

ЈАВНА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКА УСТАНОВА
ИНСТИТУТ ЗА ЗАШТИТУ И ЕКОЛОГИЈУ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
БАЊА ЛУКА

PUBLIC SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTION
INSTITUTE OF PROTECTION AND ECOLOGY OF THE REPUBLIC OF SRPSKA
BANJA LUKA

НАУЧНО-СТРУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА СА
МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ
*SCIENTIFIC-PROFESSIONAL CONFERENCE WITH
INTERNATIONAL PARTICIPATION*

**"ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
ИЗМЕЂУ НАУКЕ И ПРАКСЕ -
СТАЊЕ И ПЕРСПЕКТИВЕ"**

*"ENVIRONMENT PROTECTION
BETWEEN SCIENCE AND PRACTICE –
STATUS AND PERSPECTIVES"*

ЗБОРНИК РАДОВА
COLLECTION OF PAPERS

Бања Лука, 13. децембар 2013.
Banja Luka, 13. December 2013.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бана Лука

502(082)

НАУЧНО-стручна конференција са међународним
учешћем "Заштита животне средине између науке и
праксе - стање и перспективе" (2013 ; Бана Лука)

Зборник радова / Научно-стручна конференција са
међународним учешћем "Заштита животне средине
између науке и праксе - стање и перспективе",
Бана Лука, 13. децембар 2013. ; [уредник Предраг
илић] = Collection of Papers /
Scientific-Professional Conference with
International Participation "Environment
Protection between Science and Practice - Status
and Perspectives", Banja Luka, 13. December 2013.
; [editor Predrag Ilić]. - Бана Лука : Институт
заштите, екологије и информатике = Institute of
protection, ecology and informatics, 2013 (Бана
Лука : Грађопапир). - 583 стр. : илустр. ; 25 цм

Текст ћир. и лат. - Тираж 200. - Библиографија уз
сваки рад. - Abstract.

ISBN 978-99938-846-6-8

COBISS.BH-ID 4038424

Издавач / Publisher

ЈАВНА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКА УСТАНОВА
ИНСТИТУТ ЗА ЗАШТИТУ И ЕКОЛОГИЈУ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
БАЊА ЛУКА
Бања Лука, Видовданска 43

PUBLIC SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTION
INSTITUTE OF PROTECTION AND ECOLOGY OF THE REPUBLIC OF SRPSKA
Banja Luka, Vidovdanska 43

За издавача / For publisher

Доц. др Предраг Илић / Ass. Prof. Predrag Ilić

Уредник / Editor

Доц. др Предраг Илић / Ass. Prof. Predrag Ilić

Технички уредник / Technical editor

Ранко Вељко, дипл. инж. маш. / Ranko Veljko, B. Sc.

Штампа / Printing

Графонепир Бања Лука / Grafonapir Banja Luka

Тираж: 200 примјерака / *Print run: 200 copies*

Покровитељи / Sponsors

Влада Републике Српске
Government of the Republic of Srpska
Министарство науке и технологије
Ministry of Science and Technology

Научно-стручни одбор / Scientific-professional committee

Проф. др Јелена Божић, председник / *Jelena Božić, Ph. D., president*

Доц. др Предраг Илић, подпредседник / *Predrag Ilić, Ass. Prof., vice-president*

Проф. др Јелица Којовић, члан / *Jelica Kojović, Ph. D. member*

Проф. др Мирјана Војиновић-Милорадов, члан / *Mirjana Vojinović-Miloradov, Ph. D., member*

Проф. др Бранко Савић, члан / *Branko Savić, Ph. D., member*

Проф. др Мого Јоан Корина, члан / *Moga Ioan Corina, Ph. D., member*

Доц. др Зоран Јанјуш, члан / *Zoran Janjuš, Ass. Prof., member*

Доц. др Сузана Готовић-Атлагић / *Suzana Gotovac-Atlagić, Ass. Prof., member*

Организацони одбор / Organisational committee

Предраг Илић, председник / *Predrag Ilić, president*

Ранко Вељко, члан / *Ranko Veljko, member*

Денис Мејед, члан / *Denis Meded, member*

Светлана Илић, члан / *Svetlana Ilić, member*

Синиша Данојевић, члан / *Siniša Danojević, member*

Весна Митрић, члан / *Vesna Mitrić, member*

Снежана Слјепчевић, члан / *Snežana Slijepčević, member*

За право објављивања, оригиналност и квалитет радова одговорнају сами аутори.
Authors themselves are responsible for the right of publishing, originality and papers' quality.

