

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XIV SRPSKI SIMPOZIJUM
O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNİK RADOVA



ZLATIBOR
17-20. maj 2012. godine



XIV SRPSKI SIMPOZIJUM O HIDROGEOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

ZBORNIK RADOVA

IZDAVAČ:

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet
Đušina 7

ZA IZDAVAČA:

Prof. dr Vladica Cvetković, dekan
Rudarsko-geološki fakultet

TEHNIČKI UREDNICI:

Nevena Savić, dipl. inž.
Marina Jovanović, dipl. inž.

TIRAŽ:

150 primeraka

ŠTAMPA:

Štamparija Grafik Centar

Na 123. sednici Nastavno-naučnog veća Departmana za hidrogeologiju doneta je odluka o organizaciji XIV srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, koja je utvrđena saglasnošću Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta od 24.05.2011.

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
556.3(082)

SRPSKI simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem (14 ; 2012 ; Zlatibor)
Zbornik radova XIV srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem,
Zlatibor, 17-20. maj 2012. godine /
[organizator Rudarsko-geološki fakultet ... et al.]. - Beograd : #Univerzitet,
#Rudarsko-geološki fakultet, 2012 (Beograd : Grafik centar).
- [18], 642 str. : ilustr. ; 30 cm

Na vrhu nasl. str.: Departman za hidrogeologiju. - Tiraž 150. - Str. [7-8]:
Uvodna reč organizatora / Dejan Milenić, Zoran Stevanović. - Abstracts. -
Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7352-236-4

a) Hidrogeologija - Zbornici
COBISS.SR-ID 190619660

SADRŽAJ

UVODNA PREDAVANJA

Petar Dokmanović, Zoran Nikić

Resursi podzemnih voda i hidrogeološka istraživanja u kontekstu aktuelne zakonske regulative u Srbiji.....	1
---	---

Milan Dimkić

Procesi u aluvijalnim podzemnim vodama i njihov značaj.....	5
---	---

Zoran Stevanović

Izazovi edukacije hidrogeologa u 21. veku – domaći i internacionalni kontekst.....	11
--	----

1. VODOSNABDEVANJE I MENADŽMENT PODZEMNIH VODA

Dušan Polomčić, Zoran Stevanović, Petar Dokmanović, Vesna Ristić Vakanjac, Bojan Hajdin, Saša Milanović, Dragoljub Bajić

Optimizacija vodosnabdevanja podzemnim vodama u Srbiji.....	15
---	----

Milenko Pušić, Milan Dimkić, Dragan Vidović, Milan Dotlić, Ilija Oparušić

Hidrodinamička analiza kapaciteta bunara sa horizontalnim drenovima na primeru beogradskog izvorišta.....	21
--	----

Ivana Obradović, Ranko Vukićević, Ljupka Mrkonja, Ivana Špadijer, Benno Grassl, Milan Lazarević, Dejan Drašković

Proširenje kapaciteta izvorišta utiskivanjem horizontalnih drenova-primer novosadskog izvorišta.....	27
---	----

Igor Jemcov, Dušan Polomčić, Rastko Petrović, Marina Ćuk

Prilog poznavanju režima rada i uslova eksploatacije neogene izdani na području Centralnog Pomoravlja – izvorište Ribare.....	33
--	----

Nenad Toholj, Spasoje Glavaš, Boban Jolović

Pitka voda kao značajan obnovljivi mineralni resurs Republike Srpske.....	39
--	----

Ivica Nikolić, Vladan Kocić, Vesna Ristić-Vakanjac

Monitoring podzemnih voda u državnoj mreži Stanica Srbije.....	45
---	----

Brankica Majkić-Dursun, Stevan Prohaska, Anđelija Koprivica, Vanja Vukelić

Uloga baznog oticaja na ključnim profilima vodomernih stanica reke Dunav i njenih pritoka u Srbiji.....	51
--	----

Miloš Zorić, Tibor Slimak, Nenad Vrvic

Metodologija izrade hidrogeološkog modela na primeru bunara sa horizontalnim drenovima RB-16 na Adi Ciganliji.....	57
---	----

Dušan Đurić, Vladimir Lukić, Anđelko Soro

Mogućnost proširenja izvorišta „Petrovaradinska Ada“ izgradnjom vodozahvata pored reke.....	63
--	----

Neda Dević, Dragan Radojević, Stanka Filipović, Veselin Blečić

Prilog poznavanju veze između voda sliva Gornje Morače i vodozahvata Mareza.....	69
--	----

Ilija Oparušić, Đorđije Božović

Definisanje devijacije drenova na bunarima beogradskog izvorišta podzemnih voda.....	75
--	----

Dušan Đurić, Tibor Slimak, Anđelka Petković

Ocena statusa podzemnih voda na primeru vodnog tela Pančevački rit.....	81
---	----

Brankica Majkić-Dursun, Ljiljana Popović, Dušan Miolski, Oliver Anđelković

Efekte promene režima podzemnih voda na izvorištu „Trnovče“ u periodu 2010-2011.....	87
--	----

Branko Hlevnjak, Željko Duić

Prilagođavanje konstrukcije i održavanje zdenaca u vodonosnicima s povišenim sadržajem željeza.....	93
--	----

Vladimir Filipović, Milenko Vasiljević, Goran Rašula, Budimir Filipović, Srđan Filipović

Hidrogeološke osnove održivog razvoja eksploatacije podzemnih voda Severnog Srema.....	101
---	-----

Bojan Hajdin, Dušan Polomčić, Zoran Stevanović, Dragoljub Bajić, Katarina Hajdin

Ocena perspektivnosti izvorišta “Vić bare” za vodosnabdevanje Obrenovca.....	107
--	-----

Bojan Nikolić, Sibela Nuhović, Gordana Letić, Vlade Čanić

Potencijalnost Ribarskog neogenog basena sa aspekta vodosnabdevanja naselja u opštini Kruševac.....	113
--	-----

Risto Milošević, Boško Vuković

Mogućnost zahvatanja podzemnih voda iz karstne izdani ispod neogenih naslaga u gatačkom ugljenom basenu za vodosnabdevanje Gacka.....	119
--	-----

