

DRAGAN UGRINOV¹
ALEKSANDER STOJANOV²

Stručni rad
UDC:628.11.16:504.4.062.2

Potreba za vodom i hidrološki ciklus

Rad apostrofira značaj vode za život čoveka, obrađuje vodu kao resurs o kome vodimo, ali uvek nedovoljno računamo. Trošimo je neracionalno, i koliko je to bitno sa aspekta održivog razvoja?. Kako Zemlja stoji sa „zalihama“, vode, i njen proces kruženja u prirodi?. Život čoveka i njegove aktivnosti u sklopu tehnološkog razvoja doprinose da se resursi vode za piće zagađuju različitim materijama i mikroorganizmima koji ulaze u ciklus voda. Neophodno je razviti bolji sistem upravljanja resursima, kako bi se ublažio negativan uticaj čoveka na životnu sredinu. U tom smislu treba integrisati nauku, Zakon, političku akciju i reakciju javnosti u logičan okvir rada.

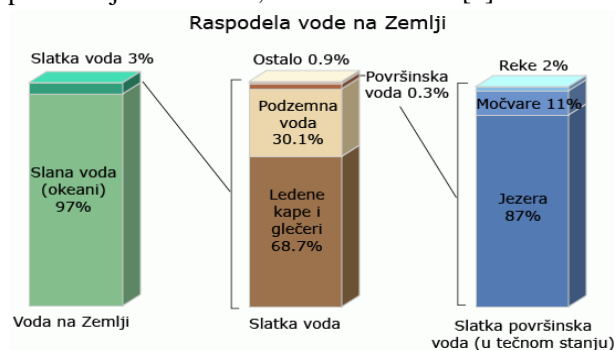
Ključne reči: voda, resurs, hidrološki ciklus, održivi razvoj, zagađenje

1. UVOD

S obzirom da razvoj industrijske civilizacije ide uzlaznom linijom, te se očekuje da će povećanje broja stanovnika na Zemlji, industrijalizacijom, tehnološkim razvojem i napredakom, ekonomskim prosperitetom, standardom življenja doći i do novih ekoloških problema pre svega problema u snabdevanju higijenski ispravnom vodom za piće. Voda u organizmu čoveka održava potreban hidrostatički, osmotski i onkostatistički pritisak i omogućava metabolizam. Organizam čoveka sastavljen je od velikog procenta vode, sto zavisi od starosti organizma, fiziološkog statusa, antropogenih faktora, metabolizma i dr.

2. RASPODELA VODE NA ZEMLJI

Treba imati u vidu da od ukupne količine vode na Zemlji, a to je oko 1 386 miliona kubnih kilometara (332.5 miliona kubnih milja), preko 96 procenata predstavlja slana voda, slika 1 i tabela 1 [1].



Slika 1. Raspodela vode na Zemlji

Od ukupne količine slatke vode, preko 68 procenata je zarobljeno u ledu i glečerima. Preostalih 30%

Adrese autora: ¹Zavod za javno zdravlje Pančevo, Pančevo, ²Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda, J.P.Njegoševa 84, Beograd

Rad primljen: 12. 04. 2012.

slatkih voda nalazi se u zemljištu. Površinski slatkovodni izvori, kao što su reke i jezera, iznose samo oko 93 100 kubnih kilometara (22 300 kubnih milja), što je oko 1/150 deo jednog procenta ukupne količine vode na Planeti. Konačno, reke i jezera su izvori najvećeg dela vode za svakodnevnu ljudsku upotrebu.

3. VODA SA ASPEKTA ODRŽIVOG RAZVOJA

Prilaz razvoju sa aspekta održivosti nastao je kao odgovor na sve veći pritisak na prirodne resurse. Problem vode se može izdvojiti kao najozbiljniji, pošto se preko vode dobrim delom prelamaju problemi proizvodnje hrane, energije i zaštite životne sredine. Upravo imajući ovo u vidu na Konferenciji o vodama i okolini, održnoj u Dublinu 1992. god. voda je okarakterisana kao „**ograničeni izvor i ekonomsko dobro**“ čijem očuvanju treba stremiti i kojim treba upravljati na način da se ne ugroze interesi budućih generacija [2]. Deviza procesa održivog razvoja podrazumeva - ne potrošiti sve resurse veći ih koristiti racionalno i ostaviti i budućim generacijama u nasleđe. Jedan od ključnih zaključaka ove Konferencije je da je „**održivost postala osnovni princip svih razvojnih strategija, posebno u domenu razvoja vodenih resursa**“.

