

Održivo iskorištavanje vode u Hrvatskoj i Europi

Dragutin Gereš

Ključne riječi

vodni resursi, stanje, gospodarenje vodom, održivo iskorištavanje vode, Hrvatska, Europa, okoliš

Key words

water resources, condition, water management, sustainable use of water, Croatia, Europe, environment

Mots clés

ressources en eau, charges, état, gestion des eaux, exploitation soutenable des eaux, Croatie, Europe, environnement

Ключевые слова

водные ресурсы, состояние, хозяйствование водой, поддерживаемое использование воды, Хорватия, Европа, окружающая среда

Schlüsselworte

Wasserressourcen, Belastung, Zustand, Wasserhaltung, erhaltbare Ausnutzung des Wassers, Kroatien, Europa, Umwelt

D. Gereš

Pregledni rad

Održivo iskorištavanje vode u Hrvatskoj i u Europi

Analizira se iskorištavanje vode u Hrvatskoj i Europi. Opisuju se čimbenici koji utječu na vodno bogatstvo i djelovanje na vodne resurse iz urbanih područja, industrije, poljoprivrede i dr. Primijenjen je interdisciplinarni postupak identifikacije, analize i procjene procesa koji određuju sadašnje i buduće stanje vodnih resursa. Upozorava se da vodu treba iskoristiti razborito i učinkovito te da ispravno gospodarenje vodama ima značajne pozitivne posljedice na zaštitu okoliša.

D. Gereš

Subject review

Sustainable use of water in Croatia and in Europe

The use of water in Croatia and in Europe is analyzed. Factors influencing water resources and various adverse actions originating from urban areas, industry, agriculture, etc., are described. An interdisciplinary procedure for identifying, analyzing and estimating processes that define current and future condition of water resources, is applied in the paper. The author cautions that water must be used prudently and efficiently and that the correct water management will result in notable positive environmental effects.

D. Gereš

Ouvrage de synthèse

Exploitation soutenable des eaux en Croatie et en Europe

L'article analyse l'exploitation des eaux en Croatie et en Europe. On décrit les facteurs influant sur les ressources en eau dans les régions urbaines, l'industrie, l'agriculture, etc. Un procédé interdisciplinaire a été mis en oeuvre pour l'identification, l'analyse et l'évaluation des processus déterminant l'état actuel et futur des ressources en eau. On souligne que les eaux doivent être exploitées raisonnablement et efficacement, et qu'une gestion correcte des eaux entraîne des conséquences positives importantes pour la protection de l'environnement.

Д. Гереш

Обзорная работа

Поддерживаемое использование воды в Хорватии и Европе

В работе анализируется использование воды в Хорватии и Европе. Описываются факты, влияющие на водные ресурсы из урбанистических территорий, промышленности, сельского хозяйства и др. Применён и интердисциплинарный способ идентификации, анализа и оценки процессов, определяющих настоящее и будущее состояние водных ресурсов. Предупреждается, что воду нужно расходовать разумно и эффективно и что исправное хозяйствование водами имеет значительные положительные последствия на защиту окружающей среды.

D. Gereš

Übersichtsarbeit

Erhaltbare Ausnutzung des Wassers in Kroatien und in Europa

Analysiert ist die Ausnutzung des Wassers in Kroatien und in Europa. Beschrieben sind die Faktoren die den Wasserreichtum beeinflussen und die Einwirkungen auf Wasserressourcen die aus Siedlungsgebieten, Industrie, Landwirtschaft u.a. stammen. Angewendet ist ein interdisziplinäres Verfahren der Identifizierung, Analyse und Abschätzung der Prozesse die den heutigen und zukünftigen Zustand der Wasserressourcen bestimmen. Es wird darauf hingewiesen dass man das Wasser vernünftig und wirkungsvoll ausnützen soll, sowie dass die regelrechte Wartung des Wassers bedeutende positive Folgen für den Umweltschutz aufweist.

Autor: Prof. dr. sc. **Dragutin Gereš**, dipl. ing. građ., Hrvatske vode Zagreb, Ul. grada Vukovara 220 i Građevinski fakultet "Josipa Jurja Strossmayera", Osijek, Drinska 16a

1 Uvod

U radu se analizira iskorištavanje vode u Hrvatskoj i u Europi. Na vodne resurse djeluju mnogi čimbenici, koji dolaze iz poljoprivredne i industrijske djelatnosti, iz urbanih područja, domaćinstava i turističke djelatnosti. Ostale pokretačke snage, koje djeluju na vodne resurse, vezane su uz prirodnu promjenljivost oborina i promjenu klime. Ekstremni hidrološki događaji, kao primjerice poplave i suše, stvaraju dodatne stresove u sektoru opskrbe vodom koji su važni sa zdravstvenog aspekta i u pitanjima stanja ekosustava. Zbog toga je potrebno razborito i učinkovito iskorištavanje vode. Poduzimaju se različite aktivnosti i mjere da bi se osiguralo održivo iskorištavanje vode u dugoročnom razdoblju [11].

Problem prekomjernog iskorištavanja vodnih resursa izuzetno je kompleksan ne samo s hidrološkog stajališta, nego i u pogledu socio-ekonomskih i političkih uvjeta. Rješenja moraju zadovoljiti okoliš i biti socijalno i politički izvodljiva. Cilj je i analiza uvjeta za unapređivanje iskorištavanja vode, podrška održivom iskorištavanju vode i zaštita resursa. Opći je cilj svesti opterećenja okoliša ispod praga trajno podnošljivih opterećenja, čime se omogućuje održivi razvoj [7]. Zbog toga se predlaže da se istraživanja i prikupljanje podataka koncentriraju na poboljšanje postojećeg stanja informacija.

