

**RANJIVOST VODNOG TIJELA PODZEMNIH VODA
SJEVEROZAPADNOG DIJELA TUZLANSKOG PODRUČJA**

**THE VULNERABILITY OF UNDERGROUND WATER BODIES OF
WATER NORTH-WEST PART OF THE TUZLA AREA**

**Dr.sc.Izet Žigić, vanredni profesor
Rudarsko-geološko-građevinski fakultet
Tuzla**

**Dr.sc.Dinka Pašić-Škripić, vanredni profesor
Rudarsko-geološko-građevinski fakultet
Tuzla**

REZIME

U hidrogeološkom pogledu, na području Tuzlanskog područja, vladaju vrlo složeni odnosi. Složenost tih odnosa proizilazi iz uslova zalijeganja pojedinih litoloških članova, složenoj tektonici, kao i heterogenosti u pogledu hidrogeološke funkcije pojedinih tipova stijena. Dosadašnja istraživanja utvrdila su postojanje više hidrogeoloških cjelina, odnosno vodnih tijela podzemne vode sa dva tipa poroznosti. Posljednjih godina na ovom području, lokalno su izvedena značajna hidrogeološka istraživanja u cilju rješavanja vodosnabdijevanja, kako za potrebe gradskih, tako i seoskih naselja. Veći stupanj hidrogeoloških istražnih radova stvara pretpostavke za bolje pozicioniranje i određivanje karakteristika izvorišta, pri čemu dobivena saznanja treba iskoristiti za očuvanje ovih resursa..

Ključne riječi: vodna tijela, ranjivost, pitke vode, sedimenti, GOD-metoda, hidrogeološka jedinica, rejon.

SUMMARY

In Tuzla basin the hydrogeological conditions are very compound, how the layering conditions of some litologic structures, which are very heterogeneous in its hydrogeologic function, and its tectonic which was affected in drainage and water intake recharge term. Because of these facts there were practised several diverse hydrogeological researches, which could be recorded, explored and exploited for the population stand demands, but also for other aims.

Bigger stage of hydrogeological exploration works reservates a better positioning and characterizing of springs, in assignment of constant resources preservation in domain by regional growing of municipalities on the conton, which gives the basic for adequate and qualitative protection of ground water bodies.

Key words: hydrogeological characteristics, water-bearing, vulnerability, intergranular media, water body.

1. UVOD

Prirodna i administrativna ograničenja područja Tuzlanskog kantona uslovljavaju izvajanje tri hidrogeološke cjeline sa svojim specifičnostima, i to:

1. Sjeverni dio kantona (Majeвица-Gradačac) unutar koga egzistiraju:
 - a) Posavski hidrogeološki rejon, gdje se mogu izdvojiti:
 - Hidrogeološka jedinica područja koje se proteže sjeverno od Gradačca, i
 - Hidrogeološka jedinica Turić-Zagoni (plato D.Hrgovi-Vučkovci-Mionica)
 - b) Majevički hidrogeološki rejon
2. Središnji dio kantona (region Tuzle-dolina Spreče) unutar koga egzistiraju:
 - a)Hidrogeološki rejon, sliv rijeke Spreče od brane Modrac
 - b) Hidrogeološki rejon, (sjeverozapadno od rijeke Spreče i Lukavice i nizvodno od brane Modrac)
 - c)Hidrogeološki rejon tuzlanskog bazena, gdje se mogu izdvojiti:
 - Hidrogeološka jedinica, soni bazen Tuzla-G.Tuzla
 - Hidrogeološka jedinica, krekanski ugljeni bazen
 - d) Ozrensko-Konjuški hidrogeološki rejon
3. Južni dio kantona (južni obod Sprečkog polja-do južne granice kantona)

U ovom radu su dati rezultati istraživanja ranjivosti vodnih tijela sjeverozapadnog dijela tuzlanskog područja, sa ciljem pravilnog pristupa rješavanja problema ugroženosti podzemnih voda od zagađenja, odnosno donošenja kvalitetnih planova za korištenje ovog terena za različite svrhe.

2. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA SA PROCJENOM RANJIVOSTI VODNIH TIJELA PODZEMNIH VODA

Karte ranjivosti podzemnih voda predstavljaju osnovu za kvalitetnu zaštitu podzemnih voda (slika 1). One predstavljaju bitan faktor kod prostornog planiranja, kako izgradnja ne bi uzrokovala negativne uticaje na kvalitet podzemnih voda. Zbog toga one, uz druge karte kao što su karte potencijalno zagađujućih materija podzemnih voda, pomažu da se identifikuju mogući rizici. Određivanje rizika ima značajnu ulogu u zaštiti podzemnih voda. Samo ocjenjivanje ranjivosti podzemnih voda na zagađenje varira, kako u prostoru, tako i po složenosti od jednostavnih i relativno jeftinih pristupa, do strogih kvantitativnih i skupih procjena. Osjetljivost akvifera je mjera koja pokazuje sa kojom lakoćom voda ulazi u akvifer i kreće se kroz njega, što predstavlja karakteristiku samog akvifera krovinskih sedimenata, odnosno ukupnih hidrogeoloških uslova i nezavisan je od hemijskih karakteristika mogućih zagađivača i izvora zagađenja. Pod karakteristikama akvifera podrazumijevaju se: koeficijent filtacije, poroznost, i hidraulički gradijent, pri čemu je bitno poznavati uslove prihranjivanja, odnose sa površinskim vodama, kretanje kroz nadizdansku zonu, crpljenje pomoću bunara i dr. Dakle, ranjivost podzemnih voda na zagađenje zavisi od prirodno - postojeće osjetljivosti, kao i od lokacije tipa izvora, prirodnog ili antropogenog zagađenja, relativne lokacije bunara, masotransporta, i masoizmjene zagađujućih materija. Posljednjih dvadesetak godina, razvijeno je više metoda koje tretiraju ranjivost podzemnih voda, pri čemu su različiti autori dali i svoje definicije i razumijevanje termina „ranjivost podzemnih voda“.

GOD metoda predstavlja, za upotrebu, jednostavniju verziju DRASTIC metode, te kao indeksna metoda ukuljučuje poznavanje tri ulazne vrijednosti, i to:

- okolnosti u kojima egzistiraju podzemne vode,
- sveukupnu litologiju i
- dubinu do nivoa podzemnih voda.

Metoda je dobila naziv po Fosfter Hidratu (1988.), koji je patentirao, i skraćenica je od Groundwater occurrence – Overall lithology – Dept to groundwater. Ova metoda je prikladna da se primijeni na kartama u razmjeri 1:100.000, koje obuhvataju prilično veliko područje, a time i više uticajnih faktora na zagađenje voda. Za detaljnije planove na nivou opština, treba, obzirom na razmjeru, primijeniti DRASTIC metodu, ili neku drugu sa više ulaznih podataka. Kod GOD metode u šemi sistema poklapanja i indeksacije za ranjivost podzemnih voda, polazi se od tipa i dubina podzemnih voda, kao i sveukupne litologije propusne ili polupropusne formacije, pri čemu se u gradaciji šest vrijednosti daju ocjene ranjivosti, i to od nikakakve do ekstremne ranjivosti.

a) Posavski hidrogeološki rejon

Hidrogeološka jedinica sjeverno od Gradačca

Ovo područje je izgrađeno od panonskih i kvartarnih sedimentata. Gornja Mionica je predstavljena panonskim sedimentima pjeskovito-glinovito-šljunkovitog sastava, gdje valutice čine flišni pješčari sa prijelazom u pjeskovito-laporovite gline i gline. Sedimenti su, u hidrogeološkom smislu, dobro vodopropusne stijene sa koeficijentom filtracije $k=1 \times 10^{-5}$ m/s. Ali, u ovim hidrogeološkim kolektorima, postoje manje akumulacije slobodnih podzemnih voda, iz čega proizilazi da se na njih, u smislu vodosnabdijevanja sa većim crpnim kapacitetima izvorišta, dugoročnije ne može planirati.

Kvartar je predstavljen šljunkovito-pjeskovitim sedimentima, djelimično zaglinjenim sa čestim promjenama granulometrijskog sastava. Ove stijene su intergranularne poroznosti sa izraženom vodopropusnošću, čiji koeficijent filtracije iznosi $k > 1 \times 10^{-4}$ m/s.

Ove stijenske mase su dobra akviferska sredina, sa značajnim akumulacijama podzemnih voda sa slobodnim nivoom. Najznačajnija izvorišta navedenog prostora, nalaze se na lokalitetu Ledenice, predstavljene izvorištem Okanovići, koga čine tri bunara kapaciteta 120 l/s, iz kojih se vodom snabdijeva Gradačac.

Ove stijenske mase su dobra akviferska sredina, sa značajnim akumulacijama podzemnih voda sa slobodnim nivoom. Podzemna voda ovog dijela regiona, je srednje ranjivosti.