Kriza vode je izražena u nizu vidova, ali su posebno uočljivi sledeći problemi:

- Uvećavaju se teškoće pri obezbeđivanju potrebnih količina vode za sve vrste korišćenja,
- Zaoštravaju se problemi zaštite od štetnog delovanja voda,
- Povećavaju se opasnosti koje prete čoveku i njegovoj okolini zbog zagađenja voda, destrukcije vodenih ekosistema.

Šta to dalje znači sa stanovišta Koncepta održivog razvoja ?

Tabela 1. Procena raspodele vode u svetu

Vodne zalihe	Zapremina vode u kubnim kilometrima	Zapremina vode u kubnim miljama	Procenat slatke vode	Procenat ukupne količine vode
Okeani, mora i zalivi	1,338,000,000	321,000,000	--	96.5
Ledene kape, glečeri i stalni sneg	24,064,000	5,773,000	68.7	1.74
Podzemna voda	23,400,000	5,614,000	--	1.7
Slatka podzemna voda	10,530,000	2,526,000	30.1	0.76
Slanište (Slano blatno jezero)	12,870,000	3,088,000	--	0.94
Zemljišna vlaga	16,500	3,959	0.05	0.001
podzemni led i permafrost	300,000	71,970	0.86	0.022
Jezera	176,400	42,320	--	0.013
Slatka voda	91,000	21,830	0.26	0.007
Slanište (Slano blatno jezero)	85,400	20,490	--	0.006
Atmosfera	12,900	3,095	0.04	0.001
Voda iz močvare	11,470	2,752	0.03	0.0008
Reke	2,120	509	0.006	0.0002
Biološka voda	1,120	269	0.003	0.0001
Ukupno	1,386,000,000	332,500,000	-	100

Geneza pokazuje da se na institucionalnom i teorijskom planu postepeno iskristalisao pojam održivi razvoj, koji je definisan kao integralni ekonomski, tehnološki, socijalni i kulturni razvoj usklađen sa potrebama zaštite i unapređenja životne sredine, i koji omogućava sadašnjim i budućim generacijama zadovoljenje njihovih potreba i poboljšanje kvaliteta življenja. Suština koncepta održivog razvoja čini interakcija razvoja i životne sredine i međusobna uslovljenost i komplementarnost razvojne politike i politike zaštite životne sredine koje uvažavaju zakonitosti ekoloških sistema [3].

4. POTREBA ZA VODOM I HIDROLOŠKI CIKLUS

U svetu i kod nas u jednom dužem vremenskom periodu vodno bogatstvo ocenjivalo se prema ukupnoj količini vode. Nakon sve učestalijih incidenata nastalih kao posledica zagađenja voda, došlo se do sazna-

nja da je kvalitet vode bitan element za procenu moguće raspoložive količine od ukupne količine vodene mase. Pod kvalitetom vode podrazumeva se stanje vodenog sistema, izraženo preko fizičko-hemijskog, hemijskog i biološkog pokazatelja, kako u vodi tako i su sedimentu (talogu). Promene u kvalitetu vode nastaju kao posledica endodinamičkih, ali i sve češće antropogenih sukcesija.

U poslednjoj četvrtini veka svetska populacija se udvostručila. Količina potencijalno raspoložive vode po stanovniku ja opala sa 12.000 m³/stanovniku na 7.500 m³/stanovniku, a potrošnja vode se udvostručila [4-7].

Iako za piće nije potrebno više od 2 l po čoveku, ipak je ukupna dnevna potrošnja mnogo veća i odraz je standarda življenja, kao i kulture ponašanja kao i opšte javne svesti populacije. U tabeli 2. prikazani su po dekadama količine vode (l) koja je potrošena po stanovniku/dan [1].

Tabela 2. Prosečna potrošnja vode po stan/dan u litrima -pregled po dekadama

Godina	Potrošnja po stan./dan u litrima
1950	100
1960	212
1970	280
1980	390
1990	451
2000	496
2010	536

Voda je u prirodi najrasporotranjenija materija i pokriva 71 % površine Zemlje. Od ukupne količine vode samo 2,45% vode je slatka voda koja se upotrebljava za zadovoljenje većine ljudskih potreba. Najveći deo slatkih voda se nalazi zarobljen u ledu na severnom i južnom polu. Drugi veći deo se nalazi u slojevima Zemlje kao podzemna voda. U tabeli 3. dato je procentualno učešće i raspodela vode na Zemlji.

