

# Upravljanje potražnjom vode

Dragutin Gereš

## Ključne riječi

potrebe za vodom, raspoložive vode, upravljanje potražnjom vode, tehnološki pristup, ekonomski pristup

## Key words

water demand, available waters, water demand management, technological approach, economic approach

## Mots clés

besoins en eau, eaux disponibles, gestion de la demande en eau, approche technologique, approche économique

## Ключевые слова

потребности в воде, воды, находящиеся в распоряжении, управление поиском воды, технологический подход, экономический подход

## Schlüsselworte:

Wasserbedarf, verfügbare Wassermengen, Wahrung des Wasserbedarfs, technologischer Zutritt, wirtschaftlicher Zutritt,

D. Gereš

Pregledni rad

## Upravljanje potražnjom vode

Analizira se upravljanje potražnjom vode. Navode se i opisuju čimbenici bitni za definiranje problema. Pokazano je da se postiže ušteda vode na razini komunalne potrošnje: opremom i uređajima do 40%, a ugradnjom vodomjera 10% do 25%. Smanjivanjem gubitaka iz mreže povećavaju se raspoložive količine voda. Istaknuta je nužnost ravnoteže između potražnje vode i njezine raspoloživosti za održivost vodnog sustava. Integralno upravljanje vodama osigurava i razvoj vodnih resursa.

D. Gereš

Subject review

## Water demand management

The management of water demand is analyzed. Factors relevant for problem definition are indicated. It is demonstrated that maximum water savings at municipal level can be achieved as follows: up to 40% through use of adequate equipment and devices, and from 10% to 25% by water-meter installation. Water availability increases with the decrease of losses in water system. The significance of balance between water demand and its availability for the sustainability of the water system, is emphasized. An integral water management is also significant for the development of water resources.

D. Gereš

Ouvrage de synthèse

## Gestion de la demande en eau

L'article analyse la gestion de la demande en eau. Les facteurs indispensables pour la définition du problème sont cités et décrits. Il est démontré que les économies d'eau au niveau de la consommation publique peuvent être réalisées comme suit : par les installations et les équipements jusqu'à 40%, et par le montage des compteurs d'eau de 10% à 25%. Une réduction des pertes du réseau permet une augmentation des volumes d'eau disponibles. On souligne le besoin d'équilibre entre la demande en eau et sa disponibilité eu égard à la viabilité des ressources en eau. Une gestion intégrale des eaux assure également le développement des ressources en eau.

Д. Гереш

Обзорная работа

## Управление поиском воды

В работе анализируется управление поиском воды. Приводятся и описываются факторы, важные для дефиниции проблемы. Показано, что достигается экономия воды на уровне коммунального расхода: оборудованием и устройствами составляет до 40%, а установкой водомера 10% до 25%. Благодаря снижению потерь из сети увеличиваются запасы воды, стоящей в распоряжении. Подчёркнута необходимость равновесия между потребностью в воде и её количеством, находящимся в распоряжении, для поддержания водной системы. Интегральное управление водами обеспечивает и развитие водных ресурсов.

D. Gereš

Übersichtsarbeit

## Waltung des Wasserbedarfs

Analysiert ist die Waltung des Wasserbedarfs. Die für das Definieren des Problems wesentlichen Faktoren sind angeführt und beschrieben. Es wird gezeigt dass man Wasser im Rahmen des kommunalen Verbrauchs ersparen kann, und zwar: durch Ausstattung und Einrichtung bis 40 % und durch Einbau von Wassermessern 10 % bis 25 %. Durch Abminderung der Verluste im Netz steigen die verfügbaren Wassermengen. Hervorgehoben ist die Notwendigkeit eines Ausgleichs zwischen Wasserbedarf und -Verfügbarkeit für die Erhaltbarkeit des Wassersystems. Die integrale Wasserwaltung sichert auch die Entwicklung der Wasserressourcen.

Autor: Prof. dr. sc. **Dragutin Gereš**, dipl. ing. građ., Hrvatske vode, Ul. grada Vukovara 220, Zagreb

## 1 Uvod

Voda je temeljna potreba za život i za razvoj ljudskog društva. Upravljanje potražnjom vode i zaštita vodnih resursa je nužnost u uvjetima porasta stanovništva i povećanih pritiska na vodne resurse. Ciljevi su upravljanja potražnjom vode: štednja ograničenih/nedovoljnih ili vrlo skupih vodnih resursa; smanjenje troškova razvoja novih vodnih resursa; smanjenje sukoba među korisnicima ograničenih resursa i optimalizacija iskorištavanja vodnih resursa. Upravljanje potražnjom vode osigurava ravnotežu između potreba za vodom i opskrbe vodom, tj. uravnotežuje potražnju i ponudu vode. Održivo iskorištavanje vode nastoji uravnotežiti raspoložive vode u svakoj točki u vremenu i u prostoru s potrebama za vodom različitih korisnika te osigurati dovoljno vode za zaštitu ljudskog zdravlja i akvatičnih ekosustava. Upravljanje potražnjom vode nužno je u slučajevima ograničenih resursa te u slučajevima postojanja krize opskrbe vodom.

## 2. Opće postavke

### 2.1 Definicija upravljanja potražnjom vode

Upravljanje potražnjom vode definira se kao primjena mjera i politike koje imaju za cilj kontrolu količine potrošene vode. Koncept ovakvog upravljanja vodama općenito se odnosi na inicijative, kojima je cilj zadovoljenje postojećih potreba za vodom s manjim količinama raspoloživih resursa. To se normalno postiže s povećanom učinkovitošću iskorištavanja voda. Postoji više mjera i aktivnosti kojima se postiže upravljanje potražnjom

vode. U tablici 1 prikazani su primjeri mjera za ovo upravljanje. Izostavljene su ostale mjere, inače sastavni dio upravljanja vodama.

Mjere se mogu svrstati i u ove osnovne grupe: tehnološke, ekonomske i financijske, društvene i kulturne te zakonske i regulativne.

