne prednosti za sve korisnike vodnih resursa, kao i za okoliš, kako na lokalnom, tako i na regionalnom i globalnom nivou. Neke od tih prednosti su slijedeće (GWP, 2004):

- **Rješavanje problema.** Brojne zemlje se suočavaju sa problemima vezanim za vodu, a koji se teško mogu riješiti konvencionalnim jedno-sektorskim pristupima. U takve probleme na primjer ubrajamo suše, poplave, prekomjerno zahvaćanje podzemnih rezervi vode, bolesti koje se prenose vodom, degradaciju zemljišta i voda, uništavanje ekosistema, kao i eskalirajuće konflikte oko vode. Rješavanje ovakvih problema može izaći iz normalne nadležnosti agencija koje imaju zadatak da se njima bave, te se u takvim slučajevima zahtijeva saradnja većeg broja različitih sektora. Kod ovakvih problema, integralni pristup upravljanju vodnim resursima omogućava lakšu identifikaciju i implementaciju odgovarajućih rješenja. Također, na ovaj način se izbjegavaju vrlo česte situacije da se rješavanjem jednog problema prouzrokuje niz drugih (GWP, 2004a).

- **Izbjegavanje loših investicija i skupih pogrešaka.** Odluke o investicijama moraju se bazirati na evaluaciji troškova i koristi, imajući u vidu da su oni i mnogobrojni i dugoročni. Kod odlučivanja o ulaganjima potrebno je uzeti u obzir ekonomske posljedice održavanja infrastrukture, mogućnosti povrata troškova, kao i kratkoročne i dugoročne utjecaje na okoliš. Kod usko sektorskog načina razmišljanja, okoliš se često zanemari, što dovodi do negativnih posljedica i po socijalni i po ekonomski razvoj područja. Integralni pristup upravljanju vodnim resursima promovira uzimanje u obzir utjecaja na okoliš. Ovim se izbjegavaju gubici povezani sa neodrživim razvojem i visokim troškovima popravljanja šteta koje nastaju poslije.
- **Ostvarivanje maksimalne vrijednosti za novac uložen u infrastrukturu.** Planiranje, projektiranje, te na kraju upravljanje infrastrukturom korištenjem integralnog pristupa osigurava maksimalni povrat investicija, kako u ekonomskom, tako i u socijalnom smislu. Integriranje razvoja vodnih resursa u šire razvojne planove omogućuje da ulaganja imaju sinergijski efekt, koji rezultira većim povratom nego što bi to bio slučaj kod jedno-sektorskog pristupa.
- **Strateško alociranje vodnih resursa.** U velikom broju zemalja je nakon sagledavanja pristupa upravljanju vodama utvrđeno da alokacija ovog resursa nije načinjena strateški, u smislu nacionalnih razvojnih ciljeva (GWP, 2004a). Strateška alokacija, koja podrazumijeva podređivanje ciljeva sektora ili zainteresiranih strana općim ciljevima društva, veoma rijetko se ostvaruje direktno, putem administrativnih odluka. Mnogo češće se postiže indirektno, korištenjem alata poput cijena vode, te uvođenjem primjerenih ili uklanjanjem nepogodnih i loše promišljenih podsticaja i subvencija.

Integralno upravljanje vodnim resursima prije svega donosi koristi najsiromašnijem stanovništvu koje je i najviše izloženo problemu nestašice vode. Primjena ovakvog načina upravljanja vodnim resursima povećava sigurnost i smanjuje cijenu snabdijevanja vodom prije svega domaćinstava, te smanjuje troškove tretmana otpadnih voda, budući da se kroz ovaj pristup problem zagađivanja rješava znatno efikasnije.

Fokus na integralno upravljanje vodama i učinkovitu upotrebu voda dovode do svakodnevnog povećanja količina vode koje se recikliraju. Naknade za ispuštanje zagađenih voda, koje se nameću kroz zakonsku regulativu, dovele su do značajno efikasnije upotrebe voda u industrijaliziranim zemljama, čime se ostvaruju i značajne finansijske uštede za vlasnike industrijskih i drugih preduzeća.

Na isti način kao što je najsiromašnijima data mogućnost da kroz procese integralnog upravljanja vodama uzmu punopravno učešće u odlučivanju i osiguraju sebi i svojim porodicama sigurnost u snabdijevanju vodom, tako je i okoliš kroz ovaj proces možda po prvi puta dobio svoje odgovarajuće mjesto. Naime, do sada su

kod odlučivanja o tzv. „raspodjeli vode“ potrebe okoliša, odnosno ekosistema koji o vodi ovise, uglavnom zanemarivane nauštrb drugih kategorija korisnika, naročito industrije.

3.2 Načela integralnog upravljanja vodama

Osnovni cilj upravljanja vodama jeste postizanje cjelovitog i usklađenog vodnog režima na nekom teritoriju (Novotny, 2003). To podrazumijeva brigu za prostorni raspored i za stanje količine i kvalitete voda na način koji najbolje odgovara određenom području, odnosno određenom vremenskom periodu. Uzimajući u obzir navedeno, integralnim upravljanjem vodama nastoji se osigurati dovoljna količina kvalitetne pitke vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva, neophodna količina vode odgovarajuće kvalitete za različite privredne potrebe, zaštita života ljudi i materijalnih dobara od štetnog djelovanja voda, te postići i očuvati dobro stanje voda zbog zaštite vodenih i o vodi ovisnih ekosistema. Da bi se ovo uspjelo, potrebno je usaglasiti mjere upravljanja vodama sa mjerama upravljanja prostorom, te osigurati dobar status površinskih i podzemnih voda.

Više je nego očigledno da se sa jedne strane potrebe za pitkom, ali i tehnološkom vodom stalno povećavaju, dok se sa druge strane nastavlja sa tendencijom stalnog smanjenja kvaliteta kako površinskih, tako i podzemnih voda. Jasno je da je zbog ograničenosti resursa neophodno kontinuirano procjenjivati količinu i kvalitetu vode u prirodi, te je optimalnim upravljanjem sačuvati. Optimalno znači zadovoljavajući društvene, ekonomske i okolišne ciljeve. Preduvjet za ostvarivanje ovih ciljeva je da voda postane briga i posao svakog pojedinca, a to se ne može postići ako se kod ljudi ne razvije svijest da su svi saučesnici u hidrološkom ciklusu.

Ovakva situacija navodi na činjenicu da se upravljanje vodama treba zasnivati na načelima koja imaju mnogo veću ozbiljnost i snagu i od onih zakonskih, iako su mnoga od ovih načela postala dijelom zakonske regulative, kako u svijetu, tako i u Bosni i Hercegovini.

Postoje brojna načela relevantna za integralno upravljanje vodnim resursima i sva su ona pogodna za primjenu u određenoj oblasti. Međutim, među svim tim načelima posebno mjesto imaju tzv. „Dablinska načela“. Radi se o četiri načela, koja su pažljivo formulirana 1992. godine na Međunarodnoj konferenciji o vodama i okolišu, održanoj u Dublinu. Dablinska načela, kao uostalom i druga općeprihvaćena načela, imaju za cilj poboljšanje upravljanja oskudnim vodnim resursima. Dablinska načela naišla su na univerzalnu podršku u međunarodnoj zajednici, te pred-

tavljaju osnovna načela na kojima se bazira integralno upravljanje vodnim resursima.

Četiri Dablinska načela su (ACC/ISGWR, 1992):

- Svježa voda je ograničen i ranjiv resurs koji je osnova za održavanje života, razvoja i okoliša.
- Razvoj i upravljanje vodama mora se bazirati na principu saradnje i učešća svih zainteresiranih strana, uključujući korisnike, planere i donosioce odluka na svim nivoima.
- Žena ima centralnu ulogu u osiguranju vode, te upravljanju i zaštiti voda.
- Voda ima ekonomsku vrijednost kod svih vidova korištenja i mora se tretirati kao ekonomsko dobro.

Ova načela nisu statična i stalno se radi na njihovom poboljšavanju i dograđivanju, pomoću iskustvenih podataka i praktičnog rada.

Među ostalim općeprihvaćenim načelima upravljanja vodnim resursima, a koja su na neki način i sadržana u ova osnovna četiri Dablinska principa, potrebno je izdvojiti i sljedeća:

- Voda je nezamjenjiv uvjet života i rada. Obaveza je svih pazljivo čuvati njen kvalitet, te je štedljivo i racionalno koristiti.
- Vodama se upravlja prema načelu jedinstva vodnog sistema i načelu održivog razvoja kojim se zadovoljavaju potrebe sadašnje generacije i ne ugrožavaju pravo ni mogućnost budućih generacija da to ostvare za sebe.
- Voda ne poznaje granice – teritorijalne jedinice za upravljanje vodama jesu slivna područja kao hidrografske i gospodarske cjeline. Granice administrativno-teritorijalnih jedinica ne smiju biti preprekom za integralno upravljanje vodama na tim područjima.
- U pripremi i donošenju planova koji su osnova upravljanja vodama polazi se od obaveze cjelovite zaštite okoliša i ostvarivanja općeg i gospodarskog razvoja zemlje.
- Za korištenje voda koje prelaze granice dopuštene opće upotrebe, kao i za svako pogoršanje kvaliteta vode, plaća se naknada srazmjerno koristi, odnosno stepenu i opsegu utjecaja na promjene u stanju voda.

Voda kao ograničen i ranjiv resurs. Koncept po kojem je voda ograničen resurs proizilazi iz činjenice da se unutar hidrološkog ciklusa voda na određenom prostoru i u posmatranom vremenskom periodu pojavljuje u određenim, maksimalnim količinama, koje se ne mogu značajno izmijeniti ljudskim djelovanjem. Premda su se u novije vrijeme pojavila određena rješenja koja omogućuju izvjesno povećanje raspoloživih količina pitke vode u prirodi (smanjenje prirodnog isparavanja ili de-

salinizacija morske vode, koja je postala izvodivo tehničko rješenje), zbog velikih troškova i komplicirane izvedbe ova rješenja imaju veoma ograničenu razmjenu i primjenu.

Različite ljudske aktivnosti mogu imati značajan utjecaj na raspoložive količine i kvalitet vodnih resursa. Neke od aktivnosti rezultiraju negativnim utjecajima, na primjer pretjerana eksploatacija podzemnih voda, ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda, zahvati u prostoru (sječa šume, urbanizacija), i sl. Pozitivni utjecaji uglavnom se vezuju za reguliranje nepovoljne prostorne i vremenske raspodjele vodnih resursa u prirodi (sprečavanje poplava, izgradnja akumulacija za povećanje raspoloživih minimalnih količina vode tokom sušnog perioda i sl.).

Bez obzira što se u prirodi javlja samoprečišćavanje (autopurifikacija) voda, gdje uslijed odvijanja različitih fizičkih, hemijskih i biohemijskih procesa dolazi do prirodnog smanjenja sadržaja i koncentracija ispuštenih zagađujućih materija u prirodnim vodama, u vode se ne može ispuštati neograničena količina zagađenja zbog limitiranog kapaciteta ovih procesa. Stoga se voda smatra ranjivim resursom koji se mora održavati da bi mogao dugoročno osiguravati potrebne funkcije za svoje korisnike.

Načelo učešća zainteresiranih strana. Pitanja koja se tiču vode su predmet interesiranja svih članova društva, pa se može reći da u ovom slučaju sve grupe predstavljaju zainteresirane strane. Međutim, stvarno učešće se događa samo kada su zainteresirane strane dio procesa odlučivanja (Cap-Net i GWP, 2005). Učešće u procesu odlučivanja može biti: (i) neposredno, kada zainteresirane strane direktno utiču na odluke u pogledu vodnih resursa i (ii) indirektno, kada se odlučivanje vrši preko demokratski izabраниh predstavnika.

Učešće u procesu odlučivanja ne znači samo konsultacije o pitanjima upravljanja vodama, već podrazumijeva mogućnost utjecaja na odluke na različitim nivoima upravljanja. Naime, različiti mehanizmi konsultacija, između ostalog ankete i sastanci sa zainteresiranim stranama, ne omogućuju stvarno učešće, posebno ako su organizirani sa prvenstvenim ciljem da se legitimiziraju već donesene odluke, oslabi politička opozicija ili odloži implementacija mjera koje mogu značajno utjecati na moćne interesne grupe (GWP, 2004).

Zbog različitih i često konfliktnih interesa zainteresiranih strana, načelo učešća podrazumijeva postizanje konsenzusa o pitanjima upravljanja vodama, kako bi se postigao dugoročno stabilan i održiv proces upravljanja. Neophodna pretpostavka za konsenzus je visoka svijest zainteresiranih strana o potrebi kompromisa o pojedinim pitanjima za postizanje općeg dobra za sve. Kako konsenzus nije uvijek moguće postići, u procesu odlučivanja moraju biti predviđeni odgovarajući mehanizmi razrješenja konflikta.

Učešće u procesu odlučivanja potrebno je osigurati na najnižem mogućem nivou koje će omogućiti istinsku participaciju zainteresiranih strana i efikasno odlučivanje. Za donošenje određenih odluka, najniži odgovarajući nivo može biti na primjer domaćinstvo ili farma. Sa druge strane, upravljanje prekograničnim slivnim područjima zahtijevat će donošenje odluka na nivou međudržavnih komisija ili drugih sličnih međunarodnih koordinacionih tijela za donošenje odluka.

Spolna dimenzija. Žena ima važnu ulogu u upravljanju vodom u kućanstvu, odnosno u porodici. Međutim, njena uloga u upravljanju vodama u društvu u prošlosti nije adekvatno tretirana (Cap-Net i GWP, 2005). Vrlo mali broj žena je prisutan u tijelima koja odlučuju o upravljanju vodama, posebno u zemljama u razvoju.

Od 1980. godine mnogo se učinilo na promoviranje značaja uloge žena u upravljanju vodama. Tako je tokom Međunarodne decenije vodosnabdijevanja i kanalizacije (1981-1990) pokazano da se većim uključivanjem žena u projekte vodosnabdijevanja i osiguranja kanalizacije postižu bolji rezultati na projektima, smanjuje rasipanje vode, te osigurava čistiji okoliš oko izvorišta vode. Međutim, glavna uloga koju žene imaju kao snabdjevači i potrošači vode, te kao čuvari životnog okoliša, rijetko se adekvatno odražavala u procesu planiranja, razvoja i upravljanja vodnim resursima, kao i u odlučivanju s tim uzezi.

Implementacija programa koji se odnose na vode i osiguravanje sudjelovanja žena u razvojnim pitanjima vezanim za vode stavljena je u fokus na 58. sjednici Generalne skupštine UN-a, održanoj u decembru 2003. godine, kada je period 2005-2015. godine proglašen Međunarodnom decenijom djelovanja pod nazivom „Voda za život“ (eng. „Water for Life“) (GWA, 2006).

Za razvoj efikasnog učešća žena u odlučivanju na svim nivoima mora se uzeti u obzir činjenica da se u različitim društvima muškarcima i ženama dodjeljuju specifične društvene, ekonomske i kulturne uloge. Zbog toga je bitno da se u vodnom sektoru pri odlučivanju uzme u obzir spolna dimenzija i utvrde mehanizmi učešća žena u procesu integralnog upravljanja vodnim resursima.

Voda kao ekonomsko dobro. Mnogobrojni neuspjesi u upravljanju vodama u prošlosti posljedica su činjenice da se voda često smatrala besplatnim dobrom, odnosno da je to dobro čija vrijednost se u potpunosti ne razumije. Kako bi se postigle najveće koristi od ovog ograničenog dobra, neophodno je mijenjati percepciju o vrijednosti vode. Upravljanje vodom kao ekonomskim dobrom omogućuje postizanje društvenih ciljeva, kao što je efikasna i pravedna raspodjela vode, a također ohrabruje i štednju i zaštitu ovog resursa (Cap-Net i GWP, 2005).

Veoma često se ovaj koncept vode kao dobra koje ima vrijednost interpretira na način da voda mora imati ekonomsku cijenu koju svi moraju plaćati, što je očiti nesporazum (Savenije i Hoekstra, 2003). Naime, koncept vode kao ekonomskog

dobra znači da se odluke o alokaciji i korištenju ovog resursa trebaju donositi na osnovu ekonomskih razloga. Da bi se izbjegli nesporazumi, pri tome treba razlikovati koncepte vrijednosti i cijene vode (GWP, 2004). Vrijednost vode određuje se korištenjem koncepta oportunitetnog troška, koji predstavlja izgubljenu vrijednost resursa kao posljedica odluke da se resurs koristi za posmatranu, a ne za neku drugu namjenu (McGuigan i ostali, 1999). Cijena vode je ekonomski instrument, kojim se utiče na ponašanje u pogledu štednje i efikasnog korištenja vode, osigurava poticaj u pogledu upravljanja potražnjom za vodom, osigurava povrat uložених трошкова, a cijena odražava i spremnost potrošača za plaćanje dodatnih ulaganja u usluge povezane sa vodnim resursima (GWP, 2004).

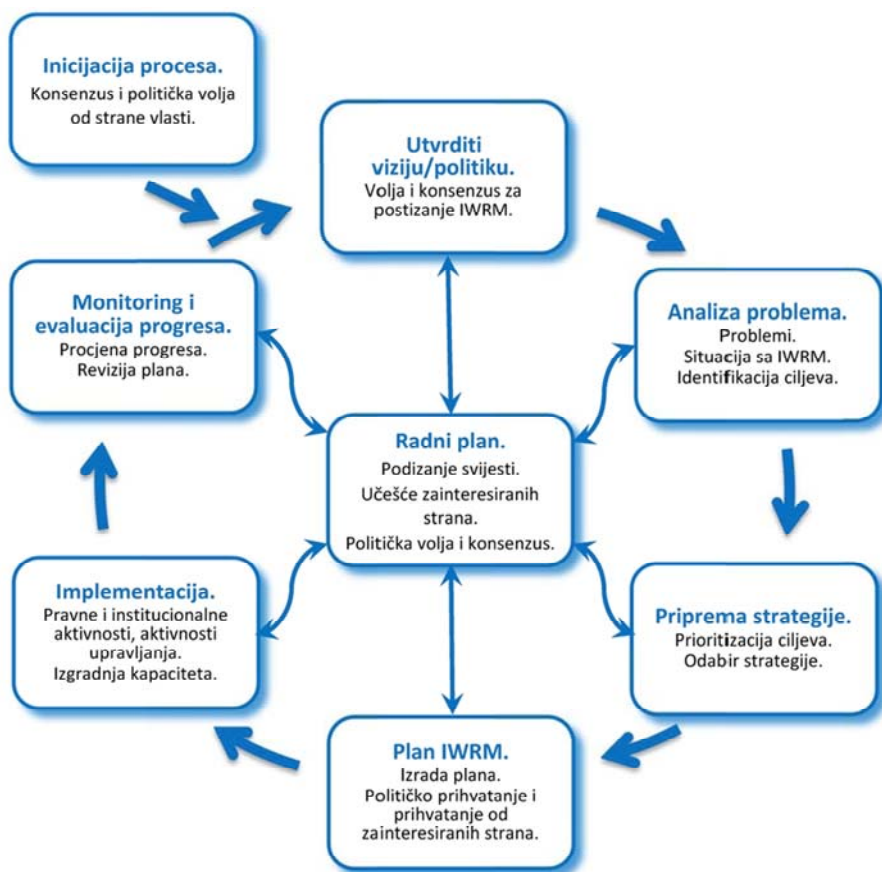
Upravljanje vodom kao ekonomskim dobrom predstavlja značajan mehanizam za odlučivanje o alokaciji vodnih resursa između različitih sektora koji koriste vode, kao i između različitih korisnika unutar jednog sektora (Cap-Net i GWP, 2005). Ovo je posebno važno u situacijama kada više nema tehničkih i finansijskih mogućnosti za osiguranje novih količina vode, već je postojeće, limitirane količine potrebno raspodijeliti na zainteresirane korisnike.

3.3 Provođenje integralnog upravljanja vodnim resursima

Provođenje upravljanja vodnim resursima je kontinualni ciklični proces koji je shematski prikazan na slici 3.3. Naime, integralno upravljanje vodnim resursima treba posmatrati kao kontinualni proces, koje se odvija iterativno, tj. ciklično, a ne kao aktivnost koja se odvija jedanput i koja je linearna po svojoj prirodi. Ovakav pristup baziran je na efektivnom upravljanju vodnim resursima koje podstiče proces dobrog i kontinuiranog upravljanja, a koje predstavlja odgovor na promjene u postavljenim ciljevima i potrebama (GWP, 2004a).

3.3.1 Osnovni koraci u provođenju IWRM

Kao proces koji istražuje mogućnosti postizanja promjena nabolje u postojećim neodrživim sistemima upravljanja vodnim resursima, IWRM nema svoj tačno definirani početak i kraj. Iniciranje procesa planiranja IWRM može biti internog ili eksternog karaktera, a može nastati i kao kombinacija ova dva utjecaja. Bez obzira na razlog i izvor iniciranja procesa, veoma značajna polazna osnova je razumijevanje koncepta i procesa IWRM, kojim se postiže održivi razvoj upravljanja vodnim resursima. Bez ovog razumijevanja, nije moguće postići potpuni konsenzus i političku volju za provođenje procesa IWRM od strane nadležnih vlasti, u kom slučaju i sam proces dolazi u pitanje.



Slika 3.3 Osnovni koraci u provođenju IWRM (Izvor: Cap-Net i GWP, 2005)

Postavljanje nacionalne vizije i politike je ključno za definiranje principa i smjernica budućih akcija u sektoru voda, kao i smjernica za proces planiranja IWRM. Vizija i politika u sektoru voda trebaju biti postavljeni na način da se u procesu IWRM može postići održivo upravljanje vodama. U ovoj fazi, ponovno se preispituje i potvrđuje volja i konsenzus ključnih zainteresiranih strana za postizanje integralnog upravljanja vodnim resursima.

Kako bi se mogle definirati odgovarajuće akcije kojima će se dostići postavljena vizija, veoma je značajno sagledati postojeću situaciju u svim oblastima od značaja za upravljanje vodama. Za analizu postojećih problema neophodno je provesti i konsultacije sa svim zainteresiranim stranama, uključujući različite institucije vlasti, kako bi se dobro razumjeli ciljevi i potrebe tih strana vezano za vodne resurse, kao i problemi koje zainteresirane strane vide u pogledu postojećeg upravljanja vodnim resursima. U ovoj fazi se identificiraju sve prednosti i nedostaci postojećeg

sistema upravljanja vodama, što je osnova za određivanje ciljeva upravljanja vodama, koji će se u okviru plana IWRM pretočiti u konkretne aktivnosti u narednim fazama implementacije procesa.

Na osnovu analize problema u sektoru voda, definira se strategija realizacije integralnog upravljanja vodama (slika 3.3). Prvi korak u izradi strategije je postavljanje ciljeva za plan upravljanja vodama. Ciljevi trebaju da budu postavljeni realno, na bazi sagledavanja postojeće situacije sa vodnim resursima, a uzimajući u obzir postavljenu viziju i politiku u sektoru voda. Za svaki postavljeni cilj sagledava se moguća strategija njegovog postizanja i rješenja koja će omogućiti prevazilaženje problema identificiranih u prethodnoj fazi. Premda se pojedina rješenja mogu uočiti već u fazi analize postojeće situacije, u fazi izrade strategije se sva rješenja problema moraju identificirati, te izvršiti njihova analiza sa aspekta izvodivosti, kao i prednosti i nedostataka u pogledu postizanja postavljenih ciljeva. Odabiru se ona strategija i rješenja koji su najopravdaniji sa aspekta postizanja održivog upravljanja vodnim resursima, te postavljene vizije u sektoru voda i ciljeva IWRM.

Na osnovu postavljene vizije, identificiranih problema i utvrđene strategije može se pripremiti plan integralnog upravljanja vodnim resursima. U ovisnosti od konteksta implementacije procesa IWRM, može se javiti potreba da se nacrt plana više puta priprema i dorađuje, ne samo da bi se utvrdile realne i održive aktivnosti i budžet za njihovu realizaciju, već i da bi različite zainteresirane strane bile saglasne sa svim predloženim komponentama plana. Formalno odobrenje plana od strane nadležnih institucija je neophodan preduvjet za početak njegove implementacije (Cap-Net i GWP, 2005).

Priprema plana IWRM je veoma važan korak za postizanje integralnog upravljanja vodnim resursima, ali ne predstavlja kraj procesa. Naime, plan je potrebno implementirati kako bi se postigli postavljeni ciljevi i dostigla zacrtana vizija. Implementacija podrazumijeva provođenje različitih pravnih i institucionalnih aktivnosti, kao i aktivnosti upravljanja vodnim resursima koji su utvrđeni u okviru plana IWRM. Izgradnja kapaciteta svih učesnika u provođenju plana je bitan preduvjet za efikasnu implementaciju.

Veoma često je implementacija plana faza u kojoj se javljaju najznačajniji problemi u procesu IWRM koji dovode u pitanje postizanje održivog korištenja voda. Najčešći razlozi koji uzrokuju da se planovi IWRM ne implementiraju ili samo djelimično implementiraju su (Cap-Net i GWP, 2005):

- nedostatak političke volje i konsenzusa za postizanje integralnog upravljanja vodnim resursima;
- nerealan plan, koji zahtijeva korištenje takvih resursa koji nisu na raspolaganju nadležnim institucijama;

- plan u suštini nije prihvaćen od svih zainteresiranih strana, a posebno onih utjecajnih.

Zbog toga je praćenje implementacije plana neophodan korak kako bi se moglo utvrditi da li se upravljanje vodnim resursima provodi u skladu sa planom, te da li su potrebne i moguće korekcije u aktivnostima na implementaciji, ili je potrebno korigirati sam plan. U ovom drugom slučaju se zapravo javlja potreba da se ponovno otvori ciklus provođenja IWRM, u kojem se prema potrebi redefiniiraju rezultati svih faza procesa iz prethodnog ciklusa. Da bi se postiglo održivo korištenje vodnih resursa, što je jedan dugoročni zadatak i proces, ciklično ponavljanje aktivnosti na provođenju IWRM (slika 3.3) potrebno je vršiti u periodičnim intervalima (Cap-Net i GWP, 2005).

U svim navedenim fazama realiziranja programa IWRM, potrebno je osigurati i provjeravati političku volju i konsenzus svih zainteresiranih strana za realiziranje procesa (slika 3.3). Učešće svih zainteresiranih strana i podizanje njihove svijesti su ključni faktori od kojih zavisi da li će opisani proces voditi održivom korištenju vodnih resursa ili ne.

3.3.2 Planiranje i planovi upravljanja vodama

Planiranje je ključni mehanizam za postizanje integralnog upravljanja vodnim resursima. Planiranje upravljanja vodnim resursima predstavlja planiranje razvoja, zaštite i korištenja vode kao jednog oskudnog resursa, kojim se usklađuju raspoloživi vodni resursi sa potrebama, uzimajući u obzir postavljene nacionalne ciljeve i ograničenja, kao i interese zainteresiranih strana (Savenije i Hoekstra, 2003). Pri planiranju je potrebno imati strateški pristup, koji će omogućiti da se postignu takva rješenja koja daju odgovor na uočene probleme sa vodnim resursima.

3.3.2.1 Opće o planiranju integralnog upravljanja vodnim resursima

U procesu planiranja IWRM, potrebno je identificirati i razmotriti veći broj strategija i mjera za postizanje postavljene vizije i strateških ciljeva. Analiza alternativnih strategija je kompleksan zadatak, pa se u cilju jednostavnijeg odlučivanja veoma često koriste različite metode. Većina ovih metoda težište stavlja na interakciju interesa različitih zainteresiranih strana, kako bi se donosiocima odluka olakšalo razumijevanje njihove uloge u procesu.

Ovaj pristup je dosta različit od onih koji su se u prošlosti dosta koristili, a koji su bazirani na različitim tehnikama optimizacije (npr. linearnog programiranja). Danas je dosta široko rasprostranjeno mišljenje da tehnike optimizacije imaju ograničenu primjenu, uglavnom zbog dva ključna razloga koji doprinose kompleksnosti planiranja procesa IWRM (Savenije i Hoekstra, 2003):

- Nesigurnosti u pogledu budućih događaja (hidroloških i klimatskih scenarija, scenarija tehnološkog i ekonomskog razvoja, političkih scenarija). Danas postoje relativno pouzdani alati kojima se rješavaju problemi vezani za nesigurnosti u pogledu prirodnih i fizičkih procesa, ali to nije slučaj sa predviđanjima koja se odnose na društvene i ekonomske procese. Tako su na primjer cijene nafte i poljoprivrednih proizvoda, kamatne stope, odnosi valuta na kursnim listama i sl. teško predvidive veličine, a od njih u velikoj mjeri zavisi analiza politike u sektoru voda. Pored toga, ne samo da je teško razumjeti funkcioniranje društvenih mehanizama u nekom vremenskom trenutku, već se ti mehanizmi mijenjaju tokom vremena.
- Pored svih prethodno navedenih nesigurnosti, uvijek je prisutan i konflikt različitih interesa. Kod integralnog upravljanja vodnim resursima, odluke se rijetko donose na bazi „optimalnog“ scenarija, već se usvaja ona opcija koja je prihvatljiva relevantnim zainteresiranim stranama i koja predstavlja prihvatljivo kompromisno rješenje.