Tabela 3. Procentualna raspodela slatke vode

led (polarni, lednici..)	78.10 %
podzemne vode	21.03 %
vлага tla	0.45 %
slatkovodna jezera	0.37 %
reke	0.005%
atmosfera	0.039 %

Hidrološki ciklus nema početnu tačku, ali najbolje je krenuti od okeana. Sunce, koje upravlja kruženjem vode u prirodi, zagreva vodu u okeanima. Jedan njen deo isparava i kao vodena para dospeva u vazduh (slika 1). Evaporacija se odvija i u slatkovodnim jezerima i rekama. Sa kopna, u okviru evapotranspiracije, voda se oslobađa iz biljaka i zemljišta, i takođe u vidu vodene pare prelazi u vazduh. Mali deo vode u atmosferi potiče od sublimacije, gde se sneg i led direktno preobraćaju u vodenu paru, potpuno preskokići fazu topljenja. Uzlazne vazdušne struje podižu paru u atmosferu, gde, usled niskih temperatura, dolazi do kondenzacije i nastanka oblaka. [3]

Vazdušne struje nose oblake oko planete, pri čemu se delovi oblaka sudaraju, uvećavaju i tako nastaju padavine. Jedan deo padavina je u vidu snega i može se nakupljati u vidu ledenih kapa i glečera. Sneg se u toplijim regionima često otapa na proleće, a nastala voda je poznata kao snežni oticaj. Dok se veći deo padavina vraća ponovo u okeane, jedan deo dospeva u kopno, gde, usled gravitacije, teče po površini kao površinsko oticanje. Deo površinskog oticaja odlazi u reke i kreće se kao rečni tok prema okeanima, dok se jedan deo akumulira kao slatka voda u jezerima i rekama. Ne dospeva sav oticaj u površinska vodna tela - veći deo prodire u zemljište (infiltracija) [1].

Od toga, deo dospeva u duboke slojeve, obnavljajući akvifere (zasićene stene ispod površine terena), koji sadrže ogromne količine podzemnih voda u dugim vremenskim periodima.



Slika 1. Prikaz ciklusa kruženja vode u prirodi [1]

Voda u okeanima

Sabirališta za najveću količinu vode na Zemlji su okeani. Procenjuje se da se, od 1 386 000 000 kubnih kilometara (321 000 000 kubnih milja) ukupne količine vode na planeti, oko 1 338 000 000 kubnih kilometara (332 500 000 kubnih milja) upravo nalazi u okeanima. To je oko 96,5 procenata. Takođe se procenjuje da okeani daju oko 90 procenata vode pri isparavanju (izazvano Sunčevom toplotom) za proces kruženja vode [8].

Tokom hladnijih klimatskih perioda, formira se više ledenih kapa i glečera, što umanjuje količinu vode u okeanima. Obrnuto je u toku toplih perioda. U toku poslednjeg ledenog doba, glečeri su prekrivali skoro trećinu kopna na Zemlji, a okeani su bili oko 122 metara (400 stopa) ispod nivoa na kome su danas. Pre oko tri miliona godina, kada je Planeta postala toplija, okeani su se podigli za 50 metara (165 stopa) [9].

Evaporacija

Evaporacija, suprotno kondenzaciji, predstavlja proces prelaska vode iz tečnog stanja u gasovito ili paru. Energija (toplota) se koristi za razbijanje veza koje drže molekule vode zajedno, što predstavlja objašnjenje zašto voda lako isparava na tački ključanja (100°C , 212°F), a sporije na nižim temperaturama. Evaporacijom se takođe otklanja toplota iz životne sredine, čime se objašnjava osećaj hlađenja kože kada se sa nje isparava voda. [10]

Evaporacija iz okeana je glavni put prelaska vode u atmosferu. Na globalnom nivou, iznos vode koja isparava je skoro isti iznosu vode koja se u vidu padavina vraća na Zemlju. Samo oko 10 procenata vode koja ispari iz okeana usmeri se ka kopnu i oslobodi u formi padavina. Kada jednom ispari, molekuli vode provede oko 10 dana u vazduhu.

Sublimacija

Cobden Unit School District #17, Illinois

Za one koji su zainteresovani za Hidrološki ciklus sublimacija se najčešće koristi za opisivanje procesa direktne promene snega i leda u vodenu paru, bez otapanja u vodu. Sublimacija je čest proces nestanka snega u određenim klimatskim zonama. Nije lako videti kako se odvija proces sublimacije. Najbolji način za vizualizaciju sublimacije je da se ne upotrebi voda, već zamrznuti CO_2 , kao što se može videti na slici.

Sublimacija se javlja češće u određenim vremenskim uslovima, kao što je niska relativna vlažnost i suvi vetrovi. Javlja se češće na višim nadmorskim visinama, gde je vazdušni pritisak manji nego na nižim. Energija, u vidu jakog sunčevog zračenja, takođe je važan uslov. Kada bi trebalo da pokažem neko mesto na Zemlji gde se sublimacija javlja često, izabrao bih južnu stranu Mt. Everesta. Niske temperature, jaki vetrovi, intenzivna Sunčeva svetlost, veoma nizak vazdušni pritisak – to su faktori potrebni da dođe do sublimacije.

