



## UČINITI NEVIDLJIVO VIDLJIVIM - PERSPEKTIVA IWA GRUPE ZA UPRAVLJANJE PODZEMNIM VODAMA O IZAZOVIMA U UPRAVLJANJU PODZEMNIM VODAMA U URBANIM SREDINAMA MAKING THE INVISIBLE VISIBLE - THE IWA GROUNDWATER MANAGEMENT GROUP PERSPECTIVE ON GROUNDWATER ISSUES IN URBAN AREAS

### IZVOD

Podzemne vode predstavljaju jedan od najvažnijih izvora vode za ljudsku upotrebu u mnogim delovima sveta. Međutim, pažnja stručne i naučne javnosti, dugo vremena nije bila u značajnoj meri posvećena praćenju kvaliteta ovog resursa, u odnosu na stanje površinskih voda. Ipak, poslednjih godina je prepoznato da podzemne vode mogu imati ključnu ulogu u smanjenju štetnih uticaja klimatskih promena na vodosnabdevanje, zbog čega je ovaj resurs ponovo vraćen u fokus, a naročito ove godine, koja je od strane UNESCO proglašena za "UN godinu podzemne vode". U ovom radu biće predstavljeno trenutno stanje i smernice za buduće aktivnosti na polju upravljanja podzemnim vodama u urbanim sredinama, iz perspektive *Grupe za upravljanje podzemnim vodama Međunarodne asocijacije za vode*.

**Ključne reči:** podzemna voda, Međunarodne asocijacije za vode, IWA-Grupa za upravljanje podzemnim vodama, klimatske promene

### ABSTRACT

Groundwater is one of the most important sources of water for human consumption in most parts of the world. However, the attention of the professional and scientific communities, for a long time, was not significantly dedicated to monitoring the quality of this resource, in relation to the state of surface waters. In recent years it has been realized that groundwater can play a key role in reducing the harmful effects of climate change on water supply, which is why this resource has been brought back into focus, especially this year, which was declared the "UN Year of Groundwater" by UNESCO. This paper will present the current situation and guidelines for future activities in the field of groundwater management in urban areas, from the perspective of the *International Water Association Groundwater Management Group*.

**Key words:** groundwater, International Water Association, IWA Groundwater Management Group, climate changes resilience

### 1. UVOD

Sve veći broj stanovnika u pojedinim oblastima, praćen sve značajnijom izgradnjom infrastrukture, produkcijom otpada i zagađenjem životne sredine, neminovno su dovele do zabrinutosti za kvalitet vode koja se koristi za ljudsku upotrebu. Naročito je postala izražena svest o potencijalnom zagađenju podzemnih voda, kao i o nedostacima u upravljanju ovim resursom u mnogim urbanim i ruralnim sredinama širom sveta.

### 1. INTRODUCTION

The growing number of inhabitants in certain areas, accompanied by the increasing construction of infrastructure, waste production and environmental pollution, have inevitably led to concerns about the quality of water used for human consumption. Awareness of the potential pollution of groundwater, as well as the shortcomings in the management of this resource in many urban and rural areas around the world, has become particularly pronounced.

Aleksandra Tubić, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Republika Srbija  
Stephen Foster, University College London, Gower Street, London WC1, UK  
Julia Gathu, Drilling For Life, Nairobi – Kenya



Brojne svetske organizacije u poslednjih nekoliko godina intenzivirale su svoje aktivnosti na polju povećanja vidljivosti podzemnih voda i problema koji se javljaju u sektoru upravljanja ovim resursom. Posledično, UNESCO je ovu, 2022 godinu proglasio za "UN godinu podzemne vode", sprovodeći aktivnosti pod sloganom "Učunimo nevidljivo, vidljivim". Takođe, organizacije koje tradicionalno u fokusu svojih aktivnosti imaju vodu, kao što je Međunarodna asocijacija za vode (eng. *International Water Association, IWA*) već nekoliko godina unazad rade na tome da se podzemne vode stave u fokus istraživača, stručnjaka, vodovodnih sistema, donosioca odluka, industrije i svih drugih zainteresovanih strana.