S obzirom na prethodno navedene i druge razloge koji utiču na kompleksnost procesa planiranja, postalo je jasno da planiranje IWRM nije jednostavno proračunavanje najboljeg, tj. optimalnog rješenja. S obzirom da proces planiranja zahtijeva multidisciplinarnost i neprestano učešće svih zainteresiranih strana, potreban je fleksibilan pristup koji će garantirati da predložena strategija upravljanja vodama bude prihvatljiva za sve.

Očekivani rezultat planiranja upravljanja vodnim resursima je priprema izvodivog i prihvatljivog plana IWRM, što je dokument koji sadrži odgovore na slijedeća pitanja: (i) šta treba biti urađeno da bi se postiglo održivo upravljanje vodama, (ii) ko treba realizirati pojedine aktivnosti, (iii) kada se pojedine aktivnosti trebaju realizirati i (iv) koji su resursi na raspolaganju za realizaciju plana.

Plan integralnog upravljanja vodnim resursima može obraditi širok opseg pitanja, koja u velikoj mjeri zavise od konteksta situacije u zemlji i slivnom području za koje se plan priprema. Stoga je sadržaj svakog plana upravljanja različit. Međutim, planovi integralnog upravljanja vodnim resursima bi minimalno trebalo da obrade slijedeća pitanja (Cap-Net i GWP, 2005):

- Opis postojećeg sistema upravljanja vodnim resursima koji će se zamijeniti planom koji je u pripremi, što uključuje elaboriranje slijedećih pitanja: (i) historijat postojećeg sistema upravljanja, (ii) postojeći pravni i institucionalni okvir, (iii) ograničenja postojećeg sistema upravljanja.
- Opis postojećeg stanja vodnih resursa na području za koje se plan odnosi, što obuhvata analizu slijedećih problema: (i) prostorna i vremenska raspodjela vodnih resursa, (ii) analiza korisnika vode i načina korištenja vodnih resursa, (iii)

društveni i institucionalni okvir upravljanja vodama, (iv) prostorna i vremenska raspodjela poplava i pojava suše, (v) postojeće strategije očuvanja vode i upravljanja potražnjom za vodom, (vi) ostala pitanja koja su kandidirale zainteresirane strane tokom procesa konsultacija.

- Opis ciljeva upravljanja vodnim resursima.
- Strategija implementacije plana, koja obuhvata: (i) identifikaciju i opis aktivnosti na implementaciji plana, (ii) prikaz očekivanih rezultata, (iii) analiza troškova realizacije aktivnosti i (iv) dinamika realiziranja plana i pojedinih aktivnosti. Pri razradi plana uobičajeno se mnogobrojne aktivnosti prezentiraju po pojedinim oblastima, na primjer: Istraživanje i razvoj, Informacioni sistem voda, Ljudski resursi i sl.
- Plan integralnog upravljanja vodnim resursima treba da uključi poglavlje koje povezuje ovaj plan sa drugim nacionalnim sektorskim planovima (na primjer, kako je plan IWRM povezan sa Strategijom borbe protiv siromaštva i sl.).

U toku izrade plana potrebno je neprekidno obavljati proces konsultacija sa zainteresiranim stranama, a posebno sa ključnim stranama od kojih zavisi uspješna implementacija. Konsultacije mogu rezultirati potrebom da se nacrt plana priprema više puta, pa se proces izrade nacrta plana može shvatiti kao jedan iterativni proces koji završava tek po prihvatanju nacrta plana od strane ključnih zainteresiranih strana.

Da bi se proces konsultacija, a i konačnog prihvatanja plana, pravilno usmjerio, potrebno je prije početka izrade plana postići konsenzus svih zainteresiranih strana o uvjetima koji moraju biti zadovoljeni da bi se plan prihvatio i usvojio. Ukoliko su ovi uvjeti utvrđeni na početku i ako je učešće zainteresiranih strana u procesu izrade nacrta plana bilo zadovoljavajuće, onda formalno prihvatanje i usvajanje plana ne bi trebalo da bude problem. U suprotnom, usvajanje plana, a i njegova kasnija implementacija mogu biti otežani ili potpuno onemogućeni.

3.3.2.2 Planiranje upravljanja vodama i Okvirna direktiva o vodama Evropske unije

Jedan od najznačajnijih alata vodne politike danas je Okvirna direktiva o vodama – WFD (EC, 2000) kojom se utvrđuju principi upravljanja vodnim resursima u Evropskoj uniji (EU). Okvirnom direktivom o vodama utvrđeno je da zemlje članice EU moraju izraditi planove upravljanja riječnim slivovima (*eng.* River Basin Management Plan – RBMP) za svako slivno, odnosno vodno područje (*eng.* River Basin District – RBD). Ovi planovi predstavljaju ključni dokument planiranja upravljanja vodama kojim se postavljaju specifični ciljevi i mjere kojima se oni mogu dostići. U skladu sa WFD, zemlje članice morale su pripremiti planove upravljanja vodama do 2009. godine, a nakon toga ih svakih 6 godina revidirati i obnavljati.

U skladu sa Aneksom VII Okvirne direktive o vodama, predviđeno je da planovi upravljanja u osnovi uključe i elaboriraju slijedeće elemente:

- opis karakteristika vodnog područja;
- značajne pritiske i utjecaje ljudskih aktivnosti na status površinskih i podzemnih voda;
- identifikaciju i mapiranje zaštićenih područja;
- rezultate programa monitoringa voda;
- opis ciljeva upravljanja vodama;
- rezultate ekonomske analize u pogledu korištenja voda;
- program mjera za dostizanje ciljeva;
- pregled ostalih programa i planova upravljanja za posmatrano vodno područje;
- pregled poduzetih mjera javnih konsultacija i njihovih rezultata;
- pregled nadležnih institucija;
- kontakt osobe i procedure korištene za prikupljanje dokumentacije potrebne za izradu plana.

Okvirna direktiva o vodama je postavila nove ciljeve za vodne resurse kojima se od zemalja članica zahtijeva da postignu tzv. „dobar status“ vodnih tijela do 2015. godine i da spriječe pogoršanje statusa voda. Dobar status znači da kvalitet voda ukazuje samo na manje izmjene uzrokovane ljudskim aktivnostima u odnosu na neporemećene uvjete u vodnom tijelu. WFD dopušta odstupanje od ovog standardnog cilja u slučaju u kojem se govori o dostizanju tzv. „alternativnih ciljeva“. Ova mogućnost predstavlja mehanizam koji omogućuje uzimanje u obzir i drugih okolišnih, društvenih i ekonomskih prioriteta, osim prioriteta koji se odnose na upravljanje vodnim resursima. Alternativni ciljevi upravljanja vodama mogu se koristiti samo u izuzetnim slučajevima (Defra, 2006).

Programom mjera potrebno je definirati sve mjere – aktivnosti i mehanizme (pravne, ekonomske i druge alate), kojima se postižu ciljevi utvrđeni u WFD i planu upravljanja riječnim slivom. Neke od predloženih mjera primjenjuju se na vodnom području za koje se plan priprema, dok se jedan broj mjera može odnositi na šire ili uže geografsko područje (nacionalni, regionalni, lokalni nivo). U pravilu, različitim tipovima mjera odgovarat će različit geografski obuhvat primjene.

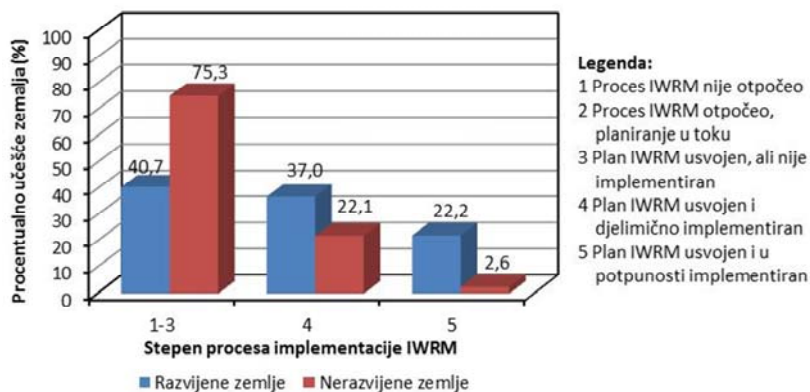
Okvirnom direktivom o vodama predviđen je proces konsultacija sa zainteresiranim stranama o nacrtu plana u trajanju od najmanje 6 mjeseci. Tokom ovog procesa, ne vrši se samo prikupljanje mišljenja o nacrtu plana, već se zainteresirane strane angažiraju u razrješenju konfliktnih interesa i problema.

Proces planiranja u skladu sa WFD uključuje reviziju većeg broja postojećih planova i programa, kako bi se oni usaglasili gdje je to potrebno sa planom upravljanja

riječnim slivom i ciljevima Okvirne direktive o vodama (Defra, 2006). Ovaj proces usaglašavanja je dvosmjernan; javne institucije izvan sektora voda trebalo bi da mogu utjecati na proces izrade planova upravljanja riječnim slivovima, a također i institucije iz sektora voda trebaju utjecati na ostale sektorske strategije i planove.

3.3.3 Implementacija integralnog upravljanja vodnim resursima

Proces integralnog upravljanja vodnim resursima je uspostavljen ili se uspostavlja u mnogim zemljama svijeta. Na 4. svjetskom forumu o vodi (*eng.* World Water Forum), održanom 2006. godine u Meksiku, objavljeno je da je od 95 analiziranih zemalja, u njih 74% već usvojena strategija IWRM ili je bio u toku proces utvrđivanja takve strategije (Hassing i ostali, 2009). Ova i neke druge analize (na primjer UN-Water, 2008) pokazale su da zemlje u svijetu sve više grade kapacitete u pogledu procesa integralnog upravljanja vodnim resursima.



Slika 3.4 Stepen procesa implementacije IWRM u svijetu

Međutim, činjenica je da je relativno mali broj zemalja otišao dalje od početnih koraka na pripremi planova upravljanja vodama. Anketa provedena 2008. godine na 104 zemlje (od čega 27 razvijenih i 77 zemalja u razvoju) pokazala je, prema očekivanju, da je daleko veći procent implementacije IWRM registriran u razvijenim zemljama, nego u nerazvijenim zemljama, odnosno zemljama u razvoju (UN-Water, 2008). Tako su u 37% razvijenih zemalja usvojeni nacionalni planovi IWRM, a u još 22% zemalja ti planovi su u potpunosti implementirani (slika 3.4).

U svojoj primjeni se proces integralnog upravljanja vodnim resursima suočava sa mnogobrojnim izazovima. Jedan od tih izazova je integracija vodne politike u ostale sektore u državi (Hassing i ostali, 2009). Problemi poput finansijskih pitanja, ograničenja u resursima i ljudskim kapacitetima, institucionalne barijere i drugi

faktori predstavljaju ograničenja koja određuju do kojih granica se integracija može provesti. I neka druga pitanja predstavljaju izazove za praktičnu implementaciju procesa IWRM, poput saradnje na prekograničnim slivnim područjima, metodologije praćenja progressa u implementaciji IWRM, uspostavljanja odgovarajućeg institucionalnog okvira za implementaciju i sl.

Kao i kod drugih procesa kojima se reformira neka oblast, i IWRM predstavlja proces kojem je potrebno vrijeme, moguće i višedecenijsko, da se uspostavi sistem upravljanja vodama u skladu sa općim principima ovog procesa. U razvijenim zemljama Evropske unije (na primjer Francuskoj i Španiji) bilo je potrebno preko 50 godina da se uspostavi današnji sistem upravljanja vodama koji je u skladu sa principima integralnog upravljanja vodnim resursima i Okvirne direktive o vodama (Hassing i ostali, 2009). U nerazvijenim i zemljama u razvoju, koje imaju slabiji institucionalni kapacitet za reforme, ovaj proces se znatno sporije odvija, kao posljedica mnogobrojnih faktora koji usporavaju reforme i uspostavljanje sistema IWRM.

4

Održiva potrošnja vode

Porast broja ljudi na Zemlji, te povećane potrebe za vodom, koje su posljedica porasta životnog standarda, promjena životnih navika i povećanja industrijske i poljoprivredne proizvodnje, rezultira povećanjem potrošnje vode. Utrošena voda, u ovisnosti o načinu korištenja, biva onečišćena štetnim materijama, pa se, i pored svih raspoloživih tehnologija prečišćavanja, zalihe čiste vode smanjuju.

Analize pokazuju da količina zahvaćene vode na globalnom nivou iznosi 3.790 km³ (od čega količina potrošene vode iznosi 2.070 km³ ili 61%) u 1995. godini, a 4.430 km³ (od čega količina potrošene vode iznosi 2.304 km³ ili 52%) u 2000. godini (Shiklomanov, 1999). Tokom 2000. godine, 57% od zahvaćene i 70% od potrošene vode, otpada na azijski kontinent, gdje se nalaze najveće površine pod navodnjavanjem (UNESCO, 1999). U budućnosti se očekuje porast količina zahvaćene vode za 10-12% svakih 10 godina, pa se očekuje da do 2025. godine količina zahvaćene vode iznosi 5.240 km³, što čini povećanje od 1,38 puta od 1995. godine. Očekuje se i postupni porast potrošnje vode do 1,33 puta (UNESCO, 1999).

U narednim desetljećima se očekuje da će najviše vode zahvaćati Afrika i Južna Amerika (očekivano povećanje iznosi 1,5-1,6 puta), dok se u Evropi i Sjevernoj Americi očekuje nešto manje povećanje (1,2 puta) (Harrison i Pearce, 2004; Shiklomanov, 1999; UNESCO, 1999). Globalni vodni otisak iznosi 1.240 m³/st./godišnje. U apsolutnom iznosu, Indija ima najveći vodni otisak na svijetu odnosno 987 Gm³/god. Međutim, broj stanovnika Indije u odnosu na ukupan broj iznosi 17%, a vodnom otisku doprinose sa 13%. Gledajući relativne odnose stanovnici SAD-a imaju najveći vodni otisak od 2.480 m³/st./god. a iza njih slijede Grčka, Italija i Španjolska sa 2.300-2.400 m³/st./god. S druge strane, Kina ima rela-

tivno nizak vodni otisak sa prosjekom od 700 m³/st./god. (Hoekstra i Chapagain, 2007).

Tokom 20. stoljeća u svijetu se količina zahvaćene vode (crpljenjem i na druge načine) uvećala za više od šest puta, što je dvostruko brže od porasta svjetskog stanovništva u istom razdoblju. Zahvaćanje vode i dalje će rasti ne samo zbog povećanja stanovništva, već i zbog stalno rastućih društveno-ekonomskih potreba. Prekomjerno korištenje nije održivo. Ono ima vrlo negativan utjecaj na kvalitet i količinu preostale vode, kao i na ekosisteme koji ovise o njoj. Očito je da moramo smanjiti zahtjeve, svesti količine vode koju crpimo na najmanju moguću mjeru, te povećati efikasnost korištenja vode. Gleick je još 1996. godine (Gleick, 1996) dao definiciju održivog korištenja vode kao: „Korištenje vode koje ljudskom društvu omogućava da traje i napreduje još hiljadama godina, bez ugrožavanja integriteta hidrološkog ciklusa ili ekoloških sistema koji o njemu ovise“.

4.1 Indikatori potrošnje vode

4.1.1 Vodna efikasnost

Vodna efikasnost je indikator odnosa između količine vode potrebne za određenu namjenu i količine vode isporučene potrošaču (Vicekers, 2003). Štednja vode je sličan koncept, kod kojeg se naglasak stavlja na izvršenju neke aktivnosti sa minimalnom količinom vode. Efikasnost se više fokusira na reduciranje otpadne vode, nego na ograničavanje njezina korištenja. Kod efikasnosti se naglasak stavlja na mjerenje potrošnje vode u procesu, promjenu načina korištenja vode za određene namjene, održavanje opreme, unaprjeđenje procesa i proizvoda sa ciljem recirkuliranja i reciklaže vode i sl. Primjena recirkuliranja i reciklaže vode u industrijskim pogonima može smanjiti potrošnju vode za 50% i više, čime se postiže i dodatna korist u odnosu na smanjenje otpadne vode.

4.1.2 Vodna produktivnost

Vodna produktivnost je indikator koji pokazuje količinu vode upotrijebljenu za nastanak jedinice proizvoda, i najčešće se koristi u poljoprivredi da opiše količinu vode korištene za uzgoj stoke, žitarica i drugih poljoprivrednih kultura. Indikator se koristi i u industriji i izražava se u odnosu na jedinicu proizvoda. Ovaj način izražavanja potrošnje vode omogućava uporedbu na nivou sektora.

4.1.3 Vodni otisak

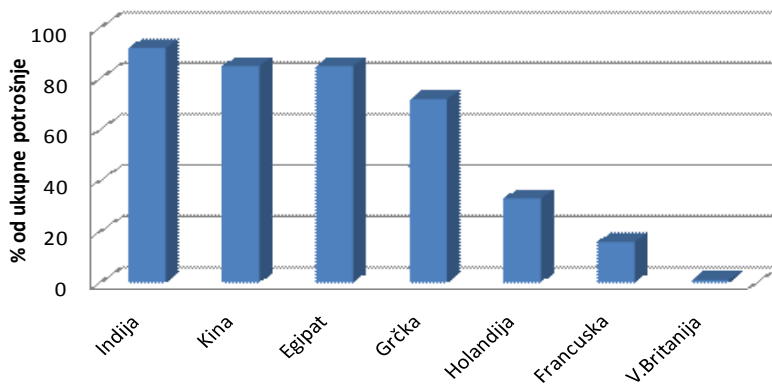
Vodni otisak je indikator potrošnje vode koji uzima u obzir životni ciklus nastanka nekog proizvoda ili aktivnosti, obuhvaćajući i direktnu i indirektnu potrošnju vode potrošača i proizvođača. Vodni otisak osobe, zajednice ili poslovnog subjekta definiran je kao ukupna količina svježe vode koja se koristi za proizvodnju dobara i usluga, a koju konzumira osoba, zajednica ili proizvodni pogon. Za proizvodni pogon, vodni otisak je koristan indikator za analizu potrošnje vode ne samo direktno u proizvodnom procesu, nego i ukupnom lancu snabdijevanja od sirovine do distribucije i korištenja proizvoda. Utemeljitelj ovog koncepta koji promatra i potrošnju kao faktor utjecaja na vodne resurse je profesor Arjen Y. Hoekstra.

4.2 Potrošnja vode

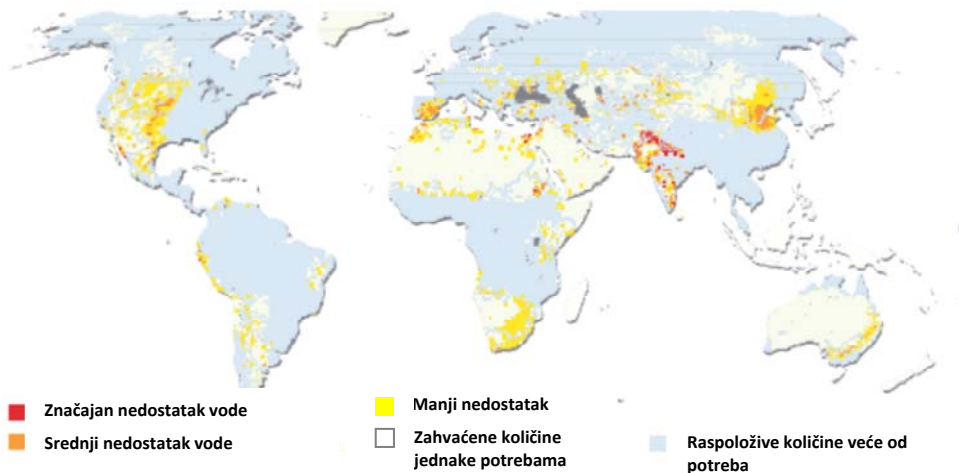
4.2.1 Potrošnja vode u poljoprivredi

Najveći dio vode, 70% raspoložive vode širom svijeta, troši se u poljoprivredi (Appelgren, 2004; Pimentel i Pimentel, 2008). Oko 250 miliona hektara obradivih površina se navodnjava. To je samo 17% od ukupne obradive površine, ali sa koje se dobiva više od jedne trećine ukupne svjetske žetve. Potrošnja je posebno visoka u sušnim područjima, kao što su Bliski Istok, sjeverna Afrika, jugozapad SAD, gdje se skoro preko cijele godine mora vještački navodnjavati. Također, države kao što su Pakistan, Indija, Indonezija i Kina ovise od navodnjavanja, uz pomoć kojeg se u tim zemljama ostvari više od pola ukupne proizvodnje životnih namirnica. Da bi se rastući broj stanovništva mogao prehraniti, mora se sve više zemlje obrađivati i navodnjavati. Također, potrošnja vode za stočarstvo je porasla zadnjih godina. U mnogim zemljama u razvoju, 90% zahvaćene vode se koristi za navodnjavanje (slika 4.1). U Engleskoj, koja obiluje padavinama, samo 1% od zahvaćene količine se koristi za navodnjavanje, dok u Španjolskoj, Portugalu i Grčkoj prelazi 70%.

Navodnjavanje je od esencijalnog značaja za život posebno u zemljama u razvoju koje nastoje osigurati dovoljno hrane za sve svoje stanovnike. Rastući broj stanovnika zahtijeva još više vode za proizvodnju hrane, ali će sukobi zbog vode i neefikasno navodnjavanje ugroziti njezinu proizvodnju u budućnosti. Karta na slici 4.2 pokazuje područja na kojima nema dovoljno vode za zadovoljenje potreba za navodnjavanjem (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

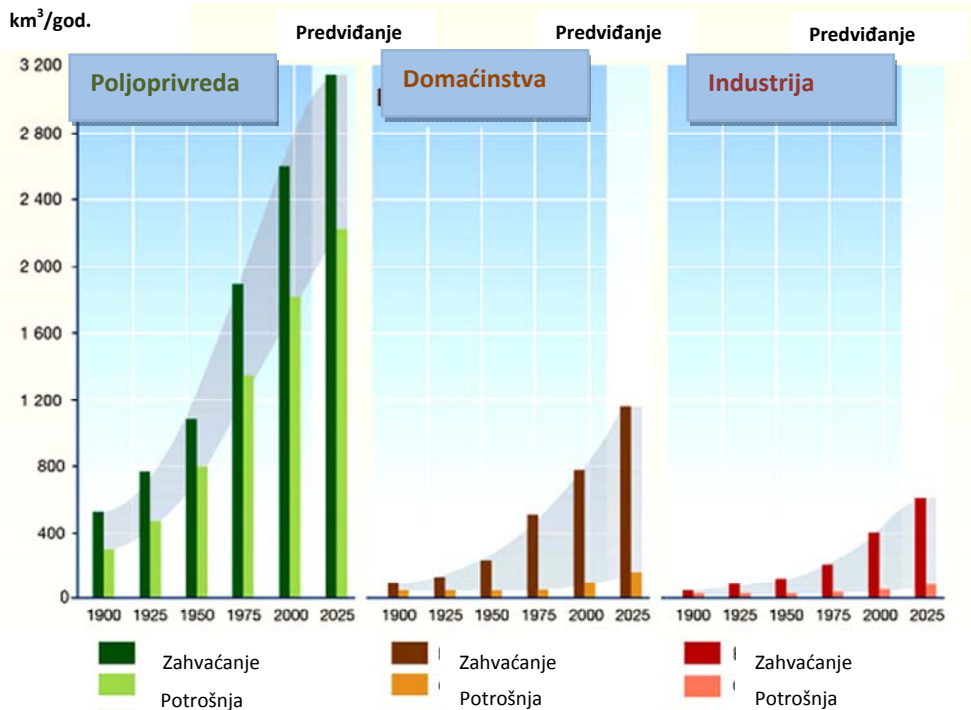


Slika 4.1 Postotak od ukupne potrošnje vode potrošene za poljoprivredu (Izvor: Saejis i van Berkel, 1996)



Slika 4.2 Neodrživo korištenje vode za navodnjavanje (Izvor: Millennium Ecosystem Assessment, 2005a)

U mnogim sistemima za navodnjavanje preko 60% vode se gubi na putu od izvora do biljke. Efikasniji sistemi za navodnjavanje bi doprinijeli značajnom očuvanju vode. Slična je situacija i u industriji i domaćinstvima. Sivo označena površina na slici 4.3 predstavlja razliku između zahvaćene i potrošene vode.



Slika 4.3 Odnos zahvaćene i potrošene količine vode u poljoprivredi, industriji i domaćinstvima (Izvor: Shiklomanov, 1999)

Potrošnja vode u poljoprivredi se može analizirati na osnovu vodnog otiska. Tako, ako u ukupnu količinu vode uračunamo potrošnju vode od uzgoja sirovine pa do gotovog proizvoda, potrebno je:

- 500 l za proizvodnju 1 kg krompira;
- 3.000 l za proizvodnju 1 kg riže;
- 900 l za proizvodnju 1 kg kukuruza;
- 6.100 l za proizvodnju 1 kg ovčjeg mesa;
- 15.500 l za proizvodnju 1 kg goveđeg mesa.

Za industrijsku proizvodnju govedine, potrebno je tri godine prije nego životinja bude zaklana. Od prosječnog govečeta nastane oko 200 kg mesa bez kostiju. Za to vrijeme životinja pojede oko 1.300 kg žitarica za prehranu i oko 7.200 kg dodataka hrani, te 24 m³ vode za piće i 7,0 m³ vode za obradu. To znači da se po kilogramu mesa potroši 6,5 kg žitarica, 36 kg dodataka hrani i 155 litara vode. Ukupnoj količini vode dodaje se i količina vode potrošena za proizvodnju hrane za životinje koja iznosi 15.300 litara u prosjeku. Za proizvodnju pšenice se koristi oko 790 mili-

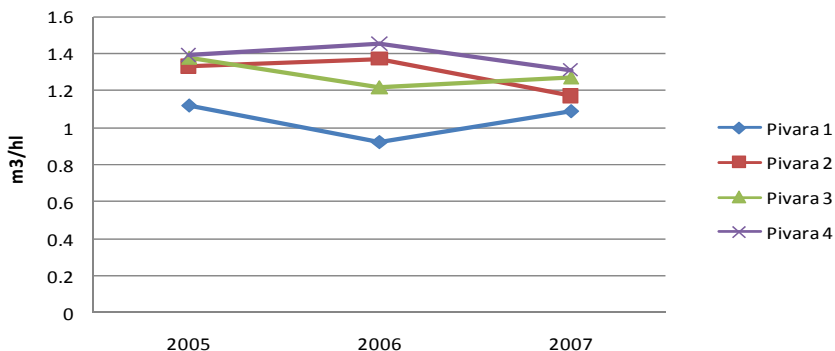
jardi m³ vode godišnje, što čini 12% ukupne potrošnje vode za proizvodnju žitarica. Za proizvodnju kukuruza se koristi oko 550 milijardi m³ godišnje, što čini 8% od globalne potrošnje za proizvodnju žitarica.

4.2.2 Potrošnja vode u industriji

Voda se u industriji troši za različite namjene. U mnogim industrijama kao što su mljekarstvo, proizvodnja alkoholnih i bezalkoholnih pića, proizvodnja farmaceutskih proizvoda u tečnom stanju, kozmetička industrija i sl. voda je sastavni dio proizvoda. Voda koja je sastavni dio proizvoda ili se koristi za rast biljke kao poljoprivrednog proizvoda, naziva se „virtualna voda“. Voda se koristi i u pomoćnim industrijskim procesima, za proizvodnju industrijske pare, hlađenje, te održavanje i čišćenje pogona i postrojenja. U glavnom tehnološkom procesu, voda se koristi za pranje sirovine, pripremu rastvora, ispiranje poluproizvoda i konačnog proizvoda u različitim fazama procesa. Najveći pojedinačni potrošači vode u industriji su pogoni za proizvodnju energije i to termoelektrane i nuklearne elektrane, u kojima se voda koristi za hlađenje. Ne zaostaju ni hidroelektrane, kod kojih količine zahvaćene vode ovise o namjeni vještačkih akumulacija koje se mogu koristiti i za navodnjavanje, vodosnabdijevanje, odbranu od poplava, rekreaciju i sl.

Industrija je nakon poljoprivrede drugi najveći potrošač vode. Od ukupnih količina vode, 22% vode u svijetu otpada na industriju. Količina varira od zemlje do zemlje, a u ovisnosti od strukture industrijskog sektora, ali i nivoa primjene najboljih tehnika za postizanje resursne efikasnosti i prevenciju zagađivanja.

Istraživanje provedeno u pogonima za proizvodnju piva u BiH (Midžić Kurtagić i Silajdžić, 2008) pokazuje da potrošnja vode po jedinici proizvoda varira između 0,9 do 1,45 m³/hl (slika 4.4).



Slika 4.4 Potrošnja vode u pivarama u BiH, 2005-2007 (Izvor: Midžić Kurtagić i Silajdžić, 2008)

Potrošnja vode u modernim pivarama nalazi se u rasponu između 0,4 i 1,0 m³/hl proizvedenog piva (tabela 4.1). Njemačka industrija piva izvještava o potrošnji u rasponu od 0,49 do 0,89 m³/hl. Pivara kojom se dobro upravlja proizvodi hektolitar piva koristeći 0,5-0,6 m³ vode (Midžić Kurtagić i Silajdžić, 2008), što upućuje na zaključak da potrošnja vode u pogonima za proizvodnju piva u BiH nije produktivna.