### 2.2 Uvod u ekonomske analize

Smanjivanjem raspoloživih količina vode i povećanjem potražnje vode raste važnost ekonomskih analiza u upravljanju vodama. Većina zemalja nastoji u ekonomske analize upravljanja vodama uključiti, uz cijene vode, i ekonomske ciljeve te pitanja okoliša. Poneke zemlje uključuju i socijalne ciljeve. Voda nije komercijalni proizvod kao svaki drugi, voda je opće dobro i baština. Ipak je važno vodi dodijeliti cijenu, jer cijena inicira održivo iskorištavanje vode. Ekonomska analiza mora biti prilagođena vodi kao robi i kao socijalnoj kategoriji.

U ekonomskoj teoriji ponuda i potražnja robe i usluga obuhvaćaju ukupne odnose svih sudionika u tržišnom prometu ili razmjeni. Svako ljudsko društvo mora se suočiti s tri temeljna i međuzavisna ekonomska problema i riješiti ih: što će se proizvoditi i u kojim količinama; kako će se dobra proizvoditi, tko će ih proizvoditi i s kojim resursima; za koga će se dobra proizvoditi ili kako će se nacionalni proizvod (dohodak) raspodijeliti među stanovništvom. Sva organizirana današnja društva imaju mješovite privrede, s elementima komandne i tržišne privrede. Većina odluka donosi se na tržištu ali i vlade zemalja imaju važnu ulogu oblikujući funkcioniranje

Tablica 1: Upravljanje vodnim resursima u kontekstu upravljanja potražnjom vode

Proces	Opcija	Primjer mjera
Upravljanje resursima	alternativna izvorišta slatke vode	upotreba morske vode za hlađenje
Upravljanje proizvodnjom	tehnologije u proizvodnji	tehnologija za unapređivanje pročišćavanja vode
	recikliranje pročišćene otpadne vode	recikliranje za različite uporabe smanjivanje zahtjeva za vodom
Upravljanje distribucijom	učinkovitost glavne razvodne mreže	lokalizacija i otklanjanje mjesta procjeđivanja smanjivanje tlaka
Upravljanje na strani korisnika	oprema za štednju vode	uređaji za uštedu (razvojni i sl.) promocija upotrebe uređaja za uštedu učinkoviti materijal za navodnjavanje alternativni industrijski procesi
	ugradnja vodomjera	ocjena upotrijebljene količine
	smanjivanje procjeđivanja	za pojedinačne i kolektivne korisnike
	cijene vode	prilagodba cijena potrošnji koncesije za navodnjavanje kazne za prekoračene količine vode u navodnjavanju
	ponovna uporaba vode	uporaba kišnice za zalijevanje vrtova uporaba reciklirane vode
	obrazovanje i širenje informacija	opći savjeti za zaštitu voda taktički savjeti za navodnjavanje savjeti za smanjenje gubitaka

*Napomena:* mjere koje nisu dio upravljanja potražnjom – potražnjom vode nisu navedene u tablici

tržišta, donose zakone i pravila koji reguliraju ekonomski život (15).

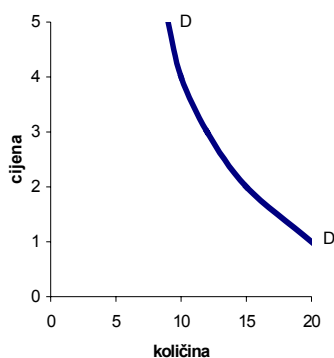
*Potražnja* je količina robe ili usluga koju su po određenim cijenama kupci spremni kupiti u nekom razdoblju. Potražnja robe ovisi o potrebi potrošača, o cijeni te robe, cijenama druge robe i sl. Opći zakon potražnje pokazuje potražnju robe i usluga kao funkciju cijene i ostalih varijabli o kojima ovisi prodaja. Npr. Slutsky-Hicks-Allenov zakon to opisuje na sljedeći način:

$$D = F(c_1, c_2, \dots, c_n, \text{doh}) \quad (1)$$

gdje je:

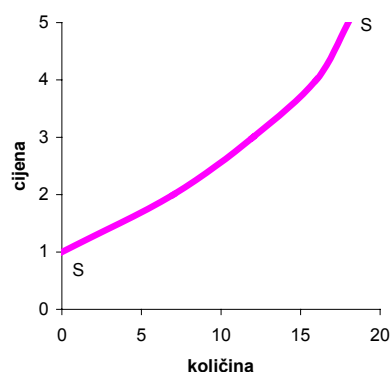
$c_1$  - cijena robe;  $c_2 \dots c_n$  - cijene druge robe; doh - dohodak

*Krivulja potražnje* (slika 1.) predstavlja odnos između tražene količine i cijene dobra, uz uvjet da su ostali parametri konstantni.



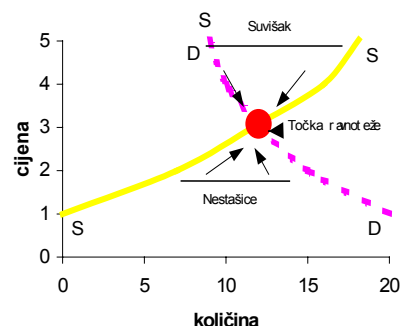
Slika 1. Krivulja potražnje

*Ponuda* je količina robe ili usluga koje po određenim cijenama nude prodavatelji u određenom razdoblju i na određenom tržištu. Ponuda robe i usluga ovisi o njihovoj cijeni, ali u nekoj mjeri i o cijeni druge robe na tržištu, o troškovima proizvodnje itd. Porastom cijene robe povećava se ponuda na tržištu, a padom cijene ponuda robe se smanjuje. *Krivulja ponude* (slika 2.) daje odnos između količina dobra koje proizvođači žele prodati i cijene tog dobra, uz ostale jednake parametre.



Slika 2. Krivulja ponude

*Ravnoteža ponude i potražnje* (slika 3.), na tržištu potpune konkurencije, postiže se pri cijeni dobra, kod koje su sile ponude i potražnje u ravnoteži. Cijena i količina teže ostati u ravnoteži sve dok su ostali uvjeti jednaki.



