

## **Koncept izrade hidrogeoloških podloga za planove upravljanja rečnim slivovima**

### **Conception of Creating Basic Documents in Hydrogeology for River Basin Management Plans**

Zoran Stevanović<sup>1</sup>, Veljko Marinović<sup>1</sup>, Selma Merdan<sup>2</sup>, Ferid Skopljak<sup>3</sup>, Boban Jolović<sup>4</sup>

**Ključne reči:** podzemne vode, vodno telo, pritisci, Okvirna direktiva za vode EU, Plan upravljanja riječnim slivom

#### **Apstrakt**

Najvažniji dokument na kome se temelje propisi većine evropskih zemalja i strategije upravljanja vodnim resursima uključujući podzemne vode, je Okvirna direktiva za vode Evropske Unije. Njen koncept treba da se bazira na predostrožnosti i preventivnim akcijama, a koje bi u pogledu voda obezbedile njihov "dobar" status do 2015, ili najdalje do 2027. U tom cilju Okvirna direktiva propisuje potrebu izrade Programa mera, kao i Planova upravljanja rečnim slivovima. Planovi upravljanja treba da daju potrebne mere za popravku stanja i dugoročno održivo korišćenje vodnih resursa, uz evidentiranje zaštićenih područja i posebno zaštitu zavisnih eko-sistema. Prethodno navedeno se uspešno može realizovati izradom kvalitetnih hidrogeoloških podloga koje su neophodne za uspešnu realizaciju i implementaciju Plana upravljanja rečnim slivom. Hidrogeološka analiza treba da bude bazirana na delinaciji pojedinačnih ili grupisanih vodnih tela podzemnih voda, analizi stanja korišćenja i raspoloživih resursa podzemnih voda, postojećem monitoringu, kao i pritiscima na kvantitet i kvalitet podzemnih voda. Karte ranjivosti, hazarda i rizika akvifera su osnov na kome treba da budu bazirane mere održivog upravljanja podzemnih vodnih resursa.

#### **Abstract**

The most important document, which the most European countries' regulations and water resources management are based on, is EU Water Framework Directive. Its concept should be based on precaution and preventive actions which would provide good status in terms of water by 2015 or no later than 2027. In accordance to that goal, Water Framework Directive prescribes the need for Programmes of Measures and River Basin Management Plan. Management Plans should result with necessary measures to repair the situation and long-term sustainable use of water resources, with the recording of protected areas and groundwater dependent ecosystems protection in particular. Aforementioned can be carried out by creation of high-quality hydrogeological layers, which are necessary for successful River basin management plans realization and implementation. Hydrogeological analysis should be based on the delineation of individual or grouped groundwater bodies, analysis of

---

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, e-mail:zstev\_2000@yahoo.co.uk

<sup>2</sup> Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo

<sup>3</sup> Federalni zavod za geologiju, Sarajevo

<sup>4</sup> Geološki zavod Republike Srpske, Zvornik

the use and availability of groundwater resources, existing monitoring as well as groundwater quality and quantity pressures.

**Key words:** groundwater, groundwater body, pressures, Water Framework Directive, River basin management plans

## Uvod

Najvažniji dokument na kome se temelje propisi većine evropskih zemalja i strategije upravljanja vodnim resursima uključujući podzemne vode, je Okvirna direktiva za vode Evropske Unije usvojena oktobra 2000. godine. Dok su raniji propisi članica Evropske Unije donošeni kao preporučujući dokumenti, imali za cilj bolju zaštitu voda kroz prevenciju prisustva pojedinih supstanci u vodama (pr. nitrati), Okvirna direktiva predstavlja ključni dokument kojim su bliže određeni principi vodnog menadžmenta i monitoring, koji ima direktan uticaj ne samo na zemlje članice Unije već i na ceo evropski prostor. Tako su i zemlje nečlanice u većinu svojih propisa o vodama ugradile koncept i rešenja ove Direktive. koje su usmerene na očuvanje, zaštitu i poboljšanje kvaliteta okoline u smislu razumne i racionalne upotrebe prirodnih resursa. Koncept treba da se bazira na predostrožnosti i preventivnim akcijama, a koje bi u pogledu voda obezbedile njihov "dobar" status do 2015, ili najdalje do 2027. U tom cilju Okvirna direktiva propisuje potrebu izrade Programa mera, kao i Planova upravljanja rečnim slivovima (u daljem tekstu Planovi). Planovi treba da se izrađuju po principu od slivova većih reka ka manjim, pri čemu prvi treba da imaju internacionalni karakter i da budu koordinirani među zemljama čije granice reke presecaju.

Poštujući ovaj koncept na teritoriji koja obuhvata države bivše članice SFRJ, do danas su izrađeni Plan upravljanja slivom reke Dunav (koordiniran od strane ICPDR, 2009), kao i Plan upravljanja slivom Save (ISRBC, 2013), dok je izrada planova "unutrašnjih podslivova" (termin teško primenjiv u praksi zbog gustine državnih granica u odnosu na slivna područja) završena (pr. Hrvatska), u toku je (BiH), sprovedena je na pilot područjima (Srbija) ili se priprema (Crna Gora). Planovi upravljanja su zapravo osnovni dokumenti vodnog zakonodavstva koji određuju principe korišćenja i zaštite vodnih resursa i predstavljaju alternativu nekadašnjim vodoprivrednim planovima. Osnovna razlika je da su sada osnovne jedinice slivovi, a ne više države kao subjekti upravljanja vodnim resursima.