Evapotranspiracija

Credit: Ming kei College, Hong Kong

Iako neke definicije evapotranspiracije uključuju isparavanje iz površinskih vodnih tela, kao što su jezera, pa čak i okeani, evapotranspiracija se definiše kao gubitak vode sa površine kopna (nivoa površinskih i podzemnih voda) u atmosferu i transpiracija podzemnih voda biljkama putem njihovih listova. Veći deo evapotranspiracije sastoji se od vode preuzete od biljaka. Transpiracija je proces prenosa vlage kroz biljku od korena do malih pora na donjoj strani

listova, gde se menja u paru i oslobađa u atmosferu. Transpiracija je, u suštini, isparavanje vode sa listova biljaka. Procenjuje se da se oko 10 procenata vlage u atmosferi oslobađa iz biljaka putem transpiracije.

Voda u atmosferi



Voda postoji u atmosferi u vidu pare, kao što su oblaci i vlažnost. Iako atmosfera ne može biti veliko sabiralište vode, to je izuzetan super-autoput za kretanje vode oko Planete. Procenjuje se da je zapremina vode u atmosferi u bilo kom trenutku oko 12 900 kubnih kilometara (3 100 kubnih milja) i kada bi se ođednom sručila na Zemlju u vidu kiše, prekrila bi površinu kopna samo do prvih 2,5 centimetara dubine, oko 1 inč [10].

Kondenzacija



Kondenzacija, suprotno evaporaciji, predstavlja proces prelaska vodene pare u vazduhu u tečno stanje. Kondenzacija je važna za hidrološki ciklus zato što je odgovorna za formiranje oblaka, a samim tim, i padavina. Čak i kada nema oblaka na kristalno čistom nebu, voda je ipak prisutna u formi vodene pare i kapljica koje su nevidljive golim okom. [9] Oblaci se formiraju u atmosferi zato što se vazduh koji sadrži vodenu paru podiže, hladi i kondenzuje. Kondenzacija je takođe odgovorna za nastanak magle, za to što vam se naočari zamagle svaki put kad izađete iz hladne prostorije napolje, po vrelom, vlažnom danu, za vodu koja kaplje iz vaše čaše, kao i za vodu na unutrašnjosti vaših prozora u kući po hladnom danu.

Padavine

Padavine predstavljaju vodu koja se oslobađa iz oblaka u vidu kiše, ledene kiše, susnežice, snega ili grada i osnovni je vid povratka vode iz atmosfere na Zemlju. Oblaci sadrže vodenu paru i kapljice, koje su toliko male da dopiru kao padavine, ali su dovoljno velike da formiraju vidljive oblake.



Da bi došlo do pojave padavina, prvo se tanke kapljice vode moraju kondenzovati na česticama prašine, soli ili dima. Zatim, kapi se sudaraju i uvećavaju dovoljno da mogu da padnu na Zemlju. Milioni kapljica je potrebno da se stvori samo jedna kap kiše. Svetski rekord za prosečnu godišnju količinu padavina pripada Mt. Waialeale (Havaji), gde u proseku iznosi oko 1140 centimetara (450 inča) godišnje. Suprotan slučaj predstavlja Arica (Čile), gde kiša nije padala čak 14 godina. [1].

Akumuliranje vode u vidu leda i snega



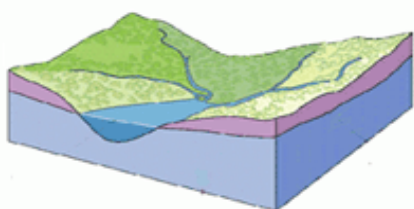
Jedan deo vode na Zemlji blokiran je već relativno dug vremenski period u ledenim kapama i glečerima. Najveći deo ledene mase, skoro 90 procenata, nalazi se na Antarktiku, dok ledena kapa Grenlanda sadrži samo 10 procenata ukupne globalne ledene mase na Planeti. Ledene kape i glečeri dolaze i odlaze s vremena na vreme, zato što se klima menja, kao što su se i u prošlosti smenjivali topli i hladni periodi.

Led glečera pokriva 10-11 procenata kopna. Kada bi se danas otopili svi glečeri, nivo mora bi porastao za 70 metara (230 stopa), a u toku poslednjeg ledenog doba, nivo mora bio je oko 122 metara (400 stopa) niži nego danas, dok su glečeri prekrivali skoro jednu trećinu kopna.