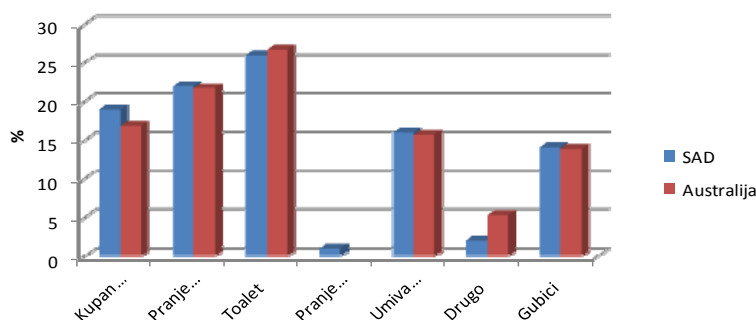
Tabela 4.1 Potrošnja vode u pivarama u BiH

Indikator	Vrijednost prema referentnom dokumentu (EC, 2006a)	Vrijednost prema referentnom dokumentu (UNEP, 1996)
Potrošnja vode (m ³ /hl)	0,32-1,0	0,4-1,0

4.2.3 Potrošnja vode u naseljima

Potrošnja vode ovisi o dostupnosti i cijeni vode, klimi, te standardu i individualnim navikama potrošača (piće, kupanje, pranje, zalijevanje vrtova). Potrošnja vode je veća u gradovima u zemljama koje ostvaruju veći nacionalni dohodak. Potrošnja vode u domaćinstvima, te u objektima kao što su restorani i bolnice, čini manji dio u svjetskoj potrošnji vode. U prosjeku ovaj udio iznosi 8%. U južnoj Kaliforniji, životni standard je visok, većina stanovnika živi u kućama sa vrtovima i bazenima, pa dnevna potrošnja vode iznosi 3.000 litara po osobi. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) minimalna dnevna potreba vode za jednog čovjeka iznosi 50 litara.

Raspodjela potrošnje za pojedine namjene je različita, a najviše vode se koristi za toilet, pranje rublja i kupanje (slika 4.5).



Slika 4.5 Raspodjela potrošnje vode u % za SAD i Australiju (Izvor: US EPA, NWC)

Potrošnja vode je i indikator stanja sistema za vodosnabdijevanje jer uključuje i gubitke vode od vodozahvata do potrošača, te gubitke u sistemima kod potrošača. Gubici kod potrošača u SAD i Australiji iznose oko 14%. Gubici vode u vodovodnim sistemima zemalja Istočne Evrope su značajni, i iznose oko 50%. Švedska, Finska, Danska su zemlje sa gubicima ispod 20%, a Njemačka ima gubitke ispod 5% (EEA, 2003).

Istraživanje provedeno u BiH (IHGF, 2010), obuhvatilo je 20 općina gdje su utvrđeni veliki gubici vode i to:

- U Federaciji BiH gubici su u prosjeku oko 67,4%;
- U Republici Srpskoj gubici su u prosjeku oko 52,2%.

Ukupan bilans zahvata, isporuke i gubitaka koji se odnosi na 20 istraživanih općina pokazuje da postotak nefakturirane količine zahvaćene vode iznosi 61% (tabela 4.2).

Tabela 4.2 Ukupni zahvat, isporuka i gubici u 20 općina BiH, 2010. godina

Vrsta	Količina
Fakturirana voda (m ³)	20.979.002
Zahvaćena voda (m ³)	56.093.589
Nefakturirana proizvodnja (m ³)	34.200.043
GUBITAK U PROIZVODNJI VODE (%)	61

Ovo su tipični pokazatelji neodržive potrošnje.

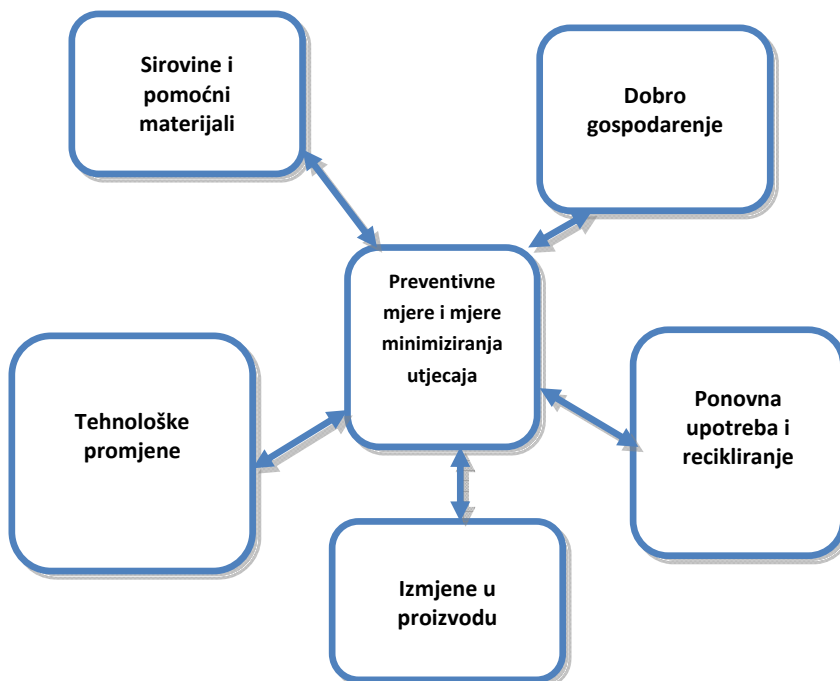
4.3 Primjeri održive potrošnje

4.3.1 Održiva potrošnja u industriji

Mogućnosti za prevenciju i minimiziranje potrošnje vode u industrijskim procesima treba tražiti u (slika 4.6):

- izmjenama u proizvodnju;
- zamjeni sirovine i/ili pomoćnih materijala;
- tehnološkim izmjenama;
- modificiranju opreme;
- boljoj kontroli procesa;

- dobrom gospodarenju, odnosno uvođenju administrativnih, institucionalnih i proceduralnih mjera;
- ponovnoj upotrebi vode u procesu proizvodnje;
- proizvodnji korisnih nus-proizvoda.



Slika 4.6 *Mogućnosti za prevenciju i minimizaciju (Izvor: UNEP/DEPA, 2000)*

Intervencijom u proizvodnom procesu na mjestu potrošnje i nastanka otpadnog toka, može se postići njegovo smanjenje ili potpuno izbjegavanje, poboljšati sveukupna resursna efikasnost, te istovremeno je moguće umanjiti i troškove proizvodnje. Moguće mjere prevencije potrošnje vode date su u tabeli 4.3.

U nastavku se daje primjer primjene mjera za smanjenje potrošnje vode i emisija u industrijskom pogonu za proizvodnju žice u Bosni i Hercegovini. Pogon za proizvodnju žice projektiran je za kapacitet proizvodnje od 188.000 tona godišnje nisko-ugljenične, 40.000 tona godišnje visokouglenične žice, te 3.300 tona čeličnih užadi za 7.400 radnih sati. Stvarni proizvodni kapacitet je značajno niži od projektiranog i u periodu istraživanja iznosio je ukupno 8.376 t na godinu (Midžić Kurtagić, 2011).

Tabela 4.3 *Moguće preventivne mjere za smanjenje potrošnje vode*

Moguće promjene	Preventivne i mjere minimiziranja utjecaja
Sirovine/pomoćni materijali	Izbjeći ili smanjiti korištenje opasnih i toksičnih materijala Koristiti kvalitetnije sirovine i materijale
Dobro gospodarenje	Planirati proizvodnju tako da promjena proizvoda na nekoj liniji ne zahtijeva dodatne količine za pranje i čišćenje Unaprijediti održavanje – popraviti curenja i propuštanja Bolje organizirati proizvodnju i smanjiti učestalost pranja strojeva i opreme
Ponovna upotreba i recikliranje	Reciklirati i ponovno koristiti rashladne vode i otapala Prečistiti otpadnu vodu i koristiti je u procesu ili preusmjeriti ka drugim potrošačima
Tehnološke promjene	Modificirati proizvodni proces, maksimizirati zatvorene vodne tokove hlađenja i grijanja Postaviti mjerila za vodu i unaprijediti kontrolu procesa, postaviti instrumente za kontrolu nivoa vode da ne dođe do prelijevanja Optimizirati procesne parametre Koristiti mehaničko čišćenje prije pranja, instalirati mlaznice za pranje pod pritiskom, koristiti spremnike sa neprijanjajućom površinom
Modifikacija proizvoda	Preoblikovati proizvod tako da se smanji njegov utjecaj na vode za vrijeme i nakon upotrebe Produžiti rok trajanja i upotrebe Iskoristiti otpadni tok kao nus-proizvod

Izvlačenje žice je tehnološki proces koji prolazi kroz nekoliko faza, a osnovne su:

- priprema površine žice za izvlačenje;
- izvlačenje žice;
- termičke obrade;
- površinska zaštita (dvije linije za pocinčavanje);
- ađustiranje i pakiranje.

Pogon se snabdijeva vodom iz javnog vodovoda. Ova voda ima karakteristike i kvalitetu vode za piće. Ne postoji adekvatno mjerenje potrošnje vode za pojedine pogone, niti količine ispuštene otpadne vode. Podaci o raspodjeli potrošnje vode po pogonima su procijenjeni (tabela 4.4).

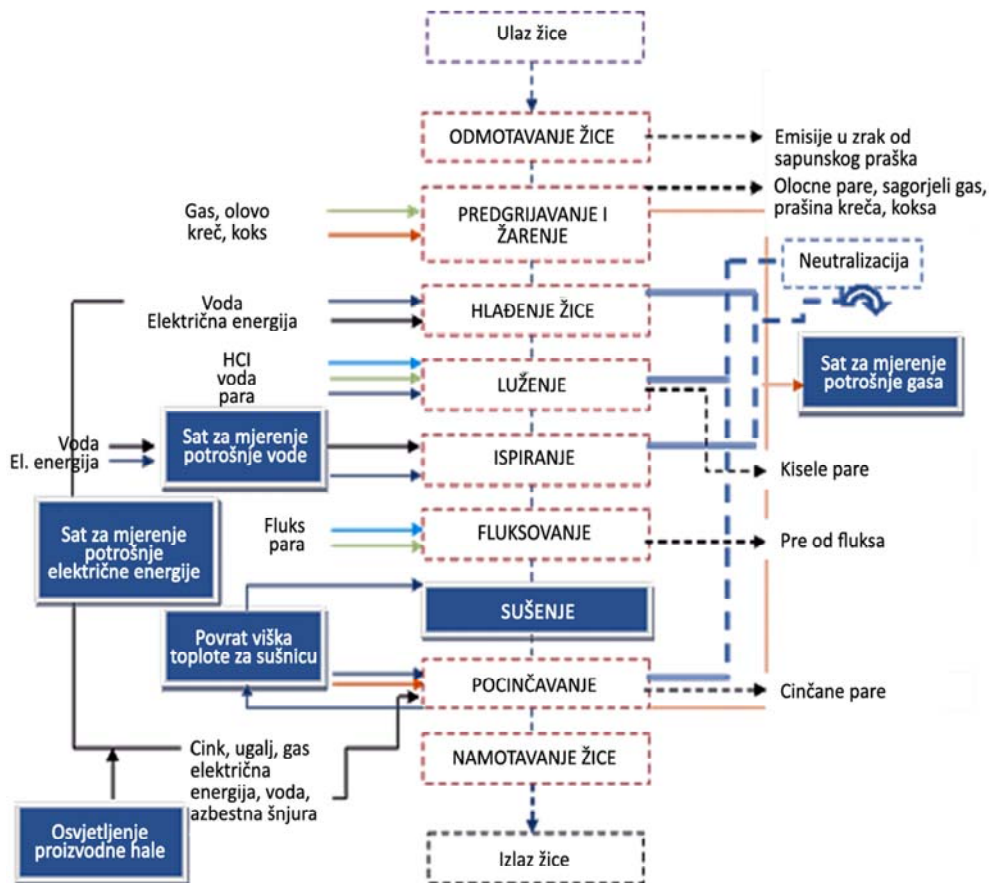
Tabela 4.4 Potrošnja vode u pogonu za proizvodnju žice, P-8

Ulaz	Potrošnja	Jedinica	%
Javni vodovod	121.472,0	m ³ /god.	100
Stavka	Osnova	KM/m ³	Ukupno KM
Trošak za potrošnju vode	121.472,0	1,82	221.079
Mjesto trošenja	Potrošnja	Jedinica	%
Proizvodni procesi	85.030,4	m ³ /god.	70
Industrijsko čišćenje	7.288,3	m ³ /god.	6
Vrela voda za zagrijavanje	1.822,0	m ³ /god.	1,5
Voda za hlađenje	19.435,5	m ³ /god.	16
Čišćenje prostora	1.822,8	m ³ /god.	1,5
WC, kupatila	6.073,6	m ³ /god.	5
Izlaz	Potrošnja	Jedinica	%
Ispust u okoliš sa tretmanom	25.509,1	m ³ /god.	21
Ispust u kanalizaciju	19.435,5	m ³ /god.	16
Isparavanje	3.644,1	m ³ /god.	3
Kružni tok	72.883,2	m ³ /god.	60

Indikator produktivnosti vode iznosi 14,5 m³/t i odnosi se na specifičnu potrošnju koja obuhvata sve potrošače vode unutar industrijskog pogona jer ne postoji mogućnost mjerenja po proizvodnim procesima. Uporedba sa specifičnim vrijednostima utvrđenim u drugim pogonima iste tehnologije nije moguća jer se u literaturi izvještava o potrošnji po pojedinim tehnološkim procesima i izraženo u količini vode potrošenoj u odnosu na površinu obrađenog metala. Tako npr. Nordijski savjet izvještava o potrošnji od 50 l/m² pocinčane površine (Nordic-Council, 2002), a francuski propisi koji se odnose na završnu obradu metala zahtijevaju potrošnju od 40 l/m², za 5 faza ispiranja (France, 2003).

Obzirom da analiza indikatora vodne produktivnosti nije mogla biti napravljena uporedbom sa preporučenim vrijednostima indikatora u referentnoj literaturi, zbog nedostatka podataka o površini obrađene metalne konstrukcije, analizirano je opterećenje proizvodnje u finansijskom smislu. Potrošnja vode i energenata, opterećuje cijenu proizvoda sa 120,7 KM/t, što čini približno 20-30% cijene visokouglijenične i niskouglijenične žice. Obzirom da je u skupu tehnoloških postupaka proizvodnje žice, pocinčavanje dominantan potrošač vode i energije, za analizu mogućnosti primjene preventivnih mjera uzeta je jedna od linija za pocinčavanje i

to ona kapaciteta 1.665 t/god. U cilju racionalizacije potrošnje vode, gasa i cinka uvedene su tehnološke mjere, mjere dobrog gospodarenja, te ponovne upotrebe (tabela 4.5).



Slika 4.7 Shema tehnološkog procesa i materijalnih tokova sa mjerama poboljšanja u cilju resursne efikasnosti, pogon za proizvodnju žice

Primjenom navedenih mjera kompanija je uspjela za godinu dana smanjiti potrošnju vode za 72%, potrošnju zemnog gasa za 10%, i količinu utrošene kiseline za 51%, cinka za 57%, a olova za 31%, što joj je donijelo i veoma značajne godišnje uštede od 526.747,0 KM, uz trenutni povrat investicije.

Tabela 4.5 Pregled primijenjenih mjera prevencije u pogonu za proizvodnju žice

Vrsta mjere	Opis
Tehnološke	Postavljena su dva uređaja za mjerenje potrošnje gasa i dva mjerača potrošnje vode na liniji za pocinčavanje. Jedan mjerac gasa je postavljen da mjeri potrošnju gasa u postupku predgrijavanja i žarenja, a drugi u postupku cinkanja. Mjerači potrošnje vode su postavljeni da mjere potrošnju vode u postupcima ispiranja nakon luženja i postupku cinkanja.
Ponovna upotreba i reciklaža	Višak toplotne energije iz kade sa cinkom je upotrijebljen za sušenje žice poslije postupka fluksovanja u sušnici.
Dobro gospodarenje	Praćenje potrošnje ostalih pomoćnih materijala radi što racionalnije upotrebe.

Nakon postavljanja mjernih uređaja izvršena su mjerenja potrošnje energenata i vode, kontinuirano, u periodu od 15 dana i ustanovljena je potrošnja od 11,4 m³/t. Proces pocinčavanja tehnički je unaprjeđen izvedbom dodatne cijevi na odvodu viška toplote iznad kade sa cinkom, kroz koju je toplotnu energiju koja se emitirala u atmosferu, preusmjerila direktno u sušnicu. Po implementaciji preventivnih mjera, uveden je sistem upravljanja potrošnjom resursa i praćenja troškova. Potrošnja se dnevno očitava na postavljenim mjernim uređajima. Ostala mjerenja kao što je potrošnja kiselina, uglja, azbestnog konopa, vrše se težinski. Podaci se unose u tabele za praćenje potrošnje i troškova, po troškovnim centrima (Omerbegović i ostali, 2006).

4.3.2 Održiva potrošnja u naseljima

Dosadašnja premisa u radu vodovodnih sistema je bila da treba osigurati kontinuirano snabdijevanje vodom uz održavanje kvaliteta vode na prihvatljivom nivou za sve potrošače. Ovo se pogotovu odnosi na zemlje u razvoju, gdje se smatra da je voda socijalna kategorija. Da bi vodovodni sistemi mogli da zadovolje potrošnju, moraju postepeno mijenjati svoje prioritete: umjesto stalnog širenja i otvaranja novih izvorišta, okreću se ka unutrašnjim rezervama: ka smanjenju gubitaka iz mreže i smanjenju neracionalne upotrebe vode kod svojih potrošača. Na taj način se povećava i ekonomska efikasnost vodovoda (Prodanović, 2003). Dakle, koncepcija rada vodovoda se mora mijenjati od starog sistema gdje vodovod mora da zadovoljava potrošnju (*eng. demand driven consumption*), ka sistemu gdje vodovod počinje da upravlja potrošnjom vode (*eng. demand managed consumption*).

Tabela 4.6 Efekti primjene preventivnih tehnika u pogonu za proizvodnju žice na jednoj liniji za pocinčavanje kapaciteta 1.665 t/god.

Naziv sirovine	Jedinica mjere	Stari proces			Novi proces		
		Ukupna potrošnja	Specif. potrošnja po toni	Iznos KM	Ukupna potrošnja	Specif. potrošnja po toni	Iznos KM
Voda	m ³	18.981,0	11,4	49.350,6	5.334	3,2	13.868,4
Zemni gas	Sm ³	265.867,2	159,68	154.203,0	247.218	144,03	143.386,4
Kiselina	L	46.620,0	28	9.324,0	24.120	14,4	4,8
Cink	kg	469.056,0	56	802.085,8	268.032	32	458.334,7
Olovo	kg	142.392,0	17	176.566,1	46.068	5,5	57.124,3
Ugalj	kg	25.128,0	3	14.574,2	13.066,56	1,56	7.578,6
Kreč	kg	16.752,0	2	2.613,3	10.721,28	1,28	1.672,5
Ukupni troškovi				1.208.717,0			681.969,8
Ušteda							526.747,1
Ukupna investicija							1000
Povratni period investicije							trenutan

Jedan od ključnih zadataka vodovodnih preduzeća, u pravcu održivog vodosnabdjevanja je smanjiti gubitke vode. Pored fizičkih gubitaka u distributivnom sistemu, postoje i administrativni gubici, te gubici na mjerenju. Administrativni gubici odnose se na ilegalnu potrošnju vode, neevidentiranje svih potrošača i nemjerenje potrošene vode kod potrošača. Gubici na mjerenju su značajni i kod proizvedene/isporučene vode i kod potrošene vode. Mjerenje vode na izvorištu ili mjerenje proizvedene vode je veoma značajno. Saznanje o ukupnoj količini proizvedene vode predstavlja značajnu informaciju za vodovode iz više razloga. Ako se količina proizvedene vode ne mjeri, vodovodna preduzeća nemaju načina da odrede svoju efikasnost po pitanju količina vode koje se uvode u sistem, pretpostavljajući da su njihovi potrošači regularno mjereni. Mjerenje na izvorištu predstavlja jednu stranu „ulaz/izlaz“ jednačine koja omogućava da se odredi količina ili postotak ukupnih gubitaka. Curenje uzrokovano fizičkim kvarovima, samo je jedan od nekoliko mogućih komponenti ukupnih gubitaka. Veličina ukupnih gubitaka u vodovodima može u potpunosti biti određena samo kad postoje pouzdani podaci o količini proizvedene vode (što mogu osigurati jedino precizni mjerni instrumenti) i podaci o količini potrošene vode od strane potrošača (koje mogu osigurati ispravni potrošački vodomjeri). Kada se vodomjeri instaliraju, potrebno je održavati njihov rad i potrebnu tačnost mjerenja. Potrebno je imati podatke o svim instaliranim vodom-

jerima, te identificirati vezu između potrošača i vodomjernog mjesta. Jedino na taj način moguće je doći do tačne evidencije koji potrošači nisu pokriveni vodomjerima, koji vodomjeri nisu baždareni u odgovarajućem periodu i koji nisu ispravni. Na osnovu toga mogao bi se uvesti obračun na osnovu stvarnih očitavanja tamo gdje su vodomjeri ispravni i baždareni i kvalitetna procjena paušalne potrošnje tamo gdje još ne postoje vodomjeri ili nisu u funkciji.

Značaj smanjenja gubitaka vode u sistemu na najmanju moguću mjeru ne može biti prenaplašen. Vodovodno preduzeće mora posmatrati upuštanje vode u sistem sa aspekta proizvodnje, odnosno proizvoda za čiji nastanak su potrebni određeni troškovi i koji stoga ima svoju vrijednost. U tome nema mnogo razlike u odnosu na proizvod bilo kojeg drugog preduzeća koji se proizvodi u tvornici i potom transportira na mjesto konačne prodaje. Preduzeće koje proizvodi taj proizvod očekuje da će naplatiti stvarnu vrijednost za svaki proizvedeni komad, a ne da izgubi određeni postotak proizvoda na svom putu do „tržišta“ i konačnog kupca. Voda u tom smislu ne bi trebala biti drugačije tretirana.

Dobar primjer rješavanja gubitaka vode dao je JKP „Vodovod i kanalizacija“ Konjic koji upravlja sistemom vodosnabdijevanja kao i odvodnje otpadnih voda u gradu Konjicu u BiH, te tri druge odvojene vodovodne mreže u obližnjim selima. Gradski vodovod snabdijeva 15.000 potrošača, uključujući stambene, industrijske i komercijalne potrošače, kao i javne institucije, a kroz glavni cjevovod čija dužina iznosi otprilike 5 km, sa promjerom od pola metra. Vodovod u Konjicu imao je 60% gubitaka, definiranih kao razlika između količine vode koja se isporučuje u distributivni sistem i količine koja se proda. Postavljen je cilj da se poboljša praksa upravljanja vodovodnim sistemom sa ciljem postizanja održive potrošnje. Vodovod se fokusirao na sljedeće aspekte (IHGF, 2003):

- Institucionalno jačanje kroz uspostavu i obuku tima za smanjenje gubitaka.
- Stvaranje baze podataka o korisnicima usluga vodosnabdijevanja kompatibilne sa globalnim informacionim sistemom (GIS), i baze vodomjera, evidencija potrošača i vodomjera.
- Izrada smjernica za mjerenje zahvaćene vode, mjerenje efektivne potrošnje vode, očitavanje vodomjera, identifikaciju neizmjenjenih i neovlaštenih gubitaka i obuka zaposlenika.
- Poboljšanje upravljanja vodosnabdijevanjem i smanjenje fizičkih gubitaka, kroz sljedeće aktivnosti:
 - kreiranje modela za proračun gubitaka vode u mreži;
 - nabavka softvera za modeliranje distribucije vode;
 - detekcija fizičkih gubitaka na mreži;
 - postavljanje vodomjera kod prethodno evidentiranih ilegalnih potrošača;

- rekonstrukcija mreže po zonama kako bi se omogućilo mjerenje ukupnog protoka vode.
- Izrada Plana za smanjenje neobračunate vode (2003-2008. godina) s godišnjim generalnim i specifičnim ciljevima, te aktivnostima.

Tokom prve godine implementacije plana gubici su smanjeni za ukupno 70.000 m³. Implementacijom programa postignute su i sljedeće ekonomske koristi:

- Smanjenje operativnih troškova koje iznosi oko 3.000 KM godišnje (kao rezultat smanjenog prečišćavanja vode);
- Povećanje prihoda od prodaje vode u iznosu od 150.000 KM godišnje (kao rezultat naplate od industrijskih potrošača po osnovu stvarno utrošene vode, a ne paušalne naplate), te kroz evidentiranje i mjerenje vode za sve potrošače;
- Smanjena potreba za kapitalnim investicijama za zahvatanje dodatnih količina vode za snabdijevanje prigradskih naselja tokom ljetnih mjeseci, kada raste broj turista. Ovo tehničko rješenje zahtijeva kapitalnu investiciju od 15.000-30.000 KM po l/s zahtijevanog dodatnog kapaciteta. Implementacijom ovih mjera koje vode i boljem upravljanju potrebama za vodom ova investicija neće biti potrebna.

4.3.3 Održiva potrošnja u poljoprivredi

Racionalno korištenje svih prirodnih raspoloživih resursa osnovni je princip tzv. održivog razvoja čovječanstva. U poljoprivredi se dio vode gubi evapotranspiracijom, a dio otiče u površinske tokove ili podzemnu vodu. Otopina tla najvažniji je prijenosnik biogenih, ali i toksičnih hemijskih elemenata. Na taj način poljoprivreda može postati uzročnikom onečišćenja dragocjenih zaliha vode.

Brojni načini navodnjavanja mogu se svrstati u četiri metode:

- površinsko navodnjavanje;
- podzemno navodnjavanje;
- navodnjavanje kišenjem;
- lokalizirano navodnjavanje.

Površinsko navodnjavanje najčešće je primjenjivana i ujedno najstarija metoda u svijetu. Ovom metodom voda se prelijeva, potapa površinu ili se nalazi u brazdama i na taj način vlaži tlo. Nedostaci ove metode koji se ne smiju zanemariti su neracionalna upotreba vode, veliki zemljani radovi, pogoršanje fizikalnih svojstava i vodo-zračnih odnosa u tlu, stvaranje pokorice, erozija i sl. Zato površinsko navodnjavanje valja izbjeći kad god je to moguće.

Podzemno navodnjavanje jest metoda kojom se voda dovodi otvorenim kanalima ili podzemnim cijevima, te se kapilarnim silama premješta u zonu rizosfere. Ova metoda navodnjavanja je slabo zastupljena zbog specifičnih zahtjeva za primjenu kao što su propusnost tla, ravan teren s padom manjim od 5‰ i blizina prirodnog vodotoka.

U novije vrijeme, u razvijenim zemljama, najviše se izvodi navodnjavanje kišenjem i lokalizirano navodnjavanje. Kišenjem voda pod pritiskom izlazi kroz mlaznice raspršivača simulirajući prirodnu kišu, te na taj način vlaži tlo. Prednosti ove metode u odnosu na površinsko i podzemno navodnjavanje očituju se u sljedećem: moguća je upotreba u različitim topografskim uvjetima, pripremni radovi na tlu su minimalni, ne zauzima obradivu površinu, štedi vodu, ima povoljniji utjecaj na fizikalna svojstva tla, te je moguća primjena fertirigacije. Glavni nedostaci su cijena uređaja, pogonski troškovi, neravnomjerna raspodjela vode pri jakom vjetru i povećan rizik od biljnih bolesti.

Lokalizirano navodnjavanje najekonomičnije troši vodu jer se ona pod manjim pritiskom dovodi na parcelu gdje se vlaži samo određeni dio gdje se razvija korijenje. Osim što štedi vodu, prednosti lokaliziranog navodnjavanja očituju se i u tome što se povećava prinos, smanjuje opasnost od zaslanjivanja, omogućuje primjena hemijskih sredstava, ograničava rast korova, smanjuje se potreba za radnom snagom, te se omogućuje uvođenje savremenih proizvodnih postupaka. Naravno, i ova metoda ima svoje nedostatke kao što su cijena, moguća oštećenja većine dijelova, ali najveći je problem kvaliteta vode koja često začepi kapaljke te dolazi do nepotrebnih troškova njihove zamjene (Barac i Bosak, 2003). Dobra praksa u upravljanju vodom u poljoprivredi, pored tehnika navodnjavanja, obuhvata:

- maksimiziranje infiltracije vode;
- pravilnu upotrebu podzemnih i površinskih voda, sprečavanje isušivanja zemljišta, poboljšanje strukture zemljišta i sadržaja organske materije;
- upotrebu prečišćene otpadne vode za navodnjavanje;
- usvajanje tehnike kontrole usjeva, količine vode u zemljištu, vremena i količine navodnjavanja i sprečavanje zaslanjivanja zemljišta, održavanjem povoljnog vodnog režima zemljišta i prečišćavanjem vode, ukoliko je to potrebno;
- poboljšanje ciklusa kretanja vode, osiguranjem trajnog pokrivača tj. vegetacije ili održavanjem ili obnavljanjem vlažnosti zemljišta.