U svim zemljama na prostoru bivše SFRJ dominira snabdevanje vodom za piće iz podzemlja. Kaptirane su bogate izdani formirane u aluvijonima velikih reka ili brojni jaki karstni izvori. Crna Gora je među svetskim rekorderima u pogledu korišćenja karstnih izdani (preko 90% zahvaćenih voda je iz karsta), dok je Bosna i Hercegovina rekorder po broju jakih karstnih vrela na jedinicu površine teritorije. Ove činjenice opredeljuju i obavezu izrade Planova koji uvažavaju specifičnosti terena u slivovima koji su predmet analiza, kao i lokalnih hidrogeoloških uslova.

Planovi upravljanja treba da daju ocenu sadašnjeg stanja korišćenja vodnih resursa, ocenu pritiska na kvantitet i kvalitet voda, organizaciju monitoringa, kao i potrebne mere za popravku stanja i dugoročno održivo korišćenje vodnih resursa, uz evidentiranje zaštićenih područja i posebno zaštitu zavisnih eko-sistema.

## Metode istraživanja i ispitivanja

Imajući u vidu neophodnost kvalitetnih podloga za uspešnu realizaciju planova upravljanja, postavlja se logično pitanje: Kako formirati adekvatne podloge za ocenu stanja i predloga mera u Planovima? Osim navedenog generalnog pristupa, ne postoji precizno uputstvo kako oceniti pritiske i definisati optimalnu monitoring mrežu usklađenu sa ekonomskim mogućnostima zemlje i korisnika voda, kao i lokalnim hidrološkim i hidrogeološkim uslovima. Ovde predloženi koncept odnosi se na komponentu podzemnih voda i ocenu hidrogeoloških uslova.

1. **Veličina sliva i vodna tela.** Okvirna direktiva je uspostavila hijerarhiju, sa kojom raste i nivo detaljnosti podataka i potrebnih analiza: A. Krovni nivo (najveći sliv, internacionalni); B. Podsliv (nacionalni nivo); C. Područni jedinični slivovi (unutrašnji slivovi pritoka). Takav koncept primenjen je i u Planu koji je izradio ICPDR za sliv Dunava, i u kome se razrađuju samo generalni principi, dok je 19 pridruženih država-članica u obavezi da pripremi Planove usklađene sa generalnim. Delineacija vodnih tela podzemnih voda koje su bile predmet analiza ICPDR obuhvataju samo prekogranična vodna tela. Na nivou B. vodna tela podzemnih voda treba da se grupišu i promatraju kao hidrogeološke celine (isti ili slični tipovi izdani, moguće i međusobno odeljeni). Ipak, u Vodiču ODV o identifikaciji vodnih tela (*Guidance document no.2*) se takođe navodi da ne postoji eksplicitna "šema" po kojoj se izdvajaju vodna tela, budući da njihova delineacija zavisi od brojnih faktora koji se umnogome razlikuju od slučaja do slučaja. Tako, ukoliko se posmatra kvantitet izdani, Vodič preporučuje da bi trebalo izdvojiti svaku izdan iz koje se može zahvatiti prosečno 10 m<sup>3</sup> vode dnevno, što je dovoljno za vodosnabdevanje više od 50 osoba. Ako bi se ta preporuka primenila na svaku državu potpisnicu ODV, broj izdvojenih vodnih tela u nekim državama bi prevazilazio i više hiljada (Stevanović, 2011), što je praktično nemoguće pratiti. Iz tih razloga, u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama EU, predložena metodologija delineacije vodnih tela bi mogla podrazumevati sledeći koncept:

- Vodna tela se grupišu u veće celine (Grupe vodnih tela podzemnih voda – **GVTPV**) spajanjem manjih vodnih tela i uvažavajući rezultate prethodnih analiza, po dva kriterijuma:
  - po osnovi istovetne ili slične hidrogeološke funkcije (akviferi istog tipa poroznosti koji mogu biti i međusobno odeljeni lateralno ili u vertikalnom profilu, nepropusnim ili slabije propusnim stenama, ali čine jednu funkcionalnu celinu);
  - po osnovi regionalne povezanosti (akviferi različitog tipa poroznosti, ali u neposrednom ili bliskom kontaktu). Na taj način izbegava se izdvajanje vrlo malih tela podzemnih voda i ona se za potrebe izrade Plana jednog većeg rečnog sliva koji je regionalnog karaktera, posmatraju kao veće celine, što ima svog značaja i u analitičkom, ali i finansijskom smislu (pr. kod uspostavljanja monitoring mreže).

Pri izradi planova upravljanja na nižim nivoima (podslivovi) moguće je vršiti dalja raščlanjavanja ili prihvatiti rezultate prethodno izvršenih analiza sa izdvojenim vodnim telima (VTPV), kako je to na primer učinjeno u Srbiji (*Pravilnik o utvrđivanju površinskih i podzemnih vodnih tela*). U svakom slučaju potrebna je revizija i verifikacija granica VT i u

skladu sa ODV to je kontinualni proces, usaglašen sa raspoloživim sredstvima za nova istraživanja i organizaciju monitoringa, tj. ispunjavanje ciljeva koje nameće ODV.