Širom sveta, oticanje vode usled topljenja snega predstavlja glavni deo globalnog kretanja vode. U hladnijim klimatskim zonama, veći deo prolećnog oticaja vode i toka reka potiče od otapanja snega i leda. Pored poplava, brzo otapanje snega može izazvati i pojavu klizišta i odrona. Oticanje varira u zavisnosti od godišnjeg doba, kao i u toku godine. Ako u nekoj oblasti jedne godine ima malo snežnih padavina u toku zime, nedostatak vode akumulirane na taj način može umanjiti količinu vode potrebne do kraja godine. Ovo može uticati na količinu vode u nizvodnim rezervoarima, što može dalje uticati na količinu vode potrebne za navodnjavanje i vodosnabdevanje naselja [11-12].

Akumuliranje podzemnih voda



Velike količine vode se akumuliraju u zemljištu. Voda se ovde još uvek kreće, verovatno vrlo sporo, i ona je još uvek deo hidrološkog ciklusa. Veći deo vode u zemljištu potiče od padavina koje prodiru u dubinu sa površine terena. Gornji sloj zemljišta je nezasićena zona, gde je voda prisutna u količinama koje se menjaju sa vremenom, ali zemljište ostaje nezasićeno. Ispod ovog sloja, nalazi se zasićena zona, gde su sve pore, pukotine i prostori između čestica stena zasićene vodom. Izraz *podzemne vode* koristi se za opisivanje ove zone. [13]. Ogromne količine podzemnih voda akumulirane su u akviferima i život ljudi širom sveta zavisi upravo od podzemnih voda.

Pražnjenje podzemnih voda



Pražnjenje podzemnih voda predstavlja izbijanje vode na površinu zemlje. Ne prihranjuju akvifere samo padavine koje prodiru u zemljište (usled gravitacije) – jedan deo nailazi na vodootporne slojeve i slojeve velike gustine i počinje da se kreće u horizontalnom smeru. Deo ove vode će oticati na površinu terena u rečna korita, kao tekući izvori, i u okean. Voda koja se kreće ispod površine terena

zavisi od permeabiliteta (koliko je lako ili teško da se voda kreće kroz njih) i poroznosti (veličina otvorenih pora u materijalu) podzemne stene. Ako stena omogućava da se voda nesmetano probija kroz nju, onda se podzemne vode mogu kretati veoma daleko danima.

Izvori



Izvor je vodno telo nastalo kada strana brda, dno doline ili drugo geografsko mesto seče tok vodnog tela podzemnih voda na ili ispod nivoa podzemnih voda, gde je podpovršinski materijal zasićen vodom. Izvor je rezultat popunjavanja akvifera do tačke kada voda ističe na površinu terena. Mnogi termalni izvori se javljaju u oblastima recentne vulkanske aktivnosti, kada se voda zagreva na kontaktu sa vrelim stenama na velikoj dubini. Vreli izvori mogu nastati kada voda duboko u unutrašnjosti Zemlje nađe putanju ka površini.

5. KARAKTERISTIKE PRIRODNIH VODA

Iako Zemlju nazivamo vodenom planetom, veoma mali deo vode može se bez problema koristiti za piće ili održavanje biljnog sveta. Još ako se zna da je do sada čovek zagadio jedan veliki deo tih resursa, nameće se potreba za zaštitom voda. S druge strane, iako je voda po hemijskom sastavu jedinjenje vodonika i kiseonika, ona se u takvom sastavu u prirodi ne nalazi, već ona sadrži čitavu lepezu supstanci rastvorenu u njoj. [19]

Sastav površinskih voda je različit. Vode *brtskih potoka i reka* obično su vrlo čiste, organskih materija i bakterija ima uglavnom veoma malo, a mala im je i tvrdoća. *Rečne vode*, koje čovek inače najčešće koristi, znatno variraju po svom sastavu, a mnogo zavise od kvaliteta vode koju primaju. Živi organizmi u vodi imaju uticaj na sastav prirodnih voda [1].

Jezerska voda može biti slatka i slana. Voda slatkovodnih jezera veoma je slična sastavu rečne vode. Voda planinskih jezera je obično veoma čista, pa je pogodna za snabdevanje uz manje ili veće korekcije kao voda za piće. *Barske vode* sadrže malo neorganskih soli, ali zato mnogo organskih materija. Kvalitet *voda akumulacije* najviše zavisi od vode koja ih napaja. U samoj fazi punjenja akumulacije vodom, već nastaju bitne promene pogotovu ako prostor

akumulacije nije pripremljen. Zbog velike količine hranljivih materija, visoke prozračnosti vode i uticaja sunčevih zraka, razvijaju se različiti biljni i životinjski organizmi, koji obogaćuju vodu organskim materijama, što kasnije može imati nepovoljan uticaj na eksploataciju vode.