САДРЖАЈ/CONTENT

ПЛЕНАРНА ПРЕДАВАЊА / PLENARY LECTURES

1.	Jelena Božić: Energetska efikasnost za održivu obnovu i izgradnju naselja. Stanje i mogućnosti u Republici Srpskoj	11
2.	Предраг Илић, Светлана Илић, Зоран Јањуш: Заштита животне средине у Републици Српској, стање и перспективе	21

РЕФЕРАТИ / PAPERS

1.	Сања Сакан, Гордана Девић, Дубравка Релић, Иван Анђелковић, Ненад Сакан, Драгана Ђорђевић: Фактор обogaћења и индекс геоакумулације у процени контаминације речних седимената	43
2.	Jasmina Cerić, Tamara Matijević: Praćenje higijensko-sanitarnog stanja rijeke Une	53
3.	Suzana Gotovac-Atlagić, Vesna Rudić Grujić, Vojana Vjeljac, Borislav Malinović: Nitrate nitrogen and waters in Republic of Srpska	59
4.	Свјетлана Ступар, Ранка Радић, Златко Ђајић: Одређивање емисија GHG из друмског саобраћаја према методологији COPERT IV	69
5.	Siniša Škondrić: <i>Teucrium montanum</i> L. (Labiatae): etnobotanička studija	81
6.	Dejan Dmitrović, Branka Bilbija, Milica Lukač, Šnjegota Dragana: Polni dimorfizam adultnih krpelja vrste Dermacentor marginatus sa područja Bardače	91
7.	Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić: Komparativna studija tretmana komunalnog otpada primjenom LCA	97
8.	Pricop Floarea, Moga Ioan Corina, Popescu Alina, Ghituleasa Carmen, Scarlat Razvan: Solutions for minimizing the wastewater pollution generated by textile finishing	107
9.	Слободанка Павловић, Жељко Алексић: Анализа постојећег програма управљања медицинским отпадом у КЦ Бања Лука	117
10.	Новак Дамјановић, Зорица Давидовић: Могућности еколошког збрињавања отпадних уља за подмазивање	127
11.	Vladan Mičić, Branko Pejović, Radoslav Grujić, Borislav Malinović: Sredstva za hladenje i podmazivanje u obradi metodu kao fluidni industrijski otpad	135
12.	Зоран Јањуш, Предраг Илић: Анализа резултата испитивања тврдоће рециклираног термопласта	147

13.	Бранислав Вулевић: Нејонизујућа зрачења и заштита	155
14.	Драган Карабасил: Електромагнетни смог, општа опасност	165
15.	Смиљана Параш, Милица Матавуљ, Дејан Дмитровић: Утицај нискофреквентних електромагнетних поља на бета ћелије ендокриног панкреаса код пацова	179
16.	Jasna Friščić, Renata Ališić, Radoslav Dekić, Biljana Kukavica: Uticaj terbutilazina na elemente antioksidativne zaštite eritrocita čovjeka (In vitro)	189
17.	Предраг Илић, Светлана Илић, Зоран Јањуш: Стратешка процјена утицаја на животну средину у Републици Српској	197
18.	Предраг Алексић, Звонимир Баковић, Братислав Кисин: Стратешка процена утицаја на животну средину у стрешком планирању у шумарству Србије на примеру Јужно Кучајског шумског подручја	207
19.	Novica Staletović, Srđa Kovačević, Jasmina Lukić: Model ekspertske procene stanja životne sredine opštine Bor	217
20.	Даниела Цветковић, Слајана Ђорђевић, Мирјана Бартула: Процена ефикасности управљања заштићеним подручјима у Републици Србији применом РАПШМ методологије	227
21.	Ген Спасојевић-Шантић, Дубравка Перовић, Гордана Дражић: Фиторемедијациони план у третману земљишта загађеног тешким металима применом индијске сланице (<i>Brassica juncea</i>)	237
22.	Tanja Maksimović, Predrag Ilić, Svjetlana Lolić: Sezonska distribucija teških metala (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd i Pb) kod <i>Phragmites communis</i> TRIN., na području ribnjaka Bardača	247
23.	Dragoljub Urošević, Branimir Anđelić, Raša Đurović, Ljiljana Stojanović-Vjelić, Uroš Urošević: Doprinos izgradnji i remedijaciji deponija Industrijskog i komunalnog otpada u cilju zaštite životne sredine	253
24.	Светлана Илић, Весна Митрић, Предраг Илић, Нермина Skeјовић-Хурић: Инвентар диоксида и фурана у складу са одредбама Стокхолмске конвенције	265
25.	Владан Јолџић: Право и животна средина, од теорије до праксе	275
26.	Весна Б. Аћић: Хармонизација прописа у области енергетике са аспекта заштите животне средине и енергетска ефикасност	285
27.	Драгољуб Тодић, Зорица Исоски: Европске интеграције и усклађивање националних прописа са прописима ЕУ: између нормативног и праксе	301
28.	Zorica Davidović, Novak Damjanović: Propisi i zakonske regulative u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije u Srbiji, EU, tendencije	309
29.	Сандра Бабић, Александра Станивуковић: Увод у енергетски менаџмент општине Градишка	321