2. GEOTERMALNA ENERGIJA I TERMOMINERALNE VODE**Dejan Milenić, Ana Vranješ**

Izrada hidrogeoloških dubleta kao optimalnog načina eksploatacije i korišćenja subhidrogeotermalnih resursa.....	125
---	-----

Neven Miošić, Natalija Samardžić, Hazim Hrvatović

Stanje istraživanja i korišćenja geotermalne energije Bosne i Hercegovine.....	131
---	-----

Boban Jolović, Spasoje Glavaš, Nenad Toholj

Geotermalni potencijali Republike Srpske.....	137
---	-----

Ivan Matić, Slobodan Vujasinović, Stanko Sorajić, Nenad Marić, Dejan Drašković, Slobodan Ćurčić, Nikola Vulić

Očuvanje podzemnih vodnih resursa kod korišćenja subgeotermalne energije na Novom Beogradu..... 145

Ana Vranješ

Procena hidrogeotermalnog potencijala uže teritorije grada Beograda..... 149

Ana Vranješ, Bojan Dončev

Uticao efekta toplotnog ostrva na podzemne vode Novog Beograda..... 157

Vladimir Vuličević

Primer dobre prakse: pasivno hlađenje i aktivno grejanje Viessmann toplotnom pumpom..... 163

Nebojša Stanić

Korišćenje hidrogeotermalne energije u sistemima instalacija grejanja i hlađenja sa Rehau toplotnim pumpama..... 167

Josip Papeš, Josip Bać, Dragoslav Đorđević, Natalija Samardžić, Neven Miošić

Višegradska banja – determinacija geologije ofiolitske zone Bosne i Hercegovine..... 175

Ferid Skopljak

Prvo otkriće mineralne vode na Ilidži kod Sarajeva..... 181

Tamara Marković, Ozren Larva

Hidrokemijska obilježja termalne vode na području Daruvara..... 187

Tamara Marković, Josip Terzić, Jasmina Lukač-Reberski

Određivanje trendova kakvoće vode pomoću geokemijskih pokazatelja u krškom vodonosniku Blatskog polja na otoku Korčuli..... 193

Irena Grujić, Vladimir Stojadinović, Dušan Stojadinović

Termalne vode Ribarske banje i njihova svojstva..... 199

Mića Martinović, Sava Magazinović, Dragana Dimitrijević, Dragana Đurđanović

Mogućnost proizvodnje električne energije iz hidrogeotermalnih resursa na području surduličkog granitoidnog masiva..... 203

Mihailo Milivojević, Mića Martinović, Nenad Malović, Sava Magazinović

Problematika bušenja dubokih hidrotermalnih bušotina na području Semberije na primeru bušotine GD-2 u Slobomiru (Bijeljina)..... 209

Vojislav Tomić, Predrag Milanović, Dragan Simić

Geotermalni potencijal bunara PK-1/H u Smederevskoj Palanci..... 215

Vlade Čanić, Ivan Đokić, Mirko Čekić, Marina Stojić

Novi prilog poznavanju hidrogeotermalne potencijalnosti područja grada Bečeja..... 221

Željko Kljajić, Vladimir Lazić, Miloško Lazić, Daniela Radoš

Energetski potencijal termalnih voda specijalne bolnice "Termal" iz Vrdnika..... 227

Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Dragan Milovanović, Stefan Stratimirović

Prilog poznavanju termomineralnih voda Sijarinske banje..... 233

Goran Marinković, Petar Papić, Jana Stojković, Veselin Dragišić

Faktori formiranja sistema ugljikiselih mineralnih voda Srbije..... 239

Olivera Krunić, Srđan Parlić, Marina Jovanović

Geneza ugljikiselih voda Kučevskog neogenog basena..... 245

Ivana Demić

Detaljna hidrogeološka istraživanja termalnih voda na području Bačkog Petrovca 253

Žarko Veljković

Potencijalnost grada Kruševca sa aspekta korišćenja mineralnih i termomineralnih voda..... 259

3. HIDROGEOLOGIJA LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA**Veselin Dragišić, Gordana Milentijević, Vladimir Živanović, Nebojša Atanacković, Dejan Nešković**

Rudničke vode napuštenih rudarskih radova i životna sredina u području Srbije..... 265

Goran Jevtić, Miloš Zorić

Hidrogeološki model prostora projektovanog podvodnog rudnika uglja Kovin..... 271

Aleksandar Avramović, Vladislav Marinković

Hidrodinamički model površinskog rudnika uglja „Drmno“ – Srbija..... 277

Aleksandar Avramović, Vladislav Marinković

Hidrodinamičke karakteristike zapadnog kostolačkog ugljonosnog basena, sa konceptom otvaranja rudnika i ocenom uticaja na režim podzemnih voda..... 283

Dušan Mikavica

Vodni bilans akumulacije Kladnica u sistemu zaštite PK „Tamnava – Zapadno Polje“ od podzemnih voda..... 289

Ivana Demić, Rastko Pešalj

Mogućnost otkrivanja ležišta visoko temperaturnih voda u Vojvodini, za potrebe proizvodnje električne energije..... 295

Boris Vakanjac, Vesna Ristić-Vakanjac

Uzorkovanje vode kod istraživanja urana u jugoistočnoj Mongoliji..... 301

Milovan Rakijaš

Hidrogeološke karakteristike šire zone ležišta krečnjaka površinskih kopova
"Beli kamen" i "Mutalj" kod Beočina..... 309

4. KVALITET I ZAŠTITA PODZEMNIH VODA**Olivera Krunić, Srdjan Parlić**

Mikrokomponente u mineralnim vodama Srbije..... 317

Adam Dangić, Jelena Dangić

Karsno izvorište Zeleni Vir kod Olova (Bosna): hidrogeohemija olova..... 323

Tanja Petrović-Pantić, Milena Zlokolica-Mandić

Kakvu vodu pijemo?..... 329

Vladimir Živanović, Veselin Dragišić, Nebojša Atanacković

Primena metoda za ocenu ranjivosti podzemnih voda u zaštiti
vodnih resursa nacionalnih parkova i parkova prirode Srbije..... 335