Slika 3. Ravnoteža ponude i potražnje na tržištu

### 2.3 Razlozi za upravljanje potražnjom vode

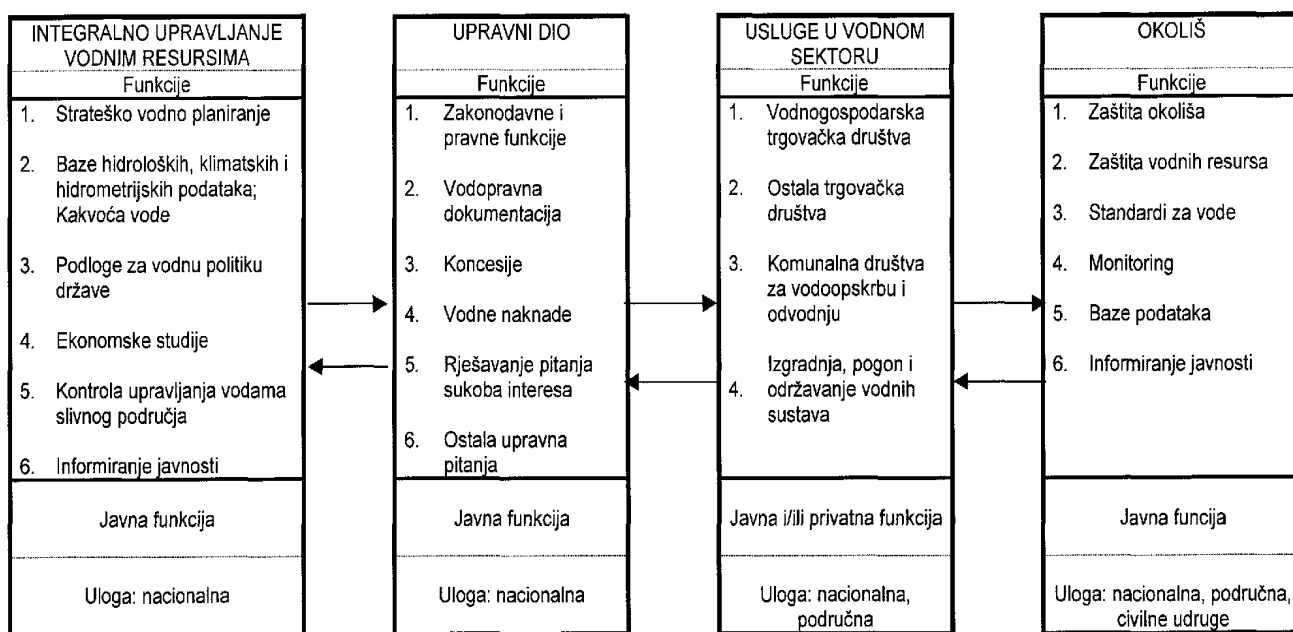
Veći broj čimbenika iz raznih sektora motiviraju upravljače, opskrbljivače i korisnike vode da iniciraju i primijene politiku upravljanja potražnjom vode:

1. financijski razlozi: cijena vode može potaknuti smanjenje potrošnje
2. regulativa: zakonodavstvo, posebno za industrijski sektor, može pokrenuti najbolje raspoložive tehnologije koje smanjuju utjecaj na okoliš
3. odgovornost prema okolišu: korisnici mogu osjećati odgovornost za unapređivanje ili očuvanje okoliša
4. održivost: ravnoteža u okolišu između opskrbe i potrošnje.

Koncept upravljanja potražnjom vode prvi je put obrađen krajem 1970-tih i u 1980-tim godinama, kada su postala očita ograničenja u infrastrukturnim rješenjima opskrbe vodom. U mjerilu distribucijske mreže, ekonomska održivost smanjivanja gubitaka procjeđivanjem iz mreže praktično ne postoji, jer istraživanja nisu sadržavala ekonomsku procjenu. U mjerilu uporabe vode u kućanstvima ili industriji lako se može dokazati ekonomska održivost uštedom značajnih količina vode, čak i u slučaju kada nije primijenjena politika cijena. Program upravljanja potražnjom vode je spoj različitih mjera, npr. strukturalnih i nestrukturalnih na raznim dijelovima sustava, koje se istovremeno primjenjuju.

### 3 Elementi sustava upravljanja potražnjom vode

Upravljanje potražnjom vode jest dio integralnog upravljanja vodama koje je u suštini upravljanje ponudom i potražnjom vode. Bez jedinstvenog tretiranja problema nema integralnog upravljanja vodama. Uz integralno je upravljanje vezana održivost te kriteriji održivosti voda.



Slika 4. Shematski prikaz funkcija i uloga u održivom upavljanju vodnim resursima

Može se reći da je integralno upravljanje metoda za postizavanje održivosti voda. Osnovni elementi sustava upravljanja, razine na kojima se aktivnosti provode, sadržaj aktivnosti i instrumenti za upravljanje prikazani su na slici 4. []

Čovjek treba vodu za temeljne potrebe: za piće, pranje i kuhanje (5 l/dan/glavi); za kakvoću življenja i dobro javno zdravstveno stanje (do 80 l/dan/glavi); za stvaranje održivog blagostanja: za komercijalno ribarstvo, akvakulturu, poljoprivredu, proizvodnju energije, industriju, promet i turizam; za rekreaciju: plivanje, sportski ribolov, brodarstvo, itd. Ove potrebe pokazuju važnost vode za čovjeka i zajednicu, ali ne uključuju položaj čovjeka u općem ekosustavu. Postoji potencijalni sukob interesa između ljudskih potreba za vodom i ekoloških potreba.

Globalno, koristimo se otprilike jednom petinom raspoloživih količina vode. Ipak postoje problemi vodnih resursa jer oni nisu jednako raspoređeni. U gornju procjenu nisu uključene količine vode potrebne za akvatični život, koje reduciraju količine raspoložive vode za ljude. Veći dio zahvaćenih količina vode nije "potrošen", već se vraća u kružni tok vode i tako postaje ponovno raspoloživ za upotrebu, poslije pročišćavanja ili prirodnog samočišćenja. U zemljama Zapadne i Srednje Europe u prosjeku se otprilike 16 posto raspoložive vode zahvaća za iskorištavanje, a oko 5 posto raspoloživih voda se "potroši". Najveća količina vode se "potroši" pri navodnjavanju – oko 50 posto zahvaćene količine vode. Uobičajeno voda se vraća u kružni tok vode na različitom mjestu od mjesta vodozahvata.

