

Vodosnabdevanje podzemnim vodama

Zoran Stevanović



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Vodosnabdevanje podzemnim vodama | Zoran Stevanović | | 2019 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006172>

A photograph of a multi-tiered waterfall cascading over mossy rocks in a forest. The water flows from a rocky cliff at the top, down through several levels of moss-covered boulders, creating a series of small pools and rapids. The surrounding area is lush with green moss and vegetation. The background shows a dense forest of trees.

**Univerzitet u Beogradu
Rudarsko geološki fakultet
Departman za hidrogeologiju**

Zoran Stevanović

**VODOSNABDEVANJE
PODZEMNIM VODAMA**



UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO – GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU



Zoran Stevanović

Vodosnabdevanje podzemnim vodama

Beograd
2019

Udžbenik: Vodospabdevanje podzemnim vodama

Autor:

Zoran Stevanović, redovni profesor RGF

Recenzenti:

Veselin Dragišić, redovni profesor RGF

Milenko Pušić, redovni profesor RGF u penziji

Tehnička priprema:

Pavle Zanković

Branislav Petrović

Štampano u Beogradu,

Finegraf, Beograd

2019, tiraž 400 primeraka

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet (RGF)

Djušina 7, 11000 Beograd

Urednik

Vladimir Živanović, docent RGF

za Izdavača:

Zoran Gligorić, red. prof. Dekan RGF

Odobreno za štampu od strane Nastavno-naučnog veća RGF odlukom br. od

Sve fotografije su načinjene od strane autora udžbenika, osim ako to nije drugačije naznačeno u potpisu.

Naslovna strana:

CIP

ISBN

Autorska prava pripadaju autoru i Rudarsko-geološkom fakultetu. Svako neovlašćeno umnožavanje, kopiranje i preštampanje udžbenika ili delova teksta je zabranjeno i sankcionisaće se prema zakonskim propisima.

SADRŽAJ UDŽBENIKA

I UVODNI DEO – ISTORIJAT, POTREBE U VODI I RESURSI

1. PREDGOVOR.....
2. ISTORIJAT VODOSNABDEVANJA I SNABDEVANJA PODZEMNOM VODOM.....
3. VODNI RESURSI I KRITERIJUMI ZA IZBOR REŠENJA – ULOGA I ZNAČAJ
PODZEMNIH VODA
- 3.1. RASPORED VODNIH RESURSA I NJIHOV ZNAČAJ ZA ŽIVI SVET
- 3.2. KORIŠĆENJE POVRŠINSKIH ILI PODZEMNIH VODA U VODOSNABDEVANJU
- 3.3. VODNI RESURSI SRBIJE I REŠENJA.....
- 3.4. KRITERIJUMI IZBORA IZVORIŠTA
4. POTREBE U VODI, SPECIFIČNA POTROŠNJA, GUBICI, SVETSKA ISKUSTVA

II LEŽIŠTA, VODOZAHVATI I REGULACIJA IZDANSKIH VODA

5. LEŽIŠTA IZDANSKIH VODA – KLASIFIKACIJE, KARAKTERIZACIJA I
SPECIFIČNOSTI ISTRAŽIVANJA
- 5.1. POJAM LEŽIŠTA I REZERVI IZDANSKIH VODA
- 5.2. ELEMENTI LEŽIŠTA IZDANSKIH VODA I KLASIFIKACIJE.....
- 5.3. KARAKTERISTIKE RAZLIČITIH TIPOVA LEŽIŠTA I METODE ISTRAŽIVANJA
6. TEHNIČKA REŠENJA VODOSNABDEVANJA, VODOZAHVATI U RAZLIČITIM
LEŽIŠTIMA
7. EKSPLOATACIJA VODE I TEHNOGENI PROCESI.....
8. REGULACIJA IZDANI, VEŠTAČKA INFILTRACIJA, OBJEKTI I ODRŽAVANJE
SISTEMA, PREDNOSTI I NEDOSTACI
- 8.1. POJAM, ZADACI I VRSTE REGULACIJE.....
- 8.2. OTVORENI SISTEMI ZA VESTACKU INFILTRACIJU
- 8.3. ZATVORENI SISTEMI ZA VESTACKU INFILTRACIJU.....
- 8.4. REGULACIJA KARSTNIH IZDANI.....
- 8.5. SPECIJALNI OBJEKTI – PODZEMNE BRANE