2 Elementi procjene održivog iskorištavanja vode

Promocija održivog iskorištavanja vodnih resursa jest zadaća upravljanja vodama. Vodni resursi su dio okoliša. Upravljanje vodnim resursima za održivi razvoj možemo opisati elementima procjene okoliša. Za sustavnu procjenu okoliša može se početi od pojedinih sastavnica u lancu utjecaja koji su svojstveni okolišu. Procjena se temelji na interdisciplinarnom procesu identifikacije, analize i ocjene prirodnih i ljudskih procesa i njihovih interakcija, koje određuju sadašnje i buduće stanje okoliša u odgovarajućem prostornom i vremenskom mjerilu [4]. Pojedine vrste utjecaja promatraju se u sklopu njihovih sastavnih elemenata, a to su pokretači opterećenja ili onečišćenja, pritisci, stanje, štetni utjecaji i odgovor politike. Pokretači opterećenja okoliša su ljudske aktivnosti kojima se zadovoljavaju životne potrebe. Zbog zadovoljavanja tih potreba događaju se pritisci na okoliš te se mijenja stanje okoliša. Politika upravljanja okolišem mora nadzirati ili utjecati na aktivnosti i aktivno djelovati, posebice u sferi pokretača gdje se ostvaruje preventiva [15]. Predmet analize su vodni resursi i hidrološki ciklus, sastavnice okoliša.

Poljoprivreda, stanovništvo i njegov rast, urbanizacija i industrija osnovne su pokretačke snage koje djeluju na hidrološki ciklus. One rezultiraju u opterećenjima na vodne resurse, kao što su ona vezana za zahvaćanje vode

za različite korisnike: komunalno iskorištavanje, industrija, poljoprivreda itd. Razmatraju se i klimatske promjene. Stanje vodnih resursa se ocjenjuje količinom i kakvoćom. Utjecaji se opisuju općim informacijama i regionalnim primjerima. Procjena tih utjecaja daje informacije za postavljanje ciljeva za buduća istraživanja i politiku. Potencijalni društveni odgovori opisani su regulatornim instrumentima te kontrolom opskrbe i potreba vodi, financijskim instrumentima i infrastrukturom [4]. Ovi principi pokazani su u tablici 1.

Tablica 1 Prikaz elemenata procjene vodnih resursa

Pokretačke snage	→	Opterećenja	→	Stanje	→	Utjecaji	→
Poljoprivreda Stanovništvo Industrija Klima Oborine Temperatura		Zahvaćanje vode Površinske vode Podzemne vode Promjena klime		Otjecanje Obnovljivi resursi Kakvoća		Vodni stres Suša Pogoršanja · količine · kakvoće Ekološki status	
	↑		↑				↓
Politika		Odgovori	←			Postavljanje ciljeva	
Zakoni Smjernice itd		Infrastruktura Kontrola opskrbe i potreba (potražnja /ponuda) Troškovi.				1. 2. n.	

3 Čimbenici koji djeluju na vodne resurse

3.1 Stanovništvo i urbanizacija

Promjene u broju, raspodjeli i gustoći stanovništva ključni su čimbenici koji utječu na utvrđivanje potreba za vodom.

Kretanje broja stanovnika u Hrvatskoj daje se prema popisima po godinama:

1.	1951.	3 876 300	4.	1981.	4 601 459
2.	1961.	4 159 800	5.	1991.	4 784 265
3.	1971.	4 426 200	6.	2001.	4 437 460

Tablica 2 Sustav gradova i naselja u Hrvatskoj (1991.)

R. br.	Opis grada/naselja broj stanovnika [000 st]	Broj stanovnika [000 st]	Broj jedinica [kom]	Udio u stanovništvu hrvatske [%]
1.	grad Zagreb više od 500	770	1	16
2.	veliki gradovi 100-500	570	3	12
3.	regionalna središta 30-100	620	13	13
4.	manji gradovi 7-30	620	60	13
5.	lokalna središta 2-7	1.290	600	27
6.	ostala naselja manje od 2	910	6.017	19
	Ukupno	4.780	6.694	100

U Republici Hrvatskoj živi 54% stanovništva u urbanim cjelinama. U naseljima ispod 2.000 stanovnika živi 19% stanovništva. U tablici 2. daje se sustav gradova i naselja Hrvatske prema veličini, temeljen na popisu stanovništva iz 1991. godine [14].

U tablici 3. prikazani su podaci o Hrvatskoj, zemljama članicama Europske unije, te za kontinent Europu.

Tablica 3. Podaci o Hrvatskoj, članicama Europske unije i ostalim zemljama [2, 4, 14]

Zemlja	Površina [000 km ²]	Stanovništvo, 1996. [000 st.]	Gustoća naseljenosti [st/km ²]
1. Hrvatska (1991.)	56,5	4.784	84,6
2. 15 članica Europske unije	3.240,3	372.348	115
3. Europa, kontinent	10.200	680.000	67

U iskorištavanju vode u domaćinstvima i malom gospodarstvu, između zemalja postoje velike razlike. Potrošnja mjerena kao volumen i postotak ukupnog iskorištavanja vode također raste u većini zemalja za razdoblje između 1980. i 1995. godine. Pretpostavlja se da će se stanovništvo povećavati, uz promjene načina života, da će rasti cijena vode i da će se povećavati briga društva o vodi. To bi trebalo rezultirati ekonomičnijim iskorištavanjem vode.

3.2 Industrija

Razinu i strukturu industrijske proizvodnje određuju ekonomske aktivnosti, kao i načine njezina djelovanja na vodne resurse i na okoliš. Industrijske aktivnosti stvaraju opterećenja na okoliš. To mogu biti direktna opterećenja, kao: emisija zagađivača, stvaranje opasnog otpada i potrošnja prirodnih resursa. Indirektna opterećenja čine kasnija potrošnja i industrijska proizvodnja.

U Hrvatskoj dodana vrijednost industrije u bruto domaćem proizvodu (BDP) jest približno 20%, a u zemljama članicama Europske unije iznosi oko 30%.

Tablica 4. Udio industrijske proizvodnje u bruto domaćem proizvodu [2, 4, 14]

Zemlja	Postotak
1. Hrvatska	20
2. 15 članica Europske unije	30
3. Europa, kontinent	29

Iskorištavanje vode u industriji (oko 25.400 milijuna m³/god. u EU) varira od zemlje do zemlje. Uspoređivanja podataka su vrlo teška jer postoje nedosljednosti u podacima o vodi za hlađenje. Iskorištavanje vode u industriji, isključena voda za hlađenje, jest približno 10%, a voda za hlađenje i proizvodnju električne energije 32%

ukupno zahvaćene vode. U mnogim europskim zemljama potrebe vode u industriji se smanjuju. U prvom redu to je posljedica ekonomske recesije, ali i uvođenja tehnoloških poboljšanja i upotrebe reciklirane vode. U istočnoj Europi zahvaćanje vode se smanjuje jer nema industrijske proizvodnje.