6. ZAGAĐENJE VODA I NJIHOVA ZAŠTITA

U današnje vreme nagli razvoj industrije uslovio je veću potrošnju vode, a samim tim i veću produkciju otpadnih voda. Hemijska, petrohemijska i njima slične specijalizovane industrije su najozbiljniji zagađivači vodenih resursa, zbog smanjenja mogućnosti uklanjanja nekih zagađenja iz njihovih otpadnih voda, klasičnim i jeftinijim metodama obrade. Prolaskom kroz klasična postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, skoro u nepromenjenom obliku, takve vrste zagađenja dospevaju u vodotokove i zavisno od vrste materija koje su ispuštene u većoj ili manjoj meri utiču na njihov kvalitet. Na taj način javlja se potreba za specijalnom obradom otpadnih voda ili pripremom vode za piće i industriju iz tako već zagađenih vodnih resursa.

Ako se nastavi postojeći trend zagađenja voda ozbiljan će biti problem korišćenja nekih vodenih resursa zbog potencijalne mogućnosti zagađenja u prehrambenom lancu. [14,15]

Zaštita voda od zagađenja može se ostvariti na dva osnovna načina.

Jedan je da se u prirodne vode ne ispuštaju otpadne vode, a drugi je prečišćavanje otpadnih voda kao i uklanjanje zagađenja iz atmosferskog vazduha i pravilno odlaganje otpadnog materijala, čime se sprečava zagađenje vode koja je u kontaktu sa atmosferom i zemljištem. Zbog tehničkih problema jedva da se može očekivati da će se voda u industriji koristiti u potpuno zatvorenom ciklusu, što bi, praktično trebalo da bude dalekosežni cilj gazdovanja svim materijalnim dobrima i energijom [16-18].

Otpadne vode bi se morale u kružni tok vratiti samo onoliko zagađene, koliko je vodni recipijent sposoban za samoprečišćavanje, i biti takvog sastava i kvaliteta da ne utiču na biocenozu vodnog recipijenta [4].

Iako je zakonskim propisima određeno da se otpadne vode ne smeju ispuštati u recipijent bez prečišćavanja, većina naselja i industrija ispušta kompletnu otpadnu vodu bez ikakvog prečišćavanja [2]. Upuštanje otpadne vode je moguće samo ako je odnos otpadne vode i vode recipijenta 1:10 pod uslovom da otpadna voda ne sadrži sastojke koji mogu da ugroze ili unište život u recipijentu.

Otpadna voda je mutna, sivkasto-crne boje i u svežem stanju nema neprijatan miris. Čvrsta materija

se nalaze u suspenziji, ali se mogu naći i veće čestice. One mogu biti organskog i neorganskog porekla, a u otpadnoj vodi se mogu naći i koloidne i rastvorene materije.

Otpadne vode sadrže brojne mikroorganizme: saprofitne, uslovno patogene, patogene bakterije, bakteriofage i sl. Saprofitne bakterije mogu biti aerobne, fakultativno aerobne i anaerobne i učestvuju u procesima razlaganja organskih materija. Pored kiseonika, na razvoj bakterija utiče i temperatura: na 22°C razvijaju se psihrofilne bakterije, na 37°C mezofilne, poreklom iz organizama i na 60°C termofilne bakterije. U otpadnoj vodi se pod aerobnim uslovima mogu razviti i amebe, bičari i cilijate, koje kao i crvi, larve i lutke insekata učestvuju u razlaganju organskog materijala. Dok ne počnu procesi razlaganja, u otpadnoj vodi se nalazi rastvoreni kiseonik, a kasnije, ugljen-dioksid, sumporvodoničnik, amonijak, metan i drugi gasovi nastali u anaerobnom procesu razlaganja organskih materija, čija je posledica javljanje neprijatnih mirisa i izumiranje akvatičnog života (plemenite ribe umiru već pri koncentraciji kiseonika manjoj od 5mg/l) [10].

Neorganski sastojci otpadne vode takođe uništavaju akvatični život, a takva voda se ne može koristiti za piće, napajanje stoke ili navodnjavanje i može zagađivati vodonosni sloj. Teško razgradiva hemijska jedinjenja su deterdženti, veštačka đubriva, boje, pesticidi, rastvarači pesticida. Fosfati i azotna đubriva povećavaju količinu hranljivih materija u vodi i bujanje algi i vodenih biljaka, čime se povećava potrošnja kiseonika jer biljke za rast i raspadanje troše kiseonik – ova pojava se naziva eutrofikacija.

7. ENERGIJA VODE

Sa aspekta održivog razvoja, svakako treba govoriti, a ne samo govoriti već i raditi na alternativnim izvorima energije, od kojih svakako i energija vode ima značajno mesto. Istina da je to ograničeno iskoristiv resurs jer svakako vodi se računa o akvatičnom životu koji ne sme biti ugrožen [13].