Tibor Slimak, Uroš Urošević, Milan Dimkić, Đorđije Božović

Analiza ranjivosti podzemnih voda na delu prostora beogradskog izvorišta..... 341

Spasoje Glavaš, Boban Jolović, Nenad Toholj

Zone sanitarne zaštite izvorišta vode za piće na karstnim područjima
Republike Srpske..... 347

Ivana Špadijer, Slavko Špadijer, Ivana Obradović, Dejan Drašković

Hidrogeološka istraživanja za potrebe zaštite izvorišta javnog vodosnabdevanja-
primer izvorišta za vodosnabdevanje opštine Lazarevac..... 353

Zoran Nikić, Petar Dokmanović

Kvalitet ujezerene vode sa aspekta geološke građe slivnog područja
na primeru akumulacije "Grište"..... 359

Zoran Radenković, Miloš Zorić

Uticaj dugogodišnje eksploatacije na režim podzemnih voda na području Leskovca..... 365

Miroslav Krmpotić, Dejan Tadić, Dejan Nešković, Andrijana Grujić

Hydrohemijske karakteristike podzemnih voda vulkanogenih masiva Srbije..... 371

Vladan Kocić, Ivica Nikolić, Tatjana Dopuđa-Glišić, Dejan Ćosić

Rezultati monitoringa podzemnih voda u projektu DREPR
(smanjenje zagađenja u slivu reke Dunav)..... 377

Tanja Petrović-Pantić, Marina Jovanović, Milena Zlokolica-Mandić

Uporedni prikaz pravilnika o kvalitetu pijaćih voda Srbije sa propisima EU, WHO i FAO.....	383
--	-----

Dejan Milenić, Nevena Savić

Kvalitet podzemnih voda i zemljišta u zoni bombardovanih rezervoara 1999. godine na prostoru toplane Novi Beograd.....	389
--	-----

Nevena Savić, Đuro Milanković, Petar Papić

Analiza uticaja različitih vegetacionih pokrivaca na režim i kvalitet podzemnih voda-primer Bojčinske šume.....	395
---	-----

Branislav Petrović, Stanko Sorajić

Mesto i uloga hidrogeologa u studijama procene uticaja na životnu sredinu.....	401
--	-----

Nevena Savić

Podloge za razmatranje mogućnosti uticaja klimatskih promena na podzemne vode.....	407
--	-----

Bojana Dabić, Marko Radaković, Mirjana Ristić

Kvalitet podzemnih voda koje se zahvataju na teritoriji grada Kragujevca.....	413
---	-----

Dragoslav Banjak

Hydrohemijski režim i kvalitet voda Dabarskog polja.....	419
--	-----

Milan Tomić, Miloško Lazić

Prilog poznavanju podzemnih lekovitih voda Vojvodine.....	425
---	-----

Zdravko Pantelić, Mithat Eminović

Kvalitet vode tutinskog vodovoda u period od 2007. do 2011 god.....	429
---	-----

5. RAZNOVRSNA HIDROGEOLOŠKA TEMATIKA (INFORMACIONE TEHNOLOGIJE, OSNOVNA HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA, SPECIFIČNE TEME)

Vasilije Radulović

Uticaj projektovanih, višenamjenskih akumulacija voda - jezera u kanjonu rijeke Morače na izmjenu režima voda u okolnim terenima.....	433
---	-----

Vladimir Beličević

Izrada karte resursa podzemnih voda Severnog Alžira.....	439
--	-----

Vojislav Tomić

Vodonosnost stena sa pukotinskom strukturom poroznosti i metodologija određivanja rezervi podzemnih voda u pukotinskim izdanima.....	447
--	-----

Igor Jemcov, Rastko Petrović

Režim i karakteristike karstnog vrela Perućac primenom analize vremenskih serija..... 453

Milenko Pušić, Ilija Oparušić, Dušan Đurić

Hidrodinamička analiza koegzistencije regionalnog izvorišta i rudnika uglja u Kovinskoj depresiji..... 459

Djulija Boreli-Zdravković, Goran Jevtić, Marina Babić-Mladenović

Istraživanje hidrauličkog kontakta reke Save i izdani u zoni beogradskog izvorišta..... 465

Dragan Kaluđerović

Uticaj neodređenosti parametara matematičkog modela na prognozni kapacitet izvorišta na potezu Trnovče-Miloševac-Lozovik..... 471

Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Milorad Kličković

3D model karstnih kanala u zoni isticanja Malog vrela..... 477

Petar Papić, Jana Stojković

Primena multivarijantne statističke analize u hidrogeohemiji..... 483

Mirko Čekić, Ivan Đokić, Sibela Nuhović

Pukotinsko-karstna izdan u donjotrijaskim krečnjacima u Gostilju (Zlatibor)..... 489

Milan Radulović

Mogućnosti prikazivanja stepena karstifikacije u visoko karstifikovanim terenima..... 493

Milan Radulović

Lociranje zona podvodnog isticanja izdanskih voda korišćenjem daljinske detekcije..... 499

Đuro Milanković

Osnovna hidrogeološka karakterizacija karstnih vrela planinskog masiva Zlatibora..... 505

Petar Begović, Branko Ivanković, Željko Zubac, Vladimir Petrović

Katastar vodnih pojava na području rijeke Trebišnjice..... 513

Dejan Milenić, Đuro Milanković

Novi osvrt na vodonosnost ultramafita zlatiborskog planinskog masiva..... 519

Milovan Rakijaš, Slobodan Vujasinović, Ivan Matić, Marija Đedović, Jelena Zarić

Hidrogeološka problematika kod zatvaranja postojećih i otvaranja novih sanitarnih komunalnih deponija u Srbiji..... 525

Milovan Rakijaš

Analiza povoljnih i nepovoljnih terena za izgradnju sanitarnih komunalnih deponija čvrstog otpada u Srbiji, sa hidrogeološkog aspekta..... 531

Goran Jevtić, Vladimir Lukić, Anđelko Soro

Uticaj režima u kanalu tehnološke vode na režim podzemnih voda u okruženju..... 539

Željko Kljajić, Vladimir Lazić, Miloško Lazić, Nestor Miković

Uslovi zahvatanja i flaširanja "Moja voda" kod Vršca i mogućnost proširenja kapaciteta... 545