U tom kontekstu, posebno su značajne aktivnosti *IWA Grupe za upravljanje podzemnim vodama* (eng. *IWA Groundwater Management Group*), na širenju svesti o značaju ovog resursa, kao i na promociji savremenih trendova u upravljanju podzemnim vodama na globalnom nivou. Kroz brojne publikacije i učešća na konferencijama i webinarima, predstavnici *IWA Grupe za upravljanje podzemnim vodama* bavili su se temama koje se tiču globalnog kvaliteta podzemnih voda i upravljanja, ulogama donosioca odluka u monitoringu podzemnih voda, ulogom vodovoda u upravljanju podzemnim vodama, kao i prioritetima u zakonodavstvu vezanom za vodosnabdevanje u urbanim sredinama. Kroz sve ove teme, *IWA Grupa za upravljanje podzemnim vodama* se potrudila da prikaže trenutna stanja i da smernice za buduće aktivnosti na polju upravljanja podzemnom vodom, čiji će kratak pregled biti dat u ovom radu.

## 2. KVALITET PODZEMNIH VODA

Akviferi predstavljaju rezervoare podzemnih voda koji mogu veoma dobro poslužiti kao izvori vode za ljudsku upotrebu i predstavljati jedan od načina da se ublaže posledice klimatskih promena na snabdevanje vodom. Mogu se identifikovati dva potencijalna načina ugroženosti podzemnih voda kontaminantima, a to su prirodni mikropolutanti koji potiču iz okolnih stena i zemljišta ili zagađujuće materije koji u podzemnu vodu dospevaju kao posledica antropogenih aktivnosti.

Evropska agencija za zaštitu životne sredine u svojim izveštajima navodi da najčešće zagađenje podzemnih voda od ljudskih aktivnosti potiče od povećane koncentracije nitrata i amonijaka, dok se ponekad mogu detektovati pesticidi, industrijske hemikalije i teški metali. Sa druge strane, kao najčešći prirodni kontaminanti podzemnih voda identifikovani su arsen i fluoridi (Foster i sar., 2020a).

Kada je u pitanju zaštita izvorišta od kontaminacije koja potiče od ljudskih aktivnosti, ona svakako podrazumeva adekvatno definisanje zona zaštite izvorišta. Međutim, s obzirom na sve veći pritisak koji potiče od širenja infrastrukture urbanih područja, zone oko izvorišta u kojima nema nikakvih aktivnosti su sve uže i praćenje kvaliteta podzemnih voda na izvorištu mora biti sve

In the last few years numerous organizations have intensified their activities in the field of groundwater and the problems that arise in managing this resource. Consequently, UNESCO has declared 2022 the UN Year of Groundwater, carrying out activities under the slogan "let's make the invisible visible".

In response the *International Water Association-Groundwater Management Group* is endeavouring to raise awareness of the importance of this resource and promote sustainable groundwater management at global level. This effort has involved numerous publications and participation in conferences and webinars to address issues relating to groundwater quality protection, the role of stakeholders in groundwater monitoring and the role of water utilities in groundwater management, as well as policy priorities for urban water-supply – and these will be briefly reviewed in this paper.

## 2. GROUNDWATER QUALITY ISSUES

There are two potential routes of groundwater quality degradation – natural micropollution derived by solution from soil/rocks and pollution originating from human activities. The European Environment Agency reports that the most common groundwater pollution relates to elevated concentrations of nitrates and ammonia, while pesticides, industrial chemicals or heavy metals can sometimes be detected. On the other hand, arsenic and fluoride have been identified as the most common natural contaminants of groundwater worldwide (Foster et al., 2020c).