Rast industrijske proizvodnje stagnira i smanjuje se u odnosu prema ostalim sektorima gospodarstva.

3.3 Poljoprivreda

Poljoprivreda opterećuje vodne resurse zahvaćanjem vode za uporabu u sektoru i potencijalnim onečišćenjem resursa gnojivom i pesticidima. Poljoprivreda je stoga značajna pokretačka snaga u održivom gospodarenju vodama.

U Republici Hrvatskoj je udio poljoprivrede u bruto domaćem proizvodu (BDP) u 1994. godini bio 11,6%, u 1996. 8,4% i u 1998. 7,1% (tablica 5.).

Tablica 5. Udio poljoprivrede u bruto domaćem proizvodu [1, 4, 14]

Zemlja	Udio BDP [%]
1. Hrvatska	8,4
1996.	8,4
1998.	7,1
2. 15 članica Europske unije	2,3
4. Europa, kontinent	6,0

Ukupno poljoprivredno stanovništvo u Hrvatskoj smanjivalo se po stopi od 4,9% od 1961. godine [14].

Navodnjavane površine u pojedinim zemljama se razlikuju i po ukupnoj površini i po postotku od ukupnih poljoprivrednih površina. Podaci su prikazani u tablici 6. Uočava se različita uloga navodnjavanja u poljoprivredi Europe, koja u prvom redu ovisi o klimatskim prilikama [16].

Tablica 6. Poljoprivredne i navodnjavane površine [6, 14]

Zemlja	Ukupna površina [000 km ²]	Ukupna polj. površ. [000 ha]	Odnos polj. i ukup. površ. [%]	Navod. površi. [000 ha]	Navod. površi-u odnosu na polj. površ. [%]
1. Hrvatska	56,54	3 208	56,7	3,1	0,1
2. 15 članica Europske unije	3 240,3	87 903	27	11 354	12,9
3. Ukupno Europa	10 200	135 945	13	16 717	12,3

Iskorištavanje vode u poljoprivredi Europe jest oko 30% ukupno zahvaćene vode i oko 55% potrošnje vode (*consumptive use*). Međutim, u zemljama južne Europe (Grčka, Italija, Španjolska, Portugal), ove su veličine 73% i 62% od ukupno iskorištenih količina vode (6).

U zemljama južne Europe poljoprivreda uvjetuje znatno veću brigu o vodnim resursima nego što se to očekuje iz udjela u nacionalnoj ekonomici i zapošljavanju. Jasno je da je dobit u poljoprivredi u zapadnoj Europi mnogo veća nego u zemljama južne i istočne Europe.

3.4 Turizam

Turističko gospodarstvo, s 40-godišnjim razvojem, postalo je vrlo važno u nacionalnim ekonomijama, s udjelom oko 1,2% (prosjeck) bruto društvenog proizvoda u zemljama OECD (12). U Hrvatskoj je udio turizma u bruto domaćem proizvodu u 1996. godini bio 2,53%, a u 1998. godini 2,47%. U turizmu dolazi do sezonskog povećanja stanovništva, često u razdobljima minimalne ili niske obnove vodnih resursa. Na taj način dolazi do opterećenja na vodne resurse, preko povećane potrošnje vode. Iduća karakteristika turizma jest značajna sezonska varijacija, s maksimumima u razdobljima praznika i s minimumom u preostalom razdoblju godine. Te činjenice uzrokuju značajne probleme u odnosu na resurse (višak potreba za vodom u sušnom je razdoblju). Potrošnja vode u turizmu približno je dvostruko veća od potrošnje lokalnog stanovništva. Uz takvu potrošnju treba dodati veliku količinu vode za rekreaciju i sl.

Najveći broj turista ima Francuska (61 milijun dolazaka na godinu), zatim Italija (52 milijuna) i Španjolska (43 milijuna dolazaka).

Hrvatska je imala najviše turista 1987. i 1988. godine (10,4 milijuna dolazaka na godinu). Godine 1990. bilo je 8,5 milijuna; 1995. 2,4 milijuna; 1998. 5,5 milijuna; 1999. 4,8 milijuna dolazaka turista [14].

Uz pitanja iskorištavanja vodnih resursa dolaze i problemi s otpadnom vodom. Najveći dio vode nije utrošen već se nakon iskorištavanja voda vraća kao otpadna voda, pročišćena i nepročišćena, u more ili rijeke. Ako se voda ne pročišćava nastaju problemi sa zagađivanjem okoliša [3].

4 Opterećenja na vodne resurse

4.1 Zahvaćanje vode

Kada se analiziraju i uspoređuju podaci o zahvaćanju i iskorištavanju vode, uočava se da podaci iz različitih izvora često nisu podudarni. Ova konstatacija vrijedi za Hrvatsku i ostale europske zemlje. Iako su podaci u većini slučajeva dosljedni, postoje slučajevi kada su informacije protuslovne. Razlike dolaze, u većini slučajeva, zbog različitih definicija analiziranog slučaja. Na primjer, definicija potreba vode za industriju može se kretati od količine vode u sektoru industrije do uključivanja, uz industrijske potrebe i iskorištavanje vode za hlađenje energetskih postojenja te voda za proizvodnju električne energije. Rabe se i različiti koncepti za opis vodnih koli-

čina u različitim dijelovima kružnog toka vode. Potreba za vodom (*water demand*) je potreba korisnika za vodom. Zahvaćanje vode je ukupni volumen vode izuzet iz prirodnog vodnog ciklusa za iskorištavanje u ljudskim aktivnostima. Suprotno tome, opskrba je dio ukupno zahvaćene vode koja je isporučena korisnicima, nakon odbijanja gubitaka različite vrste. Potrošnja vode odnosi se na dio opskrbe količine vode koju nakon mjerenja upotrijebe korisnici, dok se drugi dio količine vode ponovno uključuje u prirodni, kružni tok vode - u rijeke, jezera, vodonosnike i more.