5

Finansijska pitanja koja se odnose na korištenje vode

Koncept integralnog upravljanja vodama koristi pristup vodi kao ekonomskom dobru. Naime, prekomjerno i neučinkovito korištenje vode od strane različitih korisnika rezultiralo je prihvaćanjem takvog pristupa od strane međunarodnih stručnjaka iz oblasti okoliša i upravljanja vodama i njegovoj implementaciji u okvirima integralnog upravljanja vodama.

Ideja o vodi kao o ekonomskom dobru je prvi put zvanično prihvaćena i objavljena na Međunarodnoj konferenciji o vodi i okolišu održanoj u Dublinu 1992. godine (ACC/ISGWR, 1992). Jedan od četiri principa upravljanja vodama, usvojena od strane relevantnih stručnjaka na toj Konferenciji, je da: „Voda ima ekonomsku vrijednost u svim svojim načinima korištenja i stoga se treba tretirati kao ekonomsko dobro" (*eng.* Principle No. 4 - Water has an economic value in all its competing uses and should be recognized as an economic good).

Konferencija je ovim principom najprije naglasila da se prepoznaje osnovno ljudsko pravo pristupa pitkoj vodi i odvodnji otpadne vode po pristupačnim cijenama. Neuspjeh u prepoznavanju ekonomske vrijednosti vode u prošlosti je često vodio ka rasipnim i okolinski nepovoljnim korištenjima ovog resursa. Upravljanje vodom kao ekonomskim dobrom je put ka postizanju učinkovite pravedne upotrebe, te pomoći očuvanju i zaštiti vodnih resursa. Ova ideja je zapravo predstavljala kompromis između dva sučeljena mišljenja, prvog pretežno zastupanog od strane ekonomista, da je voda privatno dobro i da se treba promatrati jednako kao i sva dru-

ga privatna dobra, koja se alociraju kroz tržišno određene cijene, i drugog mišljenja da je pristup vodi osnovno ljudsko pravo koje treba biti izuzeto od tržišnog natjecanja (Perry i ostali, 1997).

Na Konferenciji u Dublinu održanoj od 26. do 31. 1. 1992. godine je sudjelovalo 500 sudionika, uključujući i eksperte iz više od 100 zemalja koje su delegirale Vlade država, te predstavnike 80 međunarodnih međuvladinih i nevladinih organizacija. Prepoznato je da su globalni vodni resursi kritično ugroženi i na zatvaranju je Konferencija usvojila Izjavu i Izvještaj u kojima se naglašava da su uočeni problemi tekući i odmah imaju posljedice po čovjeka, a ne u dalekoj budućnosti, te da mogu utjecati na opstanak miliona ljudi, što traži trenutnu i učinkovitu akciju (ACC/ISGWR, 1992).

Različiti su stavovi ekonomista o tome kako najbolje riješiti pitanje potrebe promocije održivog korištenja voda. Mnogi učesnici u sektoru voda i dalje vjeruju da je pristup vodi neotuđivo ljudsko pravo, društvena potreba, te da je voda osnova za stabilno i zdravo društveno i ekonomsko okruženje. Ipak, postoji i mišljenje da je voda privatno dobro i da se treba nuditi kroz tržišnu utakmicu odnosno konkurentne tržišne cijene (Lixia i ostali, 2006). U istoj publikaciji se tvrdi i da su Briscoe (1996), Perry (1997) i Hellegers (2002) pojasnili razliku između tretiranja vode kao „ekonomskog dobra“ (*eng.* economic good) od određivanja cijene i naplaćivanja vode. Svi ovi autori tvrde da promatranje vode kao ekonomskog dobra nije primarno u funkciji određivanja cijene vode, već prije u funkciji određenja pravog izbora raspodjele vode (slično se navodi i u GWP, 2008).

Zastupnici ovog stava (da je voda privatno dobro) dakle smatraju da je voda poput bilo kojeg drugog dobra i da se njena vrijednost utvrđuje na tržištu po kriteriju koliko je neko spreman za nju platiti. Cijena vode po tom principu trebala bi se formirati na osnovu potražnje za vodom i prema stvarnim troškovima snabdijevanja vodom. Takav stav potpuno zanemaruje činjenicu o postojanju nejednakosti platežne sposobnosti stanovništva i da siromašni slojevi stanovništva često nisu u stanju platiti tako određenu tržišnu cijenu vode, iako ona predstavlja osnovni životni resurs.

Nasuprot tome, zastupnici stava o vodi kao o javnom dobru smatraju da je voda osnovna potreba koja treba biti dostupna svima, u razumnim količinama i po razumnim cijenama ili besplatno. Oni, također, smatraju da ugroženijim kategorijama potrošača vodosnabdijevanje treba subvencionirati, tj. sniziti im cijenu vode, s tim da razliku u cijeni pokriva neka druga kategorija potrošača (što regulira odgovarajući nivo vlasti). Većina zemalja u razvoju danas subvencionira usluge navodnjavanja i vodosnabdijevanja, nastojeći da osigura stanovništvu snabdijevanje

vodom i hranom, zaštiti javno zdravlje, ali i izbjegne proteste farmera ili siromašnog urbanog stanovništva zbog rasta cijena vode (Lixia i ostali, 2006).

Svakako treba naglasiti i razliku između stvarne „ekonomske“ vrijednosti dobra i „finansijske“ vrijednosti. Ove se dvije vrijednosti rijetko podudaraju, a u slučaju vode je ta razlika izuzetno kompleksna i značajna (npr. vrelo Bune prikazano na narednoj slici 5.1 je jedno od najizdašnijih izvora vode u Evropi, da li bi to impliciralo i visoku ekonomsku vrijednosti?). Na taj način iz proklamacije da je voda ekonomsko dobro ne proizlazi direktno da je vodu potrebno alocirati tržišnim mehanizmima koji bi se odnosili na finansijsku, ne nužno i ekonomsku, vrijednost (Perry i ostali, 1997).



Slika 5.1 Vrelo Bune u BiH, jedan od najizdašnijih izvora vode u Evropi

Stoga je pogled na vode kao ekonomsko dobro naišao na brojne nesuglasice među stručnjacima iz oblasti voda i ekonomistima, koje postoje i danas. Izražena je zabrinutost da prihvatanje pogrešne interpretacije Četvrtog dablinskog principa može dovesti do izrazito visoke cijene vode, koja bi najprije kršila prava siromašnih, a zatim bi ugrozila i opstanak nekih privrednih grana, npr. učinila bi potpuno neisplativim navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta. Kako se voda ne bi zloupotrebjavala u izrazito tržišne svrhe navodi se da je voda i „socijalno dobro“. Npr. Turton (1989) tvrdi da je u prošlosti vodosnabdijevanje često bilo besplatno i voda je pružana kao socijalno dobro.

Danas postoji široko zastupljen interes i podrška ideji promatranja vode kao ekonomskog dobra. Ipak, uloga vode kao osnovne potrebe za život, društvenog, ekonomskog i okolišnog resursa, znatno otežava izbor odgovarajuće cijene vode (Perry i ostali, 1997).

5.1 Ekonomski principi održivog razvoja i upravljanja vodama

Prema članu 9 Okvirne direktive o vodama (EC, 2000), zemlje članice EU su dužne da uzmu u obzir princip „povrata troškova“ pri pružanju usluga korištenja i distribucije vode krajnjim potrošačima, svakako uključujući i okolišne i troškove resursa (prema obaveznoj ekonomskoj analizi koja se provodi prema pravilima datim u Prilogu III ove Direktive), te naročito u skladu s principom „zagađivač plaća“. Navedeni princip se skupa sa principom „korisnik plaća“ smatra ekonomskim principima održivog razvoja i upravljanja vodama.

5.1.1 Principi „zagađivač plaća“ i „korisnik plaća“, čistija proizvodnja

Principi „zagađivač plaća“ (*eng.* polluter pays) zasniva se na ideji da troškove prevencije i kontrole zagađenja okoliša, odnosno troškove uklanjanja zagađenja, treba da snose oni koji to zagađenje i uzrokuju. To znači da korisnik (zagađivač) voda, za svako zagađenje vode koje je izazvao, ima obavezu platiti naknadu u skladu sa stepenom izazvanog zagađenja. Također, ima obavezu podmirenja troškova čišćenja i uklanjanja zagađenja kao i naknadu štete koja je direktna posljedica zagađenja.

Princip „korisnik plaća“ zasniva se na ideji da oni koji koriste prirodni resurs trebaju platiti sve troškove nastale takvom upotrebom. Više je načina korištenja voda koje se mogu i trebaju naplatiti:

- vodosnabdijevanje kućanstava;
- navodnjavanje poljoprivrednih površina;
- korištenje vode u industrijskoj proizvodnji;
- korištenje vode u proizvodnji električne energije;
- rekreacijske svrhe, itd.

Preduzeća za vodosnabdijevanje su uobičajeno subjekti koji korisnicima osiguravaju snabdijevanje potrebnim količinama vode, a korisnici za tu uslugu plaćaju novčanu naknadu koja bi trebala biti u skladu sa principom „korisnik plaća“ (*eng.* user pays). Čak i u slučajevima kada potrošači imaju vlastiti oblik vodosnabdijevanja,

određeni novčani iznos ipak trebaju platiti jer koriste prirodni resurs koji pripada zajednici.

Princip „zagađivač plaća“ se može prikazati na slijedećem primjeru - fabrika u toku proizvodnog procesa stvara i ispušta značajne količine zagađene vode, ali uprava nije spremna platiti troškove prečišćavanja štetnih otpadnih voda ili nema tehničkih mogućnosti i kapaciteta za prečišćavanje. Dakle, fabrika u vodotoke ispušta neprečišćene otpadne vode i na taj način zadržava ekonomsku korist jer štedi na troškovima prečišćavanja, ali je šteta za društvo i okoliš velika jer dolazi do zagađivanja vodotoka. Zagađivač treba na neki način da nadoknadi štetu koju pričinjava društvu i okolišu, što se u praksi najčešće čini plaćanjem naknade za zagađivanje koju administracija, koja naknadu prikuplja, treba trošiti za uklanjanje zagađivanja.

Princip „zagađivač plaća“ obavezuje zagađivače da nadoknade štetu koju čine okolišu svojim aktivnostima. Ovaj princip, također, daje poticaj za smanjenje zagađivanja okoliša i uvođenje najboljih raspoloživih praksi u proizvodnji koje su okolišno prihvatljive. Naravno isti princip se primjenjuje i na stanovništvo, motivirajući tako izgradnju postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (primjeri takvih postrojenja u Francuskoj i BiH su dati na narednim slikama 5.2. i 5.3.)

Novac koji se prikupi primjenom principa „zagađivač plaća“ i „korisnik plaća“ najčešće se usmjerava u Fondove za zaštitu okoliša (uspostavljene u administrativnoj formi ili u obliku tijela, agencija, odjela u ministarstvima i slično), preko kojih se finansiraju projekti, programi i slične aktivnosti u području očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unapređivanja okoliša. Istovremeno namjera ovog principa je i da ohrabri očuvanje voda i ponovno korištenje, zajedno sa realnim cijenama vode, kako se navodi i u Dablinskoj izjavi (ACC/ISGWR, 1992).

I Okvirna direktiva o vodama (EC, 2000) u svom članu 9 navodi da sve zemlje članice EU pri primjeni principa pokrivanja troškova usluga koje se odnose na vodu moraju posebno obratiti pažnju na usklađenost sa principom „zagađivač plaća“.

Princip „zagađivač plaća“ podrazumijeva da trošak zaštitnih mjera za sprečavanje zagađivanja voda snosi onaj koji bi mogao ili je već prouzročio onečišćenje ili zagađivanje vode. Taj princip ne smije biti zloupotrijebljen u smislu "plati pa zagađuj" nego se treba oslanjati na princip sprečavanja, odnosno smanjenja zagađivanja na njegovom izvoru. Dakle primjena principa „zagađivač plaća“ se ne smije tumačiti na način da je zagađivanje okoliša pravo koje imaju svi oni koji su u mogućnosti i spremni platiti za štetu. Ulaganje novčanih sredstava u prečišćavanje otpadnih voda trebalo bi dugoročno biti isplativije od stalnog plaćanja za načinjenu štetu po principu „zagađivač plaća“.



Slika 5.2 Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda blizu Lille-a, Francuska

Dugoročno bi ovaj princip trebao da bude poticaj da se društvo okreće ka upotrebi novih tehnologija koje ne zagađuju okoliš. Uvođenje novih „čistijih“ tehnologija posebno se odnosi na industrijske zagađivače. S obzirom na stalno povećanje industrijske proizvodnje, te s tim u vezi i količine stvorenog otpada i otpadnih voda, u nekim područjima prekoračene su ili bi brzo mogle biti dostignute granice „sposobnosti prihvata“ pojedinih prijemnika (vodotoka). U skladu s principom integralnog upravljanja vodama i održivog razvoja, bit će nužno primjenjivati „čistije tehnologije“ u proizvodnim pogonima. S tim u vezi je UNEP 1990. godine definirao čistiju proizvodnju na sljedeći način: „Stalna primjena integrirane okolinske strategije u procesima, proizvodima i uslugama radi povećanja učinkovitosti i smanjenja rizika po ljude i okoliš“ (eng. „The continuous application of an integrated environmental strategy to processes, products and services to increase efficiency and reduce risks to humans and the environment“). Ova se definicija danas koristi u svim programima koji se odnose na promociju čistije proizvodnje i namjera je podržati:

- efikasnost proizvodnje, optimiziranjem upotrebe prirodnih resursa, (vode, kao i materijala, energije) u svim fazama proizvodnog ciklusa;
- upravljanje okolišem, minimiziranjem nepovoljnih utjecaja industrijske proizvodnje na prirodu i okoliš uopće;

- čovjekov razvoj, minimiziranjem rizika po ljude i njihove zajednice, te podrškom njihovu razvoju.



Slika 5.3 Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Ljubuški, BiH

5.1.2 Princip povrata troškova i mogućnosti plaćanja

Povrat troškova (*eng. cost-recovery*) se određuje kao mjera u kojoj su troškovi proizvodnje ili usluge pokriveni prihodima - potpuno pokrivanje troškova je u tom smislu pokrivanje u punom iznosu svih troškova projekta, proizvodnje ili usluge.

Kada je u pitanju povrat troškova vodnih usluga, radi se o pokrivanju troškova proizvodnje vode i usluge snabdijevanja vodom, kao i troškova odvođenja otpadnih voda, prihodima koji se ostvaruju naplatom tih usluga od korisnika, odnosno određivanjem odgovarajuće cijene. Povrat troškova je neophodno ostvariti kako bi se osigurao kvalitet vode i usluga vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda, a pripadni troškovi se odnose na održavanje i redoviti rad, amortizaciju i otplatu kredita, ali bi se trebali odnositi i na okolinske i troškove resursa, te na troškove proširenja nivoa usluge ili povećanja broja korisnika iste, što nije uvijek slučaj u praksi.

Argument o vodi kao ekonomskom dobru se često koristi kako bi se opravdao princip povrata troškova. Naime, da bi usluge vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda bile ekonomski održive potrebno je te usluge naplaćivati. Prema tome, povrat troškova se ostvaruje putem cijena vode i kanalizacije, koje će osigurati

cjelovito pokrivanje svih troškova, ili putem kombiniranja cijene vode i kanalizacije s jedne strane i subvencija (novčane pomoći) od strane organa vlasti s druge strane. Definicija subvencija kaže da se one mogu izraziti ili kao ukupna vrijednost neto javne potrošnje, ili kao postotak godišnjih troškova koji nije pokriven prihodima od naplate (Porter, 2002).

Usluge vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda u svijetu, kao i u BiH, pružaju vodovodna ili složena komunalna preduzeća. S obzirom da je voda ekonomsko i javno dobro, za ovu vrstu preduzeća se najčešće smatra da ne bi trebala ostvarivati značajniji profit. Ipak, u obavljanju svoje djelatnosti, takvo preduzeće je opterećeno troškovima poslovanja za koje je potrebno prikupiti odgovarajuće prihode - troškovi koje je svakako potrebno pokriti uključuju:

- Operativne troškove crpljenja, tretmana i distribucije vode, kao i troškove prikupljanja, transporta, tretmana i odlaganja otpadnih voda. Ovi troškovi uključuju i administrativne troškove.
- Troškove kapitala za novu infrastrukturu, pri čemu je jako važan vremenski okvir tokom kojeg se kapitalna investicija amortizira, tj. otpisuje.
- Troškove održavanja i obnavljanja postojeće imovine.

Ali, savremeni pristup potvrđuje i potrebu uključivanja tzv. okolinskih i troškova resursa (*eng.* environmental and resource costs) - tako već ranije spomenuti član 9 Okvirne direktive o vodama (EC, 2000) u svom prvom stavu tvrdi da: „Zemlje članice moraju uzeti u obzir princip pokrivanja troškova vodnih usluga, uključujući i okolinske i troškove resursa....“.

Okolinski i troškovi resursa nisu definirani u ovoj Direktivi, ali se odnose uglavnom na društvene troškove aktivnosti u kojima se crpe prirodni resursi kakva je voda. Voda ima veoma važnu društvenu vrijednost, ali često nema cijenu ili njena cijena ne odražava stvarnu vrijednost za društvo. Okolinski i troškovi resursa predstavljaju ukupnu ekonomsku vrijednost štete nastale po okoliš, a koja predstavlja procijep između tekućeg i dobrog hemijskog i ekološkog statusa vodnog tijela, a uključuje i ekonomsku vrijednost potencijalne dobiti (oportuni trošak) koja se ne može realizirati zbog toga što vode nema dovoljno za sve željene korisnike. Dio ovih troškova je moguće internalizirati kroz direktne korisničke troškove (označeni kao „privatni troškovi“), a dio predstavlja eksterne troškove (označeni kao „društveni troškovi“) (Brouwer i ostali, 2009).

Određena ranija istraživanja u BiH su pokazivala da ostvareni prihodi preduzeća za vodosnabdijevanje nisu mogli pokriti troškove čak i ako bi naplata bila stopostotna (Alić, 2004; Speck, 2006), a ista istraživanja su tada pokazala nizak stepen naplate u svih 7 posmatranih država (Albanija, BiH, Bugarska, Hrvatska, BJR Makedonija, Rumunjska, Srbija i Crna Gora).

Od izuzetne je važnosti da potrošači mogu sebi priuštiti plaćanje vodnih usluga. To ne znači da troškove ne treba pokrivati, što bi dovelo do neodrživosti vodnih usluga, nego znači da standard usluge treba postaviti tako da je usluga prihvatljiva i finansijski dostupna većini potrošača. Problem mogućnosti plaćanja (*eng. affordability*), također, mora biti razmotren - međunarodno je prihvaćen nivo od 4% prosječnih mjesečnih prihoda u kućanstvu kao gornja granica plativosti (Speck, 2006).

5.2 Ekonomski instrumenti (EI) u upravljanju vodama

Održivi razvitak ili razvoj podrazumijeva ostvarivanje gospodarskog razvoja i napretka i poboljšanje društvene dobrobiti bez ugrožavanja kvalitete okoliša. Najšire prihvaćena definicija je ona koju je ponudila Svjetska komisija o okolišu i razvoju (WCED, 1987), a u kojoj se kaže da je: „Održivi razvitak onaj razvoj kojim se ispunjavaju sadašnje potrebe, bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije zadovolje svoje potrebe“. Zasniva se na dva osnovna koncepta:

- koncept potreba, a posebno osnovnih životnih potreba siromašnih u svijetu, čije zadovoljenje treba imati vrhunski prioritet;
- ideja o ograničenju koje se odnosi na postojeće tehnologije i društveno organiziranje, te na odnosnu sposobnost okoliša da zadovolji tekuće i buduće potrebe.

U globalnoj utrci za profitom, moći i pojedinačnim interesima nosioca gospodarskog razvoja, ovaj cilj nije uvijek moguće ostvariti. Porast broja stanovništva, urbanizacija, porast GDP-a i sve brži razvoj industrije doveli su do situacije u kojoj je okoliš postao ugrožen i njegova kvaliteta ozbiljno narušena. Izveštaj „Living Planet 2010“ WWFa, najveće svjetske nevladine organizacije za zaštitu okoliša (WWF, 2010) tvrdi da će, ako se nastavi ovakav stepen razvoja i korištenja prirodnih resursa, čak i uz najumjerenije procjene UN-a o rastu broja stanovnika na Zemlji, njihovoj prosječnoj potrošnji, te klimatskim promjenama, do 2030. godine čovječanstvo trebati kapacitet jednak dvjema zemaljskim kuglama da bi se mogao apsorbirati ispušteni CO₂ i nastaviti ovakav stepen rasta korištenja prirodnih resursa. Da bi se proces ubrzanog narušavanja dobrog stanja okoliša, a time i voda, smanjio ili zaustavio, svakako je potrebna intervencija države.

Kako bi pomogla očuvanje okoliša, država može intervenirati na dva načina. Jedan je putem zakonodavnih mjera ili regulatornih mehanizama, koji podrazumijevaju uvođenje propisa i standarda u svrhu očuvanja voda i okoliša. Propisima se npr. određuju najveće dozvoljene koncentracije zagađenja u otpadnim vodama, propi-

suje se pravilno odlaganje opasnog krutog otpada, određuju se različite zabrane i sl. Ovi propisi imaju obavezni i prinudni karakter.

Drugi način na koji država može intervenirati je uvođenje i primjena tržišno orijentiranih mjera poznatijih kao ekonomski instrumenti. Ekonomski instrumenti u smislu integralnog upravljanja vodnim resursima predstavljaju pravila racioniranja ili poticaje koji utječu na alociranje i distribuciju vode i sredstava i prihoda koji se odnose na vodu. Cijena vode, vodna prava, te vodne politike i regulative (koje se odnose na ekonomske kategorije) se ubrajaju u najvažnije ekonomske instrumente i njihova se važnost procjenjuje prema utjecaju na učinkovitost, pravičnost i posljedice po okoliš u društvu (GWP, 2008).

Ekonomski instrumenti su npr. finansijski mehanizmi pomoću kojih se motiviraju zagađivači da smanje rizik koji njihove aktivnosti imaju na okoliš i općenito na zdravlje ljudi. Putem ekonomskih instrumenata se utječe na svijest i promjenu ponašanja zagađivača i korisnika prirodnih resursa, a istovremeno se prikupljaju prihodi koji se usmjeravaju ka zaštiti okoliša, odnosno smanjenju ili eliminiranju negativnih efekata zagađenja. Mogu se primjenjivati u različitim sektorima: u upravljanju vodama, upravljanju krutim otpadom, za zaštitu od zagađenosti zraka, zaštitu tla, zaštitu od buke.

U tržišnim gospodarstvima se sve više koriste ove druge ekonomske mjere jer su efikasnije od regulatornih. Ekonomskim instrumentima se utječe na ponašanje kako pojedinaca tako i gospodarstva u cijelosti, na način da se loše prakse kažnjavaju, a dobre potiču i promoviraju. Da bi se postigao maksimalan učinak očuvanja okoliša, primjenjuje se kombiniranje oba navedena tipa intervencije države.

5.2.1 Karakteristike ekonomskih instrumenata

U politici zaštite okoliša i posebno prirodnih resursa jedan od glavnih ciljeva jeste postići integraciju sa različitim društvenim i gospodarskim sektorima i njihovim politikama jer se tako postižu najbolji rezultati u zaštiti okoliša. Djelotvorno sredstvo za dostizanje toga cilja jesu ekonomski instrumenti koji imaju i kapacitet povezivanja npr. sektora voda, sektora okoliša i sektora industrijske proizvodnje. Primjenom ekonomskih instrumenata može se podržati ili nametnuti da se u troškove proizvodnje uključe troškovi onečišćenja okoliša koje nastaje kao posljedica aktivnosti. Zbog toga je prijeko potrebna intervencija države koja mjerama regulative i fiskalne politike (politike novca) nastoji internalizirati takve troškove. Troškovi onečišćenja okoliša, koji se označavaju vanjskim (eksternim) troškovima, nastaju kada društvo ili zajednica čiji je okoliš narušen, ulažu novčana sredstva za rehabilitaciju narušenog stanja okoliša. Ključno je, svakako, da se ti troškovi prenesu na one subjekte koji istu štetu stvaraju.

Šta su temeljne karakteristike ekonomskih instrumenata?

- Uključivanje prethodno spomenutih vanjskih troškova je glavni razlog za primjenu ekonomskih (okolinskih) instrumenata, umjesto npr. propisa kojima se reguliraju dozvoljene granice zagađenosti. To podrazumijeva nastojanje da se troškovi štete nastale po okoliš ili troškovi resursa pomoću ekonomskih instrumenata ugrade u cijene proizvoda, sa ciljem međusobnog integriranja vanjskih i unutarnjih troškova. Pri tome unutarnji troškovi predstavljaju direktne troškove proizvodnje roba i usluga, a vanjski nastaju kao popratni učinak gospodarskih aktivnosti, kao što su npr. troškovi zagađenja i drugi troškovi korištenja okoliša. Što je veza između unutarnjih i vanjskih troškova bolja, tim prije briga za okoliš postaje dio redovnog privrednog odlučivanja.
- Ekonomski instrumenti stvaraju poticaje za proizvođače i potrošače da se usmjere ka okolišno prihvatljivom ponašanju.
- S njima se može postići isplativija i učinkovitija kontrola zagađenja nego primjenom samo ograničavajućih propisa.
- Ekonomski instrumenti mogu utjecati na proizvođače da primjene inovativna rješenja koja imaju manje negativne posljedice po okoliš, uključujući i vodne resurse. Kada se ispuštanja štetnih materija u vodu oporezuju ili se za njih plaćaju visoke naknade za zagađenje i sl. proizvođači koji ih plaćaju imaju poticaj da razvijaju nove načine proizvodnje i potrošnje, kako bi smanjili svoje troškove poreza i naknada. Na taj način se poboljšava održivost razvoja, ali i međunarodna konkurentnost na tržištima koja prepoznaju ekološki prihvatljivu proizvodnju, kakva je EU.
- Ekonomskim instrumentima se prikupljaju prihodi koji se mogu direktno koristiti za poboljšanja narušenog stanja okoliša.

Ekonomski instrumenti u funkciji integriranog upravljanja vodnim resursima predstavljaju pravila racioniranja i poticaje koji utječu na raspodjelu i distribuciju vode ili sredstava i prihoda koji se odnose na vodu.

Više vrsta ekonomskih instrumenata je danas u primjeni: naknade za korištenje resursa, naknade za zagađivanje, naknade na proizvode, takse za nepridržavanje propisa i sl. Svakako ovdje treba razlikovati takse (poreze) i naknade - taksa je instrument kojim administracija prikuplja prihode koji direktno ulaze u opći proračun organa vlasti, dok su naknade unaprijed određene namjene (npr. zaštita okoliša) i najčešće ih prikupljaju preduzeća, agencije ili fondovi, kao tijela javne administracije sa jasno definiranom funkcijom, ili čak i kao privatna preduzeća koja putem koncesije vrše određenu funkciju. Kada su u pitanju ekonomski instrumenti koji se primjenjuju u sektoru voda, njihova uloga je prvenstveno da omoguće povrat svih troškova usluga ovog sektora, uključujući svakako i vanjske troškove. Ta-

kođer, ove mjere potiču učinkovito korištenje vode, kao i smanjenje ili eliminiranje zagađenja.

Postoji nekoliko osnovnih vrsta naknada koje se primjenjuju u sektoru voda:

- **Korisničke naknade** su plaćanja usluga koje se pružaju stanovništvu i gospodarskim subjektima. Te usluge podrazumijevaju npr. snabdijevanje korisnika vodom i odvodnju otpadnih voda. One se prvenstveno koriste za pokrivanje odnosnih troškova i za održavanje usluga vodosnabdijevanja i kanalizacije na zadovoljavajućem nivou. U ove naknade spadaju: cijena vode, naknada za iskorištenje voda, naknada za kanalizaciju. Prema odredbama članka 9 Okvirne direktive o vodama (EC, 2000) zemlje članice treba do 2010. godine da osiguraju takvu politiku cijena vode koja će osigurati odgovarajući poticaj korisnicima da vodu koriste efikasno i na taj način doprinesu ekološkim ciljevima Direktive. U ovu kategoriju spadaju i naknade za korištenje voda u gospodarstvu, npr. u hidro-energetskom sektoru, poljoprivredi, proizvodnji mineralne vode i sl.
- **Naknade za zaštitu voda** se naplaćuju za ispuštanje zagađenja u okoliš i zasnovane su na količini i/ili kvaliteti ispuštenih otpadnih voda.
- **Naknade zbog nepridržavanja** su plaćanja nametnuta zagađivačima koji ne ispune zahtjeve regulative dobrog upravljanja okolišem. Ove naknade mogu biti proporcionalne odabranim varijablama, kao što su npr. izazvane štete zbog nepridržavanja ili profit ostvaren zbog nepridržavanja. Ove naknade se još zovu kazne ili penali.

5.2.2 Cijena vode u vodosnabdijevanju

Najveći korisnici usluga vodosnabdijevanja tj. potrošači vode su kućanstva, gospodarstvo i poljoprivreda. Iako potrebe poljoprivrede ovise od količine kišnih padavina, navodnjavanjem se u prosjeku troši do 70% vode u svijetu (što ilustrira naredna slika). Ipak, cijena vode u ovom sektoru se određuje drugačije nego za potrošnju u kućanstvima i gospodarstvu.