30.	Siniša Danojević: Obnovljivi izvori energije u Republici Srpskoj, iskorištenje, perspektiva i energetska efikasnost	331
31.	Ivan Bilić: Izazovi u korišćenju obnovljivih izvora energije u Republici Srbiji	341
32.	Sanja Mrazovac Kurilić, Nenad Marić, Stanko Sorajić, Jelena Zarić: Geotermalni resursi Vojvodine	351
33.	Jovan Đukić, Petar Gvero, Branko Kremenović: Sektor hlađenja i potencijali BiH za korišćenje solarnog hlađenja	359
34.	Денис Међед, Весна Митрић: Потенцијали кориштења енергије вјетра у Републици Српској	369
35.	Snežana Komatina-Petrović, Miomir Komatina, Saša Smiljanić, Una Petrović: Geološko skladištenje CO ₂ - rešenje za ublažavanje klimatskih promena u energetici	377
36.	Snežana Komatina Petrović, Nenad Č. Bojat, Halid Žigić: Eksperimentisanje sa planetom - klimatske promene u eri geoinženjeringa	387
37.	Гордана Петровић, Радослав Бошковић: Климатске промене и њихов утицај на туризам	393
38.	Ilija Komljenović, Danijel Jug, Mihajlo Marković, Vlado Kovačević, Milana Mišić: Redukovane obrada zemljišta u poljoprivrednoj proizvodnji i ublažavanje klimatskih promjena u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini	401
39.	Слађана Ђорђевић, Славен Продановић, Слободанка Павловић, Даниела Цветковић: Адаптације кориштења пољопривредног земљишта на бази регионалних климатских модела	413
40.	Ivana Živanović, Slađana Živanović: Održivi turistički razvoj - principi planiranja i upravljanja	423
41.	Мирјана Бартула, Слађана Ђорђевић, Слободанка Павловић, Даниела Цветковић: Акциони план за развој екотуризма у заштићеним подручјима Војводине	433
42.	Jelena Božić: Primjena nanotehnologije u građenju. Mogućnosti i ograničenja	443
43.	Marian-Cătălin Grosu, Ioan Hossu, Dorin Avram, Iuliana Maria Bârliiba, Răzvan Scarlat: Environment protection potential through magnetically textile systems	453
44.	Stojan Simić, Dragana Mitrović, Željko Džudželića, Snježana Vujić: Energetska efikasnost u rafinerijama kao mjera zaštite životne sredine	465
45.	Biljana Vranješ, Nikola Šobat, Snežana Slijepčević: Metodologija procjene profesionalnog rizika	473
46.	Vesna Paleksić, Mira Popović, Ognjen Perazić: Profesionalne opasnosti i štetnosti i radna mjesta sa povećanim rizikom u termoelektrani na uglj	481

GEOTERMALNI RESURSI VOJVODINE

Sanja Mrazovac Kurilić¹, Nenad Marić², Stanko Sorajić², Jelena Zarić²

¹ *Fakultet za ekologiju i zaštitu životna sredine, Univerzitet Union Nikola Tesla, Cara Dušana 62-64, Beograd*

² *Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Dušina 7, Beograd*

Rezime: U Vojvodini postoje 73 hidrotermalne bušotine. Manje od jedne trećine geotermalnog potencijala Vojvodine se eksploatiše. Banjski oblici korištenja ovih potencijala iznose oko 43.6 % od kapaciteta u upotrebi, za zagrevanje prostorija se koristi oko 38.8 %, u industrijsko zagrevanje 11.5 %, zatvoreni bazeni 6.1 %. Termalne vode Vojvodine su nisko-temperaturne. Uobičajen temperaturni interval je od 25 do 82°C. Maksimalna upotrebna vrednost energije ovih voda je do 146.78 TJ po godini. Geotermalne vode plićeg ili prvog hidrogeološkog sistema Vojvodine su karakteristične po svom povišenom gasnom sadržaju sa visokim udelom metana koji bi mogao da se koristi u energetske svrhe, takođe. U radu su date osnovne karakteristike termomineralnih voda u energetske upotrebi. Dat je pregled udela gasa u termalnoj vodi koji se oslobađa iz bušotina sa dubina 200 do 1200 m. Procena oslobođenog metana je do $0.79 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ godišnje (maksimalna vrednost po bušotini), ugljen-dioksida do $2.2 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ po godini (maksimalna vrednost po bušotini).