U tablici 7. prikazani su podaci o ukupno zahvaćenim količinama vode u različitim zemljama.

Tablica 7. Ukupno zahvaćene količine vode

Zemlja	Br.stan. [000]	Ukupno zahvaćene vode [10 ⁶ m ³ /god]			Zahvaćene vode po 1 stanovniku [m ³ /st/god]
		Izvor [4]	Izvor [12]	Izvor [2]	
1 Hrvatska [14]	4 784	1 403 (za 1998.)	-	-	293
2 15 zemalja EU	372 752	251 938	226 772	245 761	659 [2]
3 Europa, kontinent	680 000	480 000	-	-	700 [4]

Napomena: Ukupno zahvaćene količine vode za Hrvatsku su bez količina za proizvodnju električne energije.

Temeljni izvor za zahvaćanje vode jest površinska voda (oko 75% od ukupnih količina zahvaćenih voda za sve vrste iskorištavanja), podzemna voda oko 25%, te samo minorne količine vode dobivene desalinizacijom morske/bočate vode i ponovnim iskorištavanjem pročišćene otpadne vode [15].

U zemljama s dovoljnim brojem vodonosnika više od 75% vode za javnu vodoopskrbu zahvaća se iz podzemne vode. Povijesno gledano, podzemna voda osigurava najjeftinije izvorište pitke vode za javnu vodoopskrbu i individualnu potrošnju. Podzemna je voda, općenito, bolje kakvoće od površinskih voda, pa se rezerve podzemnih voda eksploatiraju u većoj mjeri od površinskih voda. U mnogim dijelovima Europe takva praksa dovodi do prekomjernog zahvaćanja rezervi podzemnih voda i do snižavanja razine podzemne vode. To opet dovodi do degradacije izvora površinskih vodotoka, do razaranja močvarnih područja, a u slučaju priobalnih voda dolazi do prodora slane vode u vodonosnike.

Tablica 8. Udio podzemne vode u ukupno zahvaćenoj vodi i u javnoj vodoopskrbi [10, 14]

Zemlja	Zahvaćene podzemne vode [%]	Javna vodoopskrba	
		Podzemna voda [%]	Površinska voda [%]
1. Hrvatska	42	86	14
2. 15 zemalja EU	25	62	38
3. Europa, kontinent	-	65	35

Zahvaćene količine vode u zemljama EU upotrebljavaju se za komunalne potrebe u 14% slučajeva, u poljoprivredi (30%), industriji (18%, isključene vode za hlađenje), kao voda za hlađenje i proizvodnju električne energije (38%). Pri analizi trendova ukupno zahvaćenih količina vode moraju se uzeti u obzir značajne devijacije koje postoje između podataka iz različitih izvora. Iz tog je razloga teško identificirati opći trend zahvaćenih količina u mjerilu cijele Europe. Silazni se trend može pripisati promjeni strategije upravljanja, koja se kreće prema upravljanju potrebama u vodi, smanjivanju gubitaka, učinkovitijem iskorištavanju voda i upotrebom reciklažne vode.

Komunalne potrebe za vodom značajno variraju od zemlje do zemlje. Udjel ovih potreba prema ukupno zahvaćenim količinama u Hrvatskoj je 38%, prosjek za 15 zemalja EU je 14,1%, ali u Njemačkoj je 6,5% a u Velikoj Britaniji 50%. U većem broju zemalja komunalne potrebe vode uključuju uz potrebe kućanstava i potrebe za industriju, poljoprivredu, malu industriju, javne servise i potrebe za rekreaciju. Često je nemoguće pribaviti odvojene statističke podatke. Udio potreba za kućanstva u ukupnim potrebama kreće se od 30-60%. U Hrvatskoj, u 1998. godini, kućanstva imaju udjel od 58%, a djelatnosti i ostalo 42% komunalnih potreba za vodom [17].

Iskorištavanje vode u kućanstvima i maloj privredi u mjeri litre po glavi na dan pokazuje velike razlike, kreću se od 132 do 250 l/st./dan u EU, u istočnoj Europi od 150 do 300 l/st./dan. Za Hrvatsku, u 1998. godini, potrošnja je bila 240 l/st./dan.

Industrijsko iskorištavanje vode u Hrvatskoj prema SLJH-2000 [14], koji objavljuje podatke za 1998. godinu navodi se u tablici « Opskrba vodom u industriji po odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti – NKD » količine vode (u 10^6m^3): ukupno 34 325,3, od toga iz podzemnih voda 81,9; iz površinskih voda 33 841,3, iz mora 300,1 te iz ostalih izvora 102,0. Od toga na proizvodnju i distribuciju električne energije otpada: ukupno 33 445,5; odnosno iz podzemnih voda 45,0, iz površinskih voda 33 164,9, iz mora 234,8 te iz ostalih izvora 0,8.

U idućoj tablici « Iskorištavanje vode u industriji prema namjeni po odjeljcima NKD-a u 1998. godini » navode se količine (u 10^6m^3): 34 331,6, od toga za tehnološki proces 33 529,3, za hlađenje 758,1, za ostale namjene 44,2. Od tih količina za proizvodnju i distribuciju električne energije troši se: ukupno 33 446,1, za proizvodnju 33 163,9, za hlađenje 281,1 i za ostale namjene 1,1.

U Europi se oko 53% zahvaćenih količina vode upotrebljava za industrijske potrebe (između 20 i 60%). Iskorištavanje vode u industriji teško je procijeniti jer nije uvijek jasno je li voda za hlađenje i za proizvodnju električne energije uključena u podatke. Voda korištena za ove svrhe iznosi 70-80% iskorištene vode u industriji, a veći dio te količine rabi se za proizvodnju električne energije [4].

U Europi se ukupno iskorištava 21% raspoloživih količina vode. Veći dio zahvaćenih količina vode vraća se u hidrološki ciklus.