III ELEMENTI SISTEMA KOMUNALNOG VODOSNABDEVANJA

9. KORIŠĆENJE POVRŠINSKIH VODA ZA VODOSNABDEVANJE.....
10. NORMATIVI, OČUVANJE I POPRAVKA KVALITETA VODA ZA PIĆE.....
11. OBJEKTI SISTEMA VODOSNABDEVANJA, VODOVODNA INFRASTRUKTURA
12. PRIMERI IZGRAĐENIH VODOVODNIH SISTEMA.....
- LITERATURA

I UVODNI DEO - ISTORIJAT, POTREBE U VODI I RESURSI

1. PREDGOVOR

Čovekova potraga za vodom, osnovnim preduslovom egzistencije, traje od njegovog nastanka. Ostaci različitih objekata za zahvat i transport voda kao tragovi ove neprekidne borbe sačuvani su još od prvih civilizacija. S obzirom na trend razvoja savremenog sveta i porast populacije sve je izraženiji problem obezbeđivanja kvalitetnih pijaćih voda i vek u kome živimo proglašen je “vekom borbe za vodu”. Podzemne vode kao deo hidrološkog ciklusa, osnovni su izvor snabdevanja stanovništva u mnogim zemljama sveta. U aridnim oblastima Afrike, Azije, često predstavljaju i jedini vodni resurs. Podzemne vode su “nevidljivi” (naziv povodom Svetskog dana voda 1998.), ali istovremeno i najdragoceniji resurs naše planete.

Snabdevanje podzemnom vodom ima prioritet u razvijenom svetu. Oko polovine zemalja članica Evropske Unije u komunalnom vodosnabdevanju koristi više od 2/3 podzemne vode. Neke od njih nisu bogate podzemnim vodnim resursima, ali im daju apsolutnu prednost u odnosu na prerađene površinske vode. Austrija i Danska čak i svih 100% svojih potreba u pijaćim vodama zadovoljavaju iz podzemlja. Srbija, kao i sve zemlje bivše Jugoslavije, takođe u većini koristi podzemne vode. Taj procenat u Srbiji je oko 70% i nešto je niži nego što je bio slučaj pre 30-ak godina, u najvećoj meri zahvaljujući uvođenju voda reke Save u snabdevanje stanovnika Beograda, kao najvećeg potrošača u zemlji.

Korišćenje vodnih resursa, i posebno podzemnih, kao njihovog nevidljivog dela, nosi u sebi brojne probleme i izazove. Rast stanovništva na globalnom nivou podrazumeva i rast potreba u vodi, industrijska zagađenja su sve izraženija, klimatske promene doprinose neravnomernom režimu podzemnih voda i promenama u vodnom bilansu. Sve ovo stavlja pred buduće stručnjake hidrogeologije posebne zahteve, a pred njihove profesore i obavezu da ih adekvatno pripreme za budući samostalni rad.

Kurs *Vodosnabdevanje podzemnim vodama* jedan je od specijalističkih kurseva u nastavnom programu osnovnih akademskih studija Departmana za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta. Do sredine 1980-tih i izvršene, jedne od nekoliko reformi programa, sadržaj ovog kursa predavan je u okviru *Metodike hidrogeoloških istraživanja II*, koja se bavila primenjenim hidrogeološkim istraživanjima u različitim oblastima, da bi se od tada kao osamostaljeni jednosemestralni kurs, prvo pod nazivom *Hidrogeološka istraživanja za vodosnabdevanje*, a zatim pod sadašnjim nazivom, našao u programu studija.

O značaju kursa za studente hidrogeologije svedoče dve činjenice. Prvo, još u okviru dvosemestralnog kursa *Metodike hidrogeoloških istraživanja II*, gradivu koje tretira problematiku vodosnabdevanja podzemnim vodama, pripadao je ceo prvi semestar, a sve ostale specijalističke oblasti hidrogeologije, danas samostalni kursevi, predavani su u drugom semestru. Drugo, najveći broj diplomiranih inženjera hidrogeologije, danas armije od oko 1000 stručnjaka, svoju karijeru i inženjerska iskustva ostvaruje u

oblasti obezbeđivanja podzemnih voda različitim korisnicima, od javnih komunalnih preduzeća, industrijskih objekata, do komercijalnih flaširnica stonih pijaćih voda.

U kursu *Vodosnabdevanje podzemnim vodama* bavimo se u najvećoj meri tzv. komunalnom hidrogeologijom, i onim delom istraživanja i korišćenja podzemnih vodnih resursa koji služi zadovoljavanju potreba u vodi za piće, sanitarnu higijenu i industriju priključenu na centralizovane vodovodne sisteme.