The protection of groundwater from contamination from human activities requires defining and implementing groundwater protection zones. However, given the growing pressure on land from urban expansion the areas around groundwater sources in which all polluting activities can be excluded are reduced. Thus the monitoring of groundwater quality needs to be intensified. Moreover, increased groundwater abstraction means that the zone of sanitary protection around water-utility sources should be regarded as dynamic and regularly monitored.

Effective communication of water utilities with other organizations responsible for urban areas is necessary for groundwater protection. The application of numerical models can be very helpful for long-term source protection planning and to take into account all the factors influencing the long-term supply of safe drinking water (Foster et al., 2020c).

intenzivnije. Takođe, u mnogim urbanim područjima je značajna i ugroženost izvorišta zbog povećane potrebe za vodom, usled povećanja broja stanovnika, industrijalizacije i produženih toplih perioda, kada je i potrošnja vode veća. Upravo zbog ovih uslova, zonu sanitarne zaštite izvorišta treba shvatiti kao dinamično područje i stalno pratiti stanje u njegovim granicama.

Takođe, efikasna komunikacija vodovodnih preduzeća sa drugim nadležnim organizacijama je neophodna onda kada se u urbanim zonama planira proširenje ili gradnja nove infrastrukture. Za dugoročno planiranje zaštite izvorišta veoma dobro se pokazala primena numeričkih modela koji omogućavaju višekomponentnu analizu promenljivih, kako bi se sprečilo ugrožavanje kvaliteta ili količine vode u akviferima i uzeli u obzir svi faktori koji utiču na obezbeđenje dugoročnog snabdevanja kvalitetnom vodom za piće.

Snabdevanje bezbednom vodom za piće u predelima gde postoji kontaminacija iz prirodnih izvora zavisice pre svega od koncentracije kontaminanata, dostupnosti alternativnih izvora vode boljeg kvaliteta, kao i finansijskih mogućnosti da se primeni odgovarajući tretman za uklanjanje kontaminanata. Posebno se mora voditi računa kada se procenjuju mogućnosti primene skupih ili tehnički zahtevnih rešenja u sredinama sa malim brojem stanovnika, gde nema adekvatne infrastrukture niti obučenog osoblja za održavanje sistema. Na primer, za veće sisteme je prihvatljivo i tehno-ekonomski isplativo rešenje da imaju reversnu osmozu za uklanjanje fluorida ili primena skupih adsorbenasa za uklanjanje arsena iz podzemne vode, dok je ovakvo rešenje neprihvatljivo za manja naselja, kakva su uglavnom i ugrožena u mnogim delovima sveta, pa i kod nas. Tehnologije dizajnirane tako da budu prilagođene određenom kvalitetu podzemne vode i specifičnim uslovima na terenu, mogu biti rešenje za ovakve situacije.

### 3. ULOGA ZAJNTERESOVANIH STRANA U MONITORINGU GRADSKIH PODZEMNIH VODA

Povećanje broja stanovnika u gradovima neminovno vodi do potrebe za širenjem infrastrukture, pri čemu se to često dešava ispod površine. Međutim, podzemne vode predstavljaju element koji se često zanemaruju pri planiranju izgradnje ili izmene urbane infrastrukture, zbog čega predstavljaju jedan od glavnih faktora kašnjenja radova, kao i jedan od najznačajnijih izvora oštećenja infrastrukture (Foster i sar., 2019).

Povećana potreba za vodom zbog povećanja broja stanovnika, povećana industrijalizacija, izgradnja višespratnica na mestu gde su bile porodične kuće, izgradnja infrastrukture za sprovođenje sportskih ili komercijalnih aktivnosti na mestu zelenih površina, mogu biti razlozi za preterano crpljenje akvifera. Sa druge strane, izmeštanje potrošača i zagađenja mogu biti uzroci prestanka korišćenja podzemnih voda i posledično porasta nivoa vode.