4.2 Klimatske promjene

Procjene klimatskih promjena pokazuju da će temperatura zraka porasti 1°C do $3,5^\circ\text{C}$ u 2010. godini, što s povećanjem oborina u sjevernoj Europi i njihovim smanjivanjem u južnoj Europi može dovesti do smanjenja obnovljivih vodnih resursa u južnoj Europi. Povišenje temperature može dovesti do ranijeg topljenja snijega, uzrokujući zimsko otjecanje i smanjivanje otjecanja u proljeće i ljeto. Čak u područjima s porastom oborina može doći do smanjenja otjecanja zbog veće evaporacije. Varijacija rizika i intenziteta suša najozbiljniji je negativni utjecaj promjene klime na vodne resurse. Klimatske promjene mogle bi značajno utjecati na režim poplava [16].

5 Stanje vodnih resursa

5.1 Vodni resursi

Resursi slatkih voda kontinuirano se nadopunjavaju prirodnim procesima u hidrološkom ciklusu. Oborine su glavni izvor slatkih voda. Oborine, pale na površinu kopna na Zemlji, osiguravaju više od $110\ 000\ \text{km}^3$ vode na godinu. Približno 65% palih oborina vraća se u atmosferu evapotranspiracijom. Preostali dio čini otjecanje. Iz tog se dijela pune vodonosnici, opskrbljuju vodom vodotoci i jezera. U Europi je utvrđeno srednje otjecanje oko $3\ 100\ \text{km}^3$ na godinu ili kao ekvivalent od $4\ 560\ \text{m}^3$ po stanovniku svake godine. U mjerilu kontinenta izgleda da Europa ima dovoljno vodnih resursa, međutim ti resursi nisu jednakomjerno raspoređeni. Lokalna potreba za vodom često premašuje lokalnu raspoloživost resursa, pa se često događaju problemi vodnog stresa i prekomjerne eksploatacije [13]. Održivo iskorištavanje vode može se osigurati samo u slučaju kada količina iskorištene vode ne premašuje količinu vode koja se obnavlja. Održavanje ove bilance moguće je uz dobro gospodarenje vodama, određivanje količine vodnih resursa i potpuno razumijevanje hidrološkog režima [3 i 11].

Količine raspoloživih voda u Europi mijenjaju se ovisno godišnjem otjecanju i veće su od $3\ 000\ \text{mm}$ u dijelu Norveške te manje od $25\ \text{mm}$ u jugoistočnoj Španjolskoj. Prekogranično otjecanje čini značajan dio resursa mnogih zemalja. U Mađarskoj, npr., to je 95% ukupnih resursa. Količina obnovljivih vodnih resursa prikazana je u tablici 9. Ukupno obnovljivi resursi, raspoloživi zemlji, mogu se računati kao resursi s vlastitog područja (endogeni resursi) uvećani za vodu koja dolazi iz uzvodnih zemalja (egzogeni resursi) [13].

Tablica 9. Količina obnovljivih endogenih i egzogenih resursa [2, 5, 8, 13]

Zemlja	Obnovljivi resursi [10 ⁶ m ³ /god]	Obnovljivi resursi po glavi stanovnika [m ³ /st/god]
1. Hrvatska	169 000	35 300
2. 15 članica EU	1 452 000	3 900
3. Europa, kontinent	3 100 000	4 560

Potencijalno, sve europske zemlje imaju dovoljno vode da zadovolje nacionalne potrebe.

Najveće potrebe za vodom postoje u područjima s velikom koncentracijom stanovništva. U Europi su potrebe za vodom narasle od 100 km³/god. u 1950. godini, 551 km³/god. u 1990. godini, do 660 km³/god. u 2000. godini.

5.2 Kakvoća vodnih resursa za iskorištavanje

Analize volumena zahvaćene vode i volumena resursa često zanemaruju činjenicu da voda može zadovoljiti ljudske potrebe i potrebe okoliša samo ako je njezina kakvoća odgovarajuća za namjeravano iskorištavanje. Kako se tradicionalno u više zemalja pažnja posvećuje uglavnom pitanjima količine vode, pitanja kakvoće vode postat će sve važnija za planiranje i gospodarenje vodnim resursima i infrastrukturom.

Glavne vrste iskorištavanja i funkcija vodnih resursa uključuje: opskrbu pitkom vodom, vodu za kupanje i rekreaciju, vodu za industriju, ribnjačarstvo, navodnjavanje, stočarstvo i ekološke funkcije vode. Potrebna kakvoća vode varira od jednog do drugog načina iskorištavanja ili funkcije. U tablici 10. prikazani su neki pokazatelji kakvoće vode ovisno o iskorištavanju i funkciji vode.

Tablica 10. Odnosi između pokazatelja kakvoće vode i načina iskorištavanja i funkcije vode

Pokazatelji	Ekološ. funk.	Način iskorištavanja				
		Pitka voda	Kupanje i rekreacija	Navodnjavanje	Stočarstvo	Ribnjaci
Organske materije	+	+				+
Nitrati	+	+			+	+
Fosfor	+					+
Suspenzije	+	+	+			+
Boja		+	+			
Temperatura	+	+	+			
Mineralizacija		+		+	+	+
Mikroorganizm		+	+	+	+	
Fitoplankton	+	+	+			+
Neorganski mikropolutanti	+	+		+	+	+
Pesticidi	+	+		+	+	+
Organski mikropolutanti	+	+				

Oznake: + funkcija i iskorištavanje vode ovisi o pokazatelju
prazno: funkcija i iskorištavanje vode ne ovisi o pokazatelju

6 Utjecaji na vodne resurse

6.1 Opterećenja koja uzrokuju vodni stres

O vodnom stresu govorimo u slučaju kada su zahvaćene količine vode u neskladu s raspoloživim količinama vode na nekom području. Pokazatelj raspoloživosti vode i opterećenja na vodne resurse jest odnos između ukupne količine zahvaćene vode i ukupnih obnovljivih resursa [3].

Iz podataka danih u 4. i 5. poglavlju izračunani su sljedeći odnosi:

- za Hrvatsku: zahvaćene su količine vode u odnosu na ukupne resurse 0,9%, u odnosu na vlastite vode 3,3%, kada se uključe količine vode za proizvodnju električne energije i za hlađenje dobije se 19,8% ukupnih resursa
- za ostale zemlje: zahvaćene količine u odnosu prema ukupnim resursima za Veliku Britaniju 9%, za Nizozemsku 14%, za Italiju 32%, za Njemačku 41%, za Austriju 3%
- za Europu (prosjeck): ukupno zahvaćene vode čine 15% obnovljivih resursa.