Vesna Zuber-Radenković, Zoran Radenković

Hidrodinamička modelska ispitivanja u cilju određivanja zona zaštite izvorišta „Garevina“ u Lapovu..... 551

Vojislav Tomić, Milan Tomić

Predlog novog načina prikazivanja hidrogeoloških svojstava stena (terena) na osnovnoj hidrogeološkoj karti (OHGK)..... 557

Željko Zubac, Matko Uljarević, Željko Bošković

Sanacija problema procjednih voda iz akumulacije „Gorica“-HE Trebinje II..... 561

Nikola Elez

Prognozni proračun filtracije podzemnih voda oko tela brane MHE „Dub“ na reci Prači u Republici Srpskoj..... 567

Rastko Petrović

Određivanje kontura topografskih vododelnica analizom dem-a - primer izvorišta u Gornjoj Lisini..... 573

Milan Tomić, Vuk Kasalica

Ovodnjenost ležišta krečnjaka «Zborište» kod Guče..... 579

6. STUDENTSKI RADOVI**Nenad Doroslovac**

Primena softverskog paketa Aquachem u određivanju geneze termomineralnih voda Jošaničke Banje (Centralna Srbija)..... 585

Nela Petronijević, Ivan Matić, Slobodan Vujasinović

Određivanje zona sanitarne zaštite na primeru izvorišta Opštine Kikinde..... 591

Marina Jovanović, Bojan Dončev

Termomineralne vode Čačansko-kraljevačkog neogenog basena i terena oboda..... 597

Tijana Vinčić

Kvalitet flaširanih voda Srbije..... 603

Maja Todorović, Marina Ćuk

Nitrati u podzemnim vodama Srbije..... 607

Marina Ćuk, Maja Todorović, Jana Stojković

Arsen u podzemnim vodama za vodosnabdevanje Vojvodine..... 611

Darko Tonić

Mogućnost korišćenja geotermalne energije u Srbiji..... 617

Jovana Milosavljević

Ponašanje pesticida u intergranularnoj poroznoj sredini..... 621

Marina Čokorilo

Simulacija dnevnih isticanja iz karstnog vrela Vape (Jugozapadna Srbija)..... 627

Katarina Samolov, Vladimir NovakovićRudničke vode ležišta urana i kvalitet životne sredine
na području Stare planine (Istočna Srbija)..... 633**Strahinja Marković, Dragan Milovanović**Hemijske karakteristike podzemnih voda u ofiolitimskim masivima
Dinarida i Vardarske zone..... 637**PROSTOR ZA SPONZORE**

OPTIMIZACIJA VODOSNABDEVANJA PODZEMNIM VODAMA U SRBIJI

OPTIMIZATION OF GROUNDWATER SUPPLY IN SERBIA

Dušan Polomčić¹, Zoran Stevanović¹, Petar Dokmanović¹, Vesna Ristić
Vakanjac¹, Bojan Hajdin¹, Saša Milanović¹, Dragoljub Bajić¹

¹Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-Geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Đušina 7, Beograd, dupol2@gmail.com

APSTRAKT: Srbija je relativno bogata podzemnim vodama, koje se nalaze u različitim tipovima izdani nejednako raspoređenim duž njene teritorije. Najveće rezerve su akumulirane u kvartarnim i neogenim vodonosnim naslagama intergranularne poroznosti i u planinskim masivima izgrađenim od karstifikovanih karbonatnih stena. Podzemne vode u Srbiji i pored intenzivnog korišćenja (koristi ih oko 75% stanovništva), nisu još uvek dovoljno proučene. Na osnovu do sada obavljenih hidrogeoloških istraživanja, trenutno se zahvata oko 30% obnovljivih rezervi podzemnih od ukupno procenjenih 67 m³/s. U radu su prikazane rezerve i stanje aktuelnog zahvatanja podzemnih voda po zastupljenim tipovima izdani. Primenom veštačkog prihranjivanja i regulacijom izdani može obezbediti dodatnih 40 m³/s vode. U radu je prezentovan presek stanja po pitanju kvaliteta i uslova zaštite podzemnih voda u okviru zastupljenih tipova izdani čije se vode koriste za javno vodosnabdevanje stanovništva. Specifični problemi i ograničenja koja prate upotrebu podzemnih voda u Srbiji su prezentovani po zastupljenim tipovima izdani. Posebna pažnja posvećena je srpskoj zakonskoj regulativi vezanoj za podzemne vode i implementaciji Evropske okvirne direktive za vode na status podzemnih voda u Srbiji.

Cljučne reči: vodosnabdevanje, rezerve podzemnih voda, monitoring podzemnih voda, zakonska regulativa

ABSTRACT: Serbia is relatively rich in groundwater reserves situated in different types of aquifers unevenly distributed throughout the territory of the Republic. The main groundwater reserves are accumulated in thick Quaternary and Neogene water-bearing deposits of intergranular porosity and in mountain ranges built up of karstified carbonate rocks. Serbian groundwater has not yet been thoroughly investigated in spite of its intensive usage (it is used by approximately 75% of the population). Based on hydrogeological investigations published until now, around 30% of the renewable groundwater reserves is being used of the estimated 67 m³/s. The work presents the reserves and state of the current groundwater tapping according to specific aquifer types. An additional 40 m³/s can be secured through aquifer regulation and artificial replenishment. The amount of water gained through the application of artificial infiltration together with the estimated renewable groundwater reserves amounts to a total of 107 m³/s of quality groundwater. The summary of the status of the quality and protection of groundwater within specific aquifer types whose water is used for public water supply is given within the work. The specific problems and limitations that accompany the use of groundwater in Serbia are presented according to specific aquifer types. Special attention has been paid to the Serbian legislative regarding groundwater as well as the implementation of the European provisional guidelines for water on the status of groundwater in Serbia.

Key words: water supply, groundwater reserves, groundwater monitoring, legislation

Uvod

Rad predstavlja ekstrakt objavljenog rada (Polomčić et al. 2011) kojim je obeleženo 40 godina postojanja Departmana za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu. Namera autora je da se prezentacijom rada podstakne stručna i naučna diskusija na skupu vezana za status podzemnih voda u Srbiji, zakonsku regulativu, potencijalne rezerve i uspostavljanje savremenog monitoringa podzemnih voda na teritoriji Republike.