Za održivost vodnog sustava nužna je ravnoteža između potražnje, tj. potrošnje vode i njezine raspoloživosti. Potražnjom vode upravljaju dobavljači – komunalne organizacije, te regulatorima, koristeći se: naplatom potrošene vode, nabavom i ugradnjom vodomjera, izobrazbom i širenjem svijesti potrošača o štednji i zaštiti vode. Raspoloživost voda može se povećati izgradnjom akumulacija i povezivanjem područja s velikom i malom raspoloživom količinom vode. Ostale mjere za povećanje raspoloživosti vode uključuju ponovnu uporabu otpadnih voda te uporabu alternativnih izvorišta vode. Na kraju, smanjivanje gubitaka u distribucijskom sustavu može također povećati količinu vode u sustavu a da se ne povećava zahvaćanje vode iz prirode.

Upravljanje vodoopskrbnim i odvodnim sustavima, programima i investicijama se mijenja. Tradicionalni pristup da se voda smatra javnom uslugom, snažno povezana s javnim sektorom, polako nestaje u korist pristupa koji obilježava "business". Tamo gdje postoji privatni sektor, promjene su snažnije i brže se provode [19]. Prijelaz upravljanja vodoopskrbom i odvodnjom, programom i investicijama s javnog na privatni sektor stvara nove potrebe za regulaciju odnosa, posebno ekonomskih. Taj novi pristup i pripadajući upravni okvir važno je oruđe, zajedno sa znanstvenim i tehnološkim unapređivanjem, za približavanje održivom upavljanju vodama. Smjernice o vodama Europske unije, primjerice, ustanovljuju legalni okvir za promociju održive potrošnje vode, temeljen na dugoročnoj zaštiti vodnih resursa [6]. Tradicionalni pristup u opskrbi vodom temelji se na upavljanju ponudom količina vode, povećavajući raspoložive količine vode izgradnjom akumulacija, suvre-

menih shema sustava, ponovnom uporabom vode i desalinizacijom. U današnje vrijeme upravljanje potražnjom vode dobiva na važnosti. Danas se smatra da je integralno upravljanje vodama sastavni dio održive upotrebe voda. Ovo je posebno istaknuto u smjernicama o vodama Europske unije.

#### 4 Tehnološki pristup

##### 4.1 Oprema i uređaji za štednju vode

Veći standard života ljudi mijenja potrošnju vode. To se očituje u povećanju potrošnje vode u kućanstvima. Znaatan dio komunalne potrošnje vode odnosi se na potrošnju u kućanstvima. Istraživanja i razvoj uređaja koji štede vodu omogućili su njihovu primjenu u kućanstvima (tablica 2.).

Tablica 2. Tipični vodno-štedljivi uređaji u kućanstvima

Oprema	Opis	Ušteda vode
slavine - sa zračnim dodatkom	uvođenjem zračnih mjehurića u vodu, smanjuje se protok, a učinak je jednak.	ušteda oko 50%
- s termostatom	održava određenu temperaturu vode	ušteda oko 50% vode i energije
- s infracrvenim senzorom	voda je na raspolaganju kad je objekt u funkciji	redukcija od 70% do 80%
- elektronska slavina	voda može teći određeno vrijeme	ušteda oko 55%
zahod dvostruka regulacija	za 6 l/ispiranje za 3 l/ispiranje	ušteda oko 60%

Primjena novih tehnologija u proizvodnji kućanskih aparata ima pozitivan učinak u potrošnji vode tih aparata, tako da su u posljednjih 20-tak godina postignute značajne uštede vode. Strojevi za pranje rublja trošili su vode u litrama po ciklusu: u 1970. godini – 175 l, u 1980. – 142 l, u 1990. – 85 l, u 1998. – 50 l. Strojevi za pranje posuđa trošili su vodu u litrama po ciklusu: u 1970. – 59 l, u 1980. – 45 l, u 1990. – 24 l, u 1998. – 13 l.

Teškoću čini broj tih novih aparata koji se primjenjuju u kućanstvima, jer je razdoblje zamjene tih aparata dugoročan proces. Utjecaj uporabe štedljivih uređaja u potrošnji vode je različit i ovisi o udjelu potrošnje vode u kućanstvima u odnosu prema ukupnoj komunalnoj potrošnji. Neke studije pokazuju da npr. u Nizozemskoj uštede vode u kućanstvima od 10-70% čine između 6 i 40% ukupne komunalne potrošnje (57% komunalne potrošnje otpada na kućanstva).

##### 4.2 Mjerenje potrošnje vode

Potrošena voda mjeri se vodomjerima i naplaćuje u odnosu prema potrošenom volumenu. Utjecaj vodomjera ili registrirane potrošnje na veličinu potrošnje teško je odijeliti od ostalih čimbenika, posebno cijene vode. Temeljno je pitanje pri mjerenju potrošnje izrada stvarne bilance između utrošene vode i neobračunanih količina

vode (gubitaka). Gubici se mogu realno ocijeniti ako su vodomjeri instalirani u uređajima za osiguranje vode i kod potrošača. Uštede koje se postižu ugradnjom vodomjera procjenjuju se na oko 10-25% potrošene količine vode.

##### 4.3 Smanjivanje gubitaka u distribucijskoj mreži

Uz veličinu gubitaka vode iz mreže povezano je pitanje kakvoće vode, jer može doći do onečišćenja pitke vode ako je radni tlak u sustavu nizak. Gubici vode nastaju zbog: neodgovarajuće izvedenih spojeva cijevi, naročito na starim cjevovodima; gubitaka u instalacijama korisnika; u slučaju malog protoka dolazi do fizičkog problema mjerenih količina jer instrument pokazuje manji iznos; procjena količina vode za korisnike koji nemaju vodomjere (javni parkovi, čišćenje ulica i sl.). U tablici 3.

prikazane su procjene gubitaka za pojedine zemlje. Gubici pokazuju velike razlike koje dijelom nastaju zbog stanja mreže te primjene različitih koncepata određivanja gubitaka.