- Sva izdvojena vodna tela podzemnih voda na konkretnom području u ranije vršenim analizama bi trebalo u potpunosti uključiti u nove izdvojene GVTPV.
- Grupama vodnih tela se određuju i pripadajuće slivne površine koje nisu akviferi, ali se sa njih voda kreće u pravcu akvifera i na taj način se vrši prihranjivanje i izmena kvantitativnih i kvalitativnih parametara. Ovaj priključeni, tzv. *alogeni dio sliva* treba da se posebno označava na kartama i tretira u analitičkim tabelama.
- GVTPV se izdvajaju i okonturuju bez obzira na političke i administrativne granice, tako da se mogu formirati tri kategorije GVTPV: *interna* (I) koja u potpunosti pripadaju određenoj pokrajini, regiji, kantonu, entitetu i drugom vidu pravnog uređenja zemlje za koju se radi plan upravljanja, *interentitetska* (IE) koja zahvata dve ili više pokrajine, regije, kantona, entiteta i druge vidove pravnog uređenja zemlje za koju se radi plan upravljanja i *međudržavna* (TBA) koja bi obuhvatila GVTPV koja se prostiru na teritoriji dve ili više države.
- Granice GVTPV prate konture geoloških jedinica tj. hidrogeoloških celina (akvifera) i moraju u skladu sa ODV EU biti pridružene odgovarajućem rečnom slivu. U slučaju nepoklapanja površinske i podzemne vododelnice, vodi se računa da prioritet ima podzemna vodoelnica i da se odgovarajuća korekcija granice GVTPV sugeriše i pri okonturivanju predmetnog i susednog sliva.
- U slučaju razlika u litološkom sastavu terena na različitim geološkim i hidrogeološkim kartama koje se koriste kao podloge, a koje imaju za posledicu i nesaglasnosti u oceni vodonosnosti akvifera, tj. granica GVTPV, predlažu se u fazi izradi planova upravljanja na nivou manjih slivova, odgovarajuća usaglašavanja sa stručnjacima za ovu oblast.
- Takođe, u okviru određenih GVTPV mogu se razmatrati i dublji akviferi, prevashodno oni koji se eksploatišu. U skladu sa ODV tela podzemnih voda dubokih izdani bi trebalo izdvajati samo na područjima gde se duboki akviferi koriste (ili će se koristiti u budućnosti) i gde postoji mogućnost da bude ugrožen njihov status. Tela podzemnih voda dubokih akvifera ne bi trebalo izdvajati u slučajevima kada se ne koriste za zahvatanje podzemnih voda, kada nisu ugrožena, kada ne utiču na površinske eko sisteme i kada nisu pogodna za zahvatanje za potrebe vode za piće zbog neodgovarajućeg kvaliteta ili neekonomičnosti takve eksploatacije.
- Takođe, radi pojednostavljenja, u delovima terena gde postoji hidraulička veza između podinskih, uglavnom neogenih sedimenata i povlatnih terasnih ili aluvijalnih kvartarnih naslaga ne treba izdvajati posebna VT.

**2. Pritisici na kvanitet.** Najbolji način za ovu ocenu je utvrđivanje odnosa eksploatisanih količina u odnosu na obnovljive (prirodno i veštački) rezerve podzemnih voda. Praktični problem može biti nedostatak podataka o režimu izdašnosti ili oscilacija nivoa, kao i nepouzdanost ocene eksploatisanih količina. Bilansne metode su najpodesnije za ocenu veličine obnovljivih resursa, i s obzirom da se za potrebe izrade Planova ne sprovode nova istraživanja, istorijski podaci su nužno jedini izvor informacija. Imajući pomenuto u vidu,

treba istaći da metodologija bilansiranja ne može biti uniformna, budući da se koncept razlikuje zavisno od tipa izdani.

- Kao osnovne hidrogeološke sredine mogu se izdvojeno posmatrati i analizirati dve sredine za koje se moraju razviti posebne metodologije:
  - Hidrogeološka sredina u okviru stena sa disolucionom ili pukotinskom poroznošću, karstni tip izdani u karbonatnim stenama, kao i pukotinski tip izdani u magmatskim i metamorfnim (ređe i sedimentnim) stenama.
  - Hidrogeološka sredina u okviru stijena sa intergranularnom poroznošću, u aluvijonima i terasnim naslagama, uglavnom sa slobodnim nivoom, kao i u neogenim sedimentima basenskih struktura pretežno sa nivoom pod pritiskom.
- Za prelazne ili kombinovane tipove koji uključuju stijene heterogene poroznosti ili kompleks litoloških članova metodologija se mora prilagoditi i usaglasiti prema preovlađujućem akviferu u tom kompleksu, ali se na oba dijela primenjuju različite metodologije za ocjenu rezervi, i konačan rezultat dobija kao njihova zbirna rezultanta.