Ključne reči: podzemne vode, geotermalna energija, Srbija

GEOTHERMAL RESOURCES OF VOJVODINA

Sanja Mrazovac Kurilić¹, Nenad Marić², Stanko Sorajić², Jelena Zarić²

¹ *Faculty of Ecology and Environmental Protection, University Union Nikola Tesla, Cara Dušana 62-64, Belgrade*

² *Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Dušina 7, Belgrade*

Abstract: About 73 hydrothermal wells have been drilled in Vojvodina, north Serbian Province. Less than one-third of the geothermal potential of Vojvodina has been exploited. Spas and baths occupying 43.6% of used capacity, space heating 38.8%, process heating 11.5%, covered swimming pools 6.1%. Thermal waters in Vojvodina are low enthalpy. The usual thermal water temperature ranges between 25 and 82°C. Maximum energy in use has value up to 146.78 TJ/year. The geothermal waters of the shallowest groundwater system of the Province of Vojvodina are characterized by their elevated gas content with a high methane fraction, which could be potentially used in energy purposes, too. In the paper are given basic characteristics of thermomineral waters in energy use. Reported is the amount of the gases in the thermal waters produced by boreholes in use drilled from 200 to 1200 m depth. This work provides estimate of methane and carbon dioxide emission from the analyzed geothermal wells in Vojvodina. Methane emission is estimated up to $0.79 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ / year (maximum value per borehole), and carbon dioxide up to $2.2 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ / year (maximum value per borehole).

Keywords: groundwater, geothermal energy, Serbia

UVOD

Srbija, kao zemlja Balkanskog poluostrva (sl.1) bogata je geotermalnim resursima (Petrovic, 1976; Hurter i Schellschmidt, 2003), posebno severni deo zemlje (Vojvodina, južni deo Panonskog basena (sl. 1)) (Bodri i Bodri, 1982; Alimpić, 1985; Milivojević, 1990, 1991; Milivojević i dr., 1992).

Vojvodinu karakterišu četiri hidrogeološka sistema (Filipović i dr., 2005). Isti autori daju i generalnu podelu ovih sistema, koja je ovde u najkraćem prikazana. Prvi sistem se prostire od površine terena do donjeg Ponta. U okviru ovog sistema nalaze se kvartarne naslage, paludinski slojevi i sedimenti gornjeg Ponta. Drugi hidrogeološki sistem obuhvata sedimente donjeg Ponta i Panona. Ove sedimente karakteriše manja poroznost od povlatnih sedimenata u prvom hidrogeološkom sistemu. U treći hidrogeološki sistem ubrajamo stenske mase Miocena, Paleogena, Jure i Krede. U litološkom pogledu značajnije su zastupljeni krečnjaci, peščari, konglomerati i breče. Četvrti i najdublji hidrogeološki sistem sastoji se od tvorevina Trijasa i Paleozoika - magmatskih, metamornih i sedimentnih stena (Nikolic i dr., 1967). Većina termalnih voda u Vojvodini potiče iz prvog, drugog i trećeg hidrogeološkog sistema. Reč je o tvorevinama kvartarne i neogene starosti, sa veoma malim udelom koji potiče od starijih geoloških formacija. Geotermalna izvorišta proučavana u ovom radu pripadaju prvom najplićem hidrogeološkom sistemu, i obogaćene su gasovima, uglavnom metanom. Pojava gasa je u bliskoj vezi sa geologijom, hemijskim sastavom i ostalim fizičko-hemijskim parametrima ovih voda (Aljtovski, 1973; Hildebrand and Lamoreaux, 1974; Brass et al., 1982; Grubic, 1980; Milivojevic, 1993; Varsány et al., 2002).

Hemijski sastav podzemnih voda Vojvodine uglavnom je uslovljen karakteristikama stena u kojima se nalaze ležišta vode (Lyons et al., 1992). Fizičko-hemijska analiza ovih voda izvedena je u naftnoj kompaniji NIS, Centralna laboratorija Novi Sad. Ove vode su blago do zamućeno žute, i imaju nizak sadržaj minerala (2-5 g/L). Alkalne su (pH između 7.5 i 9.0), bez ukusa, bez mirisa, i veoma meke (karbonatna tvrdoća u intervalu 2-4 dH ili 35-70 ppm), sa temperaturom koja varira između 25°C i 82°C. Dominantni joni su natrijum i hidrokarbonati (Nikic i Vidovic, 2007), ali ove vode sadrže značajan sadržaj kalcijuma, magnezijuma, kalijuma, hlorida i sulfata (Tonic et al., 1989). U komponente od balneološkog značaja ubrajamo jod, brom, fluor, stroncijum, litijum i barijum, metasilicijumska i metaborna kiselina. Gasni sastav većinom čine metan, ugljen-dioksid i azot, a u ostale gasove ubrajamo H₂S, O₂, C₂H₆ koji su zastupljeni u daleko manjem udelu.