Energija vodenih tokova potiče od nekoliko izvora. Sunčeva energija je uzrok kretanja vode u prirodi, što daje energiju vodotokova (reka i potoka) i talasa, koja se vekovima koristila za dobijanje mehaničkog rada u vodenicama, a danas se najčešće koristi za dobijanje električne energije u hidroelektranama raznih konstrukcija (slika 2) [4]. Pod pojmom energije vodenih tokova, odnosno jednostavnije hidroenergije, obuhvaćene su sve mogućnosti za dobijanje energije iz strujanja vode u prirodi:

- iz kopnenih vodotokova (reka, potoka, kanala i sl)
- iz plime i oseke
- iz morskih talasa



Slika 2. Ustava za hidrocentralu

Kopneni vodotokovi potiču od kruženja vode u prirodi pa njihova energija, zapravo, potiče od Sunčeve. Morski talasi, barem oni koji su uzrokovani vremenskim prilikama zbog čega su prilično pravilni i mogu da se iskoriste, takođe potiču od Sunčeve energije. Osim njih, postoje još i talasi koji nastaju zbog delovanja Zemljine kore, na primer vulkana ili potresa, ali zbog stohastičke prirode i redovno razornog delovanja nisu prikladni za korišćenje.

Kada se govori o energiji kopnenih voda u smislu obnovljivih izvora uglavnom se podrazumevaju samo hidroelektrane malih snaga (do 5, odnosno do 10 MW), a ne i sve hidroelektrane (čija se proizvodnja kreće čak do 12,6 GW - HE Itaipu na reci Parani u Južnoj Americi). Osnovni razlog tome je pojam "održivosti", odnosno ostvarenja najmanjeg mogućeg uticaja na okolinu, što je usko povezano s pojmom obnovljivih izvora. Kod velikih hidroelektrana je uticaj na okolinu vrlo velik jer redovno dolazi do značajnih promena okruženja zbog potapanja čitavih dolina pa i naselja (najnoviji je primer projekat "Tri klisure" u Kini), velikih emisija metana (od truljenja potopljenih biljaka), lokalnih promena klime zbog velikih količina vode itd. [1] Za razliku od toga, uticaj na okolinu malih hidroelektrana je bitno manji jer se neretko mogu dobro uklopiti u okruženje (npr. iskorištavanjem postojećih hidroenergetskih sistema, napuštenih mlinova i sl), mala je potrošnja energije za njihovu izgradnju (kumulativna emisija), celi sistem nije veliki itd.

Dakle, govoreći o hidroenergiji kao obnovljivom izvoru u užem smislu se misli samo na male hidroelektrane.

8. ZAKLJUČAK

Problem vode se može izdvojiti kao najozbiljniji, pošto se preko vode dobrim delom prelamaju problemi proizvodnje hrane, energije i zaštite životne sredine. Kao najvitalniji resurs voda se mora tretirati kao „dobro od opšteg interesa“ i mora se koristiti racionalno, višenamenski i višekratno, na bazi

saglasnosti, dozvola za korišćenje i uz neprekidan društveni nadzor.

Pri planiranju održivog razvoja ključni principi u oblasti voda sadržani su u sledećem :

- Voda je preduslov za opstanak svih živih bića na Zemlji,
- Voda je nezamenljiv(obnovljiv) resurs koji služi u svim procesima kao sirovina i/ili kao sredstvo za rad. U tom kontekstu ona je jedini prirodni resurs koji je neprekidno u opticaju kao opšti predmet rada.
- Samo čista (nezagađena) voda je zdrava voda. Sprečiti njeno zagađenje znači ostvariti jedan od osnovnih principa održivog razvoja.
- Voda je najrasprostranjeniji biotop, koga naseljavaju najbrojnije biocenozе, te je kao takav ključni element životne sredine koga treba štiti od destrukcije.

Pri oceni vodenih resursa postoje i određene nesuglasice. Zato je veoma važno da se metodološki razjasne pitanja o vodi kao resursu sa kojom se može računati. Generalno postoji tendencija smanjenja vode kao resursa tokom vremena, zbog sve oštrijih ekoloških, urbanih, i socijalnih ograničenja. Nesporazumi na Planu procene vodenog bogatstva potiču iz nepoznavanja činjenice da *prisutna voda nije isto kao i vodeni resurs*.