Sam proračun rezervi bi u karstu zavisio od odnosa ulaznih (prihranjivanja izdani vodama od atmosferskih taloga, kao i površinskih i podzemnim doticajem iz susednih slivova ili ležišta) i izlaznih (površinski otcijaj i evapotranspiracija, isticanje preko vrela, podzemno isticanje i evaporacija sa nivoa izdani, veštačka eksploatacija) komponenata, gde se bilansiranje po pravilu vrši za najmanje jedan hidrološki ciklus, odnosno najčešće za prosečnu hidrološku godinu, posebno ako se raspolaze ograničenim obimom podataka koji zahteva „osrednjavanje“. Sa druge strane, kad su u pitanju intergranularni akviferi, najbolje je da se koristi kombinacija metoda, koja podrazumeva ocenu geometrije akvifera (površina rasprostranjenja, debljina) i efektivne poroznosti (dela stenske mase koja je u stanju da akumulira i propusti podzemne vode). Za determinaciju pritiska, mogu se definisati tri kategorije – *Nije pod pritiskom (Not at risk)*, *Potencijalno pod pritiskom (Potentially at risk)* i *Uslovno pod pritiskom (Conditionally at risk)*. Usvojeni kriterijum za definisanje kvantitativnog pritiska je procenat iskorišćenja podzemnih vodnih resursa u odnosu na raspoložive i obnovljive u okviru GVTPV: Ukoliko je prosečna eksploatacija podzemnih voda ispod 33% rezervi, GVTPV se može smatrati da **nije** pod kvantitativnim pritiskom, eksploatacija između 33% i 66% rezervi, klasifikuje da je GVTPV **pod potencijalnim** pritiskom, a kod eksploatacije preko 66% rezervi, GVTPV je **uslovno** pod kvantitativnim pritiskom (primenjuje se restriktivniji kriterijum od uobičajenog iz razloga ekološke sigurnosti). Pojam *uslovno*, odnosi se na ona GVTPV kod kojih se analize baziraju na nedovoljno pouzdanim podacima. Ako je pak dovoljno relevantnih podataka za ocenu resursa i aktuelno korišćenje, onda se prefiks *uslovno* izostavlja.

**3. Pritisci na kvalitet.** Treba da budu sagledani što objektivnije i da budu bazirani na odnosu prirodne ranjivosti izdani i vodnih tela koja ih sublimiraju sa jedne strane, i sa druge strane hazardu proisteklom iz prisustva difuznih i punktualnih zagađivača. Rezultat treba da bude izrada karata rizika (prema difuznim i punktualnim zagađivačima) i ona treba da sadrži klasifikaciju nivoa rizika usled antropogenih aktivnosti. Tako, karta ranjivosti podzemnih voda može biti izrađena primenom neke od poznatih metoda ocene prirodne ranjivosti podzemnih voda (PI, EPIK, DRASTIC i dr.). Zavisno od primenjene metode, izrađuju se podloge prema parametrima koji se matematički množe u skladu sa usvojenim algoritmom dajući jedinstvenu kartu prirodne ranjivosti terena. Regionalne karte ranjivosti



izdani su nezamenljiva podloga ovih ocena. Pored njih, neophodno je izraditi karte hazarda prema difuznim i punktualnim zagađivačima. Za kartu difuznog hazarda korisno može poslužiti *Corine land cover map* izrađena od Evropske agencije za zaštitu životne sredine, dok za punktualni hazard je neophodno koristiti podatke o tačkastim zagađivačima čija bi "težina zagađenja" bila iskazana preko ekvivalentnog broja stanovnika (EBS). Na kraju, kombinacijom ovih karata sa kartom ranjivosti, dobija se karta rizika prema difuznim i punktualnim zagađivačima, koja je neophodna podloga na osnovu koje se procenjuje kvalitativni pritisak. Klasifikacija GVTPV prema kvalitativnom pritisku definisana je na osnovu karata rizika prema difuznim i tačkastim zagađivačima. Određivanje kategorije pritiska je izvedeno na osnovu komparacije kategorija rizika prema difuznim i tačkastim zagađivačima. Prema tom kriterijumu, kategorije *Praktično bez rizika*, *Mali* i *Umereni rizik* definišu kategoriju *Nije pod pritiskom*, kategorija *Srednji rizik* obuhvata kategoriju *Potencijalno pod pritiskom*, dok kategoriju *(Uslovno) pod pritiskom* definišu najrizičnije klase: *Veliki rizik* i *Veoma veliki rizik*.

**4. Monitoring.** Okvirna direktiva o vodama Evropske unije kao svoj glavni cilj postavlja postizanje dobrog statusa podzemnih voda. Istovremeno, ODV propisuje i metode kojima se taj status može postići i koji direktno zavisi od statusa koji je zatečen na početku implementacije Direktive. Drugim rečima, neophodno je zadržati isti status podzemnih voda, ukoliko je već nemoguće popraviti ga, odnosno nužno je sprečiti pogoršanje statusa podzemnih voda. Metodologija koju predlaže ODV u Aneksima V i II se zasniva na uspostavljanju monitoringa koji može biti dvojak, zavisno od početnog kvaliteta podzemnih voda. Tako, monitoring se može sprovoditi kao *nadzorni* (kada je kvalitet vode zadovoljavajući) i *operativni* (kada ima problema sa kvalitetom ili nadeksploatacijom). Opređenje za nadzorni ili operativni monitoring treba da bude rezultat izvršenih analiza, i njima često treba da prethodi istraživački monitoring. Nadzorni se sprovodi u cilju praćenja svih karakteristika podzemne vode koje moraju biti poznate da bi se «dobar status» zadržao, odnosno da bi se moglo preventivno delovati na sve eventualne događaje koji bi mogli ugroziti kvalitet podzemnih voda. To se odnosi na praćenje pH vrednosti, glavnih katjona i anjona, temperature, elektroprovodljivosti i sl. Frekvencija osmatračkih objekata bi obuhvatala pre svega postojeća akviferna izvorišta i veća karstna vrela. Sa druge strane, operativni monitoring podzemnih voda se mora uspostaviti kod svih GVTPV čiji status nije zadovoljavajući, odnosno u okviru GVTPV koja bi dospela u kategoriju *(Uslovno) pod pritiskom*. Okvirna direktiva o vodama EU, tačnije njen Vodič o implementaciji monitoringa (*Guidance document no. 15*) podzemnih voda, predlaže da bi operativni monitoring morao biti frekventiniji od nadzornog, tj. da bi ga trebalo sprovoditi kvartalno, odnosno po potrebi ukoliko se nepovoljan status javlja sezonski ili u intervalima. Tamo gde nema dovoljan broj podataka o kvantitetu ili kvalitetu podzemnih voda, uvodi se istraživački monitoring čiji će rezultat opredeliti kasniji koncept nadzornog ili operativnog monitoringa. Broj osmatračkih punktova treba da bude rezultat konkretnih hidrogeoloških uslova sliva, odgovarajućih standarda i iskustava uspostavljenih primenom Okvirne direktive, ali i ekonomske moći. Poslednje može da bude kompenzirano i doslednom primenom obaveza korisnika voda i koncesionara da sprovede monitoring.