Značaj podzemnih voda u sistemu javnog vodosnabdevanja je ključan ako se ima u vidu da podzemne vode učestvuju sa oko 75% od ukupnih količina voda koje se koriste za javno snabdevanje stanovništva u Srbiji. U nekim oblastima republike, trenutni kapaciteti izvorišta podzemnih voda nisu dovoljni da podmiru potrebe stanovništva. Međutim, postoje i drugi značajni resursi podzemnih voda, koji se mogu koristiti za javno vodosnabdevanje. Iako postoji mogućnost, primena veštačkog prihranjivanja izdani ne koristi se u velikoj meri: samo oko 5% procenjenih mogućnosti (Institut za vodoprivredu J. Černi 2001) se isporučuje iz izvorišta ovog tipa.

Razvoj izvorišta vode i sistema za snabdevanje vodom u predstojećem periodu mora biti usklađeno sa održivim korišćenjem podzemnih voda kao strateškog prirodnog resursa. Jedan od najznačajnijih aspekata savremenog upravljanja obnovljivim prirodnim resursima je monitoring. Podzemne vode aluvijalnih izdani duž velikih reka se sistematski osmatraju, međutim karstne i arteske izdani nisu obuhvaćene monitoring mrežom. Održivo korišćenje podzemnih voda uključuje i implementaciju zajedničkog upravljanja međugraničnim izdanima. U tom smislu, u Srbiji su poslednjih godina sprovedene određene aktivnosti sa Mađarskom i Rumunijom.

Status podzemnih voda je delom bolje definisan u zakonodavnoj regulativi u Republici u odnosu na prethodni period kada su u pitanju propisi o vodama, dok je u manjem delu zakonskih akata ali koji su matični za oblast geologije napravljen presedan u tretiranju podzemnih voda i istraživanja vezanih za njih.

Aktuelno stanje u korišćenju podzemnih voda za vodosnabdevanje

Udeo podzemnih voda u javnom vodosnabdevanju u Srbiji je sličan onom u većini evropskih zemalja i iznosi oko 75%. Površinske vode se koriste u značajnoj meri u južnom delu Srbije, koji je siromašan podzemnim vodama. Podzemne vode su praktično jedini izvor vodosnabdevanja za centralnu Srbiju i Vojvodinu. Na osnovu Vodoprivredne osnove Srbije, ukupno se zahvata oko 23 m³/s podzemnih voda (Tabela 1).

Tabela 1. Izdašnosti izvorišta podzemnih voda u Srbiji prema tipu vodonosne sredine (m³/s)

Table 1. Yield of groundwater sources in Serbia according to the type of aquifer (m³/s)

Hidrogeološka jedinica	Aluvijalni nanosi	Osnovni vodonosni kompleks (Vojvodina)	Neogene naslage	Karstna sredina	Pukotinska sredina	Ukupno
Bačka i Banat	1,45	3,57	0,43	-	-	5,45
Srem, Mačva, Sava / Tamnava	6,97	0,34	0,50	0,03	-	7,84
Centrala Srbija	2,58	-	0,84	0,43	-	3,85
Istočna Srbija	0,62	-	0,06	1,71	-	2,39
Jugozapadna Srbija	0,24	-	0,14	1,61	-	1,99
Zapadna Srbija	1,05	-	0,06	0,40	0,02	1,53
Ukupno	12,91	3,91	2,03	4,18	0,02	23,08

Trenutno zahvatanje podzemnih voda iznosi oko 600x10⁶ m³/god, odnosno oko 19 m³/s. Iako postoje mogućnosti za široku primenu, veštačko prihranjivanje ove izdani u Srbiji je relativno skromno (ukupno oko 1000 l/s).

Sanitarna kontrola kvaliteta vode za piće u nadležnosti je Ministarstva zdravlja i Republičkog zavoda za javno zdravlje i njegovih regionalnih zavoda. Svi vodovodi prema važećim zakonskim aktima obavezni su da kontrolišu hemijski i bakteriološki kvalitet sirovih i tretiranih uzoraka vode. Uopšteno govoreći, postoji znatna razlika u prirodnom kvalitetu podzemnih voda i antropogenom uticaju na ovaj kvalitet, što je posledica kako vrste i svojstava samog resursa, tako i ranjivosti i pritiska kojima je resurs izložen.

Kvalitet podzemnih voda se sistematski prati u aluvijalnim izdanima preko uspostavljene osmatračke mreže u nadležnosti Republičkog hidrometeorološkog zavoda, koji takođe u saradnji sa Agencijom za životnu sredinu prati kvalitet vodotoka na jednom broju stanica. Za razliku od aluvijalnih, sistematsko praćenje kvaliteta voda u okviru neogenih i karstnih izvorišta ne postoji. Određivanje ili kontrola kvaliteta voda ovih izdani rezultat je realizacije namenskih projekata ili studija ili obaveza vodovoda ukoliko su vode kaptirane.

Problemi koji prate zahvatanje podzemnih voda mogu se svrstati u probleme koji se odnose na same podzemne vodne resurse i na tehničke probleme u vezi sa eksploatacijom. Aluvijalne izdani često prati relativno brzo starenje eksploatacionih bunara. Intenzivno zahvatanje voda iz Osnovnog vodonosnog kompleksa u Vojvodini, uslovalo je znatno opadanje pijezometarskog nivoa kao rezultat višedecenijskog zahvatanja podzemnih voda u količini većoj od one koja se obnavlja. Nadeksploatacija neogenih izdani zabeležena je u južnoj Bačkoj, Kostolačkom basenu, i neogenom basenu kod Paraćina i Jagodine. Za razliku od južne Bačke, Paraćina i

Jagodine, značajnija nadeksploatacija karstne izdani zabeležena je u području izvorišta Nepričava, gde je registrovano opadanje nivoa podzemnih voda za oko 100 m, kao posledica nedovoljnog prihranjivanja izdani za eksploatacione kapacitete izvorišta.