Brojevi pokazuju da potencijalno sve zemlje imaju dovoljno resursa za pokriće nacionalnih potreba za vodom. Valja imati na umu da nacionalne statistike objavljuju podatke o stanju resursa vrlo općenito. Na taj se način prešućuju problemi koji mogu postojati na regionalnom i lokalnom mjerilu. Najveća potreba za vodom koncentrirana je na područjima velike naseljenosti. Događa se često da urbane potrebe za vodom premašuju lokalne raspoložive količine vode-resurse. U tim područjima takva velika potreba za vodom ne može biti održiva ako se ne poduzmu mjere za dovođenje vode s ostalih područja.

Sezonske ili višegodišnje varijacije raspoloživih vodnih resursa mogu ponekad dovesti do vodnog stresa u područjima gdje dugoročno postoji dovoljno vodnih resursa. Planeri vodnih resursa često odluke o korištenju vode temelje na resursima koji se mogu očekivati u razdobljima sušnog vremena ili malih protoka u rijekama. Preporučivi indikator za te odluke jest 90% protoka (Q90), tj. količina vode koja se može trošiti 328 dana na godinu (90% vremena).

U semiaridnim područjima poljoprivreda troši najveći dio vodnih resursa. Često se događa da su poljoprivredne potrebe vode koncentrirane u područjima s malom prirodnom raspoloživošću vode. Kako su potrebe za vodom biljnih kultura obrnuto proporcionalne prirodnoj ponudi/raspoloživosti vode i koncentrirane u sušnom razdoblju, događa se vodni stres resursa.

6.2 Suša

Potrošnja vode u Europi porasla je s 550 km³ u 1990. godini na 660 km³ u 1999. godini. Pojave suša pokazuju ranjivost sustava vodnih resursa u odnosu prema varija-

cijama u meteorološkom i hidrološkom ciklusu. Očekivani porast potreba za vodom imat će kao posljedicu sukobe između ljudskih potreba (komercijalnih, socijalnih i političkih) te ekoloških potreba.

Posljedice suša su poznate i najširoj javnosti. Međutim, procjene suša su kompleksni problem. Ne postoji suglasnost o definiciji suše, osim u načelnim terminima. Najčešća definicija glasi: *Osnovna osobina suše je smanjivanje raspoložive vode u određenom vremenu i na određenom području.*

Suša se može opisati nizom indikatora, koji se mogu klasificirati u dvije grupe:

1. pokazatelji okoliša: hidrometeorološki i hidrološki indikatori koji direktno utječu na hidrološki ciklus;
2. pokazatelji vodnih resursa s pomoću kojih mjerimo utjecaj suše na iskorištavanje vodnih resursa, npr. utjecaj na opskrbu vodom komunalnih potreba ili poljoprivrede, utjecaj na punjenje vodonosnika, zahvaćanje vode i utjecaj na razine vode (površinske i podzemne), utjecaj na ribnjačarstvo, rekreativne potrebe i sl.

Razdoblje suše u Europi bilo je od 1988. do 1992. godine kada su u većini zemalja registrirane oborine i otjecanje niže od višegodišnjih prosjeka. Vremenski raspored i intenzitet maksimalnog deficita značajno su varirali. U nekim je vodnim područjima najveći vodni deficit bio 1991. godine, u drugima 1990. godine. Utjecaj suše ovisi o kombinaciji hidroloških uvjeta i opterećenja na vodne resurse. Najveća suša u ranim devedesetim u Europi bila je u područjima s najvećim pritiscima na resurse. To nisu nužno područja s najvećom hidrološkom sušom [9].

6.3 Utjecaj prekomjernog zahvaćanja podzemne i površinske vode

Prekomjerno zahvaćanje podzemne vode definira se kao ono zahvaćanje koje premašuje količinu punjenja-obnavljanja i dovodi do snižavanja razine podzemne vode. To je značajan problem u više europskih zemalja. Posljedica prekomjernog zahvaćanja podzemne vode su manji protoci u vodotocima, ugrožena močvarna područja te prodor slane vode u vodonosnike. Prekomjerno zahvaćanje površinskih i/ili podzemnih voda može imati ozbiljne posljedice na pridružene kopnene i vodene ekosustave. U slučaju kada potrebe u vodi premašuju mogućnosti opskrbe vodom, dolazi do reduciranja potrošnje vode.

Zahvaćanje vode modificira prirodni hidrološki režim i protoke u površinskim vodama (rijeka, jezera, močvare). Na taj se način izaziva direktan utjecaj na ekološki status vodenoga ekosustava. Modifikacije režima protjecanja u rijekama djeluje na strukturne i funkcionalne značajke biotičke zajednice. Mali protoci u vodotocima mogu uzrokovati dalje probleme u pitanjima onečišćenja,

kao npr. smanjivanje kapaciteta razrjeđivanja, smanjivanje sadržaja kisika te povećanje koncentracija nitrata i fosfata koji mogu uzrokovati probleme eutrofikacije.

7 Društveni odgovori i gospodarenje potrebama za vodom

Potencijalni društveni odgovori u svezi s vodnim resursima opisani su nacionalnim, Europske unije i međunarodnim regulatornim instrumentima te dvama glavnim aspektima održivog iskorištavanja voda: gospodarenjem potrebama za vodom i infrastrukturnim objektima za opskrbu vodom. U radu se ne obrađuju regulatorni – zakonodavni elementi.

7.1 Gospodarenje potrebama za vodom

Cilj je održivog gospodarenja vodama ravnoteža između zahvaćanja količina vode za javnu vodoopskrbu, industrijsku i poljoprivrednu upotrebu, zatim količina za rekreativne potrebe i potrebe okoliša, količina otpadnih voda i utjecaja na difuzna izvorišta vode. Ovaj se cilj može ostvariti ako se vodi računa o količini i kakvoći vode. U većini se zemalja koriste principom kontrole, temeljenom na dozvolama/koncesijama, da bi se ostvarila ravnoteža između različitih potreba za vodom. Sve se više uvode ekonomski instrumenti (uz koncesije), jer vodni resursi odgovarajuće kakvoće postaju sve rjeđi, pa voda postaje važno ekonomsko dobro [1].