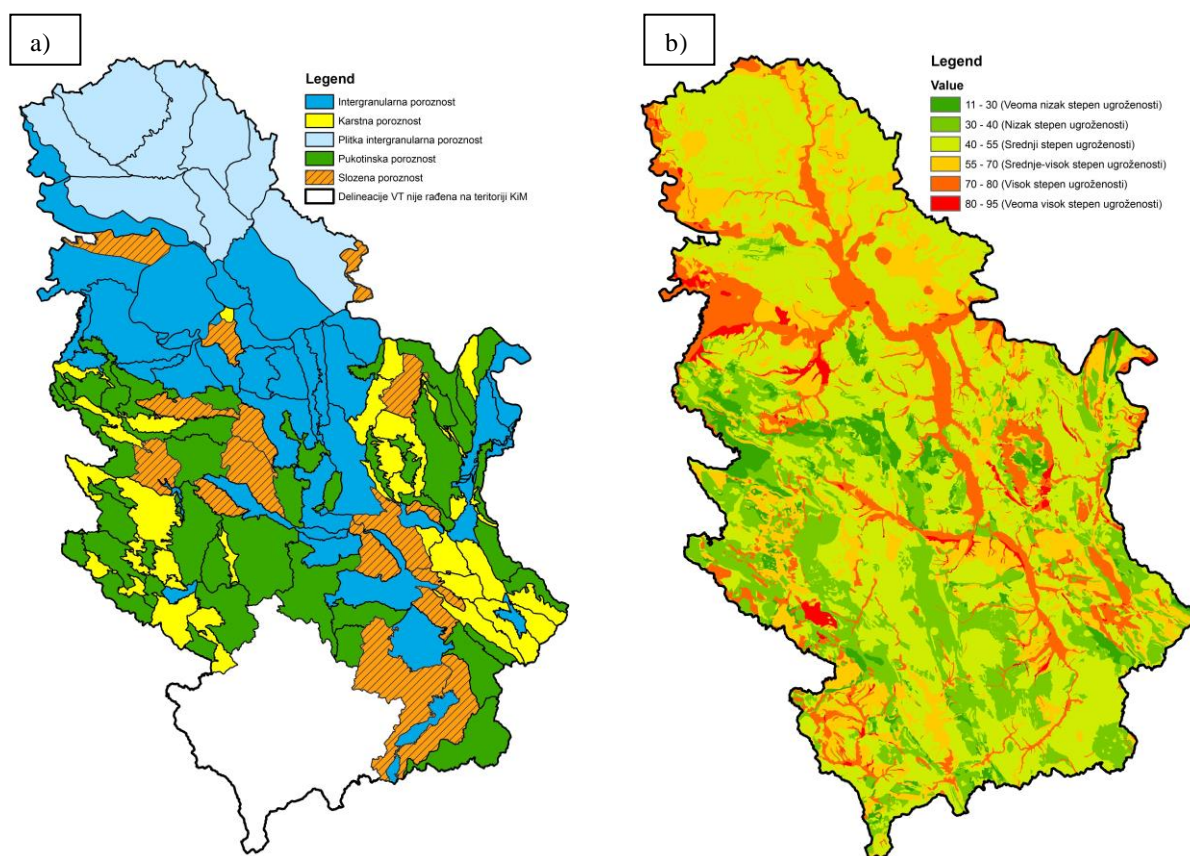
**5. Predlog mera.** Prihvatanjem koncepta i rešenja Okvirne direktive o vodama Evropske unije, zemlje u regionu su se obavezale na uspostavljanje ciljeva održivog razvoja

vodnih resursa primenom programa mera za njihovo dostizanje. Iz tih razloga, sve one su svoje zakone o vodama donele u skladu sa Direktivom, koja je integrisana u sve zakonske akte i strategije koje se tiču vodnih resursa. Dokumentom Evropske unije su precizno utvrđene sve mere koje je neophodno preduzeti da bi se postigli ciljevi koje Evropska unija predlaže po pitanju očuvanja površinskih i podzemnih vodnih resursa. Ti ciljevi su sadržani pre svega u očuvanju dobrog statusa podzemnih voda, sprečavanju pogoršavanja njihovog statusa, očuvanju terestričnih i akvatičnih ekosistema, preduzimanju mera za smanjenje emisije zagađujućih materija koje potiču od svih tačkastih i difuznih zagađivača i dr. Dostizanje standarda i ispunjavanje ciljeva Okvirne direktive je proces koji se mora odvijati sistemski, ali postepeno u skladu sa objektivnim ekonomskim mogućnostima. Pri tom, adaptabilne i preventivne mere su naravno daleko svrsishodnije (i jeftinije) od sanacionih, a jačanje svesti lokalnog stanovništva o značaju i potrebi zaštite vode, su na prvom mestu u tom setu mera.