Pružatelji usluga vodosnabdijevanja, uz malobrojne izuzetke u svijetu, naplaćuju određenu naknadu kako bi pokrili svoje troškove. U razvijenim zemljama svijeta je cijena vode veća, dok je u nerazvijenim i zemljama u razvoju značajno manja, što već samo po sebi odražava činjenicu da je cijena vode često predmet (političkog) dogovora i nije uvijek uvjetovana odnosnim troškovima nastalim generiranjem ove usluge.

U svojoj osnovi cijena vode je, također, ekonomski instrument koji ima za cilj pokrivanje svih troškova nastalih pružanjem ove usluge i spada u grupu korisničkih naknada. Primjena ovog instrumenta ima za cilj i da potrošači postanu svjesni da

voda ima svoju vrijednost. Vrijednost vode ogleda se u različitim načinima na koje se voda može koristiti.



Slika 5.4 Korištenje vode u poljoprivredi

Direktni troškovi vodosnabdijevanja se najvećim dijelom sastoje od fiksnih troškova (kapitalni i administrativni troškovi) i manjim dijelom od varijabilnih troškova koji zavise od količine potrošene vode (prije svega troškovi energije i hemikalija). Često se samo dio ovih troškova naplaćuje od potrošača, dok se ostatak finansira kroz direktne ili indirektno novčane potpore (subvencije) lokalnih, regionalnih ili državnih organa vlasti.

Cijena vode se uobičajeno obračunava po m^3 utrošene vode, što podrazumijeva da potrošač ima vodomjer pomoću kojeg se vrši mjerenje potrošnje. Osim cijene po m^3 , nekada se obračunava i naplaćuje i stalni dio cijene, koji ne ovisi od količine potrošene vode, a koji treba da pokriva troškove održavanja i očitavanja vodomjera, obračun iznosa računa za vodu i fakturiranje računa. Ukoliko nije moguće tačno izmjeriti količinu utrošene vode tj. ukoliko potrošač ne posjeduje vodomjer, onda se kao trošak uzima iznos koji zavisi npr. od broja članova kućanstva, površine stambenog ili poslovnog prostora i sl.

U razvijenim zemljama voda često ima istu cijenu za sve kategorije potrošača, dok u nerazvijenim i zemljama u razvoju nije uvijek tako. Naime, često je prisutno tzv. unakrsno subvencioniranje potrošača, u kome jedna kategorija, npr. gospodarstvo i komercijalni potrošači, ima višu cijenu vode, a druga kategorija, npr. kućanstva, ima nižu jediničnu cijenu, čime zapravo prva kategorija nadoknađuje manju cijenu

koju plaća druga. Ovakve različite cijene su potaknute ili socijalnom politikom države ili nastojanjem da se podrži razvoj gospodarstva (u suprotnom slučaju primjene cijena od prethodno navedenog).

Određivanje cijene na osnovu troškova nastalih vršenjem ove usluge znači uspostavljanje ekonomske cijene vode, tj. cijene kojom će preduzeća za vodosnabdijevanje ostvarivati prihode kojima će moći pokriti troškove svakodnevnog rada i održavanja sistema, kao i barem jedan dio ulaganja. S druge strane, ekonomska cijena vode predstavlja i mjeru očuvanja vode kao prirodnog resursa jer se potrošači putem cijene usmjeravaju ka štednji vode. Preniske cijene mogu stvoriti pogrešnu sliku da je voda neiscrpan prirodni resurs. Cijenom vode se utječe i na uvođenje novih tehnologija u gospodarstvo kojima se štedi voda, uključujući sisteme prečišćavanja i ponovnog korištenja vode, a istovremeno na taj način smanjuju količine otpadne vode koje se ispuštaju u okoliš.

Strogo primjenjujući princip povrata troškova, moglo bi se reći da su cijene usluga vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda različite za svakog korisnika usluga ponaosob. Međutim, iz razloga praktičnosti, korisnici usluga se najčešće grupiraju u odgovarajuće kategorije, prema dominantnim karakteristikama korisnika usluga. Cijene pružanja ovih usluga u principu se razlikuju od kategorije do kategorije potrošača, s obzirom da postoje razlike u troškovima koji se generiraju za svaku od njih. U načelu se određivanje cijena za pružanje ove vrste usluga provodi u slijedećim koracima (fazama):

- određivanje potrebnih godišnjih prihoda za period u kome će cijene biti na snazi;
- raspodjela troškova pružanja usluga na glavne funkcionalne komponente troškova;
- raspodjela troškova usluga na pojedine grupe ili kategorije potrošača;
- određivanje realnog sistema cijena za sve kategorije potrošača koji će kreirati takve prihode vodovodu koji odgovaraju troškovima nastalim pružanjem usluga različitim kategorijama potrošača.

Dvije najčešće korištene metode za određivanje potrebnih prihoda vodovoda su:

- metoda na osnovu potrebnih finansijskih sredstava;
- metoda na osnovu angažiranih kapitalnih sredstava.

Bez obzira koja metoda se primjenjuje, određivanje cijena usluga vrši se za odgovarajući planski period, na bazi historijskih računovodstvenih i drugih podataka i poslovnih planova. Dužina planskog perioda zavisi od više faktora, od kojih su najvažniji:

- Stabilnost makroekonomskog sistema, prvenstveno sa aspekta inflacije. U slučaju visoke inflacije, cijene usluga treba planirati na kraće periode, najbolje za jednu godinu. I drugi ekonomski faktori mogu utjecati na smanjenje perioda planiranja. Tu prvenstveno spadaju povećanje minimalne cijene radne snage, te povećanje cijena energenata (električne energije i nafte), materijala i opreme.
- Rast opsega potrošnje vode. U slučajevima kada se očekuje rast opsega potrošnje vode, bilo zbog povećanja broja potrošača, bilo zbog povećanja specifične potrošnje, planski period treba biti kraći.
- Pouzdanost raspoloživih podataka na osnovu kojih se vrši procjena troškova. U slučajevima kada se planiranje vrši na osnovu nepouzdanih historijskih podataka, planske procjene su relativno nepouzdate, pa period planiranja treba učiniti što kraćim.

Metoda na osnovu potrebnih finansijskih sredstava je zasnovana na prethodno navedenoj postavci da prihodi moraju pokriti sve finansijske potrebe preduzeća. Potrebni prihodi koji se određuju prema ovoj metodi uključuju sve obaveze preduzeća koje proističu iz njegove operative djelatnosti. Dvije glavne grupe troškova su operativni troškovi (čije cjelovito poznavanje zahtijeva i dobar pregled mreže, kao na narednoj slici) i troškovi održavanja, te kapitalni troškovi.



Slika 5.5 Primjer mreže za vodosnabdijevanje

U operativne troškove i troškove održavanja uključeni su troškovi poput plata i ostalih naknada zaposlenicima, troškovi električne energije, goriva i maziva, hemikalija, uredskog i drugog potrošnog materijala, troškovi usluga trećih lica, iznajmljivanja prostorija i opreme, administrativni troškovi, porezi na plate, naknade i usluge, kao i drugi troškovi vezani za operativnu djelatnost preduzeća za vodosnabdijevanje.

Ovi troškovi utvrđuju se na osnovu historijskih računovodstvenih podataka na jednoj, i poslovnih planova na drugoj strani. Tačnost procjene ovih troškova zavisi od detaljnosti i funkcionalnosti računovodstvenih podataka, te analitičnosti i realnosti poslovnog plana.

Kapitalni troškovi uključuju troškove servisiranja dugova, koji se odnose na iznos gotovine potreban za otplatu glavnice i kamata na kredite i druge zajmove proistekle iz kapitalnog razvoja preduzeća, a tu su uključeni i troškovi kapitalnog razvoja, koji se finansiraju iz tekućeg poslovanja i/ili amortizacija. Kapitalni troškovi obično su vezani za sljedeće tipove investiranja:

- zamjena postojećih objekata i opreme;
- redovna proširenja i unapređenja objekata i opreme;
- kapitalna ulaganja u nove objekte i opremu.

Iz tekućih prihoda preduzeća ili amortizacije obično se finansiraju prva dva tipa kapitalnih rashoda. Kapitalna ulaganja u nove objekte i opremu obično su takvog opsega da se ne mogu finansirati iz operativnih prihoda preduzeća, pa se najčešće finansiraju putem kredita. Dugovi nastali uzimanjem kredita otplaćuju se tokom niza godina, raspoređivanjem kapitalnih troškova prema odgovarajućem stepenu iskorištenja objekta ili opreme tokom vijeka trajanja. Ovaj način finansiranja kapitalnih investicija rezultira boljom usklađenošću cijena usluga u pojedinim godinama sa stvarnim korištenjem, te osigurava da teret kapitalnog razvoja preduzeća neće u potpunosti pasti na tekuće potrošače, obzirom da će te objekte koristiti i buduće generacije potrošača. Dio kapitalnih ulaganja u nove objekte i opremu može se finansirati i iz tekućih prihoda vodovoda. U tom slučaju, troškovi proistekli iz ovih ulaganja uključuju se kao sastavni dio potrebnih prihoda preduzeća.

Metoda na osnovu angažiranih kapitalnih sredstava koristi se u nekim zemljama, kao na primjer SAD, za određivanje cijena usluga kod privatnih, ali i kod dijela javnih preduzeća za vodosnabdijevanje. Posebno često se primjenjuje u slučajevima kada se usluge isporučuju korisnicima koji se nalaze izvan osnovnog područja preduzeća za vodosnabdijevanje. Primjer je isporuka vode iz jednog u drugo preduzeće koja su vlasništva različitih lokalnih zajednica. U osnovi ove metode je princip da u prihodima preduzeća sudjeluje i dobit na angažirana kapitalna sredstva. Ova dobit ostvaruje se na dio fiksnih sredstava vodovoda koja se koriste za pružanje

usluga vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda. Za javna preduzeća, ukupni godišnji potrebni prihod u idealnom slučaju bi trebao biti identičan, bez obzira kojom se od ove dvije metode računa.

Kada je riječ o raspodjeli troškova usluga na komponente, polazna osnova je da različiti potrošači imaju različite zahtjeve u pogledu opsega i nivoa usluga koje preduzeće treba da im osigura. Osnovni princip određivanja cijena usluga vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda je da troškovi pružanja ovih usluga padnu na potrošača, odnosno potrošačku kategoriju, zbog koje upravo ti troškovi i nastaju. Da bi se takva raspodjela troškova na potrošače mogla pravično napraviti, potrebno je uzeti u obzir zahtjeve tih potrošača u pogledu količine i vršne potrošnje, i proporcionalno tome dodijeliti troškove. Na primjer, za potrošača sa velikim koeficijentom neravnomjernosti potrošnje, potrebno je pri vodosnabdijevanju osigurati cjevovode većih promjera, pumpe većeg kapaciteta i veći rezervoarski prostor, u odnosu na potrošača sa manjim koeficijentom neravnomjernosti, a istom prosječnom potrošnjom. Zbog toga bi metodologija raspodjele troškova trebala prepoznati posebne zahtjeve potrošača, kao što su ukupna utrošena količina vode, vršna potrošnja, i drugi faktori. U svjetskoj praksi najčešće se koriste slijedeće dvije metode raspodjele troškova na funkcionalne komponente:

- metoda osnovnog i ekstra kapaciteta;
- metoda isporučene i tražene količine.

Bez obzira o kojoj metodi raspodjele se radi, potrebno je raspodijeliti operativne troškove i troškove održavanja s jedne, i kapitalne troškove s druge strane, na odgovarajuće funkcionalne komponente, razmatranjem svake stavke troška zasebno.

Razvoj tarifne strukture predstavlja završni korak u određivanju cijena usluga vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda. Pri razvoju strukture cijene, potrebno je uzeti u obzir elemente kao što su pravičnost raspodjele troškova pružanja usluga na potrošače, odnosno potrošačke kategorije, te lokalne i druge uvjete, a sve u cilju zadovoljenja potreba i preduzeća i potrošača. Odstupanje od principa da preduzeće prihodima pokriva troškove pružanja svojih usluga je moguće, i najčešće se dešava zbog političkih, pravnih, socijalnih ili nekih drugih društvenih razloga. Takve strukture cijene, međutim, treba izbjegavati kada god je to moguće.

Postoji veći broj oblika tarifnih struktura - u nastavku je dat prikaz nekih najčešće korištenih.

5.2.2.1 Tarifna struktura sa jedinstvenom cijenom po potrošenoj količini, bez pretplate

Kod ovih struktura, uspostavlja se jedinstvena cijena po m^3 , neovisno o količini vode koja se koristi. Ova jedinstvena cijena se primjenjuje na sve potrošače, bez obzira o kojoj kategoriji potrošača se radi. Faktori kao što su neravnomjernost potrošnje ili veličina vodomjera ne uzimaju se u obzir pri određivanju cijene. Cijena se određuje prostim dijeljenjem ukupnih potrebnih prihoda sa ukupnom procijenjenom potrošnjom vode. Najčešće se koristi u malim sistemima, gdje potrošači imaju slične zahtjeve, pa ne postoji potreba za nekom detaljnijom analizom.

5.2.2.2 Tarifna struktura sa jedinstvenom cijenom po potrošenoj količini, sa pretplatom

Kao i kod prethodne strukture, cijena je data po jedinici količine vode, i ne ovisi od ukupno utrošene količine vode, već je data kao jedinstvena cijena (jedan tarifni blok). Ova cijena razlikuje se za različite kategorije potrošača. Pored dijela naknade koji se obračuna prema utrošenoj količini vode, postoji i dio naknade za pokrivanje troškova koji ne ovise od isporučene količine vode, i koji se odnose na potrošačke troškove. Ovaj dio naknade se često naziva pretplata.

Postoje dvije varijante ove tarifne strukture. Po prvoj, pretplata uključuje samo potrošačke troškove, tj. troškove koji ne ovise od utrošene količine vode, i koji postoje bez obzira da li se voda troši ili ne. Po drugoj varijanti u pretplatu su, pored potrošačkih troškova, uključeni i troškovi isporuke određene, relativno male količine vode, i sva ostala potrošnja obračunava se po m^3 .

5.2.2.3 Tarifna struktura sa jedinstvenom cijenom po potrošenoj količini, bez pretplate

Još jedna struktura u čijoj osnovi se nalazi cijena po jedinici utrošene količine vode (novčanih jedinica/ m^3), pri čemu jedinična cijena ne ovisi o ukupno utrošenoj količini vode (jedan tarifni blok), ali u ovom slučaju ne postoji posebna naknada za pokrivanje troškova koji ne ovise od isporučene količine vode (potrošačkih troškova). Cijena po m^3 je različita za različite kategorije potrošača, i u sebe uključuje i potrošačke troškove (troškove očitavanja i održavanja vodomjera, te troškove fakturiranja).

5.2.2.4 Tarife sa paušalnim cijenama usluga

Paušalne cijene usluga uspostavljaju se za korisnike usluga kod kojih se potrošnja vode iz bilo kojeg razloga ne mjeri. Iznos za plaćanje (paušal) se u tom slučaju određuje na bazi elemenata koji se mogu procijeniti, kao što su površina stana, broj

prostorija ili broj slavina u stanu, ali ipak najčešće na osnovu broja stanara u kućanstvu. Ovaj način treba izbjegavati, obzirom da ne vodi ekonomičnom korištenju usluga.

5.2.2.5 Tarifne strukture sa dva ili više tarifnih blokova

Kod tarifnih struktura sa jednim tarifnim blokom, postoji jedinstvena cijena po m^3 vode, bez obzira na ukupnu količinu vode koja se koristi. Međutim, moguće je razviti i tarifnu strukturu sa dva ili više cjenovnih blokova, kod kojih se cijene stepenasto mijenjaju, zavisno od nivoa ukupne potrošnje.

Prvi korak u definiranju tarifnih blokova je određivanje njihovih granica, što se čini na temelju raspodjele prosječne potrošnje svake od kategorija - granice tarifnih blokova određuju se na način da u pojedini tarifni blok većinskim dijelom uđe jedna ili više potrošačkih kategorija. Tarifne strukture sa dva ili više tarifnih blokova mogu biti tako strukturirane da cijene u tarifnim blokovima imaju opadajući ili pak rastući oblik. Ako imaju opadajući karakter, razlog je što prosječni troškovi pružanja ovih usluga po m^3 opadaju kako količina utrošene vode raste, obzirom da neravnomjernost potrošnje u tom slučaju opada. U tom slučaju, veći dio troškova otpada na osnovnu potrošnju, a manji na vršnu, što dovodi do toga da su troškovi potrošača sa manjom potrošnjom veći. Najčešće se, međutim, razvija tarifni sistem sa rastućim cijenama, i to sa ciljem štednje vode, što je posebno slučaj u preduzećima sa značajnim problemima u količinama vode dostupnim za vodosnabdijevanje. Nakon usvajanja granica tarifnih blokova i cijena, svakako je potrebno i provjeriti da li ovako usvojeni elementi osiguravaju prihode koji će pokriti ukupne troškove usluga s jedne, te raspodijeliti troškove po pojedinim potrošačkim kategorijama, s druge strane.

5.2.2.6 Tarife zasnovane na marginalnim troškovima

Marginalni troškovi predstavljaju troškove proizvodnje dodatne jedinice proizvoda. Kada se radi o uslugama vodosnabdijevanja, marginalni troškovi se vezuju za troškove povećanja ukupnog kapaciteta vodosnabdijevanja izgradnjom dodatnih objekata. Obzirom na teoriju rastućih marginalnih troškova, troškovi osiguranja svake naredne količine vode su sve veći. Na ovaj način daje se odgovarajući signal potrošačima o stvarnoj cijeni vode, što može utjecati na njihovu potražnju za dodatnim količinama. Iako je zasnovana na zdravim ekonomskim principima, primjena ove teorije dosta je nepraktična za ovu vrstu usluga. Naime, cijene razvijene na osnovi marginalnih troškova mogle bi generirati prihode znatno veće ili manje od potrebnih, pa se zato rijetko koriste.

5.2.3 Naknada za korištenje voda

Naknada za korištenje voda predstavlja iznos koji se plaća za crpljenje površinskih ili podzemnih voda za razne oblike upotrebe - npr. vode za javno vodosnabdijevanje, vode i mineralne vode koja se koristi za pakiranje u boce, vode za navodnjavanje, vode za uzgajanje ribe u ribnjacima, - vode za industrijske procese, uključujući i termoelektrane i sl. Ova naknada služi za kontrolu korištenja vodnih resursa i destimuliranje eventualnog prekomjernog crpljenja vode.

Obveznici plaćanja ove naknade su pravne ili fizičke osobe (npr. preduzeća za vodosnabdijevanje, gospodarski subjekti koji za lične potrebe vrše snabdijevanje vodom iz vlastitih izvora i dr.), koje vrše crpljenje vode, gdje se naknada obračunava na količinu iscrpljene ili iskorištene vode. Ova naknada može imati izražen ekološki aspekt, ako se prihodi prikupljeni putem ove naknade usmjeravaju ka zaštiti okoliša. Prihodi se također mogu koristiti za istraživanja, upravljanje površinskim ili podzemnim vodama ili npr. za kompenzaciju štete nastale smanjenjem nivoa podzemnih voda.

Izuzetno se naknada za iskorištenje voda pri uzgoju ribe može obračunati i po kg proizvedene ribe (primjer ribnjaka je prikazan na narednoj slici), a naknada za korištenje vode za proizvodnju električne energije dobivene korištenjem hidroenergije na osnovu proizvedene električne energije izražene u kWh.



Slika 5.6 Ribnjak na Bilećkom jezeru, BiH

5.2.4 Naknada za odvodnju otpadnih voda

Otpadna voda je zagađena voda koja nastaje nakon njenog korištenja u kućanstvima, od strane gospodarskih potrošača, industrije i poljoprivrede, i uključuje kućni, gradski i industrijski „tečni“ otpad, koji se prikuplja i odvodi putem kanalizacijske mreže. Ovako prikupljene vode se zatim ispuštaju u vodotoke, jezera ili more, sa ili bez prethodnog prečišćavanja. Ukoliko se ne prečišćavaju, otpadne vode mogu imati značajan utjecaj na kvalitetu okoliša, kao i na zdravlje ljudi.

Ova usluga prije svega podrazumijeva postojanje izgrađene kanalizacijske mreže, a zatim i redovan rad i održavanje te mreže. Izgradnja kanalizacijske mreže podrazumijeva znatna novčana ulaganja, dok njeno održavanje zahtijeva manja, ali redovna novčana sredstva. Ta novčana sredstva se naplaćuju kroz cijenu/naknadu za odvodnju otpadnih voda.

S obzirom da se količine vode ispuštene u kanalizacijski sistem najčešće ne mjere, ova naknada se obračunava na osnovu količine upotrijebljene vode, tj. cijena za otpadne vode se obračunava na osnovu utrošene vode korisnika.

5.2.5 Naknada za zaštitu voda

Zagađenje ili onečišćenje voda odnosno vodnih tijela je često uzrokovano čovjekovim aktivnostima, i može biti štetno za biljni i životinjski svijet koji živi u vodi ili je ovisan o vodi, ali i štetno po ljudsko zdravlje.

Naknada za zaštitu voda je naknada za ispuštanje otpadnih voda u vodotoke koje će stoga uzrokovati zagađenje. Ovaj ekonomski instrument je u direktnoj vezi sa principom „zagađivač plaća“ i može se definirati kao cijena koja se plaća na korištenje okoliša jer se otpadne vode ispuštaju u okoliš. Ova naknada, kao posebna vrsta okolišne naknade, treba reflektirati sve finansijske i ekonomske, direktne i indirektno, troškove ispuštanja otpadnih voda u okoliš, odnosno zagađenja i iznos naknade ne bi trebao biti manji od troškova što bi ih obveznik imao za prečišćavanje takve vode. Visina naknade za zaštitu voda treba da:

- reflektira troškove po okoliš nastale zagađenjem otpadnim vodama;
- bude dovoljno visoka da stimulira investicije u smanjenje zagađenja;
- generira dovoljne količine prihoda za mjere čišćenja.

Svrha ovog ekonomskog instrumenta, osim prikupljanja prihoda, je da se zagađivači potaknu na smanjenje količina ispuštenih zagađenih voda, ali i na smanjenje koncentracije štetnih materija u otpadnoj vodi.

Obveznici plaćanja naknada za zaštitu voda trebaju biti sve pravne osobe i građani koji obavljaju gospodarsku djelatnost, kao i kućanstva koja svoje otpadne vode

ispuštaju u kanalizacijske sisteme ili u vlastitu kanalizacijsku mrežu, u vodotoke, akumulacije, podzemlje i dr. ili koji pri vršenju svoje aktivnosti ispuštaju otpadne vode na poljoprivredno, građevinsko ili šumsko zemljište, koje na posredan ili neposredan način zagađuju vodu.

Osnovica za obračunavanje i plaćanje naknade za zaštitu voda često je jedinica zagađenja, tzv. ekvivalentni stanovnik (1 ES) izračunat kao dvadeset-četverosatno ispuštanje otpadnih voda na osnovi: (i) količine ispuštene otpadne vode, (ii) stepena njenog zagađenja i (iii) propisane kategorije prijemnika. No, osnovica može biti i 1 kg proizvedene ribe u ribnjacima, ili 1 kg vještačkog đubriva ili hemikalije upotrijebljene za zaštitu biljaka.

Obračun naknade se može zasnivati na stvarnom kvalitetu i količini otpadnih voda, utvrđenom na osnovu vršenog monitoringa ili na osnovu informacija o izlaznom proizvodu, nivou tretmana otpadnih voda, kao i broju zaposlenih u preduzeću koje ispušta otpadnu vodu (a može se primijeniti i paušalni iznos).

Sredstva dobivena prikupljanjem ove naknade namijenjena su za finansiranje aktivnosti zaštite voda i za ulaganje u gradnju novih objekata za zaštitu voda (postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda).

5.2.6 Naknada za izvađeni materijal iz vodotoka

Obveznici obračuna i plaćanja naknade za izvađeni materijal (pijesak i šljunak) iz vodotoka su pravne osobe i građani koji na osnovu izdate saglasnosti vrše vađenje ovog materijala iz vodotoka. I ova aktivnost također spada u upravljanje vodama jer se na taj način remete prirodna korita vodotoka i mijenja vodni režim. Primjenom ovih naknada se prikupljaju prihodi čija je namjena investiranje u poboljšanje stanja okoliša. Ova se naknada obračunava najčešće prema količini izvađenog materijala iz vodotoka (u m³).

5.2.7 Naknada za zaštitu od poplava

Ova se naknada odnosi na zaštitu poljoprivrednog, šumskog ili građevinskog zemljišta, koje je zaštićeno odgovarajućim objektima za zaštitu od poplava. Visina ove naknade može biti različita, zavisno od vrste branjenog zemljišta, i uglavnom se obračunava po 1 ha zaštićenog zemljišta.

Ova se naknada također odnosi i na zaštitu stambenih, poslovnih i drugih objekata koji su zaštićeni objektima za zaštitu od poplava, i tada se naknada obračunava po 1 m² korisne površine objekta.

5.2.8 Ostali mogući EI u upravljanju vodama

Osim navedenih, najviše primjenjivanih ekonomskih instrumenata, u sektoru voda se pojavljuju i: naknade za navodnjavanje, naknade ili kazne za nepridržavanje propisa, subvencije, poreske olakšice i dr.

Naknade za navodnjavanje se plaćaju za korištenje hidromelioracionih sistema, tj. sistema za navodnjavanje i odvodnjavanje poljoprivrednih površina. Riječ je o naknadama koje mogu obuhvaćati nekoliko podvrsta naknada, zavisno od usluge koja se pruža putem ovih sistema, i to:

- naknada za odvodnjavanje zemljišta;
- naknada za navodnjavanje i odvodnjavanje zemljišta;
- naknada za snabdijevanje vodom.

Naknade za navodnjavanje i odvodnjavanje su naknade koje se plaćaju za korištenje izgrađenih hidromelioracionih sistema, dok naknada za snabdijevanje vodom ovisi od količine iskorištenje vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina.

Obveznici plaćanja ovih naknada su svi korisnici i vlasnici zemljišta koji su neposredno ili posredno koristili navodnjavanje i/ili odvodnjavanje, odnosno svi vlasnici i korisnici zemljišta za koje je osigurano snabdijevanje vodom za navodnjavanje. Visina naknada se obračunava i plaća po 1 m³ vode, po jedinici površine zemljišta i vrsti kulture na zemljištu.

Naknade za navodnjavanje predstavljaju veoma važan ekonomski instrument u osiguranju održivosti sistema za navodnjavanje. Ove naknade trebaju imati visinu koja osigurava povrat troškova pružateljima usluge navodnjavanja.

Naknade za nepridržavanje propisa sastoje se od kazni koje se nameću kada su prekoračene najveće dozvoljene granice (npr. koncentracija u ispuštenim otpadnim vodama). Ove naknade se trebaju vezati za stepen prekoračenja dozvoljenih granica i tada se može primjenjivati na jedinicu mjere u kojoj je granica prekoračena ili se naknada može računati na osnovu rastuće ljestvice, pri čemu visina naknade raste s porastom prekoračenja dozvoljene granice.

Subvencije mogu biti direktne i indirektne. Direktne subvencije se mogu definirati kao direktna finansiranja od strane javne administracije (tzv. novčane potpore) u uvođenje novih tehnologija i dobrih praksi u gospodarstvo, koje će time smanjiti zagađenje okoliša. Primjer indirektne subvencije je uvođenje cijene vode koja je ispod ekonomskog nivoa, i to tako da razliku u cijeni preduzeću za vodosnabdijevanje plaćaju organi javne administracije (lokalni, regionalni ili državni). Primjer interne unakrsne subvencije je kada se jednoj kategoriji potrošača nameću veće cijene vode kako bi se time pokrile niže cijene koje se uvode nekoj drugoj katego-

riji (npr. kućanstvima, na račun veće cijene za gospodarstvo, o čemu je već bilo riječi u 5.3.3).

Poreske olakšice se primjenjuju za gospodarstvo i također su vrsta indirektnih subvencija, pri čemu se industrije oslobađaju ili im se smanjuje visina poreza i carina za izradu programa i za uvođenje tzv. „čistije tehnologije“.

6

Pravna pitanja u upravljanju vodama

Na oblast upravljanja vodama u BiH bitno utiče međunarodno okruženje sa svojim dokumentima koji se odnose na sektor voda. Neki dokumenti imaju karakter ratificiranih međunarodnih konvencija, te su kao takvi obavezujući za državu, dok drugi imaju karakter smjernica ili preporuka. Svi ti dokumenti stvaraju bitan pravni, organizacioni i upravljački okvir u kojem je potrebno urediti oblast upravljanja vodama u BiH. Navedene obaveze proizilaze iz pripadnosti BiH sljedećim grupama zemalja (ZZVB, 2006):

- Regionu zemalja Privredne komisije za Evropu Ujedinjenih nacija (UN ECE);
- Zemljama Dunavskog riječnog sliva;
- Zemljama sliva rijeke Save;
- Zemljama Mediterana;
- Grupi zemalja koje su u procesu pridruživanja EU, te imaju obavezu da u procesu pridruživanja svoje odluke i dokumente postupno prilagođavanju direktivama koje važe za zemlje članice EU.

U nastavku se daju ključne odrednice relevantnih dokumenata za oblast upravljanja vodama u BiH.