Providing safe water in areas subject to natural groundwater contamination will depend primarily on the concentration of contaminants, the availability of alternative water sources, and the financial capacity to apply appropriate treatment. Care must be taken when assessing the feasibility of technically-demanding solutions in settlements with small population, where there is insufficient trained staff for maintenance. For larger systems reverse osmosis to remove fluoride or expensive adsorbents to remove arsenic from groundwater is acceptable.

### 3. ROLE OF STAKEHOLDERS IN URBAN GROUNDWATER MONITORING

The large increase of urban population inevitably leads to the need to expand urban infrastructure, and this includes subsurface infrastructure. However, during the planning of urban infrastructure groundwater is an element that is often neglected, and is a key factor behind work delays and a significant source of later infrastructure damage (Foster et al., 2019).

Increased need for urban water-supply due to population growth, increased industrialization, construction of multi-storey buildings, infrastructure for commercial and sports activities are all causes of excessive groundwater pumping. On the other hand, relocation of demand and pollution can be causes for cessation of groundwater use and consequent rebound of water table.

These are the reasons why urban groundwater as a dynamic system must be understood and continuously monitored to be managed. Numerous stakeholders are associated with groundwater in urban environments, including water-service utilities, municipal authorities, urban drainage authorities, municipal engineering departments, private engineering companies, private waterwell users, private urban energy developers, etc. Foster et al. (2019) point out the need for proper design of urban groundwater monitoring networks, with full stakeholder involvement, and summarize the guidelines which need to be adopted.

### 4. URBAN GROUNDWATER SELF-SUPPLY

Private self-supply from groundwater is the norm for human consumption in rural areas worldwide. However, escalating population in developing cities is leading to reduced reliability and coverage of utility water-supply, and a significant proportion of the urban populations of South Asia, Sub-



Upravo su ovo razlozi zbog čega se mora shvatiti da su podzemne vode resurs čija se količina i kvalitet stalno mora pratiti, usled dinamičkih promena u samoj urbanoj sredini. Brojne zainteresovane strane povezane sa upravljanjem podzemnim vodama u urbanim sredinama čine vodovodi, opštinske vlasti, komunalna preduzeća, opštinska odeljenja za projektovanje, privatne inženjerske kompanije, korisnici privatnih bunara za vodu u gradovima koji se razvijaju, proizvođači energije itd. Foster i sar. (2019) su ukazali na potrebu pravilnog projektovanja urbanih mreža za praćenje podzemnih voda i predložili nekoliko smernica koje treba razmotriti pri tome.

#### 4. PRIVATNI BUNARI ZA VODU U URBANIM SREDINAMA

Korišćenje privatnih bunara uobičajen je način vodosnabdevanja u ruralnim oblastima širom sveta. Međutim, drastično povećanje broja stanovnika u gradovima u razvoju, dovodi do smanjenja pouzdanosti i pokrivenosti centralnom mrežom vodosnabdevanja, a značajan deo urbanog stanovništva Južne Azije, podsaharske Afrike i Latinske Amerike koristi privatne bunare za snabdevanje vodom. Međutim, javna politika se obično ne bavi adekvatno urbanim vodosnabdevanjem iz privatnih bunara. Lokalne vlasti slabo poznaju veoma različite perspektive korisnika privatnih bunara i javnih vodovodnih preduzeća, a privatna upotreba podzemnih voda obično prođe nezapaženo od strane zvaničnih statistika vodosnabdevanja ili taj fenomen uopšte nije priznat od strane nadležnih institucija (Faiz Alam i Foster, 2019).

Postoji zabrinutost u vezi sa zdravstvenim rizicima koji ovakav vid vodosnabdevanja u urbanim sredinama nosi, iako privatni korisnici bunara često veruju da su podzemne vode iz privatnih bunara odličnog kvaliteta i da su njihovi izvori pouzdaniji od centralnog sistema vodosnabdevanja. Analiza podataka iz 4 velika grada, koju su sproveli Faiz Alam i Foster (2019), pokazala je da je snabdevanje iz privatnih bunara ekonomski privlačnije za korisnike i često dovodi do veće tržišne vrednosti za njihove imovine.