### **Rezultati i diskusija**

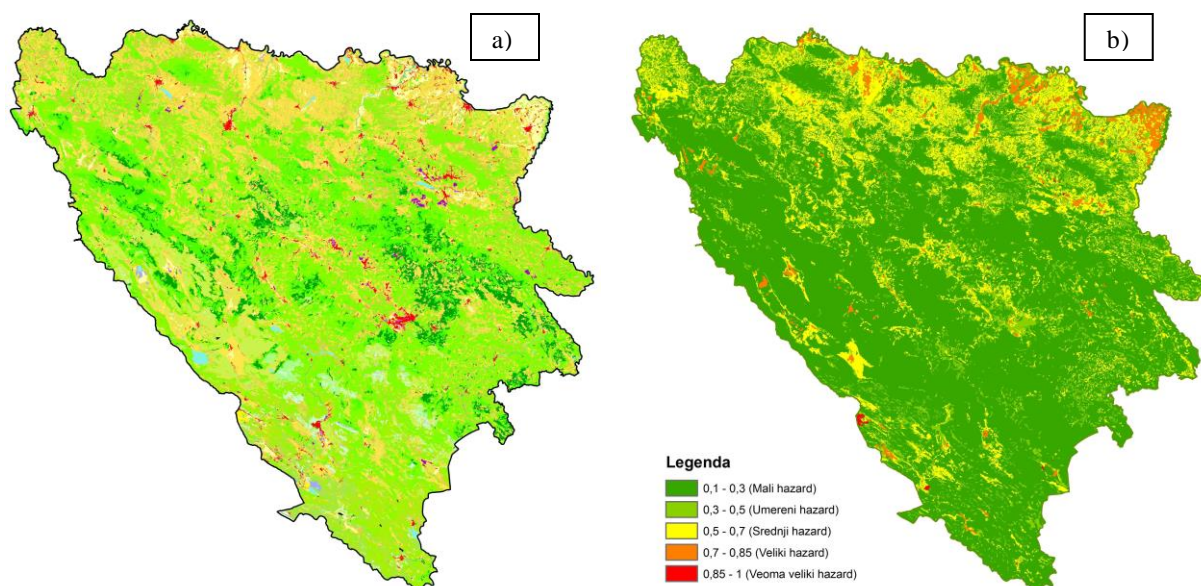
Planovi upravljanja rečnim slivovima predstavljaju osnove dokumente kojima se bliže određuje vodni resurs i način njegovog upravljanja. Tim dokumentom je neophodno pokazati kojom količinom resursa se raspolaže u okviru jednog rečnog sliva i za koje sve namene se može iskoristiti. One zavise pre svega od kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika vode, pa se tako podzemne vode mogu eksploatirati za potrebe vodosnabdevanja (što je najvažniji aspekt eksploatacije), zatim za navodnjavanje, flaširanje, rekreaciju i balneoterapiju i dr. Kao glavni ciljevi planova upravljanja rečnim slivovima postavljaju se zaštita, poboljšanje i održivo korišćenje vodnih resursa, u koje su uključene i podzemne vode. Kako je objašnjeno, delineacijom vodnih tela podzemnih voda je neophodno izdvojiti sve stenske mase sposobne da akumuliraju podzemnu vodu u određenim količinama. Takav pristup je važan sa dva aspekta – olakšava uspostavljanje monitoring sistema za praćenje kvaliteta i kvantiteta voda i ispunjava zahteve ODV koja predlaže ovakav pristup. Delineacije vodnih tela podzemnih voda su izvršene u nekim zemljama u regionu, pa je tako u prvoj iteraciji u Srbiji izdvojeno 67 VT, u Hrvatskoj svega 16, dok je najveći broj bio u Sloveniji – 50 VT. Kasnije je ovaj broj povećavan, budući i da ODV sugerise verifikaciju granica VT, pa je tako u Srbiji broj vodnih tela PV narastao na 208 (Sl. 1a), pa kasnije opet reduciran na 153 (*Pravilnik RS o utvrđivanju površinskih i podzemnih vodnih tela*). Nakon uspešne delineacije vodnih tela podzemnih voda, vrši se procena pritiska na kvalitet i kvantitet podzemnih voda. Tako, poređenjem bilansnih rezervi sa trenutnom eksploatacijom podzemne vode iz akvifera, prema predstavljanim kriterijumima se za svako izdvojeno vodno telo daje procena pritiska na kvantitet, na osnovu čega se kao rezultat može dobiti karta pritiska vodnih tela podzemnih voda u slivnom području. Nešto komplikovaniji postupak je procena pritiska na kvalitet vodnih tela, budući da uključuje više komponenata. Naime, prvo je neophodno uraditi regionalnu kartu prirodne ranjivosti terena koja će poslužiti kao osnova za procenu kvalitativnog pritiska. U Srbiji je ovaj korak uspešno primenjen, izradom regionalne karte ranjivosti IZDAN metodom (Milanović S. et al, 2010), predstavljen na sl. 1b. Nakon izrađene karte rizika, pristupa se izradi karata hazarda prema difuznim i punktualnim zagađivačima, koje će kompilacijom sa kartom ranjivosti dati karte rizika. Kako je u predstavljanju metodologije navedeno, za izradu karte hazarda bi mogla da se iskoristi CORINE mapa

upotrebe zemljišta (sl. 2a), koja bi modifikovana prema postojećim težinskim koeficijentima dala kartu hazarda prema difuznim zagađivačima (Sl. 2b). Sa druge strane, karta hazarda bi podrazumevala prikupljanje lokacija i težinskih vrednosti (izraženih preko EBS) punktualnih zagađivača. Tako, glavni rezultat pritiska na kvalitet bi bilo 5 finalnih karata: Karta ranjivosti, Karta hazarda prema difuznim zagađivačima, Karta hazarda prema punktualnim zagađivačima, Karta rizika prema difuznim zagađivačima i Karta rizika prema punktualnim zagađivačima. Tako, za svako posebno vodno telo bi se mogla odrediti ranjivosti, hazard i rizik na osnovu kojih bi se lako procenio kvalitativni pritisak prema gore pomenutim kriterijumima.