Podaci iz 2009 pokazuju da je manje od jedne trećine geotermalnog potencijala u Vojvodini iskorištavano.

METODOLOGIJA

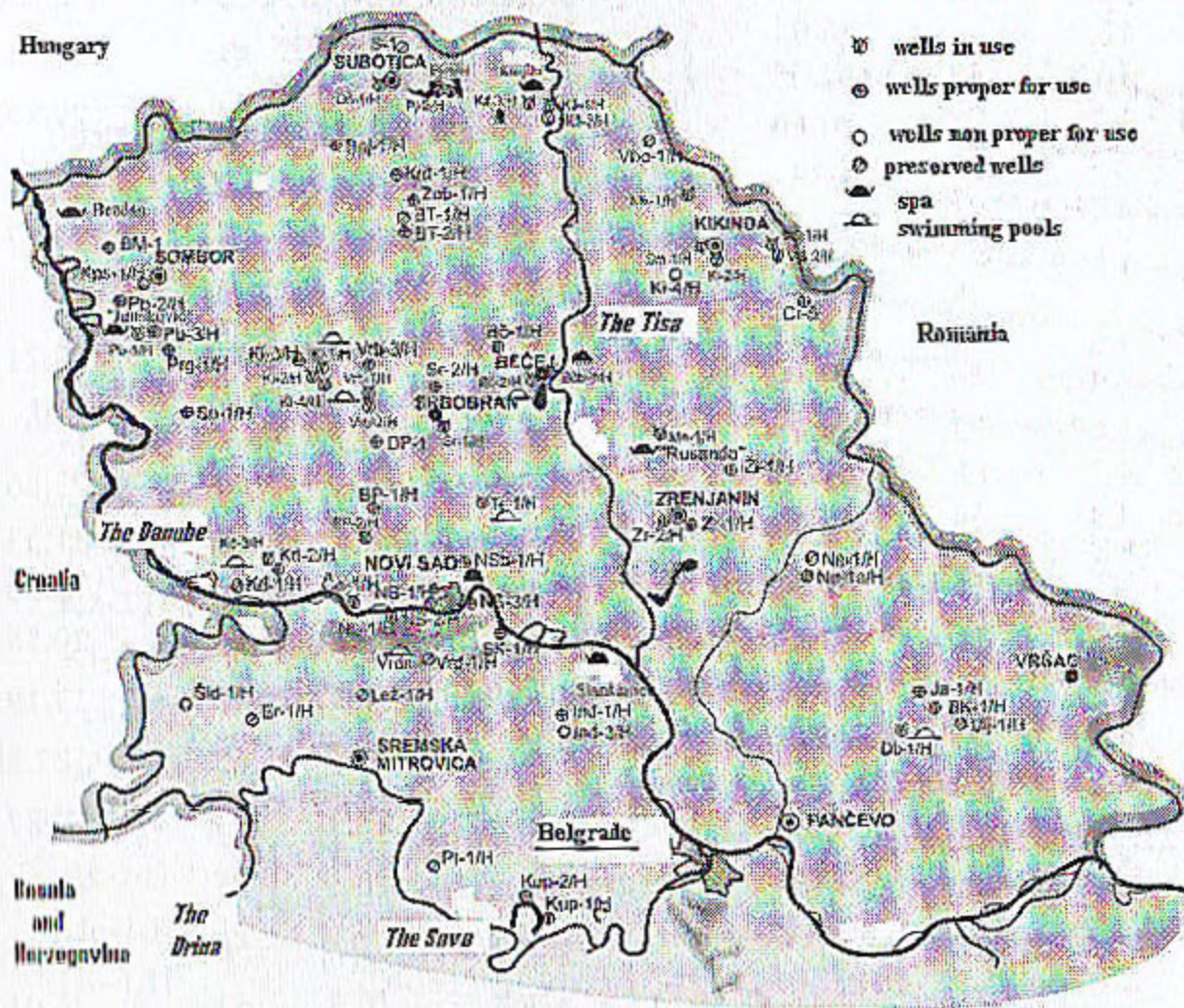
Proučavanja su vršena u aprilu i maju 2007., i tokom jula 2008. Sledeća oprema je korištena za utvrđivanje gasnog sadržaja u podzemnim vodama Panonskog basena:

- prenosni degazator za razdvajanje tečne i gasovite faze (ručna izrada);
- prenosni instrument za merenje protoka vode (marke "Veb Jun Kalor Dessau" i/ili "Siemens");
- prenosni uređaj za merenje protoka gasa (marke "Rombach")

Meren je protok vode i količinu oslobođenog gasa. Odnos zapremina oslobođenog gasa i vode predstavlja gasni faktor. Merenja su vršena držanjem konstantnog nivoa vode u degazatoru i simultanim očitavanjem protoka vode i gasa u intervalima od 5, 10 i 30 minuta, u periodu od 2 do 4 sata. Rezultati su iskazani kao srednje vrednosti. U laboratorijskim merenjima vršenim na gasu sakupljenom iz termalne vode korišten je Perkin Elmer Model 990 gasni hromatograf (GC) sa čeličnom kolonom i ispunom Porapak Q (GC materijal za pakovanje) i termalnim detektorom provodljivosti, uz upotrebu vodonika kao nosjećeg gasa. Ovaj instrument korišten je za analizu uzoraka gasa oslobođenog iz vode.

REZULTATI

Lokacije i kategorije termomineralnih izvorišta na prostoru Vojvodine prikazani su na slici 1.



Slika 1. Mapa Vojvodine i lokacija hidrotermalnih bušotina

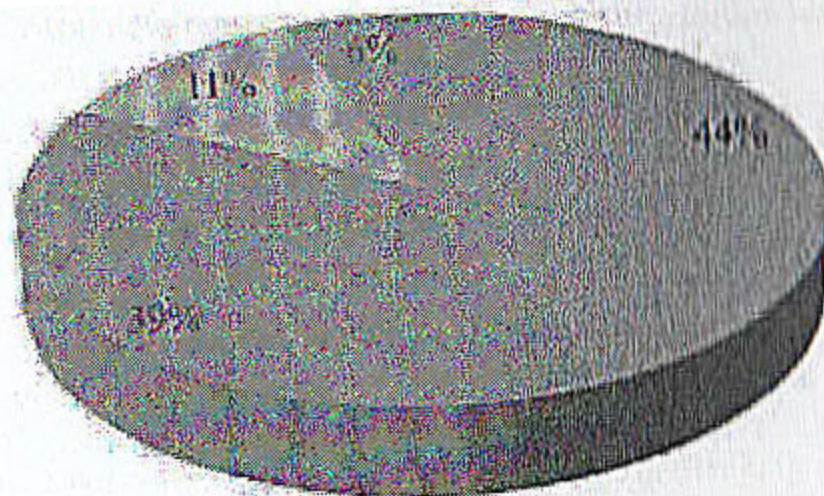
Oko 73 hidrotermalne bušotine izbušene su na prostoru Vojvodine. Od toga 42 u zapadnom delu (Bačkoj), 18 u istočnom delu (Banatu) i 13 u južnom delu (Sremu). Ukupno 26 sistema je trenutno aktivno, a samo deo njih se koristi u energetske svrhe. Rezultati istraživanja su prikazani u tabelama 1 – 4. Grafički prikaz rezultata dat je na slikama 2 i 3.

Tabela 1. Protok, temperatura i korisna energija 25 analiziranih bušotina koje nisu u upotrebi

Bušotina	Protok (l/s)	T (°C)	Korisna energija (TJ/god)
Prg-1/H	2.7	43	6.41
So-1/H	2.5	43	5.94
Sr-2/H	5.5	54	21.04
Vrb-3/H	13	54	49.73
Zob-1/H	3.3	36	4.79
Šuj-1/H	6	39	11.08
Bč-1/H	10.7	33	11.29
BP-1/H	16.7	46	46.26
BT-2/H	10.7	37	16.94
DP-1	14.7	57	62.05
KPS-1/H	3.3	72	20.46
Ns-2/H	2.7	35	3.56
Nsb-1/H	17.1	23	-
Pb-3/H	14	53	51.7
BK-1/H	15.7	27	4.14
Ju-1/H	9.6	35	12.66
Ki-4/H	4.7	57	19.84
Vbc-1/Ha	16.7	82	125.56
Vbc-1/Hb	4.3	68	24.39
Vbc-1/Hc	4.8	54	18.36
Žl-1/H	3.3	44	8.27
Zr-1/H	4	45	10.55
Cr-5	18.3	75	120.69
Ind-1/H	13.3	56	54.38
Kup-1/H	42.8	51	146.78
Kup-2/H	15	45	39.57
Nu-3/H	6.8	38	11.66
MIN	2.5	23	3.56
MAX	42.8	82	146.78

Tabela 2. Protok, temperatura i korisna energija 26 analiziranih bušotina koje su u upotrebi