Jedan od načina postizavanja održivog gospodarenja vodama jest primjena ekonomskih instrumenata, kao što su naknade za zahvaćenu vodu i mehanizam cijena vode za korisnike. Međutim, ti su instrumenti učinkoviti u pogledu ciljeva očuvanja okoliša, tj. da se smanji zahvaćena količina vode kada korisnik u tome vidi svoj interes. Kada se ekonomski instrumenti primijene u javnoj vodoopskrbi, najteže su pogođeni najsiromašniji dijelovi društva. Radi osiguravanja prihoda, komunalna poduzeća moraju povećati cijenu vode u slučaju da potrošnja vode opada. Opća je korist potrošača vode da uštedi novac štedeći vodu zbog toga mala. Međutim u tom se slučaju mogu uštedjeti troškovi za infrastrukturne objekte. Također je značajno da se mora razmotriti problem uvođenja ekonomskih parametara u gospodarenju vodama u sklopu cjelokupnog gospodarstva.

Općenito, naknade nisu odraz stvarne cijene vode i uglavnom nisu jednake za sve korisnike. Naknade bi trebalo vezati za uvjete na slivnom području. Danas ne postoje standardne metode za procjenu stvarne vrijednosti vode u različitim mjestima.

Cijena pitke vode je različita u zemljama Europe. Ona ovisi o području zemlje, vrsti usluge itd. U zapadnoj Europi cijena se kreće od 52 eura na godinu po kućanstvu u Rimu do 287 eura na godinu po kućanstvu u Bruxellesu.

U zemljama srednje Europe cijena je vode niža i kreće se od 20 eura na godinu po kućanstvu u Bukureštu do 59 eura na godinu po kućanstvu u Pragu.

U Hrvatskoj je potrošnja vode po kućanstvu 166,5 m³/god. i za tu se potrošnju plaća 716 kn na godinu, uz ukupnu cijenu vode iz javnog vodovoda od 4,3 kn/m³. U eurima to iznosi 99 eura na godinu po kućanstvu.

Ako se promotri cijena vode po kućanstvu na godinu u odnosu na bruto društveni proizvod (po glavi stanovnika), tada je cijena u Bukureštu 3,5%, Pragu 2,3%, Portugalu 2,2% itd. U Hrvatskoj je cijena vode 1,8% BDP/po stanovniku.

Broj osoba u kućanstvima u Hrvatskoj 1971. bio je 3,43, u 1981. 3,23, u 1991. bio je 3,10 [14], a prema popisu iz 2001. (preliminarni rezultat) bio je 3,0. U 1990. godini broj članova u kućanstvima u Europi bio je između 2,9 i 3,0, a u zemljama Europske unije bio je 2,6 [4].

Ugradnja vodomjera pridonosi povećanju brige potrošača o iskorištavanju vode. Isto tako to je osnovni uvjet za primjenu učinkovitih cijena vode.

7.2 Infrastrukturni objekti

Tehničko stanje glavnih dovoda i distribucijske mreže u vodoopskrbi direktno utječe na ukupno zahvaćene količine vode. U većini europskih zemalja je veličina gubitaka, tj. procjeđivanja iz mreže vrlo velika.

Učinkovitost mreže, definirana kao odnos dostavljene količine vode korisniku i zahvaćene vode jest: u Hrvatskoj 67%, u Francuskoj otprilike 75%, Španjolskoj oko 80%, Italiji oko 74%, u Austriji približno 88%, u Češkoj Republici otprilike 70%, itd.

Procijenjene količine procjedne vode iz vodoopskrbene mreže (bez kućnih priključaka) u Velikoj Britaniji 8,4 m³/km po danu, u Njemačkoj 3,7 m³/km po danu, u Hrvatskoj 14,7 m³/km po danu, itd.

Za smanjivanje gubitaka iz vodovodne mreže mogu se upotrijebiti različiti načini: popravak vidljivih mjesta procjeđivanja, ustanovljenje kontrolnih zona procjeđivanja, detekcija i popravak mjesta gubitaka nevidljivih s površine terena, telemetrija tečenja u cijevima, smanjivanje tlakova, zamjena starih cjevovoda, detekcija i popravak kućnih priključaka, smanjivanje prelijevanja u vodospremama, itd.

Općenito, može se ustvrditi da se porast potrošnje vode događa u slučajevima kada je ima dovoljno i uz nisku cijenu. Ova dva koncepta polako nestaju, posebno u slučajevima porasta onečišćenja resursa, suša i porasta cijene vode. To upućuje korisnike, komunalne i industrijske, da smanjuju iskorištavanje vode i da investiraju u nove postupke štednje vode.

Cilj je akumulacija i retencija vode da se premoste nejednolike distribucije prirodnih vodnih resursa u vremenu. Mogu se obavljati sezonske ili višegodišnje regulacije. U Hrvatskoj postoji 58 akumulacija, ukupnog bruto volumena 310 milijuna m³ (bez retencija i višenamjenskih akumulacija).

U Europskoj uniji postoji oko 3500 većih akumulacija s ukupnim bruto volumenom oko 150 000 milijuna m³. Zemlje s najviše akumulacija su Španjolska, Norveška, Švedska itd. Španjolska ima 849 akumulacija, Francuska 521 i Velika Britanija 517 akumulacija.

Ponovna upotreba otpadnih voda i desalinizacija morske vode su u porastu u Europi, posebno u zemljama članicama Europske unije. Postoje upute-smjernice koje su pripremile Svjetska zdravstvena organizacija (WHO), Organizacija za poljoprivredu i prehranu (FAO) te Program za okoliš Ujedinjenih naroda (UNEP). Morska ili bočata voda uglavnom se desalinizira u područjima gdje ne postoje drugi izvori vode uz prihvatljivu cijenu. Ukupna količina desalinizirane vode u Europi vrlo je mala u odnosu prema ostalim izvorima vode. Tehnologija desalinizacije morske i bočate vode već je dobro razvijena i u svijetu se sve više primjenjuje.