Potencijalne rezerve podzemnih voda

Na osnovu do sada obavljenih hidrogeoloških istraživanja, trenutno se zahvata (Tabela 1) oko 30 % obnovljivih rezervi podzemnih od ukupno procenjenih 67 m³/s (Dimkić M. i dr. 2011, Inst. za vodopr. J. Černi 2001). Ova procena se zasniva na zapremini podzemnih voda, bez primene veštačkog prihranjivanja ili regulacije karstnih izdani (Tabela 2).

Tabela 2. Procenjen potencijal podzemnih voda u Srbiji (bez veštačkog prihranjivanja) (m³/s) (Institut za vodoprivredu J. Černi 2001)

Table 2. Estimated potential of groundwater in Serbia (without artificial recharge) (m³/s) (Institute for water management J. Černi 2001)

Hidrogeološka jedinica	Aluvijalni nanosi	Osnovni vodonosni kompleks (Vojvodina)	Neogene naslage	Karstna sredina	Pukotinska sredina	Ukupno
Bačka i Banat	9,39	4,91	0,55	0	0	14,85
Srem, Mačva, Sava / Tamnava	21,11	0,55	0,99	0,10	0	22,75
Centrala Srbija	9,93	0	1,73	1,48	0,18	13,32
Istočna Srbija	1,06	0	0,24	2,98	0	4,28
Jugozapadna Srbija	0,57	0	0,33	7,28	0	8,18
Zapadna Srbija	1,73	0	0,12	1,89	0,03	3,77
Ukupno	43,79	5,46	3,95	13,72	0,21	67,13

Pored prirodnog potencijala podzemnih voda, dodatne količine podzemne vode mogu se dobiti putem veštačkog prihranjivanja aluvijalnih izdani ili regulacijom karstnih izdani. Prema vodoprivrednoj osnovi Srbije, kao i na osnovu raspoloživih informacija, primenom veštačkog prihranjivanja može obezbediti dodatnih 40 m³/s vode, odnosno mogu se duplirati resursi podzemnih voda u aluvijalnim sredinama. Količina vode dobijena primenom veštačke infiltracije zajedno sa procenjenim obnovljivim rezervama podzemnih voda iznosi ukupno oko 107 m³/s kvalitetnih podzemnih voda.

Podzemne vode i zakonska regulativa u Srbiji

Zakonodavstvo vezano za podzemne vode u Srbiji sastoji se od nekoliko delova, koji se uglavnom bave pitanjem kvaliteta i zaštite podzemnih voda kao dela životne sredine i vodnog ciklusa. Ovi dokumenti su: Zakon o vodama (2010), Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (2011), Zakon o određivanju i klasifikaciji prirodnih mineralnih resursa i prikazu podataka (1998), Zakon o zaštiti životne sredine (2004), Zakon o strateškoj proceni uticaja (2004), Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (2004), Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda (1978), Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (1998), Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće (2008), kao i Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za prirodnu mineralnu vodu, prirodnu izvorsku i stonu vodu (2005).

Najvažniji pravni akt u kome su tretirane podzemne vode je Zakon o vodama. Glavni zadaci u sprovođenju nedavno usvojenog Zakona o vodama se odnose na zaštitu izvorišta podzemnih voda, održavanje i unapređenje postojećih izvorišta, kao i razvoj novih (Dimkić et al. 2011). Zakon o vodama uvodi vodoprivredno planiranje, kroz izradu planskih dokumenata, uključujući: Vodoprivrednu strategiju za teritoriju Republike Srbije; Plan o upravljanju vodama; Godišnji program upravljanja vodama; Planove koji se bave zaštitom od štetnog dejstva voda (Plan upravljanja rizicima poplava, Plan opšte odbrane od poplava, itd.).

Najnoviji Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (2011) ima veoma značajan uticaj na buduća istraživanja podzemnih voda. Nažalost, usvojena rešenja po ovom Zakonu, ne odražavaju faktičko stanje i nisu stručno održivi po pitanju istraživanja ovog resursa. Ovo se ogleda, pre svega, u razdvajanju podzemnih voda na podzemne vodne i hidrogeotermalne resurse. Takođe, ovim zakonom je geolozima praktično onemogućeno projektovanje hidrogeoloških objekata kakvi su bunar i pijezometri, za čije se projektovanje u Republici jedino osposobljavaju studenti hidrogeologije na Rudarsko-geološkom fakultetu. Takođe, prema ovom zakonu, onemogućeno je projektovanje inženjerima sa Geološkog odseka Rudarsko-geološkog fakulteta, što je jedini slučaj u Srbiji da se na jednoj visokoškolskoj ustanovi koja školuje stručnjake iz osam geoloških disciplina onemogućuje projektovanje. Navedena rešenja u zakonu su deo negativnog trenda omalovažavanja geološke struke i hidrogeologije, što će se negativno odraziti i na status podzemnih voda u Republici.

Pravni akt koji ima veliki uticaj na zaštitu podzemnih voda za piće je Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće. Donet 2008.god. ovaj