Bušotina	Protok (l/s)	T (°C)	Korisna energija (TJ/god)
Kd-2/H	2.2	34	2.61
Kž-1/H	5	41	10.55
Kž-3/H	20	72	123.99
Sr-1/H	11.7	63	58.64
Kl-2/H	8.3	53	30.65
Dš-1/H	4.8	35	6.33
Pj-1/H	12.2	48	37.01
Kl-4/H	8.5	51	29.15
Vrb-1/H	3.5	39	6.46
Vrb-2/H	4.3	51	14.77
Bč-1/H	1.2	-	-
Te-1/H	20	41	42.21
Če-1/H	5	31	3.96
Kž-2/H	14	65	73.86
Kl-1/H	9.5	50	31.33
Pb-1/H	20.8	54	79.56
BP-2/H	7.8	45	20.58
Pj-2/H	5	45	13.19
Bč-2/H	19.5	65	102.88
Me-1/H	10.3	33	10.87
Db-1/H	10	25	-
Šm-1/H	6.2	50	20.44
Mk-1/H	10.5	51	36.01
Kl-2/H	15.2	51	52.13
VS-1/H	10	43	23.74
VS-2/H	6.7	45	17.67
MIN	1.2	25	2.61
MAX	20.8	72	123.99

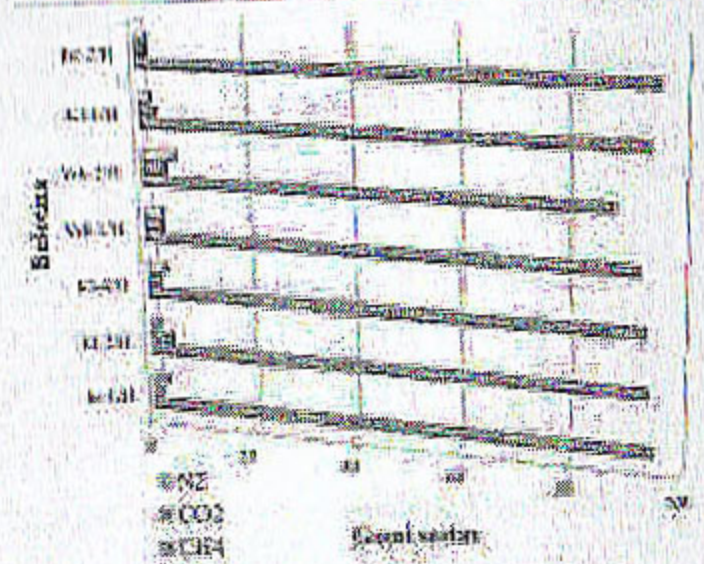


- Banjski oblici korišćenja
- Zagrevanje
- Industrijsko zagrevanje
- Zatvoreni bazeni

Slika 2. Vidovi korišćenja bušotina u eksploataciji

Tabela 3. Gasni sadržaj u 20 bušotina u upotrebi

Bušotina	Sadržaj gasa (Nm ³ /m ³)
Sr-1/H	1.440
Kl-2/H	1.170
Pj-1/H	1.260
Kl-4/H	1.120
Vrb-1/H	1.008
Vrb-2/H	1.014
Te-1/H	1.200
Kž-2/H	1.067
Kl-1/H	1.180
Pb-1/H	0.554
BP-2/H	0.040
Pj-2/H	0.512
Bč-2/H	1.855
Me-1/H	0.082
Db-1/H	0.002
Šm-1/H	0.420
Mk-1/H	0.430
Kl-2/H	0.500
VS-1/H	0.156
VS-2/H	0.180



Slika 3. Procentualna zastupljenost gasa u pojedinim bušotinama koje su u eksploataciji

Tabela 4. Gas, metan i ugljen-dioksid koji se emituju (u slučaju sagorevanja metana) iz 20 bušotina u upotrebi

Bušotine u upotrebi	Emisija gasa ($\times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$)	CH ₄ ($\times 10^6 \text{ Nm}^3$ godišnje)	CO ₂ ($\times 10^6 \text{ Nm}^3$ godišnje)
Sr-1/H	0.53	0.36	1.01
KI-2/H	0.31	0.21	0.52
Pj-1/H	0.49	-	-
KI-4/H	0.30	0.20	0.57
Vrb-1/H	0.11	0.07	0.21
Vrb-2/H	0.14	0.09	0.25
Te-1/H	0.76	-	-
Kž-2/H	0.47	-	-
KI-1/H	0.35	0.24	0.68
Pb-1/H	0.36	-	-
BP-2/H	0.01	-	-
Pj-2/H	0.08	-	-
Bč-2/H	1.14	0.79	2.20
Me-1/H	0.03	-	-
Db-1/H	0.0006	-	-
Šm-1/H	0.08	-	-
Mk-1/H	0.14	-	-
KI-2/H	0.24	-	-
VS-1/H	0.05	-	-
VS-2/H	0.04	-	-