Slika 1. a) Karta izdvojenih vodnih tela podzemnih voda u Srbiji (bez KiM) (prema podacima Pravilnika Republike Srbije o utvrđivanju površinskih i podzemnih vodnih tela); b) Karta prirodne ranjivosti podzemnih voda na teritoriji Srbije (Milanović S. et al. 2010)





Slika 2. a) CORINE land cover map za teritoriju Bosne i Hercegovine; b) Karta hazarda za teritoriju BiH prema CORINE karti i težinskim koeficijentima iz Čenčur-Curk et al. 2014.

Jedan od glavnih rezultata planova upravljanja vodnim resursima jeste uspostavljanje adekvatne monitoring mreže koja će davati pouzdane podatke o kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama podzemnih voda. Definisane mreže monitoringa je neophodno obaviti na osnovu rezultata prethodnih analiza koje bi podrazumevala ocenu pritiska na kvalitet i kvantitet podzemnih voda. Tako, pomenute analize bi pokazale koji akviferi su najranjiviji i najugroženiji na zagađenje, odnosno iz koga se crpi više vode nego što su realne njegove rezerve. Dalje, upravo u područjima tih akvifera bi primarno trebalo locirati osmatračke objekte. Lokacije bi trebalo uspostaviti tako da se monitoring mreža uspostavi u okviru postojećih izvorišta i karstnih vrela, što umnogome olakšava i pojeftinjuje implementaciju prijedloga monitoringa podzemnih voda koji je postavila Evropska unija u svojoj Okvirnoj direktivi. Ukoliko ne postoji adekvatno karstno vrelo ili izvorište u okviru takvog VT, neophodna je izrada osmatračkih bušotina – piježometara. Kako je u prethodnom tekstu rečeno, frekvenciju osmatranja bi trebalo uskladiti sa trenutnim statusom vodnog tela, odnosno statusom koji se želi postići. Tako, kvalitativni monitoring bi trebalo uspostaviti svakodnevno u okviru izvorišta koja su u funkciji snabdevanja pijaćom vodom, budući da je to obaveza vodovoda. Sa druge strane, osmatranje kvaliteta na karstnim vrelima može biti i ređe ukoliko je reč o operativnom monitoringu. Pored toga, frekvencija osmatranja u okviru kvantitativnog monitoringa može varirati od praktično svakodnevnog (potrebno u karstu kod izvora sa izraženim amplitudama izdašnosti, ili tokom i nakon intenzivnih kišnih epizoda) do najmanje jednog osmatranja mesečno (artesiani akviferi). Optimalni slučaj jeste kontinualno osmatranje nivoa podzemnih voda preko specijalnih uređaja (dajvera) koji mere i prevode zapis o pritiscima vodenog stuba u nivoe PV, i kojima se može zadavati željeni vremenski korak na osnovu koga će biti beleženi ovi rezultati (data logger). Kao zaključak, trebalo bi reći da je formiranje monitoring mreže proces koji treba obaviti u etapama u zemljama u razvoju ili ekonomskoj tranziciji, najviše iz finansijskih razloga. Sa tog aspekta, neophodno bi bilo prvo formirati osmatračku mrežu na karstnim vrelima najveće izdašnosti, odnosno u

okviru najproduktivnijih slojeva integranularnog tipa poroznost i u dolinama većih rečnih tokova koji se koriste za potrebe vodosnabdevanja stanovništva.

Na kraju, svaki plan upravljanja bi rezultirao predlogom mera koje je neophodno preduzeti da bi se postigao ili očuvao dobar status podzemnih vodnih tela, kako ga definiše Okvirna direktiva o vodama EU. Tako, postavljaju se dva cilja koje je neophodno postići primenom određenih mera:

- *Cilj upravljanja u domenu kvantiteta resursa podzemnih voda:* Održati nivo eksploatacije za GVTPV koja nisu pod kvantitativnim pritiscima, ili su samo pod potencijalnim pritiscima, dok je za GVTPV koja su uslovno pod pritiskom potrebno predvideti mere dostizanja dobrog statusa, tj. smanjenja pritiska.
- *Cilj upravljanja u domenu hemijskog statusa podzemnih voda:* Održati dobar status za GVTPV koja nisu pod kvalitativnim pritiscima, dok je za GVTPV koja su uslovno pod pritiskom ili potencijanim pritiskom, potrebno predvideti mere dostizanja dobrog statusa, kroz smanjenje pritiska koje uključuje prevenciju zagađivanja, popravku kvaliteta, sistematsku zaštitu i monitoring podzemnih vodnih resursa.