6.1 Helsinška konvencija

Iako se Vijeće Evrope od šezdesetih godina prošlog stoljeća bavi problematikom zaštite i upravljanja vodama i još 1968. godine je usvojilo Evropsku povelju o vodama, prva regionalna konvencija u Evropi na temu voda je Konvencija o zaštiti i upotrebi prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera (Helsinki, 1992. godine). Strane potpisnice Konvencije su se složile da će sprečavati, nadzirati i smanjiti svaki štetni prekogranični utjecaj. U tom smislu, obavezale su se sprečavati i nadzirati zagađenje na samom izvoru, te osigurati razumnu i pravičnu upotrebu vodotoka, pritom se rukovodeći načelom opreza, načelom zagađivač plaća i načelom očuvanja mogućnosti budućim generacijama da zadovolje svoje potrebe. Konvencija predviđa čitav sistem izdavanja dozvola za izlivanje otpadnih voda u vodotoke, izradu procjene utjecaja na okoliš, izradu planova hitnih mjera za slučaj nezgode, obavezu promatranja (monitoringa) stanja prekograničnih vodotoka, saradnju u naučnom istraživanju i obavezu razmjene informacija.

Helsinška konvencija je okvirna konvencija kojom se strane obavezuju zaključiti dvostrane ili višestrane sporazume u kojima će razraditi sva pitanja prihvaćena Konvencijom, a postojeće sporazume obavezuju se uskladiti sa Konvencijom. Uz Konvenciju je 1999. godine usvojen i Protokol o vodi i zdravlju.

BiH je pristupila Konvenciji u decembru 2009. godine.

6.2 Dunavska konvencija

Konvencija o saradnji na zaštiti i održivoj upotrebi rijeke Dunav⁴ je regionalnog karaktera i zaključena je 1994. godine u Sofiji. Cilj Konvencije je postizanje održivog i pravednog upravljanja vodama koje se sastoj od:

- očuvanja, poboljšanja i racionalne upotrebe površinskih i podzemnih voda u slivu;
- ograničavanje opasnosti uslijed nezgoda koje uključuju materije opasne za vodu, opasnosti od poplava i leda;
- doprinosa smanjenju opterećenja zagađenjem Crnog mora iz izvora u slivu;
- saradnja u svim domenima upravljanja vodama.

⁴ <http://www.icpdr.org/>

I u slučaju ove Konvencije osnovni principi su principi predostrožnosti i prevencije koji vode ka ograničavanju i smanjivanju prekograničnih utjecaja u domenu voda po obje komponente vodnih režima (količini i kvalitetu), čuvanje ljudskog zdravlja održavanjem kvaliteta vode u rijekama i izvorištima sliva, te održavanje i unapređenje ekosistema.

U svrhu ostvarivanja ciljeva ove Konvencije formirana je Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav, kao glavno tijelo za odlučivanje. Komisija je pokrenula široku akciju da sve zemlje potpisnice urade planove upravljanja vodama u oblasnim slivovima u sklopu Dunavskog basena. Planovi upravljanja vodama moraju biti usklađeni sa Okvirnom direktivom o vodama Evropske unije.

BiH je ratificirala ovu Konvenciju u januaru 2005.⁵ godine.

6.3 Okvirni sporazum o slivu rijeke Save

Okvirni sporazum o slivu rijeke Save⁶ i Protokol o režimu plovidbe su potpisani u Kranjskoj Gori 03.12.2002. i dopunjeni u Ljubljani 02.04.2004. godine. Ovim Sporazumom i Protokolom, zemlje u slivu (BiH, Hrvatska, Srbija i Slovenija) dogovorile su:

- uspostavljanje međunarodnog režima plovidbe rijekom Savom;
- uspostavljanje održivog upravljanja vodama sliva;
- preduzimanje mjera za sprečavanje ili ograničavanje opasnosti i za smanjivanje i uklanjanje štetnih posljedica, uključujući i posljedice poplava, leda, suša i slučajevne ispuštanja u vodu opasnih materija;
- stvaranje mehanizama za uspostavljenje djelotvorne multilateralne saradnje.

Okvirni sporazum o slivu rijeke Save je jedinstveni međunarodni ugovor koji integritira sve aspekte upravljanja vodnim resursima i kojim se uspostavlja (zajednička) Međunarodna komisija za sliv rijeke Save sa pravnim statusom međunarodne organizacije u svrhu provođenja Okvirnog sporazuma.

⁵ Službeni glasnik BiH br. 1/05

⁶ <http://www.savacommission.org/>

6.4 Barcelonska konvencija

Evropska zajednica i 16 zemalja Sredozemlja su 1976. godine potpisale Konvenciju za zaštitu Sredozemnog mora tzv. Barcelonsku konvenciju⁷ koja je 1995. godine dopunjena i izmijenjena u Konvenciju o zaštiti morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja. Barcelonska konvencija predstavlja pravni okvir za rad Mediteranskog akcionog plana osnovanog u okviru Programa Ujedinjenih naroda za okoliš (UNEP) 1975. godine. Konvencija je do danas upotpunjena sa sedam specifičnih protokola:

- Protokol o sprečavanju zagađivanja i uklanjanju zagađenja Sredozemnog mora potapanjem otpadnih i drugih materija s brodova i zrakoplova ili spaljivanjem na moru (iz 1976. godine, koji je dopunjen i izmijenjen 1995. godine);
- Protokol o saradnji u sprečavanju zagađivanja s brodova, u slučajevima opasnosti, i u suzbijanju zagađivanja Sredozemnog mora (iz 1976. godine, a zamijenjen novim 2002. godine);
- Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od zagađenja iz izvora i djelatnosti na kopnu (iz 1980. godine, a dopunjen 1996. godine);
- Protokol o posebno zaštićenim područjima i biološkoj raznolikosti u Sredozemlju (iz 1982. godine, zamijenjen novim 1995. godine);
- Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od zagađivanja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentškog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (1994);
- Protokol o sprečavanju zagađivanja Sredozemnog mora prekograničnim prijevozom opasnog otpada i njegovim odlaganjem (1996);
- Protokol o integriranom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja (2008).

Bazni principi i obaveze koje proističu iz te Konvencije su:

- principi predostrožnosti i prevencije kroz procjenu utjecaja na okoliš svih upravljačkih odluka u oblasti voda;
- princip „zagađivač čisti i plaća“;
- zaštita posebno značajnih ekoloških područja;
- osiguranje pristupa informacijama o stanju okoliša;
- izvještavanje o emisijama zagađujućih efluenata u vodu, zrak i na tlo.

BiH je ratificirala konvenciju po osnovu sukcesije u oktobru 1994. godine.

⁷ <http://www.unepmap.org/>

6.5 Dokumenti na nivou smjernica i preporuka

Za strateško odlučivanje u sektoru voda postoji još niz dokumenata koji su na nivou smjernica i preporuka koji nisu obavezujućeg karaktera. Pregled dokumenata i ključnih odrednica svakog od njih je dat u tabeli 6.1.

Tabela 6.1 Dokumenti na nivou smjernica i preporuka

Konferencija	Ključne odrednice
Konferencija UN o životnoj sredini (Stockholm, 1972)	Preporuka vladama zemalja članica UN da formiraju upravljačka tijela na nivou riječnih slivova i stvore efikasne mehanizme za saradnju u oblasti voda na nivou velikih riječnih sistema.
Konferencija UN o vodama (Mar del Plata, 1977)	Strateške odrednice: <ul style="list-style-type: none">▪ zahvatanje vode treba da povlači sa sobom plaćanje punih ekonomskih troškova, uključujući i sve troškove zaštite voda i riječnih slivova;▪ nužnost višekratnog korištenja voda i primjene svih mjera, posebno ekonomskih, što će osigurati racionalizaciju potrošnje vode;▪ integralna rješenja u domenu korištenja, zaštite od voda i zaštite voda;▪ vodoprivredna planiranja imaju vremenski prioritet u odnosu na druga planiranja u prostoru.
Dablinska konferencija (Dablin, 1992)	<ul style="list-style-type: none">▪ voda je ekonomska kategorija te je treba tretirati kao ekonomsko dobro u svim vidovima upotrebe;▪ upravljanje vodama treba zasnivati na učešću korisnika, posebno uključujući žene, planera i donositelja odluka na svim nivoima;▪ riječni sliv je jedinica za planiranje i upravljanje vodama, pri čemu se naglašava važnost da se uspostave institucionalni oblici saradnje koji će omogućiti da se koordinira upravljanje vodama na nivou velikih slivova na području više država.
Konferencija UN o okolini i razvoju (Rio de Janeiro, 1992)	Kao rezultat Konferencije usvojena je Agenda 21, zbirka od oko 2500 preporuka za globalan održiv razvoj. Za sektor voda je najvažnije poglavlje 18 koje se odnosi na upravljanje slatkim vodama, pri čemu se u prvi plan stavlja integralnost upravljanja: upravljanje na nivou sliva, višesektorski pristup upravljanju vodama koji obuhvata sve socijalne, ekonomske i razvojne ciljeve, ciljeve zaštite okoliša, ciljeve svih drugih korisnika prostora. Svim vladama se preporučuje da sačine nacionalne programe akcija održivog razvoja sektora voda da ih realiziraju do 2025. god.

(Izvor: ZZVB, 2006)

6.6 Legislativa Evropske unije u oblasti voda

U cilju očuvanja voda i okoliša, u zadnjih 30-tak godina uspostavlja se EU legislativa koju do danas čini preko 300 pravnih akata, obuhvatajući direktive, uredbe i odluke. Po obimu, ova legislativa je narasla na 1/3 ukupnog EU zakonodavstva. Ima 8 sektora: horizontalno, ambijentalni zrak, voda, otpad, radiološka zaštita, hemikalije, i GMO, buka i zaštita prirode. Osim toga objavljen je veliki broj saopćenja, preporuka, mišljenja i drugih političkih dokumenata relevantnih za EU politiku o okolišu i vodama.

Temelj evropske politike u oblasti voda čini Okvirna direktiva o vodama (Direktiva 2000/60/EC) koju je usvojio Parlament i Vijeće ministara EU u septembru 2000. god. Ovom Direktivnom se uspostavlja okvir za djelovanje EU u oblasti voda i to površinskih voda, ušća rijeka, obalnih voda i podzemnih voda. Glavni cilj Direktive je postizanje dobrog stanja voda do 2015. godine što podrazumijeva sljedeće:

- poduzimanje mjera za sprečavanje pogoršanja stanja površinskih voda, te dostizanja dobrog stanja ovih voda;
- održavanje dobrog ekološkog potencijala i dobrog hemijskog stanja voda za umjetne i jako promijenjene vodne cjeline;
- progresivno smanjenje zagađivanja prioritetnim supstancama nastalim emisijom ili uslijed rasipanja štetnih materija, te prestanka ili postupnog isključivanja emisija opasnih materija sa prioritetne liste;
- provođenje mjera za sprečavanje ili ograničenje unošenja zagađenja u podzemne vode;
- osiguranje ravnoteže između crpljenja i prihranjivanja podzemnih voda u cilju postizanja dobrog stanja ovih voda.

Zaustavljanje dalje degradacije kvaliteta svih voda i dugoročna zaštita raspoloživih resursa osigurava se kroz poduzimanje sljedećih mjera:

- vodama se upravlja na nivou vodnog područja koje je skup pojedinačnih slivova;
- utvrđivanje karakteristika svakog vodnog područja-distrikta (pod distriktom se podrazumijeva područje koje čini jedan ili više riječnih slivova zajedno sa pripadajućim podzemnim vodama i obalnim morem);
- praćenje hemijskog, ekološkog i kvantitativnog stanja površinskih i podzemnih voda svakog vodnog područja;
- praćenje zaštićenih područja unutar svakog riječnog sliva;
- program mjerenja zagađivanja, uključujući obavezna i povremena mjerenja;
- uključivanjem svih navedenih faktora u plan upravljanja riječnim slivom;
- javno razmatranje plana upravljanja.

Da se upravljanje vodnim resursima treba prije svega vršiti u okviru sliva, a ne unutar upravnih i političkih granica, je princip koji promovira i Evropska povelja o vodi. Kod utvrđivanja karakteristika svakog riječno-slivskog distrikta, zemlje članice trebaju obuhvatiti:

- geografske i geološke karakteristike;
- hidrološke karakteristike;
- demografske karakteristike;
- korištenje zemljišta i privredne djelatnosti unutar distrikta.

Stupanjem na snagu Okvirne direktive o vodama Evropske unije (EU) uspostavljen je okvir kojim se utvrđuju osnovna načela održive politike upravljanja vodama u EU.

Osim Okvirne direktive o vodama, EU je donijela niz drugih direktiva koje se tiču oblasti voda od kojih su neke⁸:

- EU Direktiva o vodi za piće (98/83/EC);
- EU Direktiva o kvaliteti površinskih voda koje se koriste ili će se koristiti za vodosnabdijevanje stanovništva (75/440/EC);
- EU Direktiva o metodama mjerenja i uzimanja uzoraka površinskih voda koje se koriste za vodosnabdijevanje (79/869/EC);
- EU Direktiva o zaštiti podzemnih voda od zagađenja i pogoršanja kvaliteta (2006/118/EC);
- EU Direktiva o zaštiti podzemnih voda od utjecaja nitrata putem poljoprivredne proizvodnje (91/676/EC);
- EU Direktiva o kvalitetu voda za ribarstvo (78/659/EC), školjarstvo (79/923/EC), vodi za kupanje (76/160/EC), o zaštiti podzemnih voda od zagađenja posebno opasnim supstancama (80/68/EC);
- EU Direktiva o graničnim vrijednostima emisije opasnih supstanci (76/464/EC);
- EU Direktiva o tretmanu otpadnih voda urbanog porijekla (91/271/EC);
- EU Direktiva o zaštiti voda od zagađenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora (91/676/EC);
- EU Direktiva o procjeni i upravljanju rizikom za zaštitu od poplava (SEC 2006, 66).

Direktive imaju za cilj da osiguraju održivo korištenje vode u EU, uključujući dobar status površinskih i podzemnih voda sa stanovišta okoliša, kvaliteta i količine, de-

⁸http://europa.eu/legislation_summaries/environment/water_protection_management/index_en.htm

finirajući standarde kvaliteta za opće površinske i podzemne vode, kao i vode za specifične namjene (npr. za piće ili rekreativno plivanje), standarde za emisiju određenih polutanata (npr. nitrata ili opasnih supstanci) i tehnološke standarde, npr. za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda itd.

Direktivama o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima, podzemnim vodama i zagađenju akvatičnog okoliša opasnim supstancama se zaokružuje legislativa o vodama u EU, čije osnove predstavlja Okvirna direktiva o vodama, i sa kojom čine jedinstvenu cjelinu. Kasnije, juna 2008. godine, Evropski parlament i Vijeće su usvojili Direktivu o strategiji upravljanja morima (2008/56/EC). Direktivom se, za zemlje članice, uspostavlja okvir za poduzimanje neophodnih mjera u cilju dostizanja ili održanja dobrog okolišnog statusa u morskome okolišu, najkasnije do 2020. godine.

Približavanje nacionalnog zakonodavstva jedinstvena je obaveza članstva u Evropskoj uniji i u svjetlu današnjeg trenutka se promatra kao najznačajniji korak u ustrojavanju oblasti upravljanja vodama u BiH. To znači da zemlje koje se žele pridružiti Evropskoj uniji moraju uskladiti svoje nacionalne zakone, druge propise i postupke na način da oni uključuju cjelokupno zakonodavstvo EU sadržano u *acquis communautaire*⁹. Ovaj proces integracije, tj. inkorporacije EU zakona u nacionalne pravne sisteme, poznat je pod imenom *proces aproksimacije ili približavanja legislativi Evropske unije*. Osnovni cilj ovog procesa je da osigura potpunu harmonizaciju okolinske legislative i odgovarajućeg administrativnog sistema tako da je u potpunosti u saglasnosti sa zahtjevima EU legislative.

U postupku usklađivanja domaće okolišne legislative sa EU legislativom tri su ključna elementa:

1. **Prijenos zakonodavstva** – Država mora usvojiti nove ili promijeniti postojeće zakone i druge propise tako da su usklađeni sa zakonodavstvom EU, odnosno da se EU principi i standardi potpuno inkorporiraju/uključuje u nacionalne zakone. Taj proces je poznat pod imenom **transpozicija**.
2. **Provedba ili primjena u praksi** – To znači da je potrebno uspostaviti institucije i osigurati sredstva potrebna za provedbu zakona i propisa. To je faza implementacije – provođenje ili primjena direktiva.
3. **Izvršenje zakona** – To znači osigurati potreban nadzor i sankcije da bi se osigurala potpuna primjena i poštivanje zakona i drugih propisa (mjere prisile). Od

⁹ ACQUIS COMMUNAUTAIRE je termin koji se koristi za označavanje svih principa, politika, zakona i ciljeva koji se ugovore od strane EU i obuhvata sve pravne akte – direktive, uredbe i odluke usvojene na osnovu različitih ugovora koji predstavljaju osnovni zakon Evropske unije i Zajednice.

1990. godine izvršenje je postalo vrlo važan faktor zbog toga što slabo provođenje zakona u nekim državama članicama sprečava izvršavanje politika EU o ljudskom zdravlju i zaštiti okoliša, kao i politike zajedničkog tržišta.

Principi i odredbe relevantnih direktiva koje tretiraju oblast voda su u naše zakonodavstvo ugrađeni kroz Zakon o vodama i prateće pravilnike.

6.7 Zakon o vodama Federacije BiH, Republike Srpske i Brčko Distrikta

Da bi se ostvarilo usklađivanje s EU direktivama koje se odnose na vode, prije svega, EU Okvirnom direktivom za vode, Konvencijom o zaštiti rijeke Dunav i MAP-om (Mediterranskim akcionim planom), Bosna i Hercegovina je provela niz aktivnosti usmjerenih ka uređivanju oblasti upravljanja vodama zasnovanim na dva ključna principa:

- Organizirati upravljanje vodnim resursima na riječnom bazenu primjenom principa integralnog upravljanja vodama;
- Spriječiti daljnje pogoršanje voda i dostići „dobar status“ voda.

Jedna od aktivnosti u tom smislu je bilo i usvajanje novog Zakona o vodama u oba entiteta. U FBiH Zakon o vodama je usvojen 2008. godine objavljivanjem u „Službenim novinama FBiH“ broj 70/06. U RS Zakon o vodama je usvojen 2006. godine objavljivanjem u „Službenom glasniku Republike Srpske“ broj 50/06. U navedene Zakone su preneseni principi EU Direktive o vodama. Zakon o vodama organizira upravljanje vodama na nivou riječnog bazena, a postavlja i novi izazov u sektoru voda koji podrazumijeva sudjelovanje javnosti u procesu donošenja odluka. Upravljanje vodama obuhvata zaštitu voda, korištenje voda, zaštitu od štetnog djelovanja voda i uređenje vodotoka i drugih voda. Također je uspostavljen institucionalni okvir za pitanja upravljanja vodama i finansiranje ovog sektora.

Upravljanje vodama zasniva se na načelima:

- nekomercijalnosti, prema kojem voda u osnovi nije komercijalni proizvod, već naslijeđe koje se mora čuvati, štititi i u skladu s time postupati;
- cjelovitosti, koje uzimaju u obzir prirodne procese i dinamiku voda te međusobnu povezanost i međuzavisnost vodnih i uz vodu vezanih ekosistema;
- dugoročne zaštite kvaliteta i racionalne upotrebe raspoloživih količina vode;
- osiguranja zaštite od štetnog djelovanja voda koje proizilazi iz potreba za zaštitu stanovništva i njihove imovine, uzimajući u obzir djelovanje prirodnih procesa;

- ekonomskog vrednovanja voda koje uključuje troškove opterećenja, zaštite i uređenja voda i zaštite od štetnog djelovanja voda;
- učešća javnosti kod donošenja planova upravljanja vodama;
- uzimanja u obzir najboljih raspoloživih tehnologija i novih naučnih dostignuća o prirodnim zakonitostima i najboljih okolišnih praksi.

U 2006. godini je rađena analiza usaglašenosti domaćeg zakonodavstva iz oblasti voda sa sljedeće četiri relevantne Direktive Evropske unije i to:

- Okvirnom direktivom o vodama 2000/60/EC koja je izmijenjena i dopunjena Odlukom 2455/2001/EC;
- Direktivom o tretmanu gradskih otpadnih voda 91/271/EC;
- Direktivom o kvalitetu vode za piće 98/83/EC;
- Direktivom o zaštiti voda od zagađenja uzrokovanih nitratima iz poljoprivrednih izvora 91/676/EC.

Rezultat stepena usuglašenosti domaće legislative sa EU legislativom iskazan u izvještaju Evropske komisije za 2007. godinu dat je u tabeli 6.2.

Tabela 6.2 Stepenn usaglašenosti BiH zakonodavstva sa EU Direktivama u oblasti voda

Direktiva	% usuglašenosti	% neusuglašenosti
Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC koja je izmijenjena i dopunjena Odlukom 2455/2001/EC	83% (520 poena od mogućih 625)	17%
Direktiva o tretmanu gradskih otpadnih voda 91/271/EC	0,7% (20 poena od mogućih 265)	99,3%
Direktiva o kvalitetu vode za piće 98/83/EC	58% (90 poena od mogućih 155)	42%
Direktiva o zaštiti voda od zagađenja uzrokovanih nitratima iz poljoprivrednih izvora 91/676/EC	0,3% (5 poena od mogućih 135)	99,7%

(Izvor: Izvještaj EU projekta „Praćenje napretka usuglašenosti okolišne legislative zemalja: Albanije, BiH, Srbije, Crne Gore i Kosova sa EU legislativom“, 2006)

7

Socio-ekonomska pitanja koja se odnose na korištenje vode

„Voda je od temeljnog značaja za život i zdravlje. Pravo na vodu je prijeko potrebno za vođenje zdravog i dostojanstvenog života. Ono je preduvjet za realiziranje svih drugih ljudskih prava“ (Komitet ujedinjenih nacija o ekonomskim, kulturnim i društvenim pravima, 2002).

(eng. „Water is fundamental for life and health. The right to water is indispensable for leading a healthy life in human dignity. It is a pre-requisite to the realisation of all other human rights.“, The United Nations Committee on Economic, Cultural and Social Rights, 2002).

7.1 Voda kao ljudsko pravo

7.1.1 Pravo na vodu u okvirima međunarodnih ljudskih prava

Pristup dostatnoj, sigurnoj i po cijeni prihvatljivoj vodi je presudno za razvoj društva. Pravo na vodu je pravo na pristup potrebnim količinama vode, pri čemu se pod pristupom podrazumijeva i mogućnost plaćanja (eng. affordability), a dovoljne količine podrazumijevaju i kvalitetu i količinu vode koji odgovaraju temeljnim čovjekovim potrebama.

Nekoliko međunarodnih dokumenata na indirektan način nagovještavaju da je pravo na vodu jedno od osnovnih ljudskih prava. Npr. Opća deklaracija o ljudskim pravima u članu 21 stav (2) tvrdi da: „Svi imaju jednako pravo na pristup javnim uslugama u svojoj zemlji“ (UN, 1948). I u drugim sličnim dokumentima se spominje pravo na život, pravo na optimalne životne uvjete i sve ono što život čini održivim, a pod time se može podrazumijevati i pravo na vodu, kao jedan od temeljnih uvjeta za održanje života. Izričiti i direktni navodi o pravu na vodu se mogu naći u dva od ukupno šest temeljnih sporazuma o ljudskim pravima, a to su: Konvencija o otklanjanju diskriminacije prema ženama (UN, 1979) i Konvencija o pravima djeteta (UN, 1989), koje su kratko predstavljene u tabeli 7.1.

Tabela 7.1 Relevantne konvencije UN koje se odnose i na vodu

Relevantna konvencija	Značajne odredbe
Konvencija o otklanjanju diskriminacije prema ženama (CEDAW) Usvojena Rezolucijom 34/180 Općeg vijeća, 18. 12.1979. god. i otvorena za potpisivanje, ratificiranje i pristupanje. Stupila na snagu 3.9.1981. god. (UN, 1979)	Član 14 2. Države članice će poduzeti sve odgovarajuće mjere da uklone diskriminaciju prema ženama u ruralnim područjima, na osnovu jednakosti muškaraca i žena, kako bi se osiguralo da učestvuju i imaju koristi od ruralnog razvoja, i naročito će se ženama osigurati:.... (h) Da uživaju u odgovarajućim uvjetima za život, a naročito u odnosu na stanovanje, sanitarne uvjete, električnu energiju i snabdijevanje vodom, transport i komunikacije.
Konvencija o pravima djeteta Usvojena Rezolucijom 44/25 Općeg vijeća, 20.11.1989. god. i otvorena za potpisivanje, ratificiranje i pristupanje. Stupila na snagu 2.9.1990. god. (UN, 1989)	Član 24 1. Države članice priznaju pravo djeteta na najviši mogući standard zdravlja, kao i na ustanove za liječenje bolesti... 2. Države članice će težiti punoj implementaciji ovog prava, a naročito će poduzeti odgovarajuće mjere: ... (c) u borbi protiv bolesti i neuhranjenosti, uključujući, u okviru primarne zdravstvene brige, primjenu raspoloživih tehnologija i snabdijevanje odgovarajućom hranom i čistom vodom za piće, uzimajući u obzir opasnosti i rizike zagađenja okoliša...

Dakako, ljudsko pravo na vodu postoji jer je voda općepriznata kao ključni element života. Međutim, to pravo još uvijek nije posve jasno i nedvojbeno definirano u međunarodnom pravu i nije izričito prepoznato i deklarirano kao temeljno ljudsko pravo. Pravo na vodu se stoga češće interpretira kao komponenta koja se podrazumijeva kao dio postojećih ljudskih prava, te da je njeno izričito naglašava-

nje kao posebnog prava nepotrebno. Međutim, danas kada kvalitetna voda postaje sve oskudniji prirodni resurs, posebno u ozračju klimatskih promjena i posljedica po planetu Zemlju, izdvajanje prava na vodu iz sjene ostalih ljudskih prava moglo bi doprinijeti njegovoj boljoj zaštiti.

7.1.2 Komponente prava na vodu

Pravo na vodu podrazumijeva da voda mora biti odgovarajuće kvalitete i pristupačna u količini koja odgovara temeljnim čovjekovim potrebama. Mogu se stoga izdvojiti tri osnovne komponente prava na vodu:

- Dostupnost pitke vode, koja podrazumijeva:
 - fizičku dostupnost,
 - platežnu dostupnost ili mogućnost plaćanja,
 - zakonsku dostupnost bez ikakve diskriminacije;
- Kvaliteta vode;
- Količina vode.



Slika 7.1 Dostupnost vode u svijetu nije jednaka

Dostupnost. Fizička dostupnost označava da je voda unutar razumnog fizičkog dometa ljudi, što znači da je dostupna unutar ili u neposrednoj blizini mjesta stanovanja. Naime, i danas se u siromašnim zemljama po vodu mora ići do udaljenih mjesta, pri čemu taj zadatak najčešće obavljaju žene i djeca (što ilustrira naredna slika), ponekad čak i riskirajući svoj život.

Platežna dostupnost znači da cijena vode mora biti prihvatljiva većini stanovništva. U praksi se često spominje granica izdvajanja 4% od ukupnih mjesečnih prihoda jednog kućanstva za potrebe plaćanja usluga vodosnabdijevanja i kanalizacije, prema preporuci Svjetske banke (Speck, 2006).

Dostupnost bez diskriminacije znači da usluge vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda moraju biti dostupne svima, uključujući i najsiromašnije slojeve stanovništva. S obzirom da ove usluge nisu besplatne, država mora osigurati da njihova cijena bude takva da svaki stanovnik ima pristup tim uslugama.

Kvaliteta vode. Brz gospodarski razvoj posljednjeg stoljeća, koji nije praćen odgovarajućom brigom za zaštitu okoliša i posebno prirodnih resursa, je rezultirao značajnim zagađenjem vodnih resursa planete. Posljedica je svakako i ograničavanje dostupnosti pitke vode za vodosnabdijevanje, pa čak i ako ljudi dobiju dovoljne količine vode potrebne za piće, može se desiti da je ta voda opasna po zdravlje. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 1993) je u svojim smjernicama iz 1993. godine savjetovala sve zemlje da razviju svoje nacionalne standarde i da omoguće „sigurnost vode za piće kroz otklanjanje ili smanjenje na minimalne koncentracije onih sastojaka vode koji mogu biti opasni po zdravlje“.

Količina vode. Količine vode bi trebale biti dovoljne da zadovolje temeljne ljudske potrebe, što uključuje vodu za piće, kupanje, čišćenje, kuhanje i za sanitarne svrhe.

Iako su drugi načini korištenja vode, kao što su proizvodnja hrane ili industrijska potrošnja, također, veoma važni za dostizanje višeg standarda života, obzirom da poljoprivredna i industrijska proizvodnja zahtijevaju velike količine vode, ove potrebe se podmiruju tek nakon što su zadovoljene temeljne ljudske potrebe.