Međutim, iz perspektive vodovodnih preduzeća, neregulisano privatno vodosnabdevanje dovodi do ozbiljnih negativnih uticaja na njihovu potražnju i prihode i u velikoj meri otežava procenu njihovih dugoročnih potreba za vodom i buduće investicione planove. Štaviše, podzemne vode mogu igrati ključnu ulogu u prilagođavanju klimatskim promenama u gradovima koji se brzo razvijaju, pod uslovom da se njome održivo upravlja, što obuhvata i regulisanje upotrebe privatnih bunara.

#### 5. ULOGA VODOVODNIH PREDUZEĆA U UPRAVLJANJU PODZEMNIM VODAMA

Vodovodna preduzeća imaju veoma važnu ulogu u upravljanju urbanim podzemnim vodama, s obzirom

Saharan Africa and Latin America are using private in-situ waterwells to meet their water needs (Faiz Alam & Foster, 2019). However, urban self-supply is not usually adequately addressed by public policy. The highly diverse perspectives of private waterwell users and public water-utilities are poorly appreciated, and private groundwater use tends to pass unnoticed by official water-supply statistics or the phenomenon is not recognised at all by government (Foster et al., 2015).

There are concerns about the health risks of groundwater obtained by private self-supply in urban environments, although private waterwell users often believe that their groundwater is excellent and their sources are more reliable than the water-utility supply. Analysis of data from 4 large cities by Faiz Alam & Foster (2019), showed that the supply from private waterwells is more attractive economically to users and also often results in a higher market value for their property.

However, from the perspective of water utilities unregulated private self-supply is leading to serious impacts on their demand and income, and greatly complicates estimation of their long-term water needs and future investment plans. Moreover, groundwater can play a key role in climate-change adaptation in rapidly growing cities, provided that it is sustainably managed and this includes a need for regulation of private use.

#### 5. ROLE OF WATER UTILITIES IN GROUNDWATER MANAGEMENT

Water utilities have a highly important role to play in urban groundwater management, as the major stakeholders in the resource. Now days they also have to accept their growing role in securing climate-change resilience through adaptive groundwater management at the practical operational level. Unfortunately, the investigations performed by IWA-Groundwater Management Group indicated that adaptive groundwater management by water utilities to a climate change pressures is not widespread but rather rare (Foster et al., 2020b).

The Group prepared a questionnaire for water utilities on groundwater dependency, management and protection, and the results suggested that most water-utility managers are occupied with day-to-day issues and don't have capacity for developing robust conjunctive resource solutions. There is also shared jurisdiction on groundwater resources management with other governmental bodies, negligence over the importance of groundwater protection measures,

da su u ovom procesu glavni akteri. Danas oni takođe moraju da prihvate svoju rastuću ulogu u obezbeđivanju otpornosti na klimatske promene kroz adaptivno upravljanje podzemnim vodama na praktičnom operativnom nivou. Nažalost, istraživanja sprovedena od strane *IWA Grupe za upravljanje podzemnim vodama* su pokazala da adaptivno upravljanje podzemnim vodama od strane vodovodnih preduzeća u uslovima klimatskih promena nije široko rasprostranjeno već prilično retko (Foster i sar., 2020b).