Hidrogeološka jedinica Turić-Zagoni, (plato G.Hrgovi-Vučkovci-Mionica)

Sedimenti ovog područja se dijele na dva litološka kompleksa:

a) Kompleks šljunkovitih ilovača, pjeskovitih glina panonske starosti,

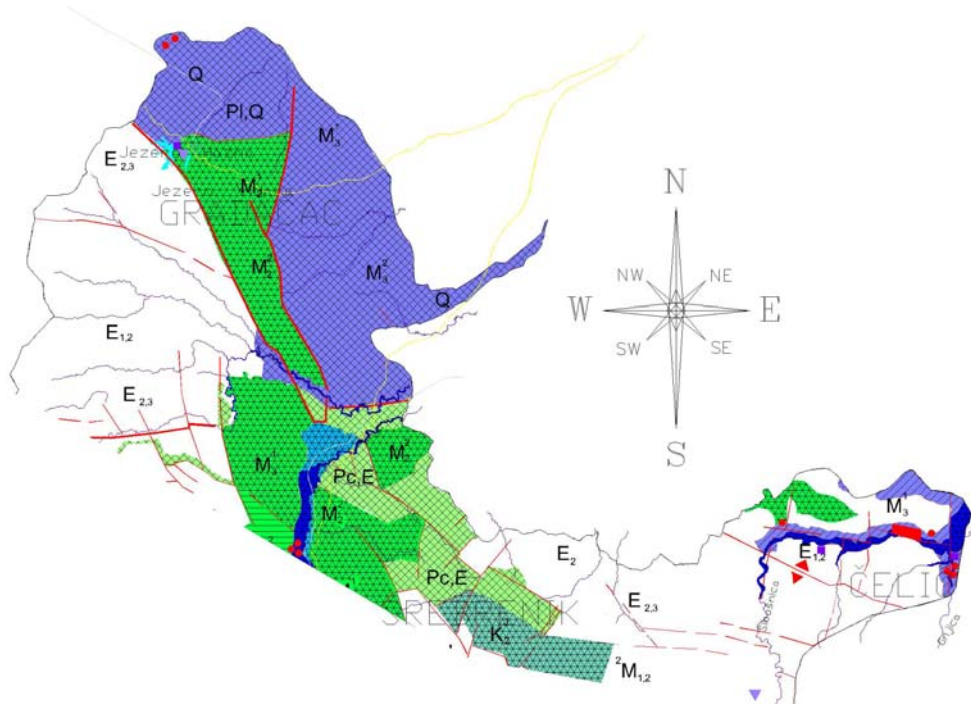
b) Kompleks pijeskova, šljunkovitih pijeskova sa izmjenama glina gornjopliocenske starosti.

Sedimenti koji učestvuju u gradnji gornjih dijelova navedenog područja su različitih filtracionih karakteristika, gdje šljunkovite ilovače imaju koeficijent filtracije $k=1-5 \times 10^{-7}$ m/s, dok proslojci i sočiva šljunkova i pijesaka imaju veću vodopropusnost, gdje je $k=1 \times 10^{-5}$ do 1×10^{-3} m/s.

U proslojcima slabije zaglinjenosti, ovi sedimenti intergranularne poroznosti, imaju koeficijent filtracije $k > 1 \times 10^{-4}$ m/s.

Pijesci i šljunovi gornjopliocenske starosti, imaju koeficijent filtracije u granicama $k=1 \times 10^{-4}$ do 1×10^{-5} m/s, dok glinoviti sedimenti imaju vrlo malu vodopropusnost (oko $k < 1 \times 10^{-7}$ m/s). Podzemna voda ovog dijela regiona, je srednje ranjivosti.