7.1.3 Pristup vodi i mogućnost plaćanja

Temelj procesa određivanja cijene je mogućnost stanovnika da plate svoj dio troškova za dobru uslugu, koja će ispuniti njegova očekivanja. Takva se očekivanja razlikuju u različitim dijelovima svijeta i često su pod utjecajem prethodne prakse - npr. ako su u dužem periodu usluge vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda pružane po vrlo niskoj cijeni ili posve besplatno, teško je očekivati da će u kratkom roku potrošači pristati da plaćaju stvarnu cijenu ovih usluga. Mogućnost i spremnost za plaćanje se zato moraju vrlo pažljivo procijeniti kada se nastoji odrediti cijena poštujući princip pokrivanja svih troškova - tada treba uzeti u obzir prethodnu praksu određivanja cijena, nivo prosječnih prihoda u kućanstvu, potrebnu kvalitetu usluge, kao i sve oblike i visinu troškova koji se trebaju pokriti (Laredo, 1991).

Cijena vode se treba zasnivati na konceptu „mogućnosti plaćanja“. Mogućnost plaćanja se temelji na pitanju da li je prihod domaćinstva dovoljan za plaćanje određene cijene za usluge vode i kanalizacije, a da se pri tom ne ugrozi mogućnost plaćanja za ostale životne potrebe.

Za određivanje mogućnosti plaćanja za vodu potrebno je odrediti udio troškova vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda u ukupnim prosječnim mjesečnim prihodima kućanstva - načelno se kao granica mogućnosti navodi da taj udio ne bi trebao prelaziti 4% (Speck, 2006). Cijene vode za gospodarstvo ili turizam se mogu i subvencionirati i namjerno održavati niskima, kako bi ih se učinilo konkurentnijima na tržištu, ali to može dovesti do tržišnih poremećaja i iskrivljenih cijena, kao i do prekomjerne potrošnje vode.

Četvrti princip Dablinske izjave (ACC/ISGWR, 1992) je potvrdio da je osnovno ljudsko pravo na pristup vodi i sanitaciji po cijenama koje mogu platiti. Činjenica je da voda nije besplatni prirodni resurs, te da je dovođenje vode do kućnog praga moguće jedino uz troškove. Osim toga, voda postaje sve oskudniji resurs zbog rastuće potražnje od strane različitih korisnika, bilo zbog povećanja broja stanovnika ili zbog gospodarskog rasta i razvoja.

Veliki porast broja stanovnika, intenzivna urbanizacija i gospodarski razvoj tokom 20. stoljeća doveli su do višestrukog povećanja potrošnje vode za potrebe vodosnabdijevanja, te zadovoljenje potreba za sanitarnom i tehnološkom vodom različitih industrija. Ovakav porast potrošnje vode rezultirao je i povećanom količinom otpadnih voda, koje predstavljaju ozbiljan problem po ljudsko zdravlje i zaštitu okoliša, ako se upravljanje otpadnim vodama ne vrši na odgovarajući način (UNEP/WHO/HABITAT/WSSCC, 2004). Bolesti povezane sa nekvalitetnim vodosnabdijevanjem i zbrinjavanjem otpadnih voda još uvijek imaju veoma veliki značaj na stanje zdravstvenih prilika, posebno u zemljama u razvoju. Tako je na primjer u 2003. godini procijenjeno da je 4% svih bolesti u svijetu i 1,6 miliona smrtnih slučajeva povezano sa neodgovarajućim vodosnabdijevanjem i zbrinjavanjem otpadnih voda, kao i lošom higijenom (WHO, 2003).

S obzirom na navedene probleme, Ujedinjene nacije su period 1981-1990. godina proglasile Međunarodnom decenijom vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda, sa ciljem da se do 1990. godine osigura pristup svim stanovnicima Zemlje barem elementarnim uslugama. Ovaj cilj nije ostvaren, jer krajem 1990-tih godina preko 1,1 milijarde ljudi nije imalo pristup organiziranom vodosnabdijevanju, a preko 2,7 milijardi uslugama kanalizacije (Whittington i ostali, 2008). Nakon ovog perioda, u narednih 15 godina, broj ljudi koji su dobili pristup ovim uslugama povećao se za oko jednu milijardu, ali je zbog povećanja ukupnog broja stanovnika

na Zemlji broj ljudi bez pristupa ostao gotovo jednak, tj. 1,1 i 2,6 milijardi respektivno (UNICEF/WHO, 2004).

Stoga je 2002. godine na Svjetskom samitu o održivom razvoju u Johannesburgu postavljen skup Milenijskih razvojnih ciljeva, od kojih je jedan smanjenje na polovicu broja ljudi na Zemlji koji nemaju pristup uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije do 2015. godine. Jedinica UN-a za praćenje Milenijskih ciljeva (*eng.* UN Millennium Task Force) je pripremila izvještaj o dostignućima ispunjenja ovog cilja 2005. godine (*eng.* UN Millennium Project), a napredak prate i Joint Monitoring Programme (JMP) Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), kao i UNICEF, a svake tri godine se objavljuje i Svjetski izvještaj o razvoju sektora voda (*eng.* World Water Development Reports), što sve ukazuje na visok značaj ovog cilja. Početne procjene potreba za dostizanje ovog cilja su revidirane i JMP je 2006. godine procijenio da je pristup ovim uslugama potrebno osigurati za čak 1,5 milijardu ljudi do 2015. godine.

Britanski medicinski žurnal (*eng.* British Medical Journal - BMJ) je 2007. godine anketirao više od 11.000 svojih čitatelja o tome šta je najvažnije medicinsko dostignuće u posljednjih 170 godina i većina je smatrala da je to „sanitarna revolucija“ – priključivanje domaćinstava na vodovodnu i kanalizacijsku mrežu, kojoj su dodijelili veći značaj u odnosu na npr. otkriće antibiotika, vakcinacije ili prepoznavanje strukture DNK. Da je ovakvo mišljenje utemeljeno, potvrđuje i podatak da su upravo epidemije kolere u 19. stoljeću dovele do uspostave javnih kanalizacijskih sistema u Londonu i New Yorku, a zatim i ostalim dijelovima Evrope i Sjeverne Amerike. Nakon toga se ova bolest u tim gradovima više nikada nije pojavila, dok i dalje predstavlja značajnog „ubojicu“ u zemljama u razvoju. Svjetska zdravstvena organizacija je 2006. godine evidentirala čak 236.896 slučajeva oboljenja od kolere, sa 6.311 smrtnih ishoda u 52 različite zemlje svijeta, što je predstavljalo povećanje za 79% u odnosu na 2005. godinu, odnosno povratak na brojke iz 90-tih godina prošlog stoljeća (Hall i Lobina, 2008).

Pokrivenost uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije u pojedinim dijelovima svijeta je veoma različita (tabela 7.2). Dio svijeta sa najnižim nivoom ovih usluga je Afrika, gdje oko 38% stanovništva nema pristup vodosnabdijevanju. U pogledu usluga kanalizacije, međutim, najniža pokrivenost uslugama je u Aziji, gdje preko 50% stanovništva nema pristup ovoj usluzi. Najviši standard ostvaren je u Sjevernoj Americi, gdje praktično cjelokupno stanovništvo ima pristup uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije. U Zapadnoj Evropi oko 92% stanovništva ima pristup uslugama kanalizacije, dok je postotak stanovništva koji je priključen na javne sisteme vodosnabdijevanja i veći (96%).

Tabela 7.2 Pokrivenost uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije u dijelovima svijeta

Dio svijeta	Pokrivenost uslugama (u %)	
	vodosnabdijevanje	kanalizacija
Afrika	62	60
Azija	81	48
Latinska Amerika i Karibi	85	78
Okeanija	88	93
Zapadna Evropa	96	92
Sjeverna Amerika	100	100

Izvor: WHO/UNICEF/WSSCC, 2000

U Bosni i Hercegovini je situacija u pogledu pružanja ovih usluga značajno lošija u odnosu na Zapadnu Evropu. Tako je javnim sistemima za vodosnabdijevanje pokriveno svega 56% stanovništva u FBiH i 48% u RS (FBiH/RS, 2003). Pružanje usluga prikupljanja i tretmana otpadnih voda je na još nižem nivou. Javnim kanalizacijskim sistemima obuhvaćeno je oko 56% stanovništva u urbanim sredinama (FBiH/RS, 2003), dok se u manjim mjestima obuhvat procjenjuje na manje od 10%. Najveći dio otpadnih voda ispušta se u vodotoke bez prečišćavanja, a samo jedan manji broj gradova u BiH posjeduje postrojenja za tretman otpadnih voda koja su u funkciji (Čelinac, Čitluk, Gradačac, Grude, Ljubuški, Neum, Srebrenik, Trebinje) ili zahtijevaju ozbiljniju rekonstrukciju (Sarajevo, Trnovo). Sve ovo ukazuje na značajan rizik po javno zdravlje, posebno sa aspekta rizika pojave zaraznih ili crijevnih bolesti.

7.1.4 Spremnost društva za plaćanje vode

Komponenta koju treba uzeti u obzir prilikom određivanja cijena vode i kanalizacije je „spremnost plaćanja“. Spremnost plaćanja je predstavljena iznosom koji je potrošač spreman platiti za određeni opseg i kvalitetu usluge. Spremnost plaćanja se temelji uglavnom na subjektivnoj procjeni potrošača o vlastitim finansijskim kapacitetima, kao i o kvalitetu i cijeni usluge.

Dakle, spremnost plaćanja oslikava prioritete potrošača kada su u pitanju promjene u kvaliteti usluga vodosnabdijevanja i odvodnje otpadnih voda u odnosu na promjene u cijenama tih usluga. Odrediti spremnosti plaćanja povećanih cijena usluga znači utvrditi postotak potrošača koji su spremni platiti uvećane cijene ako će dobiti i bolju uslugu.

Veći je broj radova napisan na temu učinka po zdravlje intervencijama u pristupnosti pitkoj vodi, ali se manji broj fokusirao na spremnost za plaćanje za pitku vodu, a što je upravo važna odrednica da li će ili ne poboljšanja kvalitete vode dovesti i do boljih zdravstvenih uvjeta. U krajnjem, ako nema subvencija cijene vode, nastojanja da se kvalitet usluge vodosnabdijevanja unaprijedi će biti održiva jedino ako potencijalni korisnici ove usluge procjenjuju da je razlika u vrijednosti usluge veća od nastale razlike u trošku. Istraživanja su češće bila posvećena spremnosti na plaćanje vode u manje razvijenim zemljama, ali je fokus prije bio na količini nego na kvaliteti vode, iako su obje karakteristike isprepletene (Kremer i ostali, 2009).

7.1.5 Cijena vode – socijalno/politički ili ekonomsko/gospodarski utvrđena?

Konceptualni sukob prilikom određivanja cijene vode jeste da li je ona ekonomska (pa i tržišna) ili socijalna kategorija. Ekonomska cijena znači da svi troškovi poslovanja preduzeća za vodosnabdijevanje nastali vršenjem ove usluge trebaju biti u potpunosti pokriveni. Međutim, uspostavljanje ekonomske cijene vode može značiti i rast cijene koja će preopteretiti platežnu moć kućanstava, a posebno negativno utjecati na siromašne stanovnike. Zato se dešava da javna administracija (lokalne, regionalne, državne vlasti) novčanim potporama ili subvencijama pokrivaju dio troškova preduzeća za vodosnabdijevanje (najčešće investicijske troškove, dok se okolišni i troškovi resursa čak i ne uzimaju u obzir), kako bi stanovnici mogli plaćati pristupačnu cijenu vodnih usluga - to je dio socijalne politike države. Osim toga, subvencioniranje cijena može biti i u praksi često i jeste unakrsno, u kome jedna kategorija potrošača ima veću cijenu vode, a druga kategorija ima nižu jediničnu cijenu, čime zapravo prva kategorija nadoknađuje manju cijenu koju plaća druga. Ovakve različite cijene su potaknute ili socijalnom politikom države ili nastojanjem da se podrži razvoj.

7.2 Voda i zdravlje

7.2.1 Dostupnost zdrave pitke vode u svijetu

Dostupnost čiste vode jedan je od najvažnijih problema čovječanstva današnjice, gdje će se ovaj problem u budućnosti još više produbiti - rastuća potražnja za vodom premašuje mogućnosti snabdijevanja, dok jednovremeno štetne otpadne materije sve više zagađuju i površinske i podzemne vode na zemlji.

Na Milenijskom samitu održanom 6-8.9.2000. u sjedištu UN u New Yorku, vođe 147 zemalja svijeta su potpisali Milenijsku deklaraciju koja sadrži 8 globalnih ciljeva, koji bi se trebali ostvariti do 2015. godine (UN Resolution A/55/L.2). Skupina Milenijskih ciljeva se odnosi na razvoj i iskorjenjivanje siromaštva, među kojima je i „smanjiti na pola do 2015. godine broj ljudi čiji je prihod manje od jednog dolara dnevno, broj ljudi koji pate od gladi, te, do iste godine, prepоловити broj ljudi koji nemaju pristup ili ne mogu platiti za sigurnu pitku vodu“ (UN, 2000). Deklaracija iz Johannesburga koja je usvojena na Svjetskom samitu o održivom razvoju održanom 2002. godine (UN, 2002), proširila je gore navedeni cilj i na pristup kanalizaciji, odnosno sanitarnim uvjetima života.

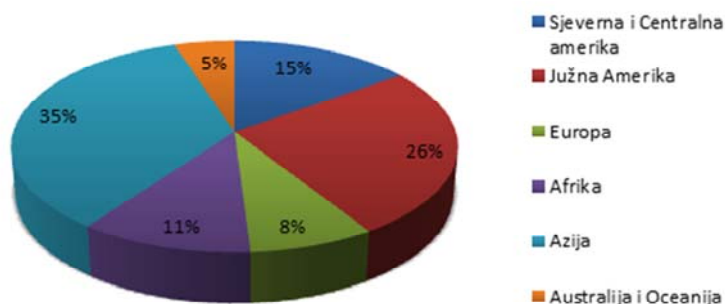
Porast broja stanovnika svijeta i porast prosječne potrošnje vode su glavni razlozi za sve slabiju raspoloživost pitke vode u svijetu. Podaci za 2008. godinu pokazuju da je broj svjetske populacije dosegao 6,6 milijardi ljudi - izvještaj UN-a „The World at Six Billion“ pokazuje da je svijet imao jednu milijardu stanovnika 1804. godine, dvije milijarde 1927. godine, tri 1960., četiri 1974., pet 1987., te šest milijardi ljudi 1999. godine, iz čega su projicirane 2013., 2028., te 2054. godina kao doba kada će planeta imati sedam, osam i devet milijardi stanovnika (procjena United Nations Population Division).

Ako se Zemlja promatra kao cjelina, ukupna raspoloživost vode u svijetu je dovoljna da pokrije sve potrebe današnjeg stanovništva. Međutim, problem je neravnomjerna distribuiranost vode na planeti, kao i temporalne varijacije količine vode. S jedne strane, dešava se da vode nema tamo gdje je potrebna niti je ima u dovoljnim količinama, a s druge strane, ima je i previše na pogrešnom mjestu i u pogrešno vrijeme.

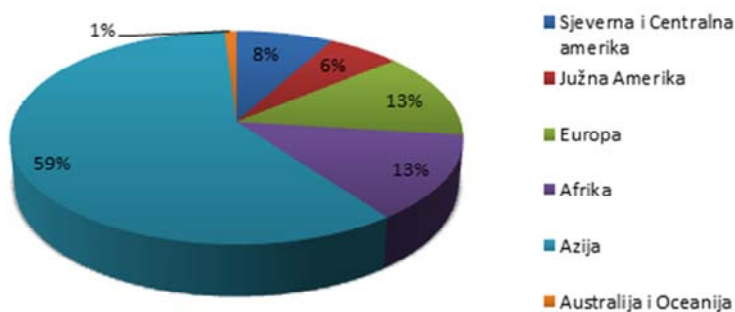
Tabela 7.3 Pokrivenost uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije u dijelovima svijeta

Kontinent	% količine vode u svijetu	% broja stanovnika u svijetu
Sjeverna i Centralna Amerika	15%	8%
Južna Amerika	26%	6%
Evropa	8%	13%
Afrika	11%	13%
Azija	35%	59%
Australija i Okeanija	5%	1%

(Izvor: WWDR, 2003)



Slika 7.2 Raspored količina vode u svijetu



Slika 7.3 Raspored broja stanovnika u svijetu

Dvije svjetske regije koje su već suočene za ozbiljnom oskudicom vode su svakako Afrika i Bliski Istok, kako zbog ubrzanog rasta broja stanovnika u tim područjima, tako i zbog činjenice da te regije raspolažu veoma oskudnim vodnim rezervama. Kada u nekoj zemlji raspoloživost vode padne ispod 1.700 m^3 po glavi stanovnika godišnje, smatra se da je zemlja pod „vodnim stresom“. Na nivou između 1.700 i 1.000 m^3 po osobi, mogu se očekivati periodične ili ograničene oskudice vode. Ako taj godišnji prosjek padne ispod 100 m^3 po osobi, država se suočava sa ozbiljnom oskudicom vode¹⁰.

Pristup pitkoj vodi mjeri se brojem ili postotkom stanovnika koji na prihvatljiv i siguran način dolaze do dovoljnih količina vode za piće, higijenu i ostale kućne potrebe. Prema podacima UN-a iz 2003. godine, čak 1,2 milijarde ljudi nemaju siguran pristup čistoj vodi za piće, što je oko 20% svjetske populacije. Pod sigurnim pristupima vodi podrazumijevaju se priključci na javni sistem vodosnabdijevanja,

¹⁰ <http://academic.evergreen.edu/g/grossmaz/larsenst/>

javna slavina ili okno s vodom, zaštićeni bunar ili izvorište, kao i sakupljena kišnica u zaštićenim rezervoarima. Glavni razlog nepostojanja sigurnih pristupa čistoj vodi je nemogućnost finansiranja i odgovarajućeg održavanja infrastrukture za vodosnabdijevanje. Velika gustina naseljenosti stanovništva i oskudnost vodnih rezervi u dijelovima svijeta, također, doprinose takvom stanju. U gradovima siromašnih zemalja gdje je snabdijevanje vodom nedovoljno, kao npr. u Bombaju ili u Delhiju (Indija), događa se veliko proturječje: upravo najsiromašniji dio stanovništva nema dovoljno vode i prinuđen je kupovati vodu od privatnih prodavača po daleko većoj cijeni nego što košta voda iz slavine.

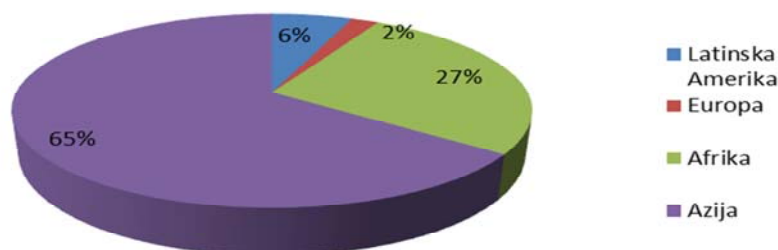
Tabela 7.4 Postotak stanovništva po zemljama sa sigurnim pristupom pitkoj vodi¹¹

REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom sigurnoj vodi (2002. god)	REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom sigurnoj vodi (2002. god)
AFRIKA		JUŽNA AMERIKA	
Alžir	87	Bolivija	85
Burundi	79	Brazil	89
Kamerun	63	Čile	95
Centralna Afrička Republika	75	Kolumbija	92
Čad	34	Ekvador	86
Kongo	46	Venezuela	83
Egipat	98		
Etiopija	22	AZIJA	
Kenija	62	Afganistan	13
Libija	72	Armenija	92
Mali	48	Kambodža	34
Maroko	80	Kina	77
Nigerija	60	Indija	86
Senegal	72	Indonezija	78
Somalija	29	Iran	93
Južna Afrika	87	Japan	100
Sudan	69	Malezija	95
Tunis	82	Pakistan	90

¹¹ <http://www.worldwater.org/data.html>

REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom sigurnoj vodi (2002. god)	REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom sigurnoj vodi (2002. god)
Uganda	56	Tajland	85
Zambija	55	Turska	93
Zimbabve	83		
SJEVERNA I CENTRALNA AMERIKA I KARIBI		OKEANIJA	
Bahami	97	Australija	100
El Salvador	82		
Kanada	100	EVROPA	
Kuba	91	Albanija	97
Dominikanska Republika	93	Bosna i Hercegovina	90
Haiti	71	Mađarska	99
Jamajka	93	Holandija	100
Nikaragva	81	Moldavija	92
Panama	91	Rumunija	57
SAD	100	Rusija	96
		Srbija	93
		Ukrajina	98

Postoje znatne razlike kada je u pitanju ruralno ili urbano stanovništvo. U prosjeku ruralno stanovništvo ima za oko 20% manje pristupa sigurnoj vodi nego urbano, a u pojedinim zemljama, naročito u Africi, postotak ruralnog stanovništva koje ima siguran pristup pitkoj vodi je upola manji nego u urbanim sredinama. Od ukupnog broja stanovnika u svijetu koji nemaju pristup sigurnoj vodi, najveći postotak je u Aziji (65%), zatim Africi (27%), Latinskoj Americi (6%) i Evropi (2%) (WWDR, 2003).



Slika 7.4 Postotak stanovništva po kontinentima koji nemaju siguran pristup pitkoj vodi

7.2.2 Sanitarni uvjeti

Prihvatljivi sanitarni uvjeti podrazumijevaju odvodnju otpadnih voda iz kućanstava i gospodarskih osoba na siguran način, koji ne ugrožava ljudsko zdravlje. Loši sanitarni uvjeti mogu uzrokovati zagađenje voda i čovjekove okoline, kao i predstavljati opasnost po čovjekovo zdravlje.

Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, jedan od ciljeva određenih na Međunarodnom samitu o održivom razvoju održanom u Johannesburgu 2002. godine je da se do 2015. godine smanji na pola udio svjetskog stanovništva koji nema prikladne sanitarne uvjete. Prema podacima UN-a iz 2003. godine 2,4 milijarde ljudi nije imalo osigurane prihvatljive sanitarne uvjete, što podrazumijeva priključak na javni kanalizacijski sistem, sanitarnu septičku jamu, toalet sa odvodnjom ili uređenu septičku rupu sa ventilacijom.

Tabela 7.5 Postotak stanovništva po zemljama sa pristupom odgovarajućim sanitarijama¹²

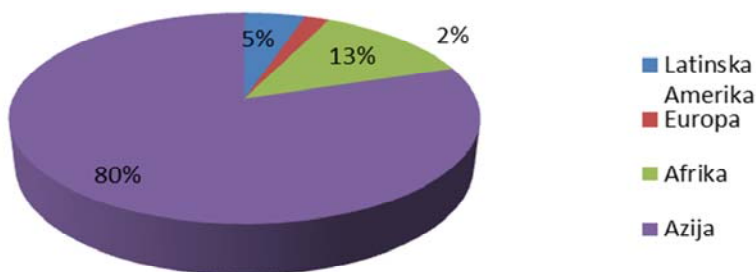
REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom odgov. sanit. (2002. god)	REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom odgov. sanit. (2002. god)
AFRIKA		JUŽNA AMERIKA	
Alžir	92	Bolivija	45
Burundi	36	Brazil	75
Kamerun	48	Čile	92
Centralna Afrička Republika	27	Kolumbija	86
Čad	8	Ekvador	72
Kongo	9	Venezuela	68
Egipat	68		
Etiopija	6	AZIJA	
Kenija	48	Afganistan	8
Libija	97	Armenija	84
Mali	45	Kambodža	16
Maroko	61	Kina	44
Nigerija	38	Indija	30
Senegal	52	Indonezija	52

¹² <http://www.worldwater.org/data.html>

REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom odgov. sanit. (2002. god)	REGIJA I DRŽAVA	% stanovnika sa pristupom odgov. sanit. (2002. god)
Somalija	25	Iran	84
Južna Afrika	67	Japan	100
Sudan	34	Malezija	95
Tunis	80	Pakistan	54
Uganda	41	Tajland	99
Zambija	45	Turska	83
Zimbabve	57		
		OKEANIJA	
		Australija	100
SJEVERNA I CENTRALNA AMERIKA I KARIBI		EVROPA	
Bahami	100	Albanija	89
El Salvador	63	Bosna i Hercegovina	68
Kanada	100	Mađarska	95
Kuba	98	Moldavija	68
Dominikanska Republika	57	Rumunija	51
Haiti	34	Rusija	87
Jamajka	80	Srbija	87
Panama	72	Ukrajina	99
<i>Sjedinjene Američke Države</i>	100		

Razlike u sanitarnim uvjetima između urbanog i ruralnog stanovništva još su izraženije nego je to slučaj sa pristupom vodi. Pristup zadovoljavajućim sanitarnim uvjetima je dvostruko lošiji u ruralnim nego u urbanim sredinama, a u nekim zemljama ruralna područja gotovo da nemaju prikladne sanitarne uvjete.

Od ukupnog broja stanovnika svijeta koji nemaju pristup odgovarajućim sanitarijama, najveći postotak je u Aziji (80%), zatim Africi (13%), Latinskoj Americi (5%) i Evropi (2%) (WHO/UNICEF, 2002).



Slika 7.5 Postotak stanovništva po kontinentima koji nemaju pristup odgovarajućim sanitarijama

7.2.3 Nedostatak pristupa vodi i javno zdravlje

Voda je osnova za život i bez vode čovjek ne može preživjeti duže od nekoliko dana. Voda ima vitalnu ulogu u funkcioniranju organa u ljudskom tijelu, ona štiti imunološki sistem i pomaže u odstranivanju štetnih tvari iz organizma. Da bi svoju funkciju obavljala kako treba, voda mora biti dostupna i sigurna („Onaj ko ima zdravlje ima i nadu, a ko ima nadu ima sve“, arapska izreka).

Nepostojanje sigurnog pristupa vodi i sanitarijama ima veliki utjecaj na ljudsko zdravlje. Upotreba zagađene vode može dovesti do raznih infektivnih bolesti, kao i do bolesti uzrokovanih toksičnim hemikalijama i obje ove vrste bolesti mogu biti opasne po život. Do brzog širenja zaraze može doći naročito ukoliko ne postoje adekvatni sanitarni uvjeti života.

U najraširenije infektivne bolesti uzrokovane vodom i lošim sanitarnim uvjetima spadaju dijareja, tifus i kolera, koje su vodeći uzročnici bolesti i smrti u zemljama u razvoju, dok se bakterije poput *Cryptosporidium*, *Campylobacter* i *E. coli* pojavljuju i u industrijskim zemljama širom svijeta.

Prema podacima UN-a, svake godine umre preko 3 miliona ljudi od bolesti uzrokovanih korištenjem zagađene i nečiste vode. Oko 1,8 miliona djece umre svake godine od bolesti uzrokovanih nečistom vodom i lošim sanitarnim uvjetima, što znači da u prosjeku dnevno umire čak 5.000 djece iz ovih razloga. Bolest uzrokovana vodom je drugi najbrojniji ubojica djece širom svijeta, odmah iza akutnih infekcija respiratornog trakta, kao što je tuberkuloza.

Tabela 7.6 Bolesti uzrokovane nečistom vodom i lošim sanitarnim uvjetima¹³

Bolest	Uzročnik i način prenošenja	Geografska raširenost	Broj slučajeva	Godišnji broj umrlih
Parazitna dizenterija	Protozoa iz fekalija dospije u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	Širom svijeta	500 miliona godišnje	Broj umrlih obuhvaćen u broju umrlih od dijareje
Bakterijska dizenterija	Bakterija iz fekalija dospije u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	Širom svijeta	Broj oboljelih obuhvaćen u broju umrlih od dijareje	Broj umrlih obuhvaćen u broju umrlih od dijareje
Dijareja (uključujući parazitnu i bakterijsku dizenteriju)	Mnogobrojne bakterije, virusi i protozoe dospiju u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	Širom svijeta	4 milijarde	3-4 miliona
Kolera	Bakterija iz fekalija dospije u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	Južna Amerika, Afrika, Azija	384.000 godišnje	20.000
Hepatitis A	Virus iz fekalija dospije u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	Širom svijeta	600.000 do 3 miliona godišnje	2.400 do 12.000
Tifus	Bakterija iz fekalija dospije u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	80% u Aziji; 20% u Latinskoj Americi i Africi	Trenutno 16 miliona	600.000
Dječja paraliza	Virus iz fekalija dospije u organizam putem zagađene vode, hrane, direktnog kontakta sa osobe na osobu	66% u Indiji; 34% na Bliskom Istoku, u Aziji i Africi	82.000	9.000

¹³ <http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14table.shtml#table2>

Samo od dijareje (uključujući i koleru), koju uzrokuje zagađena voda, godišnje umire oko 2 miliona ljudi, od čega 90% djece ispod 5 godina starosti, većinom u zemljama u razvoju. Od ukupnog broja slučajeva dijareje, 88% se direktno pripisuje nesigurnim izvorima vode i neodgovarajućim sanitarnim uvjetima. Prema istraživanjima Svjetske zdravstvene organizacija (WHO) smrtnost kod bolesti dijareje se može smanjiti za 6-25% ukoliko se poboljšaju uvjeti snabdijevanja pitkom vodom, a za 32% ako se poboljšaju sanitarni uvjeti života. Lična higijena, a naročito redovno pranje ruku, može smanjiti smrtnost kod bolesti dijareje za čak 45% (WHO, 2004).

Tabela 7.6 prikazuje bolesti uzrokovane nečistom ili zagađenom vodom, način na koji se bolest prenosi, raširenost bolesti u svijetu, kao i zabilježeni broj umrlih (WHO, 2004).