*IWA Grupe za upravljanje podzemnim vodama* je pripremila upitnik za vodovodna preduzeća o zavisnosti, upravljanju i zaštiti podzemnih voda, a rezultati sugerišu da je većina menadžera vodovodnih preduzeća zaokupljena svakodnevnim problemima i da nema kapacitet za razvoj robusnih resursnih rešenja. Takođe, uočeni probeli su: zajednička nadležnost za upravljanje resursima podzemnih voda sa drugim državnim organima, zanemarivanje važnosti mera zaštite podzemnih voda, kao i nedovoljno vremena za primenu novih tehnika za razvoj adekvatnih dugoročnih planova za vodosnabdevanje (Foster i sar., 2020b). U budućnosti će svakako biti potreban proaktivan pristup vodovodnih preduzeća, uključujući njihovo preuzimanje centralne uloge u zaštiti izvorišta podzemnih voda kako bi se osiguralo održivo vodosnabdevanje bezbednom vodom za piće. Kao glavni akter u upravljanju urbanim podzemnim vodama, vodovodna preduzeća moraju da se povežu sa svim zainteresovanim stranama, kako bi kreirali nacionalnu strategiju za upravljanje podzemnim vodama.

## 6. PREPORUKE ZA BUDUĆE AKTIVNOSTI

Na kraju ovog kratkog pregleda rada *IWA-Grupe za upravljanje podzemnim vodama* mogu se izvući sledeće preporuke:

- Potrebna je uložiti u vreme, znanje i novac u adekvatno upravljanje resursima podzemnih voda javnog vodosnabdevanja da bi se obezbedila održiva budućnost ovog važnog resursa.
- Neophodno je da se podzemne vode u urbanim sredinama posmatraju kao obavezni element pri planiranju radova i proširenja infrastrukture, tako da se ovaj aspekt urbane sredine bolje integriše u proces razvoja.
- Postoji hitna potreba da kreatori javnih politika prepoznaju vodosnabdevanje iz privatnih bunara u brzorastućim gradovima i razviju politike za efikasno upravljanje ovim resursom.
- Od suštinskog je značaja za gradska vodovodna preduzeća da proaktivno učestvuju u zaštiti svojih izvorišta podzemne vode.

Kao opšti zaključak možemo reći da podzemne vode mogu imati kritičnu ulogu u bezbednom vodosnabdevanju i budućoj adaptaciji na klimatske promene, ali da bi se to omogućilo sada je potrebno sprovesti odgovarajuće aktivnosti za zaštitu ove vrste resursa.

insufficient time for implementing new techniques for the development of adequate long-term plans for water-supply (Foster et al., 2020b). A proactive approach by water utilities will definitely be required in the future, including them taking a central role in groundwater source protection to ensure sustainable safe drinking water. As the main stakeholder in urban groundwater, water utilities need to connect with all interested parties, such as municipal or provincial government, and environmental ministries to create a national strategy for groundwater monitoring.

## 6. FUTURE PERSPECTIVES

In the end of this short overview of the *IWA-Groundwater Management Group* work the following recommendations can be drawn:

- Investments in time, knowledge and money devoted to adequate management of groundwater resources of public water supply are needed to provide a sustainable future for this critical resource.
- Groundwater in urban areas need to be considered and city planners need to better integrate this aspect of the urban environment into the development process.
- There is an urgent need for public policy makers to recognize private self-supply from groundwater in fast growing cities and develop policies to manage it effectively.
- It is essential for urban water utilities to participate proactively in the protection of their groundwater sources.

As a general conclusion we can say that groundwater can have a critical role in safe water supply and future climate-change adaptation, but action to protect the resource worldwide is needed now.



#### LITERATURA / REFERENCES

1. Faiz Alam M., Foster S. (2019) Policy Priorities for the Boom in Urban Private Wells. *IWA The Source* 54-57:
2. Foster S., Gogu R., Gathu J. (2019) Urban Groundwater - Mobilizing Stakeholders to Improve Monitoring. *IWA The Source* 58-62.
3. Foster S. Mielby S., Hirata R., Tubić A., Gathu J. (2020a) Groundwater Quality Management for Urban Supply Security. *IWA The Source*, 19, 45-49.
4. Foster S., Gathu J., Eicholz M., Hirata R. (2020b) Climate Change: The Utility Groundwater Role in Supply Security. *IWA The Source*, 18, 50-54.