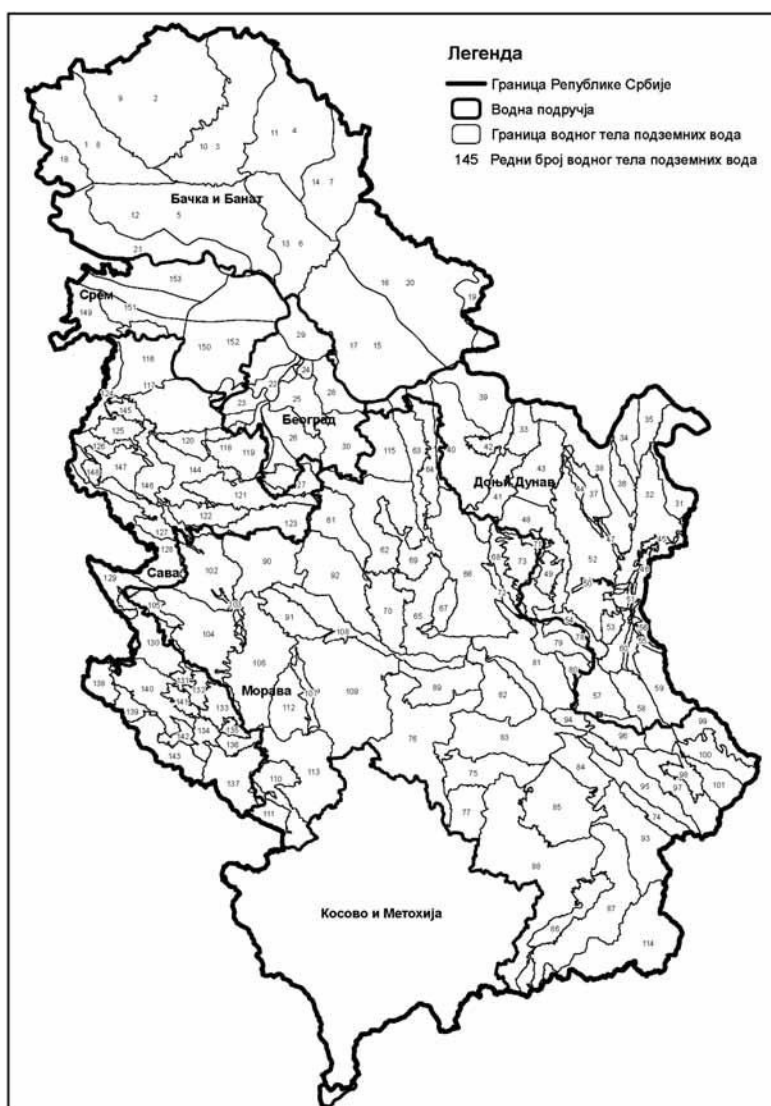
pravilnik propisuje uvođenje tri zone sanitarne zaštite oko izvorišta podzemnih voda koje se određuju respektujući specifičnosti pojedinih tipova izdani kako je to učinjeno u nizu sličnih pravilnika u evropskim zemljama.

Najvažnije aktivnosti u oblasti zakonodavstva koje su pred nama su vezane sa izradu podzakonskih akata, u koje spadaju izrada novog Pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda, uspostavljanje graničnih vrednosti po pitanju kvaliteta podzemnih voda, metodologija procene stanja i monitoringa podzemnih voda.

Primena Evropske okvirne direktive za vode na status podzemnih voda u Srbiji

Iako nacionalnim zakonima nije u obavezi, ratifikacijom Konvencije o zaštiti Dunava (DRPC) iz 2003.g., Republika Srbija je bila aktivno uključena u realizaciju Evropske okvirne direktive za vode kao punopravni član Međunarodne komisije za zaštitu reke Dunav (ICPDR). Srbija je 2004.g. učestvovala u pripremi Okvirnog izveštaja za područje sliva reke Dunav, u pripremi Plana upravljanja slivom reke Dunav (DRBMP 2009), kao i u pripremi Planova upravljanja podslivova reke Tise (završeno 2010) i reke Save (u toku).

Usvajanjem Zakona o vodama u 2010.g., Srbija u potpunosti prihvatila standarde, terminologiju i ciljeve koji su sadržani u Evropskoj okvirnoj direktivi za vode. Set podzakonskih akata je pripremljen, a među njima Pravilnik o određivanju površinskih i podzemnih vodnih tela (Službeni glasnik RS 96/10). Na teritoriji Srbije je identifikovano 145 podzemnih vodnih tela i prikazani su na slici 1. Na osnovu tipa izdani, sva podzemna vodna tela su podeljena na porozna (kvartarna i neogena), karstna i ispucala.



Slika 1. Karta sa ucrtanim podzemnim vodnim telima u Srbiji
(Izvor: Zakon o određivanju površinskih i podzemnih vodnih tela, Službeni glasnik RS 96/10)

Figure 1. Map with drawn groundwater bodies in Serbia
(The Law on the determination of surface and groundwater bodies, Official Bulletin RS 96/10)

Za pravilno upravljanje vodnim telima, neophodno je kontinuirano sprovođenje monitoringa režima podzemnih voda, koji se u Srbiji izvodi na nekoliko nivoa: nacionalnom nivou, opštinskom ili gradskom nivou, na

nivou izvorišta za vodosnabdevanje, kao i u priobalnom području Dunava, Save i Tise, koje je u zoni uspora HE Đerdap I. Mreža osmatračkih stanica koje su pod nadležnošću Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ) (ukupno oko 500) je osnovana za kontinuirano praćenje kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika površinskih voda i režima podzemnih voda. Osmatračka mreža je podeljena na osmatračka područja koja su vezana za slivove većih reka ili većih vodonosnih slojeva kvartarne starosti. Sistematsko praćenje većeg broja neogenih i karstnih izdani tek treba da bude uspostavljeno. Od strane RHMZ trenutno se prate promene vodostaja i proticaja samo na jednom karstnom vrelu - vrelu Mlave.

Na skoro svim tačkama za monitoring hemijskog sastava voda u Srbiji (oko 70 njih), uzimaju se uzorci vode jednom godišnje. Tokom redovnog uzorkovanja voda, analizira se oko 50 različitih parametara.

Zbog neravnomerne pokrivenosti osmatračkom mrežom podzemnih voda, informacije vezane za kvalitativni i kvantitativni status podzemnih vodnih tela u znatnim delovima Srbije nisu adekvatne ili potpuno izostaju. Ovo predstavlja glavnu prepreku za sigurnu procenu stanja podzemnih voda na velikom broju podzemnih vodnih tela, tako da čak ni procena rizika prema članu 4. Evropske okvirne direktive za vode nije izvodljiva.

U cilju obuhvatanja monitoringom svih izdani, postojeća osmatračka mreža mora se proširiti kroz uključivanje korisnika podzemnih voda (vodovodi, industrija, poljoprivredni proizvođači) i uspostavljanje novih područja za monitoring. Monitoring podzemnih voda pruža informacije potrebne za procenu dugoročnih trendova promena vezanih za podzemne vode koje su posledica promene prirodnih uslova i ljudskih aktivnosti, kao i podatke koji su potrebni za procenu efikasnosti mera preduzetih da se poboljša status podzemnih voda.