Neophodno je razviti bolji sistem upravljanja resursima, kako bi se ublažio negativan uticaj čoveka na životnu sredinu. U tom smislu treba integrisati nauku, Zakon, političku akciju i reakciju javnosti u logičan okvir rada. Da bi te aktivnosti imale rezultata potrebno je sistem upravljanja neprestano snabdevati odgovarajućim tačnim informacijama o stanju i ponašanju životne sredine, koja je pod konstantnim pritiskom prirodnih promena i promena izazvanih delovanjem ljudske populacije. Pak u oblasti zaštite voda, svakako treba preduzeti mere većeg nivoa zaštite, podržati i stimulisati preventivne akcije, oštećenje životne sredine treba da prioritarno budu

ispravljene na samom izvoru, princip zagađivač plaća, integracija, upotreba raspoloživih naučnih i tehničkih podataka, varijabilnost uslova životne sredine u regijama, troškovna efikasnost, ekonomski i socijalni razvoj, međunarodna saradnja. Savremeni svet je već uveliko suočen sa zajedničkom odgovornošću i nužnošću da svoj razvoj uskladi sa potrebama ljudi i prirode i sa svešću da se Zemlja mora sačuvati kako za sadašnju generaciju tako i za buduće generacije. Obaveza današnje generacije je da ostavi potomstvu bar onoliko šansi za razvoj koliko ih ona ima proističe iz fundamentalnog principa moralne pravde, a to je da svi ljudi imaju ista prava na najšire osnovne slobode koje ne ugrožavaju slobodu drugih. Sadašnja generacija ima pravo na resurse i zdravu životnu sredinu, ali ne sme ugroziti isto takvo pravo narednim generacijama.

Princip je jasan, sve ostalo je na nama samima.....

9. LITERATURA

- [1] Gleick, P. H.,(1996): Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press,
- [2] Đukić P, Pavlovski M(1999):. Ekologija i društvo, Ekocentar, Beograd
- [3] Pavlović M.(2007) Beleške sa predavanja iz predmeta održivi razvoj, Zrenjanin, pp 4-21.
- [4] Pavlović M. (2004): Ekološko inženjerstvo, Tehnički fakultet «M.Pupin» Zrenjanin
- [5] V. Cvetkovski, V. Conić, M. Cvetkovska,(2008) Zaštita materijala, 49, 3, pp 35-40.
- [6] I. Krstic, M. Stanisavljevic, V. Lazarevic, Lj. Takić, (2011) Zaštita materijala 52, 3, pp 213-219.
- [7] M. Stanisavljević, I. Krstić, Lj. Takić, V. Lazarević, (2011), Zaštita materijala, 52, 4, pp 280-285.
- [8] Kristoforović-Ilić M.(1998) Komunalna higijena. Novi Sad: Prometej, pp153-156.
- [9] Dalmacija B.(2001): Kontrola kvaliteta voda, PMF Novi Sad, pp 15,18,53
- [10] Zakon o vodama (Sl. list RS, 46/91, 53/93, 67/93, 48/94, 54/96).
- [11] Ugrinov D.(2008) Projekat vodozahvata i pumpne stanice za pijaću vodu, TF«M.Pupin»Zrenjanin, pp 1,19,44
- [12] R.Grujić, V.Novaković, M.Gligorić, (2008), Zaštita materijala, 49, 4, pp60-65.
- [13] Petković, S.(2008), Svetska kriza vode, Voda i sanitarna tehnika, vol. 38, no. 5, pp. 3-18.
- [14] Pavićević, V.& Stamenović, M. (2007), Nacionalni program zaštite životne sredine Srbije u oblasti voda i vodnih resursa, Zbornik radova Tehnološkog fakulteta, Leskovac, no. 18, pp. 130-139.
- [15] M.Rajkovic, M.Stojanovic, C.Lacnjevac, D.Tošković, D.Stanojević, (2008), Zaštita materijala, 49, 4, pp 44-55.
- [16] Jovanović, L. (2006), Prioritetni ciljevi zaštite vodnih resursa, Ecologica, vol. 13, no. 47, pp.15-20.
- [17] S. Didanović, G. Sekulić, (2011), Zaštita materijala, 52,4 pp 285-291.
- [18] S. Kuvendziev, K. Lisichkov, D. Dimitrovski, (2011), Zaštita materijala, 52, 4, pp. 291-295.
- [19] Stojanov, A.& Ugrinov, D. (2011), Istorijski pregled u tretmanu otpadnih voda, Zaštita materijala, vol. 52, no.2, pp. 127-133.

ABSTRACT

WATER NEEDS AND WATER CYCLE

The work emphasizes the importance of water for human life, treats water as a resource on which we lead, but not enough. We exploiting it the irrational, and how it is important from the aspect of sustainable development, as Earth is from, stock, water, and its process of circulation in nature?. Human life and its activities in the technological development contributing to the water resources of drinking polluted different substances and microorganisms that enter the water cycle. It is necessary to develop a better system resource management, to mitigate the negative impact of man on environmental. In this sense, we need to integrated science, law, political action and public reaction in the logical framework.

Key words: water resource, hydrologic cycle, sustainable development, pollution

Professional paper

Paper received: 12.04.2012.