Tablica 3. Procjene gubitaka iz vodoopskrbne mreže

Zemlja	Gubici (% od opskrbe)	Izvor
1. Bugarska	više od 60	[11]
2. Hrvatska	30 – 60	[5, 11]
3. Češka Republika	20 – 30	[11]
4. Danska	do 16	[8]
5. Francuska	prosjek 30	[10]
6. Njemačka	prosjek 8,8	[8]
7. Mađarska	30 – 40	[11]
8. Italija	prosjek 15	[11]
9. Slovačka	27	[11]
10. Slovenija	40	[7]

Učinkovitost distribucijske mreže može se izraziti na više načina:

1.  $Učinkovitost (\%) = \frac{[\text{registrirani volumen vode}]}{[\text{distribucijski volumen}] \times 100}$ . Najjednostavniji način utvrđivanja učinkovitosti temelji se na mjerenim veličinama. Ovim pokazateljem ne mogu se uspoređivati različiti sustavi, ali dobro može poslu-

žiti za analizu trendova u vremenu pojedinog sustava.

2. *Neto učinkovitost (%)* = [mjereni volumen + nemjerenе količine + količine za održavanje sustava] / [distribucijski volumen] x 100. Ovaj odnos pokazuje stanje gubitaka u mreži.
3. *Linearni indeks gubitaka: (m<sup>3</sup>/dan/km)* = gubici / dužina mreže. Dužina mreže može se računati kao ukupna dužina između objekata isporučioца vode i potrošača ili samo glavne razvodne mreže, bez uključivanja kućnih priključaka.
4. *Linearni indeks protoka (m<sup>3</sup>/dan/km)* = mjerena količina vode / dužina mreže. Ruralna područja imaju općenito nizak indeks (do 10), a gradska područja imaju veće iznose (više od 30).
5. Sveobuhvatna procjena mreže: ako se žele dobiti podaci o gubicima koji se mogu interpretirati, potrebno je analizirati veći broj faktora koji karakteriziraju mrežu. Primjer je prikazan u tablici 4.

Tablica 4. Opis gubitaka vode procjeđivanjem za dva vodoopskrbna sustava

Opis	Essex i Suffolk Velika Britanija	Dijon Francuska
Stanovnika (broj)	1.662.200	151.000
Priključaka(broj)	586.850	20.580
Stambenih i drugih jedinica (broj)	733.560	20.580
Glavni cjevovodi (km)	8.250	550
Tlak u mreži – noćni (m)	45	40
Tlak u mreži – dnevni (m)	35	40
Količina vode u sustavu (10 <sup>6</sup> l/dan)	498	32,5
Ukupni gubici (10 <sup>6</sup> l/dan)	85	3,6
Kućanstva	686.200	20.324
Potrošnja u kućanstvima (10 <sup>6</sup> l/dan)	269,3	23,3
Maksimalna izdašnost izvorišta (10 <sup>6</sup> l/dan)	540	100
VELIČINE GUBITAKA VODE PROCJEĐIVANJEM		
litra / priključka / dan	145	175
litra / broj jedinica / dan	116	175
litra / stanovnika / dan	51	24
% od količine vode u sustavu	17	11
m <sup>3</sup> / km / dan	10	7
glavni cjevovodi / priključci	14	27
glavni cjevovodi / stamb. jedinica	11	27
cijena vode (pence / m <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>	110-200	120
marginalni troškovi (pence / m <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>	10	8
potrošnja po glavi (l / st / dan)	162	154
<sup>1)</sup> Britanska funta, 1 GBP = 100 pence ≅ 11,70 kn		

Smanjivanje gubitaka nije uvijek ekonomski isplativo. Povećanje proizvodnje vode za namirenje gubitaka može biti ponekad jeftinije od popravka mreže.

## 5. Cijene utrošene vode

Cijene vode utvrđuju se ovisno o dostupnosti vodnih resursa na nacionalnoj ili regionalnoj razini i na temelju različitih politika cijena. Politika cijena morala bi biti takva da svi korisnici – kućanstva, industrija i poljoprivreda doprinose održivosti vode na adekvatan način. Kompleksnost problema uvjetuje teškoće prilikom procjena utjecaja cijene vode na smanjenje potrošnje vode. Isto je tako teško uspoređivati cijene vode u različitim zemljama. Računi za vodu uobičajeno sadrže dio koji se odnosi na troškove vodoopskrbe i odvodnje te dio koji se odnosi na ostale troškove – naknade, poreze i sl. [14, 22, 23, 24]. U Republici Hrvatskoj cijena vodoopskrbe i odvodnje sastoji se od nekoliko elemenata:

1. *Osnovna cijena* ili cijena komunalnih usluga je izvor prihoda komunalnog društva, određena Zakonom o komunalnom gospodarstvu. Cijena uključuje sve troškove “proizvodnje” i usluga, otplatu zajma za izgradnju infrastrukture i dr. Obveznici plaćanja su osobe koje se koriste ovim uslugama.
2. *Naknada za iskorištavanje vode* je izvor prihoda na državnoj razini i namijenjena je za financiranje dijela poslova javnih službi u vodnom gospodarstvu, kojima se osiguravaju zalihe namjenski uporabivih voda [25, 26, 30]. Naknada se plaća prema količini zahvaćene odnosno iskorištene vode (m<sup>3</sup>), a za vodne snage prema količini proizvedene električne energije odnosno pogonske snage uređaja.
3. *Naknada za zaštitu voda* je izvor prihoda na državnoj razini, a namijenjena je za financiranje dijela poslova javnih službi u vodnom gospodarstvu što se odnosi na zaštitu voda, te za udio u financiranju ulaganja u građenje novih uređaja za zaštitu voda [27, 28]. Naknada se plaća prema ukupnoj količini ispuštene vode i prema utvrđenom stupnju onečišćenja ili druge promjene.
4. *Koncesija za vode i javna vodna dobra*: koncesijom se stječe pravo iskorištavanja voda i javnog vodnog dobra te obavljanja gospodarskih i drugih djelatnosti na vodama i vodnom dobru [29]. Koncesija je izvor prihoda na državnoj razini, uplaćuje se u proračun.