Kako su podzemne vode integralni deo vodnog ciklusa, procena bilansa podzemnih voda je neophodna za razvoj održivog planiranja. U skladu sa tim, nekoliko projekata, kao što su „Bilans podzemnih voda u Srbiji“ i „Monitoring resursa podzemnih voda u Srbiji“ su u toku, sa osnovnim ciljem da se obezbedi novija i potpunija procena bilansa podzemnih voda, unapređenje monitoringa podzemnih voda i uspostavljanje informacionog sistema podzemnih voda kao deo integrisanog informacionog sistema voda (Stevanović et al. 2010). Kao jedan od rezultata projekta „Monitoring resursa podzemnih voda u Srbiji“ u završnoj fazi izrade je Karta ugroženosti podzemnih voda za područje cele republike u razmeri 1:500.000. Iako je metodologija izrade ove vrste karte dobro poznata i razvijena tokom prethodne dve decenije, ovo je jedan od prvih pokušaja da se takva karta napravi na regionalnom (nacionalnom) nivou (Milanović S. et al. 2010).

Radeći na Okvirnom izveštaju 2004. (oblast podzemnih voda), Srbija je predložila zajednička prekogranična podzemna vodna tela između Srbije, Mađarske i Rumunije, bazirana na osnovu kriterijuma za velike prekogranične izdani u slivu reke Dunav. Rumunija, Mađarska i Srbija imaju identifikovana vodna tela na svojim teritorijama koje su u stvari deo jednog, prekograničnog podzemnog vodnog tela, formiranog u okviru gornje panonskih i donje pleistocenskih sedimenata (Stevanović et al. 2011).

Tokom poslednjih nekoliko godina mnogo više pažnje se obraća na identifikaciju, procenu i upravljanje prekograničnim izdanima. Neke od tih aktivnosti su sinhronizovane kroz direktne bilateralne komunikacije nacionalnih institucija (ministarstva, i njihovih tela) (Đurić, 2006), neki drugi su preduzeti od strane koordiniranih akcija UN (UN/ECE 2007), a neki su izašli kao rezultat projekata koje finansira EU (Stevanović et al. 2011).

Zaključak

Podzemne vode u Srbiji i pored intenzivnog korišćenja (koristi ih oko 75% stanovništva), nisu još uvek dovoljno proučene. U praksi se javlja i nedostatak evidencije o rezervama, stepenu iskorišćenosti, kvalitetu, režimu i sl. Upravo su ovo najčešći razlozi za umanjeње njihovog značaja i perspektivnosti. Na osnovu do sada obavljenih hidrogeoloških istraživanja, trenutno se zahvata oko 30 % obnovljivih rezervi podzemnih od ukupno procenjenih 67 m³/s. Pored prirodnog potencijala podzemnih voda, dodatne količine podzemne vode mogu se dobiti putem veštačkog prihranjivanja aluvijalnih izdani ili regulacijom karstnih izdani. Primenom veštačkog prihranjivanja može se obezbediti dodatnih 40 m³/s vode, tako da zajedno sa procenjenim obnovljivim rezervama podzemnih voda moguće je zahvatati ukupno oko 107 m³/s kvalitetnih podzemnih voda

Kada su u pitanju podzemne vode, zakonodavna regulativa u Srbiji vezana je za pitanje kvaliteta i zaštite podzemnih voda, ali i hidrogeoloških istraživanja. U najvećem broju zakona koji direktno ili indirektno tretiraju podzemne vode napravljeni su određeni pomaci u statusu podzemnih voda i približavanju zakonima Evropske unije, dok je u Zakonu o rudarstvu i geološkim istraživanjima napravljen stručno neodrživ koncept vezan za podzemne vode i geologiju, uopšte.

Literatura:

- DIMKIĆ M., STEVANOVIĆ Z., DJURIĆ D., 2011: *Progress and improvement of the status of groundwater in Serbia, Proceedings of IWA Specialist Groundwater Conference, Invited Paper, pp.81-101, Belgrade*
- ĐURIĆ D., 2006: *Prekogranična vodna tela – Osnova za upravljanje podeljenim resursom*, Zbornik radova konferencije "Voda 2006", Zlatibor
- INSTITUT ZA VODOPRIVREDU "JAROSLAV ČERNI", 2001: *Vodoprivredna osnova Republika Srbije*, Beograd
- MILANOVIĆ S., STEVANOVIĆ Z., ĐURIĆ D., PETROVIĆ T., MILOVANOVIĆ M., 2010: *Regionalni pristup izradi karte ugroženosti podzemnih voda Srbije – nova metoda "izdan"*, Zbornik radova 15 Kongresa geologa Srbije, pp.585-590, Beograd
- POLOMČIĆ D., STEVANOVIĆ Z., DOKMANOVIĆ P., PAPIĆ P., RISTIĆ VAKANJAC V., HAJDIN B., MILANOVIĆ S., BAJIĆ D., 2011: *Vodosnabdevanje podzemnim vodama u Srbiji - stanje i perspektive. Monografija „40 godina Departmana za hidrogeologiju“ pp. 45 - 78. Rudarsko-geološki fakultet. Beograd.*

- STEVANOVIĆ Z., KOZÁK P., LAZIĆ M., SZANYI J., POLOMČIĆ D., KOVÁCS B., TÖRÖK J., MILANOVIĆ S., HAJDIN B. AND PAPIĆ P., 2011 *Towards sustainable management of transboundary Hungarian – Serbian aquifer. In: Transboundary Water Resources Management: A Multidisciplinary Approach, 1 Ed. (eds. Ganoulis J., Aureli A. and Fried J.). Wiley-VCH Verlag. pp. 143-149*
- STEVANOVIĆ, Z. HAJDIN B., RISTIĆ VAKANJAC V., DOKMANOVIĆ P., MILANOVIĆ S., PETROVIĆ B., 2010: *Bilans podzemnih voda u Srbiji (Ocena rezervi podzemnih voda Srbije i mogućnosti regulacije izdani)*, God. izv. za grupu Strateških projekata Min. ŽSRPP i Direkcije za vode Srbije real. od RGF, IJČ i GIS, Fond. str. dok. RGF, Beograd
- UN ECE, 2007. *Our waters: joining hands across borders-First Assessment of Transboundary Rivers, Lakes and Groundwaters*, UN ECE, Geneva