Udžbenik *Vodosnabdevanje podzemnim vodama* koncipiran je tako da prikaže moguća tehnička rešenja u ovoj oblasti, način na koji bi trebalo da se odluke o najpogodnijim rešenjima donose, praktična iskustva zahvata i korišćenja vodnih resursa. Pri tom, i pored fokusa na podzemne vode, prikazane su i osnovni pojmovi iz susednih naučnih disciplina i tehničkih oblasti sa kojima se inženjeri hidrogeologije sreću u svom radu. To se odnosi na oblast tehnologije vode, komunalne hidrotehnike, sanitarne higijene. Mnoge naše kolege danas rade, često i upravljaju javnim komunalnim preduzećima ili njihovim pojedinim sektorima, i sticanje prethodnih i elementarnih znanja ili informacija o funkcionisanju ovih složenih sistema, svakako je korisno, a ujedno potvrđuje i multidisciplarnost hidrogeologije kao naučne discipline.

Obim udžbenika je usklađen sa zahtevima koji su postavljeni u pratećim aktima važećeg *Zakona o visokom školstvu*. Nazivi i sadržaj poglavlja odgovaraju nastavnim jedinicama, a prikazani primeri treba da omoguće lakše razumevanje izloženog teorijskog gradiva. Pri tome, u udžbeniku za studente osnovnih akademskih studija nemoguće je, a i ne treba prikazati sve moguće postupke i iskustva sa kojima se hidrogeolozi sreću u svom radu u oblasti komunalnog vodosnabdevanja. S druge strane, verujemo da ovaj udžbenik može biti od koristi i studentima drugih fakulteta koji se bave problematikom voda, uključujući i one van naših granica koji govore ili razumeju srpski jezik. Stoga sam odlučio da ovaj udžbenik bude pisan latiničnim pismom. Poštujući maksimu da „jedna slika govori više od hiljadu reči“ veći broj ilustracija trebalo bi da olakša razumevanje gradiva.

Autor izražava i zadovoljstvo što okončava rad na izradi udžbenika koji je započeo pre više od dve decenije i morao je da se iz različitih razloga prekida, i ponovo započinje u više navrata. Prvi rukopis sadržao je materiju vezanu za *Regulaciju izdani*, zatim proširenu i dopunjavanu do obima ovog akreditovanog kursa. Zbog ovog vremenskog raskoraka u udžbeniku se nalaze neki od primera koji su vezani za raniji period koji ipak nisu gubili na aktuelnosti, neki su morali da budu izostavljeni, a neki su inovirani. Kao i u svakom udžbeniku postoji određeni disbalans između veličine pojedinih poglavlja. Veća pažnja posvećena je idejama i mogućim rešenjima koje bi hidrogeolozi trebalo da razmatraju u inženjerskim rešenjima vodosnabdevanja ili pri poboljšanju postojećih rešenja korišćenja podzemnih voda. Pri tom se gotova rešenja ne nude, ona treba da budu plod dobro savladane materije iz ovog, i drugih kurseva hidrogeologije, i sopstvenog promišljanja.

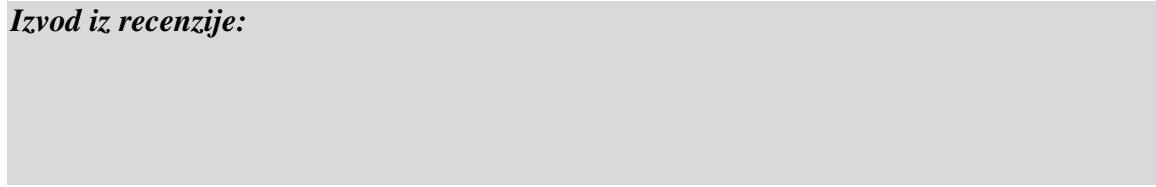
Autor duguje zahvalnost recenzentima Veselinu Dragišiću i Milenku Pušiću koji su svojim sugestijama pomogli konačnom uobličavanju ovog udžbenika. Posebno se zahvaljujem kolegama i prijateljima Pavlu Zankoviću i Branislavu Petroviću koji su pomogli u pripremi dela osnovnog rukopisa prateći predavanja i prezentacije pripremljene za studente, odnosno u tehničkoj obradi dela ilustracija udžbenika.

U Beogradu, maja 2019.

Zoran Stevanović

text za potkoricu (poslednju stranu):

Izvod iz recenzije:



CIP

za Riknu:

Z.Stevanović: Vodosnabdevanje podzemnim vodama