U tablici 5. prikazuje se struktura cijene vodoopskrbe i odvodnje za kućanstva u Hrvatskoj. U tablici 6. je pregled osnovnih cijena vode i naknada za uporabu, zaštitu i za koncesiju u Hrvatskoj.

Tablica 5. Struktura cijena vode za kućanstva u gradovima Hrvatske (svibanj 2002.)

Elementi	Gradovi				Aritmetička sredina uzorka
	Zagreb	Osijek	Rijeka	Split	
Osnovna cijena vode (kn/m <sup>3</sup> )	2,09	2,12	2,41	1,63	2,06
Dodatak za investicije	0,69	3,52	0,50	1,53	1,56
Porez na dodanu vrijednost, PDV	0,61	1,25	0,64	0,70	0,80
Naknada za iskorištavanje voda	0,84	0,77	0,77	0,71	0,77
Naknada za zaštitu voda	0,84	0,90	0,89	0,82	0,86
UKUPNO kn/m <sup>3</sup>	5,07	8,56	5,21	5,39	6,06
Ukupno EUR/m <sup>3</sup>	0,676	1,141	0,695	0,719	0,808
1 EUR = 7,5 kn					

Analizirajući sustave naplate utrošene vode, cijene i naknade za vodu u Hrvatskoj i u više europskih zemalja [5, 10, 12] može se zaključiti:

- Tarifna struktura uvelike utječe na konačnu cijenu vode, stvara sektorske i geografske razlike u cijeni vode.
- Vodna politika ima važan utjecaj na cijenu vode. Uključivanje različitih komponenata troškova u račune za utrošenu vodu je način naplate većeg broja naknada.
- Pokazuje se potreba odvajanja komponenata cijena vode te naknade i druga davanja, koja se odnose na pitanja zaštite okoliša.
- U urbanom sektoru cijena se određuje (uglavnom) na komunalnoj razini i može jako varirati u zemlji. Cijene se razlikuju ovisno i o korisniku.
- Glavne vrste tarifne strukture jesu: cijena po veličini stambene jedinice; tarifa po utrošenoj količini vode, dvostruka tarifa, kao suma cijena po veličini stana i po volumenu utrošene vode, blok tarifa, koja obično uključuje cijenu po veličini stana te padajuću ili/i rastuću blok tarifu.

Tablica 6. Pregled cijena vode, naknada za iskorištavanje i za zaštitu voda te koncesijskih naknada u Hrvatskoj (svibanj 2002.)

OPIS	CIJENA			
	minimalna kn/m <sup>3</sup>	aritmetička sredina kn/m <sup>3</sup>	maksimalna kn/m <sup>3</sup>	srednja EUR/m <sup>3</sup>
<b>A. CIJENE VODE KOMUNALNIH DRUŠTAVA</b>				
1. Kućanstva				
- osnovna cijena	0,70	3,02	9,80	0,403
- ukupna cijena	3,06	6,10	13,66	0,813
2. Industrija				
- osnovna cijena	1,80	5,42	14,92	0,723
- ukupna cijena	3,70	9,31	20,08	1,241
<b>B. POLJOPRIVREDA</b>				
- navodnjavanje	odlukom nadležnih upravnih tijela ne plaća se utrošena voda niti naknade.			
- ribnjaci	odlukom nadležnih upravnih tijela plaća se 20% naknade za iskorištavanje voda do 2005. godine			
<b>C. NAKNADE</b>				
1. Porez na dodanu vrijednost	-	0,22%	.	.
2. Naknada za iskorištavanje vode				
- I. kategorija (javna vodoopskrba)	-	0,80	-	0,106
- II. kategorija (ostala korištenja)	-	0,72	-	0,096
- III. kategorija (ostala korištenja)	-	0,56	-	0,075
- IV. i V kategorija (ostala korištenja)	-	0,32	-	0,043
- iskorištavanje vodnih snaga za proizvodnju električne energije	7,5% od cijene 1 kWh ostvarene prosječne cijene električne energije na pragu elektrane			
3. Naknada za zaštitu voda	-	0,90	-	0,120
<b>D. GODIŠNJE NAKNADE ZA KONCESIJE</b>				
1. Za iskorištavanje voda	10% od naknade za upotrebu voda ili 0,08 kn/m <sup>3</sup>			
2. Voda za tržište	2,5% od prihoda ostvarenog prodajom vode			
3. Za proizvodnju električne energije	1% od ostvarene prosječne cijene proizvedene električne energije na pragu elektrane.			
Napomena: Težinske sredine cijena vode za kućanstva iznose 2,56 i 5,82 kn/m <sup>3</sup> a za industriju 4,76 i 9,15 kn/m <sup>3</sup>				1 EUR = 7,5 kn

- f) *Blok* tarife, koje uključuju naknadu za priključak neovisno o potrošnji vode, vrlo su česte.
- g) Industrijski sektor ima dvije vrste cijena vode, ovisno o izvoru: direktno zahvaćanje vode (vlastiti zahvat vode) ili iz javne vodoopskrbe.
- h) Cijena vode u poljoprivrednom sektoru ovisi o politici razvoja ruralnog sektora, o stanju okoliša, o eroziji i dr.

### 6. Ponovna upotreba vode

Pročišćena otpadna voda može se *posredno* ponovno iskoristiti kada se ispušta u vodotok, gdje se ona razrjeđuje i ponovno iskoristi u nizvodnom toku. *Neposredna* upotreba ove vrste vode značila bi opskrbu industrije, poljoprivrede, za rekreaciju i sl., s pročišćenim efluentom iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Takva se voda može upotrijebiti za prihranjivanje vodonosnika [2]. Općenito, ponovna neposredna upotreba pročišćene otpadne vode u zemljama Europe nije raširena. U nekim mediteranskim zemljama takva se voda upotrebljava za navodnjavanje [1]. U ostalim se zemljama provode istraživanja o mogućnosti primjene. U tablici 7. prikazane su mogućnosti primjene ove vrste vode.