Osnovne mere su sadržane u Aneksu VI Okvirne direktive o vodama EU (Deo A i B). Te mere se pre svega odnose na uspostavljanje optimalnih kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika podzemnih voda, odnosno za postizanje dobrog statusa koji je ODV postavila kao cilj. Tako, sa aspekta kvantiteta neophodno je urediti proces izdavanja vodnih dozvola i koncesija kojima se pravnim ili fizičkim licima daje pravo na korištenje resursa na tačno utvrđen broj godina. Ovim dokumentom se jasno ističe optimalna količina vode koja se sme eksploatirati iz akvifera, odnosno lokacija eksploatacionog objekta, namena vode, način i uslovi eksploatacije i dr. Predložene mere za ostvarenje zacrtanih ciljeva za ove GVTPV treba da uključuje analizu i smanjenje gubitaka u sistemima vodosnabdevanja, ocenu mogućnosti aktiviranja novih izvorišta, kao i veštačkog prihranjivanja i inženjerskih mera kontrole proticaja karstnih izvora. Takođe, trebalo bi uspostaviti obavezu izvještavanja nadležnih organa (agencija za vodu i dr.) od strane svih nosioca vodoprivrednih dozvola i koncesija, u kojima bi se kontinuirano predstavljali podaci o kvantitetu podzemnih voda. Sa druge strane, program mera koje bi tretirale kvalitativne karakteristike podzemnih voda bi uključivale kontrolu, kao i tretman ili sanaciju dve vrste zagađivača: tačkastih i difuznih. Tako, mere koje treba preduzeti sa aspekta tačkastih zagađivača se ogledaju u tretmanu zagađujućih materija na samom izvoru zagađenja, odnosno primenom principa „zagađivač plaća”. Prvi pristup se odnosi na sva postrojenja koja ispuštaju otpadne vode. Ovakav vid potencijalnog zagađenja se može kontrolisati izdavanjem vodoprivredne dozvole kojom se precizno određuju uslovi pod kojima se otpadna voda može ispustiti, kao i inspeksijskim nadzorom nad primenom ograničenja i uslova sadržanih u dozvoli. Ti uslovi podrazumevaju maksimalno dozvoljene količine otpadnih voda koje se smeju upustiti, granične vrednosti koncentracija određenih supstanci koje se smeju naći u podzemnoj vodi, a koje sadrži otpadna voda, kao i obavezno praćenje i osmatranje kvalitativnih karakteristika podzemnih voda koje mora biti obaveza nosioca vodoprivredne dozvole i izveštavanje nadležnih agencija za zaštitu životne sredine. Pored tačkastih zagađivača, program mera za tretman difuznih zagađivača bi se u najvećoj meri odnosio na redukovanje sadržaja nitrata na poljoprivrednim obradivim površinama, gde je neophodno preduzeti mere kojima bi se ograničio unos pesticida i aditiva koji služe za povećanje prinosa poljoprivrednih kultura. Posebna pažnja treba biti usmerena na deponije i odlagališta otpadnog materijala, koja su veoma često na

najugroženijim mestima i koji je tretiran na neadekvatne načine. Ovakva mesta bi mogla da se efikasno eliminišu ili bar kontrolišu izgradnjom posebnih deponija čvrstog otpada na kojima bi se na precizno propisane načine odlagao sav otpadni materijal.

### **Zaključak**

Izradom planova upravljanja vodnih resursa u okviru rečnih slivova ispunjava se jedan od važnih preduslova za adekvatnu i racionalnu eksploataciju vodnih resursa za različite potrebe, među kojima su i podzemne vode. Planovi upravljanja pored određivanja socio-ekonomskih i drugih analiza, uključuju i određivanje hidrogeoloških karakteristika podzemnih voda, kao jednog od bazičnih preduslova za uspešnu realizaciju plana. Određivanje hidrogeoloških podloga se bazira na konceptu izrade podloga na osnovu kojih će se bliže odrediti karakteristike podzemnih voda. One su sadržane u delineaciji vodnih tela, određivanju pritisaka na kvalitativne i kvantitativne karakteristike, predlogu monitoringa i mera. Ove podloge bi morale rezultirati uspostavljanjem adekvatne osmatračke mreže koja će dati pouzdane podatke o statusu vodnog tela. Takođe, monitoring podzemnih voda bi uz predložene mere za prevenciju pogoršanja statusa PV, predstavljao glavni pokazatelj stanja podzemnih voda i mogućnosti njihovog iskorišćenja za različite potrebe.

### **Literatura**

1. Čenčur Curk, B. (Ed) (2014): CC – WARE Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, WP3 – Vulnerability of Water Resources in SEE, annual report
2. CORINE land use map, European Environment Agency, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)
3. European Commission, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
4. ICPDR (2009): Danube River Basin Management Plan, Vienna Austria, [www.icpdr.org](http://www.icpdr.org)
5. ISRBS (2013): Sava River Basin Management Plan, Zagreb, Croatia, [www.savacommission.org](http://www.savacommission.org)
6. Milanović, S., Stevanović, Z., Đurić, D., Petrović, T., Milovanović, M. (2010): Regionalni pristup izradi karte ugroženosti podzemnih voda Srbije – nova metoda “IZDAN”; In: Zbornik radova XV Kongresa geologa Srbije, pp. 585 – 590, Beograd
7. Pravilnik o utvrđivanju površinskih i podzemnih vodnih tela, Službeni glasnik Republike Srbije 30/10
8. Stevanović, Z. (2011): Menadžment podzemnih vodnih resursa, Univerzitet u Beogradu, RGF, Departman za hidrogeologiju, Beograd, pp. 340
9. WFD CIS Guidance Document No. 15 (2007). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance on Groundwater Monitoring, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.
10. WFD CIS Guidance Document No. 2 (2003). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Identification of Water Bodies, Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, Belgium.