7.2.4 Minimalne potrebne količine vode i stvarni utrošak

Više studija je nastojalo procijeniti koja je to dnevna količina vode potrebna za održavanje minimalnih uvjeta življenja i različita istraživanja su vodila ka različitim rezultatima - većinom se navodi da je čovjeku dnevno potrebno između 20 i 50 litara pitke vode da bi mogao obavljati svoje svakodnevne aktivnosti (za kuhanje, pranje, itd.). Osim toga, da bi se voda smatrala dostupnom mora biti locirana na razumnoj udaljenosti, odnosno do 200 m od kućnog praga.

Količina vode koju ljudi zaista koriste varira od države do države, i ne ovisi samo od raspoloživosti vode i ljudskih potreba, već naročito i od gospodarskog razvoja i stepena urbanizacije. Globalno promatrajući, od tri standardne kategorije potrošača vode – kućanstva, industrija i poljoprivreda, najviše vode se koristi u poljoprivredi. Na svjetskom nivou, poljoprivreda troši 69% ukupnih godišnjih potrošenih količina vode, industrija 23%, i domaćinstva oko 8%. Svakoj osobi je potrebno oko 2.800 kalorija dnevno i za proizvodnju te količine hrane potrebno je oko 1.000 m³ vode godišnje, odnosno gotovo 2.800 litara dnevno, što je i razlog da je upravo poljoprivreda najveći potrošač vode u svijetu. Tako je npr. za proizvodnju samo jednog kilograma govedine potrebno čak 15.000 l vode, jednog kilograma janjetine 10.000 l, za kg žitarica 1.500 l vode itd.

Naravno, ako se prosječna potrošnja vode promatra npr. po pojedinim kontinentima, raspodjela je drugačija. Potrošnja vode u pojedinačnoj državi snažno ovisi od gospodarskog razvoja. U zemljama u razvoju ljudi imaju priliku da koriste mnogo manje vode dnevno nego u razvijenim zemljama. Tako npr. u Africi prosječna godišnja potrošnja vode po glavi stanovnika je samo 17 m³ (ili 47 litara dnevno), u Aziji 31 m³ (ili 85 litara dnevno), u Velikoj Britaniji 122 m³ (ili 334 litara dnevno), a u SAD-u 211 m³ ili 578 litara dnevno (Hinrichsen i ostali, 1998). Prosječna osoba u

Evropi troši oko 200 litara vode dnevno, u Sjevernoj Americi oko 400 litara, dok u nekim zemljama u razvoju prosječna osoba troši tek oko 10 litara vode dnevno za piće, pranje i kuhanje. Vjerojatno najslikovitiji podatak koji govori o neravnomjernoj dostupnosti pitke vode za stanovnike zemlje je onaj koji kaže da dijete rođeno u razvijenim zemljama troši između trideset i pedeset puta više vode nego dijete rođeno u veoma nerazvijenim zemljama. Naredna tablica prikazuje porazne podatke o dostupnosti vode u najsiromašnijim zemljama u razvoju - nasuprot ovim podacima stoje brojke od 500 l vode dnevno koje prosječno potroši stanovnik SAD, ili 200 l stanovnik Velike Britanije (Russell i Morris, 2006).

Tabela 7.7 Potrošnja vode po stanovniku u najsiromašnijim zemljama u razvoju

Država	Dnevna potrošnja vode litara po stanovniku
Gambija	4,5
Mali	8,0
Somalija	8,9
Mozambik	9,3
Uganda	9,3
Kambodža	9,5
Tanzanija	10,1

8

Bibliografija

- ACC/ISGWR (1992). *The Dublin Statement and Report of the Conference. International Conference on Water and the Environment: Development issues for the 21st century, 26-31 January 1992, Dublin, Ireland*. United Nations Administrative Committee on Co-ordination Inter-Secretariat Group for Water Resources, Geneva, Switzerland.
- ADB (2007). *Asian Water Development Outlook 2007*. Asian Development Bank, Manila, Philippines.
- Alić R. (2004). *Assessment and Development of Municipal Water and Wastewater Tariffs and Effluent Charges in the Danube River Basin - Volume 2: Country-Specific Issues and Proposed Tariff and Charge Reforms: Bosnia i Hercegovina – National Profile*. UNDP/GEF Danube Regional project.
- Appelgren B. (2004). *Series on Water and Ethics, Essay 5, Water in Agriculture*, ISBN 92-9220-020-8, Published by UNESCO.
- Baird C. (1995). *Environmental Chemistry*. W. H. Freeman and Company, New York, NY, USA.
- Barac T., Bosak M. (2003). *Izbor sustava i raspored navodnjavanja na parceli*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Barbalić Z. i ostali (1994). *Okvirna vodoprivredna osnova Bosne i Hercegovine*. Javno vodoprivredno preduzeće „Vodoprivreda Bosne i Hercegovine“ Sarajevo i Zavod za vodoprivredu Sarajevo.
- Barker A. V., Pilbeam D. J. (2007). *Handbook of plant nutrition*. CRC Press. pp. 4. ISBN 9780824759049.

- BiH (2010). *Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće*. „Službeni glasnik BiH“, broj 40/2010.
- Biswas A. K. (1997). *Water resources: Environmental planning, management, and development*. McGraw-Hill Inc., New York, NY, USA.
- Biswas A. K. (2008). Integrated Water Resources Management: Is It Working? *Water Resources Development*, Vol. 24, No. 1, 5–22.
- Brouwer R., Barton D., Bateman I., Brander L., Georgiou S., Martín-Ortega J., Navrud S., Pulido-Velazquez M., Schaafsma M., Wagtendonk A. (2009). *Economic Valuation of Environmental and Resource Costs and Benefits in the Water Framework Directive: Technical Guidelines for Practitioners, EU FP6 funded project AquaMoney*.
- Cap-Net, GWP (2005). *Integrated water resources management plans, Training manual and operational guide*. Cap-Net – International Network for Capacity building in IWRM, Pretoria, South Africa; Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.
- Cesar H. J. S., Burke L., Pet-Soede L. (2003). *The Economics of Worldwide Coral Reef Degradation*. Cesar Environmental Economics Consulting, Arnhem, and WWF-Netherlands, Zeist, The Netherlands. 23 pp.
- Chandarana R. (2002). *Ships Dumping Bilge Are Slaughtering Birds Of Canada*. Reuters News Service.
- Constanza R., d’Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O’Neill R. V., Paruelo J., Raskin R. G., Sutton P., van den Belt M. (1997). *The value of the world’s ecosystem services and natural capital*. *Nature*. Vol. 387, 253-260.
- Ćerić A., Selmanagić D., Jabučar D., Vučijak B., Kalem-Perić A., Čustović H., Zerem N., Bjelavac J., Alić R. (2003). *Upravljanje difuznim zagađenjem*. Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu.
- De Groot R. (2010). *Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation*. In P. Kumar (Ed), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*. Earthscan Publishing.
- Defra (2006). *River Basin Planning Guidance*. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK.
- EC (2000). *Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy*. OJ No. L 327.

- EC (2006). *Directing the flow – A new approach to integrated water resources management*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EC (2006a). *Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries*. European Commission.
- Falkenmark M., Widstrand C. (1992). *Population and Water Resources: A Delicate Balance*. Population Bulletin, Vol. 47 (3), 1-36.
- Fewtrell L., Bartram J. (2001). *Water Quality; Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. IWA Publishing, London, UK.
- France T. (2003). *French regulations for surface treatment activities*.
- Ghetti P. F. (1986). *I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indice Biotico: E.B.I. modificato*. Università di Parma, Cattedra di Idrobiologia, Trento, Italia.
- Gleick P.H. (1996). *Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs*. Water International Vol. 21, No. 2, pp. 83-92.
- Gomez-Baggethun E., De Groot R. (2010). *Natural Capital and Ecosystem services: The Ecological Foundation of Human Society. Issues in Environmental Science and Technology*. Ecosystem Services 30, 105-121.
- Grigg N. S. (1996). *Water resources management: Principles, regulations and cases*. McGraw-Hill Inc., New York, NY, USA.
- GWA (2006). *Resource Guide: Mainstreaming Gender in Water Management, Second edition*. Gender and Water Alliance, Dieren, The Netherlands.
- GWP (2003): *Financial Flows and affordability in water resources management in the CEE region, Cracow-Budapest*.
- GWP (2004). *Integrated Water Resources Management, TAC Background Paper No. 4*. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden.
- GWP (2004a). *Catalyzing Change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies*. Global Water Partnership Technical Committee, Stockholm, Sweden.
- GWP (2008): *Economics in Sustainable Water Management, Training Manual and Facilitators' Guide*.
- GWP-INBO (2009). *A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins*. Global Water Partnership, International Network of Basin Organizations.
- Hall D, Lobina E. (2008). *Public Investments in Sewers Save Lives. Unison - the public service union*.

- Harrison P., Pearce F. (2001). *AAAS Atlas of Population and Environment, Victoria Dompka Mar-kham (ed.)*. American Association for the Advancement of Science and the University of California Press.
- Hassing J., Ipsen N., Clausen T. J., Larsen H., Lindgaard-Jørgensen P. (2009). *Integrated Water Resources Management in Action*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France.
- Heathcote I. W. (1998). *Integrated watershed management: Principles and practice*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Hinrichsen D., Robey B., Upadhyay U.D. (1998). *Solutions for a Water-Short World, Population Reports*, published by the Population Information Program, Center for Communication Programs, The Johns Hopkins School of Public Health, 111 Market Place, Suite 310, Baltimore, Maryland 21202-4012, USA, Volume XXVI, Number 1, September, 1998.
- Hoekstra A. Y., Chapagain A. K. (2007). *Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern, Water Resources Management 21: 35-48*.
- Hogan C.M., Monosson E. (2010). *Abiotic factor*. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland. Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment.
- Holling C.S. (2001). *Understanding the complexity of economic, social and ecological systems. Ecosystems. Vol. 4, 390-405*.
- Holmlund C.M., Hammer M. (1999). *Analysis: Ecosystem services generated by fish populations. Ecological Economics, Vol. 29, 253-268*.
http://news.nationalgeographic.com/news/2004/06/0607_040607_phytoplankton.html
<http://www.medicina.hr/clanci/Trovanje%20olovom%20%28%20saturnizam%20%29.htm>
<http://www.mojdoktor.hr/default.aspx?page=83&article=1384>
- IHGF (2003). *Plan za smanjenje neobračunate vode vodovoda Konjic, Ecolinks USA-ID program*. Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu.
- IHGF (2010). *Generalna analiza sektora vodosabdijevanja i njegove funkcije humanog razvoja u BiH, za UNDP*. Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

- IUCN (2000). *Vision for Water and Nature. A World Strategy for Conservation and Sustainable Management of Water Resources in the 21th Century*. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources.
- Jahić M. B. (1990). *Kondicioniranje voda*. Književna zajednica Drugari, Sarajevo.
- Jusupović, F. (2008). *Higijena pitke vode*. Univerzitet u Sarajevu, Fakultet zdravstvenih studija.
- Kaushik A., Kaushik C.P. (2010). *Basics of Environment and Ecology*. New Age International (P) Ltd., Publishers.
- Knezović I. (2003). *Trovanje olovom (saturnizam)*. Pristup ostvaren 8. marta, 2011. preko Medicina.hr na:
- Knoben R. A. E., Roos C., van Oirschot M. C. M. (1995). *Volume 3: Biological Assessment Methods for Watercourses*, RIZA Report Nr.: 95.066. RIZA, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, Lelystad, The Netherlands.
- Kremer M., Meeks R., Miguel E., Null C., Peterson A. Z. (2009). *Willingness to Pay for Cleaner Water in Less Developed Countries, 3ie Synthetic Reviews – SR 006 Draft Protocol December 2009*.
- Laredo D. (1991). *Principles of Tariff Design for Water and Wastewater Services, Water and Sanitation for Health Report, - WASH Field Report No. 348*.
- Lee T. (1992). *Water Management since the Adoption of the Mar del Plata Action Plan: Lessons for the 1990s*. *Natural Resources Forum*, Vol. 16(3), 202-211.
- Liebmann H. (1962). *Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie*. Band I, R. Oldenburg, Munich, Deutschland.
- Lixia He, Tyner W.E., Doukkali R., Siam G. (2006). *Policy Options to Improve Irrigation Water Allocation Efficiency: Analysis on Egypt And Morocco*, *Water International*, Volume 31, Issue 3, Pages 320 – 337.
- Mayers J., Batchelor C., Bond I., Hope R. A., Morrison E., Wheeler B. (2009). *Water ecosystem services and poverty under climate change: Key issues and research priorities*. *International Institute for Environment and Development, London, UK. Natural Resource Issues No. 17*.
- McGuigan J. R., Moyer R. C., Harris F. H. deB. (1999). *Managerial Economics: Applications, Strategy, and Tactics*. South-Western College Publishing, Cincinnati, OH, USA.
- Metcalf J. L. (1989). *Biological water quality assessment of running water based on macro-invertebrate communities: history and present status in Europe*. *Environmental Pollution*, Vol. 60, 101-139.
- Midžić Kurtagić S. (2011). *Instrumenti najbolje raspoložive tehnike u funkciji održivog razvoja, Doktorska disertacija*. Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu.

- Midžić Kurtagić S., Silajdžić I. (2008). Bosnia and Herzegovina - *Poverty and Sustainable Consumption*. TEMPUS konferencija "Industrijska ekologija i održivi razvoj u visokom obrazovanju", Mašinski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystem and human well-being: synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005a). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Mitchell T. D., Hulme M., New M. (2002). *Climate Data for Political Areas*. Area, Vol. 34, 109-112.
- Mutschmann J., Stimmelmayer F. (1999). *Snabdevanje vodom: Priručnik*, Treće dopunjeno i izmijenjeno izdanje. DIP Građevinska knjiga, Beograd, Srbija; ODJP Glas srpski, Banja Luka.
- Nakagawa H., Tabataa M., Morikawaa Y., Senmaa M., Kitagawaa Y., Kawanoa S., Kidob T. (1990). High Mortality and Shortened Life-Span in Patients with Itai-itai Disease and Subjects with Suspected Disease. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, Volume 45, Issue 5, 283-287.
- Newson M. (1992). Water and Sustainable Development: The "turn-around decade"? *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 25(2), 175-183.
- Nordic-Council (2002). DEA - an aid for identification of BAT in the inorganic surface treatment industry, TemaNord, Nordic Council of Ministers, TemaNord 2002:525.
- Novotny V. (1995). *Nonpoint pollution and urban stormwater management*. Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, PA, USA.
- Novotny V. (2003). *Water quality: Diffuse pollution and watershed management*, Second edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Novotny V., Chesters G. (1981). *Handbook of nonpoint pollution: Sources and management*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY, USA.
- OECD (2001). *Environmental Outlook*. Organization for Economic Cooperation and Development.
- Omerbegović Z., Midžić Kurtagić S., Džajić M. (2006). *Model upravljanja troškovima i prirodnih resursa i čistija proizvodnja, IX međunarodni simpozij Gospodarenje otpadom*. Zbornik radova 15(4):378-383 ISBN 978-953-99827-1-1, Nacionalna i sveučilišna knjižnica Zagreb.
- Orhanović Z. (2003). *Kemijske štetnosti*. Iproz, Zagreb.
- Pantle R., Buck H. (1955). *Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse*. Gas- und Wasserfach, Vol. 96(18), 1-604.

- Perry, C., Seckler, D., and Rock, M. (1997). *Water as an Economic Good: A solution or a Problem in Water*. International Irrigation Management Institute.
- Pimentel D., Pimentel M. (2008). *Food, energy, and society*. Boca Raton, Fla., CRC, London.
- Porter G. (2002). *Subsidies and the Environment: An Overview of the State of Knowledge*, OECD Workshop on Environmentally Harmful Subsidies, Paris, 7-8 November 2002.
- Prodanović D. (2002). *Racionalno korišćenje vode kao alternativa novim izvorima*, predavanje, Univerzitet u Beogradu. <http://hikom.grf.bg.ac.rs>
- Rach J. (2004). *Source of Half Earth's Oxygen Gets Little Credit*. Pristup ostvaren 1. marta, 2011 preko National Geographic News na
- Raven P. H., Berg L. R. (2005). *Environment, Fifth edition*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Revenga C., Brunner J., Henninger N., Kassem K., Payne R. (2000). Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems. *World Resources Institute*, Washington, DC, USA.
- Ripl, W. (2003). Water: the bloodstream of the biosphere. *Philosophical Transactions of The Royal Society, B. Biological Sciences*, Vol. 358, 1921-1934.
- Russell B., Morris N. (2006). Armed Forces Are Put on Standby to Tackle Threat of Wars over Water, Published on Tuesday, February 28, 2006 by the Independent / UK
- Saejis H. F. I, van Berkel, M. J. (1995). Global water crisis, the major issue of the 21st century, *European Water Pollution Control*, Vol. 4, pp 26-40.
- Savenije H. H. G., Hoekstra A. Y. (2003). Water Resources Management. In: *Knowledge for sustainable development: An insight into the encyclopedia of life support systems*, Volume II. UNESCO publishing; EOLSS Publishers.
- Shannon C. E., Weaver W. (1948). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana III.
- Shiklomanov I. A. (2000). *Appraisal and Assessment of World Water Resources*. *Water International*, Vol. 25(1), 11-32.
- Shiklomanov I. A., Rodda J. C. (2003). *World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Shiklomanov I. A., World Water Resources (1999). *Modern Assessment and Outlook for the 21st Century (Summary of World Water Resources at the Beginning of the 21st Century, prepared in the framework of the IHP UNESCO)*. Federal Service of Russia for Hydrometeorology & Environment Monitoring, State Hydrological Institute, St. Petersburg.

- Speck S. (2006). *Financial aspects of water supply and sanitation in transboundary waters of South-Eastern Europe*, A report for the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.
- Srebrenović D. (1986). *Primijenjena hidrologija*. Tehnička knjiga, Zagreb, Hrvatska.
- Straton A. T. (2006) A complex systems approach to the value of ecological resources. *Ecological Economics*, Vol. 56, 402-11.
- Stumm W., Morgan J. J. (1996). *Aquatic chemistry: Chemical equilibria and rates in natural waters*, Third edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Thornton J. A., Rast W., Holland M. M., Jolankai G., Ryding S.-O. (1999). *Assessment and control of nonpoint source pollution of aquatic ecosystems: A practical approach*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France; The Parthenon Publishing Group, Inc., New York, NY, USA.
- Todd D. K. (1980). *Groundwater hydrology*, Second edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- Turton, A.R. (1989). *Water Scarcity and Social Adaptive Capacity: Towards an Understanding of the Social Dynamics of Water Demand Management in Developing Countries*, Mewrew Occasional Paper No. 9, Water Issues Study Group, School of Oriental and African Studies (SOAS).
- U.S. EPA (1978). *Bacteriological Methods in Water Quality Control Programs, Training Manual*, EPA-430/1-78-014. U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water Program Operations, Cincinnati, OH, USA.
- UN (1948). Universal Declaration of Human Rights
- UN (1979). Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination against Women CEDAW
- UN (1989). Convention on the Rights of the Child
- UN (2002). Johannesburg Declaration on Sustainable Development
- UN/WWAP (United Nations/World Water Assessment Programme). (2003). 1st UN World Water Development Report: Water for People, Water for Life. Paris, New York and Oxford. UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and Berghahn Books.
- UNEP Industry and Environment (1996). Environmental Management in the Brewing Industry, Technical report No. 33.
- UNEP/DEPA (2000). Cleaner Production Assessment in Dairy Processing, Industrial Sector Guides. United Nations Environment Programme/Danish Environmental Protection Agency.
- UNEP/WHO/HABITAT/WSSCC (2004). Guidelines on Municipal Wastewater Management. UNEP/GPA Coordination Office, The Hague, The Netherlands.

- UNESCO (1999). Summary of the Monograph 'World Water Resources at the beginning of the 21st Century', prepared in the framework of IHP UNESCO. Viewed at www.espejo.unesco.org.uy/summary/html
- UNESCO (2006). Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development Report 2. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France; Berghahn Books, New York, NY, USA.
- UNICEF/WHO (2004). Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target: A Mid-Term Assessment of Progress. UNICEF/WHO, Geneva, Switzerland.
- UN-Water (2008). Status Report on IWRM and Water Efficiency Plans for CSD16.
- Vickers A. (2002). *Water use and conservation*. Waterplow Press, Amherst, MA.
- Vitale K. (2011). *Neobično putovanje-živa II.dio*. Pristup ostvaren 8. Marta 2011 preko MD Moj doktor na
- WCED, World Commission on Environment and Development (1987). Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987 p. 43.
- Wetzel R. G. (1983). *Limnology*, Second edition. Saunders College Publishing, Fort Worth, USA.
- Whittington D., Hanemann W. M., Sadoff C., Jeuland M. (2008). *Copenhagen Consensus 2008 Challenge Paper: Sanitation and Water*. Copenhagen Consensus Center.
- WHO (1993). *Guidelines for Drinking-Water Quality*. World Health Organization, Geneva
- WHO (2003). World Health Report. World Health Organization, Geneva
- WHO (2004). Water, sanitation and hygiene links to health, Facts and figures updated November 2004
- WHO/UNICEF (2002). Joint Monitoring Programme.
- WWF (2010). World Wide Fund for Nature (WWF) Living Planet Report 2010.
- Zedler J. B. (2003). Wetlands at your service: reducing impacts of agriculture at the watershed scale. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol 1, 65–72.
- ZZVB (2006). *Okvirni plan razvoja vodoprivrede Republike Srpske*. Republička direkcija za vode Bijeljina, Zavod za vodoprivredu d.o.o Bijeljina.
- ZZVS-ZZVM (2010). *Strategija upravljanja vodama Federacije Bosne i Hercegovine 2010-2022, Prijedlog*. Zavod za vodoprivredu Sarajevo, Zavod za vodoprivredu Mostar.

9

Popisi

9.1 Popis skraćenica i oznaka

BiH	Bosna i Hercegovina
EBI	Prošireni biotički indeks (<i>eng.</i> Extended Biotic Index)
EU	Evropska unija (<i>eng.</i> European Union)
GWP	Globalno partnerstvo za vode (<i>eng.</i> Global Water Partnership)
IWRM	Integralno upravljanje vodnim resursima (<i>eng.</i> Integrated Water Resources Management)
NVO	Nevladina organizacija
RBD	Vodno područje (<i>eng.</i> River Basin District)
RBMP	Plan upravljanja riječnim slivom (<i>eng.</i> River Basin Management Plan)
TARWR	Ukupni stvarni obnovljivi vodni resursi (<i>eng.</i> Total Actual Renewable Water Resources)
UN ECE	Privredne komisije za Evropu Ujedinjenih nacija
UN	Ujedinjeni narodi (<i>eng.</i> United Nations)
UNICEF	United Nations Children's Fund
WFD	Okvirna direktiva o vodama Evropske unije (<i>eng.</i> Water Framework Directive)
WHO	World Health Organization
WWF	World Wide Fund for Nature

9.2 Popis tabela

Tabela 1.1	Količine vode u biosferi.....	2
Tabela 1.2	Ukupni stvarni obnovljivi vodni resursi u svijetu	3
Tabela 1.3	Klase kvaliteta vode prema indeksu saprobnosti	16
Tabela 1.4	Raspodjela padavina na glavne komponente hidrološkog ciklusa po klimatskim područjima	19
Tabela 1.5	Parametri vlažnosti tla (cm/cm) za različite teksturne klase	25
Tabela 2.1	Relativno bogatstvo vrsta u slatkovodnim, morskim i kopnenim ekosistemima (odnos između bogatstva vrsta i površine koju zauzimaju)	31
Tabela 2.2	Primjeri usluga i funkcija ekosistema.....	32
Tabela 2.3	Utjecaj polutanata na vodene ekosisteme	37
Tabela 2.4	Biomagnifikacija dihlor-difenil-trihloretan (DDT) spojeva	38
Tabela 4.1	Potrošnja vode u pivarama u BiH	71
Tabela 4.2	Ukupni zahvat, isporuka i gubici u 20 općina BiH, 2010. godina	72
Tabela 4.3	Moguće preventivne mjere za smanjenje potrošnje vode	74
Tabela 4.4	Potrošnja vode u pogonu za proizvodnju žice, P-8.....	75
Tabela 4.5	Pregled primijenjenih mjera prevencije u pogonu za proizvodnju žice	77
Tabela 4.6	Efekti primjene preventivnih tehnika u pogonu za proizvodnju žice na jednoj liniji za pocinčavanje kapaciteta 1.665 t/god.	78
Tabela 6.1	Dokumenti na nivou smjernica i preporuka	111
Tabela 6.2	Stepen usaglašenosti BiH zakonodavstva sa EU Direktivama u oblasti voda.....	116
Tabela 7.1	Relevantne konvencije UN koje se odnose i na vodu	118
Tabela 7.2	Pokrivenost uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije u dijelovima svijeta	123
Tabela 7.3	Pokrivenost uslugama vodosnabdijevanja i kanalizacije u dijelovima svijeta	125
Tabela 7.4	Postotak stanovništva po zemljama sa sigurnim pristupom pitkoj vodi	127
Tabela 7.5	Postotak stanovništva po zemljama sa pristupom odgovarajućim sanitarijama	129
Tabela 7.6	Bolesti uzrokovane nečistom vodom i lošim sanitarnim uvjetima ...	132
Tabela 7.7	Potrošnja vode po stanovniku u najsiriromašnijim zemljama u razvoju	134

9.3 Popis slika

Slika 1.1	Raspodjela vode u svijetu	3
Slika 1.2	Ukupni obnovljivi vodni resursi u BiH	4
Slika 1.3	Ukupni obnovljivi vodni resursi u BiH po glavi stanovnika	5
Slika 1.4	Promjena gustine čiste vode u funkciji temperature	8
Slika 1.5	Topivost kisika u čistoj vodi u funkciji temperature	12
Slika 1.6	Kruženje vode u prirodi (Izvor: Ćerić i ostali, 2003).....	16
Slika 1.7	Tipične infiltracione krive za tla različitih teksturnih karakteristika ...	20
Slika 1.8	Shematski prikaz površinskog oticanja (Izvor: Srebrenović, 1986).....	21
Slika 1.9	Tipični oblik hidrograma oticanja	22
Slika 1.10	Tipična zavisnost površinskog oticanja od količine padavina	23
Slika 1.11	Konceptualni model kretanja i zadržavanja vode u zemljištu (Izvor: Thornton i ostali, 1999)	24
Slika 2.1	Boračko jezero	30
Slika 2.2	Caulerpa alexis - zelena tropska alga (Izvor: http://public.carnet.hr/dps-zagreb/images/AlgaSTHV.jpg)	39
Slika 3.1	Slivno područje	43
Slika 3.2	Konflikt između sječe šume i zaštite izvorišta	45
Slika 3.3	Osnovni koraci u provođenju IWRM (Izvor: Cap-Net i GWP, 2005) ...	56
Slika 3.4	Stepen procesa implementacije IWRM u svijetu.....	62
Slika 4.1	Postotak od ukupne potrošnje vode potrošene za poljoprivredu (Izvor: iv	68
Slika 4.2	Neodrživo korištenje vode za navodnjavanje (Izvor: Millennium Ecosystem Assessment, 2005a)	68
Slika 4.3	Odnos zahvaćene i potrošene količine vode u poljoprivredi, industriji i domaćinstvima (Izvor: Shiklomanov, 1999).....	69
Slika 4.4	Potrošnja vode u pivarama u BiH, 2005-2007 (Izvor: Midžić Kurtagić i Silajdžić, 2008)	70
Slika 4.5	Raspodjela potrošnje vode u % za SAD i Australiju (Izvor: US EPA, NWC).....	71
Slika 4.6	Mogućnosti za prevenciju i minimizaciju (Izvor: UNEP/DEPA, 2000)	73
Slika 4.7	Shema tehnološkog procesa i materijalnih tokova sa mjerama poboljšanja u cilju resursne efikasnosti, pogon za proizvodnju žice	76
Slika 5.1	Vrelo Bune u BiH, jedan od najizdašnijih izvora vode u Evropi	85

Slika 5.2	Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda blizu Lille-a, Francuska	88
Slika 5.3	Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Ljubuški, BiH.....	89
Slika 5.4	Korištenje vode u poljoprivredi	95
Slika 5.5	Primjer mreže za vodosnabdijevanje.....	97
Slika 5.6	Ribnjak na Bilećkom jezeru, BiH	102
Slika 7.1	Dostupnost vode u svijetu nije jednaka.....	119
Slika 7.2	Raspored količina vode u svijetu	126
Slika 7.3	Raspored broja stanovnika u svijetu.....	126
Slika 7.4	Postotak stanovništva po kontinentima koji nemaju siguran pristup pitkoj vodi	128
Slika 7.5	Postotak stanovništva po kontinentima koji nemaju pristup odgovarajućim sanitarijama	131

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

628.1:502.131.1

VODA za život : osnove integralnog upravljanja
vodnim resursima : izdanje na bosanskom jeziku /
Branko Vučijak ... [et al.]. - Sarajevo : Institut
za hidrotehniku Građevinskog fakulteta, 2011. -
VIII, 148 str. : ilustr. ; 24 cm

Bibliografija: str. 135-143.

ISBN 978-9958-614-03-3

1. Vučijak, Branko

COBISS.BH-ID 18858758