Tablica 7. Primjena reciklirane vode

Područje ponovne upotrebe vode	Primjena
okoliš	regulacija protoka u vodotoku močvare i vlažna područja rekreacijske zone (jezera, parkovi) ribarstvo i akvakultura
navodnjavanje	krmno bilje jestivo bilje livade i šume rasadnici zaštita od smrzavanja
prihranjivanje podzemne vode	prihranjivanje vodonosnika kontrola miješanja slane i slatke vode
urbano područje	protupožarna zaštita ispiranje zahoda pranje ulica
industrija	hlađenje izgradnja grijači vode procesna voda
pitka voda	neposredna upotreba posredna upotreba

Tablica 8. Parametri kakvoće vode za ponovnu upotrebu pročišćene vode

Kategorija	Vrsta	Važni parametri	Komentar
PATOGENI ORGANIZMI	protozoa (praživotinja)	<i>Entamoeba histolytica</i> ; <i>Giardia lamblia</i>	broj organizama za zarazu 1 do 20 vrijeme preživljavanja 10 do 30 dana
	helminti (crvi)	<i>Ascaris lumbricoides</i>	broj org. za zarazu 1 do 10 jajašca vrlo otporni u okolišu glavni rizik pri ponovnoj uporabi vode u navodnjavanju
	bakterije	<i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Escherichia coli</i>	broj org. za zarazu varijabilan vrijeme preživljavanja u vodi 10 do 60 dana E.C. se rabe kao indikatori
	virusi	hepatitis	metode otkrivanja nisu osjetljive vrijeme inkubacije i preživljavanja u vodi do 120 dana prijenos kontaktom broj org. za zarazu 1-10
OPĆI PARAMETRI	suspendirani nanos	ukupni nanos	organski zagađivači i teški metali mikroorganizmi
	nutritijenti	dušik, fosfor, kalij	uzročnici eutrofikacije
	koncentracija vodikovih iona	pH	djeluje na koagulaciju, dezinfekciju i na tlo
NEORGANSKE TVARI	rastopljene neorganske supstance	ukupno rastopljene supstance, električna provodljivost, specifični elementi (Ca, Na, B, Cl)	visoka zaslanjenost ugrožava biljke razara strukturu tla soli onečišćuju podzemnu vodu
	teški metali	specifični elementi (Cd, Zn, Hg, Ni)	akumuliraju se u nekim biljkama ograničavaju uporabu reciklirane vode
ORGANSKE TVARI	biorazgradljive organske supstance	BPK, KPK, UOU (TOC)	estetski i sl. problemi omogućuju razvoj mikroorganizama
	stabilne organske tvari	specifični sastojci (pesticidi, klorirani ugljikohidrati)	otrovni za okoliš i javno zdravlje ograničavaju uporabu reciklirane vode



Tablica 9. Standardi mikrobiološke kakvoće vode i kriteriji za upotrebu vode u navodnjavanju

Organizacija	Ponovna upotreba vode	Crijevni nematodi <sup>1)</sup>	Fekalni i ukupni koliformi	Potreba pročišćavanja otpadne vode
WHO (1989.)	navodnjavanje biljaka koje se jedu nekuhane, sportski objekti, parkovi	< 1/l	<1000/100 ml	niz bazena za stabilizaciju ili ekvivalentni tretman
	navodnjavanje tla, postoji javni pristup površinama	< 1/l	<200/100 ml	sekundarni tretman s dezinfekcijom
	navodnjavanje žitarica, industrijskog bilja, krmiva, šuma	-	nema standarda	stabilizacijski bazeni s 8-10 dana retencije ili ekvivalentni tretman
US EPA (1992.)	površinsko i navodnjavanje kišenjem kulturnog bilja, parkova i sl.	nema standarda	ne može se detektirati <sup>2)</sup>	sekundarni tretman, filtracija, prethodna koagulacija, dezinfekcija
	navodnjavanje krmnog bilja i sl.	nema standarda	< 23/100 ml <sup>3)</sup>	

<sup>1)</sup> Crijevni nematodi (Ascaris, Trichuris i drugi crvi) izraženi su kao aritmetička sredina broja jajašaca u litri za vrijeme razdoblja navodnjavanja  
<sup>2)</sup> Broj fekalnih koliformnih organizama ne treba preći 14/100 ml u bilo kojem uzorku. <sup>3)</sup> Broj fekalnih koliformnih organizama ne treba preći 800/100 ml u bilo kojem uzorku

Kakvoća otpadne vode i potrebna kakvoća efluenta za pojedine upotrebe određuju stupanj potrebnog pročišćavanja otpadne vode. U tablici 8. prikazani su parametri kakvoće za ponovnu upotrebu i mogući rizici pri tom iskorištavanju vode [3].

Standardi za upotrebu pročišćene otpadne vode u navodnjavanju prikazuju se u tablici 9. Vidi se je da razlikuje mikrobiološki monitoring prema smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije – UN WHO i smjernicama US EPA (20). Smjernice WHO uključuju crijevne nematode, dok US EPA smjernice naglašavaju uklanjanje fekalnih koliforma. Razlike postoje i u potrebnoj vrsti pročišćavanja vode. Oba se standarda primjenjuju u svijetu i služe kao referentni standardi za razvoj nacionalnih norma.

Smjernice o vodama Europske unije [6] uvele su kvantitativnu dimenziju ponovne uporabe voda pa se očekuje veća upotreba reciklirane vode kao alternativnog izvorišta vode. Uz već spomenute smjernice o upotrebi reciklirane vode postoje i smjernice Organizacije za poljoprivredu i prehranu Ujedinjenih naroda (FAO) te Programa za okoliš Ujedinjenih naroda (UNEP) [5].