8 Zaključci

- U Hrvatskoj se zahvaćene količine vode troše za urbane potrebe 38%, u industriji 60% i u poljoprivredi 2%. Iskorištavanje zahvaćene vode u Europi za urbane je potrebe 14%, industriju 10%, poljoprivredu 30%, voda za hlađenje i proizvodnju električne energije 32% te ostalo 14%. Analize trendova ukupno zahvaćenih voda pokazuju da postoje značajne razlike između podataka iz različitih izvora.
- U više se europskih zemalja smanjuje potrošnja vode u industriji u 80-tim i 90-tim godinama, kao posljedica ekonomske recesije. Smanjivanju potrošnje vode pridonose i tehnološka unapređivanja opreme i povećanje reciklaže vode u procesu.
- Poljoprivreda je jedna od najvećih pokretačkih snaga i opterećenja koji djeluju na vodne resurse. U poljoprivredi se iskorištava oko 30% zahvaćenih količina vode u Europi, u Hrvatskoj svega 2% jer nije razvijeno navodnjavanje.
- Potrošnja vode u turizmu izrazito je sezonska i poklapa se s ograničenim vodnim resursima. Potrošnja vode turista približno je dvostruko veća nego potrošnja ostalih korisnika.
- Prognoze klimatskih promjena upozoravaju na porast temperatura 1°C do 3,5°C i smanjivanje oborina oko 10%. Ti bi elementi mogli dovesti do smanjivanja obnovljivih vodnih resursa od 40% do 70%. Klimatske promjene mogu značajno utjecati na režim velikih voda i poplava.

- Resursi slatkih voda u Europi jako variraju, od 3000 mm na sjeveru do 25 mm u južnoj Europi. Prekogranični tokovi uvelike pridonose resursima mnogih zemalja. Potencijalno, sve zemlje imaju dovoljno resursa za podmirenje nacionalnih potreba. Vodni stres je općenito povezan s prekomjernim zahvaćanjem vode u odnosu prema raspoloživim resursima. Prekomjerno iskorištavanje površinske i podzemne vode ima ozbiljne posljedice na pridružene kopnene i vodene ekosustave.
 - Ekonomski instrumenti su nužni za dostizanje održivog gospodarenja vodama. Međutim, oni su učinkoviti samo ako doprinose smanjivanju zahvaćanja vode iz prirodnih resursa. Prodajna cijena vode općenito nije stvarni trošak vode i cijena nije jednaka za sve korisnike. Cijena vode u Hrvatskoj, za jedno kućanstvo, jest 99 eura na godinu ili 1,8% bruto društvenog proizvoda po glavi stanovnika. U Europi cijene se kreću od 52 eura do 287 eura na godinu po kućanstvu.
 - Učinkovitost vodoopskrbne mreže ima direktne posljedice na ukupno zahvaćene količine vode. Procjeđivanje vode iz mreže u mnogim je zemljama vrlo veliko. U Hrvatskoj je procjeđivanje 14,7 m³/km po danu, u Velikoj Britaniji 8,4 m³/km i u Njemačkoj 3,7 m³/km po danu.
- U Hrvatskoj, kao i u Europi, količina obnovljivih resursa vode mnogo je veća od količine zahvaćene vode. Veći dio zahvaćenih voda vraća se u hidrološki ciklus. Međutim, mora se voditi računa o vodnom ekosustavu te o prostornoj dislokaciji zahvata vode i njezina povratka u ciklus. Zbog interakcija između vodnih resursa, zraka, tla i živog svijeta, svaka promjena u jednom od elemenata dovodi do modifikacije globalnoga kružnog toka vode.

IZVORI

- [1] Buckland, J., Zabel, T.: *Economic Instruments of Water Management and Financing of Infrastructure - EUROWATER*, United Kingdom EA, R&D Tech. Rep. London, 1996.
- [2] European Topic Center on Inland Waters - ETC/IW: *Review of Water Use Efficiency in Europe*, 1997.
- [3] European Commission – EC.: *Towards Sustainability*, COM (92) 23, Final Vol., EC Brussels, 1997.
- [4] European Environment Agency – EEA: *Europe's Environment - The Dobris Assessment and Statistical Compendium*. Ed. Stanners, D.; Bourdeau, P. Copenhagen, 1995.
- [5] Eurostat: *Estimation of Renewable Water Resources in the European Union*. Luxembourg, 1997.
- [6] Food and Agricultural Organisation UN – FAO: (FAOSTAT, *Statistics Database*. Rome, 1996.
- [7] Gereš, D.: *Stanje i održivi razvitak vodoopskrbe u Hrvatskoj*, Građevinar, 47 (1995) 12, 749.-759.
- [8] Gereš, D.: *Gospodarska bilanca voda u Republici Hrvatskoj*, Građevni godišnjak '98, HSGI Zagreb, str. 221.-269.
- [9] Gustard, A.; Rees, H. G.; Croker, K. M.; Dixon, J. M.: *Using Regional Hydrology for Assessing European Water Resources*. In: FRIEND 97, IAHS Proc. of the 3rd Int. FRIEND Conf., Postojna, 1997.
- [10] IWSA Congress: *International Statistics for Water Supply*. Madrid, 1997.
- [11] Kondzewicz, Z. W.: *Water Resources for Sustainable Development*, Hydrological Sciences, 42 1997. (4), 467-497.
- [12] Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD: *Environmental Indicators. OECD/GD (96)*, Paris, 1996.
- [13] Shiklomanov, I. A.: *The World's Water Resources*. Int. Symp. on the 25 years of IHD/IHP. UNESCO; 93-126. Paris, 1991.
- [14] SLJH-2000: *Statistički ljetopis Republike Hrvatske, 2000.*, Državni zavod za statistiku, Zagreb, 2000.
- [15] World Resources Institute - WRI: *World Resources 1992/93: A Guide to Global Environment*, 1992.
- [16] World Meteorological Organisation - WMO: *WMO Operational Report No 28 - INFOHYDRO Manual*, 1987. WMO-No. 683.
- [17] xxxx Dokumentacija i podaci Hrvatskih voda (više godina), Zagreb.