KARTA RANJIVOSTI VODNIH TIJELA PODZEMNIH VODA SJEVEROZAPADNOG DIJELA TUZLANSKOG PODRUČJA 1:100 000



LEGENDA

1. Procjena ranjivosti podzemnih voda

KATEGORIJA	STEPEN DUJAGENEZE	STRUKTURA POROZNOSTI	GRAFIČKI PRIKAZ	LITOLOŠKI OPIS	RANJIVOST NA ZAGAĐENJE (po GOD metodi)
VODOPROPUSNE STUJENE	Nevezane ili slabo vezane stijene	Međuzemska poroznost		šjunak, pijesak, alevriti	Ekstremna
				šjunak, pijesak, alevriti, drobina, deluvijalno proluvijalni nanos te sedimenti prve i druge nadplavne terase	Ekstremna
				sitnozrni šjunak, pijesak, alevriti, i riječno-jezerski sedimenti, glinoviti	Zanemarljiva
	Čvrste stijene	Pukotinska poroznost		glinoviti lapori, sočiva šjunaka i pješčara, laporoviti pijeskoviti i pješčari, gline	Srednja
				kretni uslojeni kretnjaci	Ekstremna
				eocenski masivni do bankoviti kretnjaci, alevroliti, glinci, laporci i pješčari	Srednja
VODONEPROPUSNE STUJENE	Čvrste stijene	Pukotinska poroznost		konglomerati, laporoviti pješčari, pješčari	Visoka
		Pukotinska do pukotinska poroznost		alevroliti, glinci, nerasčlanjena vulkanogeno-sedimentna formacija, breče sa proslojcima grauvaknih pješčara i laporaca, rožnaci, glinci	Zanemarljiva
		Međuzemska do pukotinska poroznost		trijaska do jurska dijabaz rožna formacija, eocenski fiš, oligomiocenske gline, laporci, pijesci, pješčari i konglomerati te miocenske i pliocenske gline, laporci i pješčar	Zanemarljiva

2. Geološke oznake

- Geološka granica
- Osa antiklinale
- Osa sinklinale
- Rasjed bez oznake karaktera (utvrđen i pretpostavljen)
- Relativno spušten blok rasjeda
- Čelo navlake

3. Ostale oznake

- Magistralni put
- Željeznička pruga
- Vodotok
- Jezero (prirodno i vještačko)
- Rudarski radovi

4. Oznake hidrogeoloških objekata i vodnih pojava

- Vodozahvat
- Bušeni bunar
- Termomineralne vode
- Mineralne vode

Slika 1.

b) Hidrogeološki rejon Majevice

Sedimenti ovog rejona predstavljeni su jurskim dijabaz-rožnim formacijama, krednim krečnjacima, eocenskim i burdigal-helvetskim, tortonskim i sarmatskim sedimentima. Ove stijene, prema hidrogeološkim karakteristikama, imaju različitu hidrogeološku funkciju, u rasponu od pretežno nepropusnih do sredina kavernožno-pukotinske poroznosti. Sjeverni dio Majevice izgrađuju naslage eocenskog fliša (naizmjenično se smjenjuju pješčari i laporci), a važno je istaći da je eocenski fliš vodonepropusan, a ranjivost podzemnih voda ovog rejona, je zanemarljiva.

Burdigal-helvetski sedimenti su predstavljeni laporima, konglomeratima, glinama, pješčarima i krečnjacima. U hidrogeološkom smislu, u sjevernom dijelu rejona Majevice, mogu se izdvojiti tortonski (M_2^2) i sarmatski (M_3^1) krečnjaci, kao akvifer karstno-pukotinskog tipa poroznosti i subarteškog režima filtracije. Utvrđeno je da su podzemne vode navedenog rejona, ekstremne do srednje ranjivosti.

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Istraživanje ranjivosti vodnih tijela podzemnih voda predstavlja složen zadatak, koji se kod nas, tek zadnjih godina postavlja pred istraživače hidrogeološke struke. Postoji veći broj priznatih metoda za ocjenu ranjivosti, a koju ćemo metodu primijeniti uveliko zavisi od sredstava potrebnih za istraživanje, odnosno raspoloživosti pouzdanih podataka o geološkim, hidrogeološkim karakteristikama područja, kao i uslova u kojima egzistiraju ili mogu da egzistiraju vodna tijela podzemnih voda. U radu su prezentirani rezultati istraživanja u jednom dijelu sjeveroistočne Bosne, i ista mogu poslužiti pri izradi karti ranjivosti manjih prostora, na nivou opština, kao i kod planiranja upotrebe prostora za različite aktivnosti čovjeka.

4. LITERATURA

- [1] Arsenović Ž., Žigić I., Pašić-Škripić D.: Model podataka podzemnih voda usklađen s okvirnom direktivom o vodi (WFB.2000/60/E.C.). II Savjetovanje geologa BiH sa međunarodnim učešćem, Teslić, 2006.,
- [2] Krešić N., Vujašinović S., Matić I.: Remedijacija podzemnih voda i geosredine, Univerzitet u Beogradu, 2006.,
- [3] Žigić I., Pašić-Škripić D., Alić F., & saradnici: Studija s programom hidrogeoloških radova na zahvatanju podzemnih voda u cilju poboljšanja vodosnabdijevanja općine Gračanica (hidrogeološki dio), Sarajevo, 2008.,
- [4] Žigić I., Pašić-Škripić D. & saradnici: Studija ranjivosti podzemnih voda Tuzlanskog kantona, (hidrogeološki dio), Sarajevo, 2008.,