## 7 Zaključak

Potražnja vode stalno raste. Velik broj ljudskih aktivnosti utječe na vodne resurse i zato je važno zaštititi. Upravljanje potražnjom vode je nužnost, ono osigurava ravnotežu između potreba za vodom i opskrbe vodom i omogućuje racionalno iskorištavanje vodnih resursa. Ovakvo upravljanje je dio integralnog upravljanja vodama. Uz integralno upravljanje je vezana održivost te

kriteriji održivosti voda. Upravljanje potražnjom vode postiže se tehnološkim unapređenjima, mjerenjem potrošene vode, smanjivanjem gubitaka u mreži, cjenovnom politikom, ponovnom upotrebom vode itd. Opremom i uređajima za štednju vode postižu se pojedinačne uštede od 50 do 80 posto, veličina uštede vode u kućanstvima je od 10 do 70 posto. Na razini komunalne potrošnje grada to je od 6 do 40 posto, ovisno o udjelu potrošnje u domaćinstvima u odnosu prema ukupnoj potrošnji. Ugradnjom vodomjera postižu se uštede između 10 i 25 posto potrošene količine vode. Smanjivanje gubitaka vode iz distribucijskog sustava povećava raspoložive količine vode za iskorištavanje bez povećavanja zahvaćanja vode u prirodi. Voda nije komercijalni proizvod, voda je opće dobro i baština. Ipak se vodi dodjeljuje cijena, jer cijena vode inicira održivu uporabu vode. Politika cijena morala bi biti takva da svi korisnici doprinosu održivosti voda na adekvatan način. Vodna politika im važan utjecaj na cijenu vode. Ponovna, neposredna upotreba pročišćene vode u zemljama Europe nije raširena. Smjernice o vodama Europske unije uvode novu dimenziju ponovne uporabe vode te se očekuje veća upotreba takve vode. Upravljanje potražnjom vode ima za cilj štednju ograničenih ili skupih vodnih resursa, smanjenje razvoja novih resursa, smanjenje sukoba među korisnicima ograničenih resursa te optimalizaciju iskorištavanja vodnih resursa. Upravljanje potražnjom vode je uobičajeno praćeno s obavješćivanjem javnosti o racionalnoj uporabi vode. Upravljanje potražnjom vode sastavni je dio integralnog upravljanja vodama. Može se reći da je to metoda održivog razvoja vodnih resursa.

## IZVORI

- [1] Angelakis, A.N., Salgot, M., Bahri, A., Marecos do Monte, M.H.F., Brissaud, F., Neis, U., Oron, G. and Asano, T. (1997.): *Waste Water Reuse in Mediterranean Regions, need for Guidelines*. Int. Conf. on Beneficial Reuse of Water and Biosolids, WEF, Malaga, Spain.
- [2] Asano, T. (1994.): *Reusing Urban Wastewater: an Alternative and Reliable Water Resources*. *Water International* (19), pp. 36-42.
- [3] Crook, J. (1991.): *Quality Criteria for Reclaimed Water*. *Water Science Technology*, 24, pp. 109-121.

- [4] FAO (1998.): Aquastat, [www.fao.org/ag/AGL/AGLW/aquastat/](http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/aquastat/)
- [5] Gereš, D. (2002.): Održivo iskorištavanje voda. *Građevinar* 54 (2002)6, 345-353.
- [6] Gereš, D. (2002.): *Upravljanje vodnim resursima na slivnom području*. Znanstveni projekt MZT 114-104-2001. Monografija, Priručnik za hidrotehničke melioracije, III/1, str.133 – 176. Rijeka, 2003.
- [7] Habitat II (1996.): *Okolje v Sloveniji 1996.: poročilo o stanju okolja*. R. Slovenija, Ministarstvo za okolje in prostor, Ljubljana.
- [8] IWSA Congres, Buenos Aires (1999.): *International Statistics for Water Supply*. Buenos Aires, Argentina.
- [9] Levine, B., Lazarova, V. and Manem, J. (1997.): *Wastewater Reuse Standards: Goals Statut and Guidelines*. Int. Conf. on Beneficial Reuse of Water and Biosolids, WEF, Malaga, Spain.
- [10] Margat, J. and Vallee, D. (1998.): *Water Resources and Uses in the Mediterranean Countries*. Plan Bleu, Sophia, Bulgaria
- [11] Mountain Unlimited (1997.): *Water Supply and Sanitation in Central and East European Countries*, Vol. II, draft version, Vienna, Austria.
- [12] OECD (1998.): *OECD Environmental Performance Reviews*, Paris, France.
- [13] OECD (1999.): *Agricultural Water Pricing in OECD Countries*, Paris, France.
- [14] Ostojić, Z. and Lukšić, M. (2001.): *Water Pricing in Croatia, Current Policies and Trends*. Republic of Croatia, State Water Directorate, Zagreb.
- [15] Samuelson, P.A. and Nordhaus, W. (1992.): *Ekonomija (Economics, 14.ed)*, prijevod. McGraw-Hill i Mate, Zagreb
- [16] Swiss Organisation for Gas and Water Supply: [www.svg.ch](http://www.svg.ch)
- [17] UNEP ICPICT (1996.): *UN Environment Programme. ICPICT Cleaner Technology Database*.
- [18] UK Environment Agency – UKEA (1998.): *Resource Demand Management Techniques for Sustainable Development*. Bristol, UK.
- [19] World Bank – WB (1993.): *Water Resources Management. IBRD*, Washington, D.C.
- [20] World Health Organisation – WHO (1989.). *Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture*. Geneva, Suisse.
- [21] xxxx: Dokumentacija i podaci Hrvatskih voda, Zagreb.
- [22] xxx: Zakon o vodama (N.N., br. 107/95)
- [23] xxx: Zakon o financiranju vodnog gospodarstva (N.N., br. 107/95).
- [24] xxx: Zakon o koncesijama (N.N., br. 89/92).
- [25] xxx: Odluka o visini naknade za iskorištavanje voda (N.N., br. 62/00).
- [26] xxx: Pravilnik o obračunavanju naknade za iskorištavanje voda (N.N., br. 94/98).
- [27] xxx: Odluka o visini naknade za zaštitu voda (N.N., br. 58/00).
- [28] xxx: Pravilnik o obračunavanju i plaćanju naknade za zaštitu voda (N.N., br. 62/00).
- [29] xxx: Uredba o uvjetima i postupku za dodjelu koncesija na vodama i javnom vodnom dobru (N.N., br. 99/96; 11/98).
- [30] xxx: Uredba o klasifikaciji voda (N.N., br. 77/98).
- [31] xxx: Zakon o komunalnom gospodarstvu (N.N., br. 36/95 – 59/01).