Korisna energija (TJ godišnje) = godišnji prosek brzine protoka vode (l/s) x (ulazna temperatura (°C) – izlazna temperatura (°C)) x 0.1319

Izlazna temperatura = 25 °C

ZAKLJUČAK

U južnom delu Vojvodine iako su izvedene četiri bušotine, nijedna od njih nije u upotrebi. Banat ima nešto više bušotina, 7 u upotrebi i 7 izvan upotrebe. U Bačkoj, njenom severnijem delu, postoji 14 neaktivnih i 19 aktivnih bušotina. Manje od jedne trećine geotermalnih resursa Vojvodine se koristi. Banjski oblici korištenja ovih potencijala iznose oko 43.6 % od kapaciteta u upotrebi, za zagrevanje prostorija se koristi oko 38.8 %, industrijsko zagrevanje 11.5 %, zatvoreni bazeni 6.1 %.

Temperatura, protok i iskorišćenu energiju utvrdeni su za 51 geotermalnu bušotinu, a gasni sadržaj je utvrđen za 20 geotermalnih izvorišta. Maksimalna korisna energija se procenjuje na do 146.78 TJ godišnje (maksimalna vrednost po bušotini).

Geotermalne vode na kojima su vršena ispitivanja karakteristične su uglavnom po povišenom sadržaju gasova (preko $1 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$ sa visokim udelom metana (u proseku oko 93.3% ukupnog sadržaja gasa). Termalne vode u Banatu imaju niži prosečan gasni sadržaj ($0.253 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$ vode), a za njima slede bušotine u Bačkoj ($1.032 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$ vode), a najveći gasni sadržaj od $1.855 \text{ Nm}^3/\text{m}^3$ vode je izmeren na Bušotini u Bečeju, Bč-2/H. Dat je pregled gasnog sadržaja u termalnim vodama 7 bušotina u Vojvodini na dubinama 200 do 1200 m.

Na osnovu protoka vode i sadržaja metana, gustine i molarne mase metana i ugljen-dioksida, može se izračunati količina metana i ugljen-dioksida koja se proizvede u svakoj posmatranoj bušotini. Ukupna količina metana proizvedena u toku jedne godine iz 7 bušotina iznosi oko $1.96 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ godišnje, a ugljen dioksid (ukoliko sagorevamo metan) $5.44 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ godišnje.

LITERATURA

- [1] Petrovic Z., Types of hydrogeological structures and possible hydrogeochemical provinces of thermal water of Serbia, Proceedings of the 2nd UN Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, 1975, pp. 531 – 537.
- [2] Hurter S., Schellschmidt R., Atlas of geothermal resources in Europe, Geothermics 32, 2003, pp. 779 - 787
- [3] Bodri L., Bodri B., Geothermal model of the heat anomaly of the Pannonian basin, Geothermics and geothermal energy, 1982, pp. 37 - 43.
- [4] Alimpic S., Geothermal potential and utilization of geothermal resources in Vojvodina, Proceedings of Symposium of geothermal energy Belgrade-Serbia, 1985, pp. 35 - 41
- [5] Milivojevic M., Assessment of Geothermal Resources of Serbia, Geothermal Resources Council Transactions 14, 1990, pp. 933 - 936
- [6] Milivojevic M., Geothermal Anomaly of the Pannonian Basin and its Association with the Geothermal Anomaly of Serbia, Geodynamic Evolution of The Pannonian Basin, Academy of Science of the Serbia-Academic Conference, Vol LXII, 1991, pp. 355 - 365
- [7] Milivojevic M., Ravnik D., Kolbäh S., Jelic K., Miosic N., Tonic S., Geothermal Atlas of Europe (Yugoslavia), GeoForschungsZentrum Potsdam, publication No. 1, 1992, pp. 102 – 105
- [8] Filipović B., Krunić O., Lazić M., Regionalna hidrogeologija Srbije, Rudarsko-geološki fakultet, 2005, Beograd
- [9] Nikolic D., Marinovic Dj., Kosanovic B., Structural hydrogeological map of Vojvodina-A regional study of water supply possibilities, Department for Urban and Municipal Housing Problems in SAPV Novi Sad, the first edition, 1967, pp. 5 – 15.
- [10] Aljtovski M.E. »Hidrogeološki priručnik« Građevinska knjiga, Beograd, 1973.god, p 25-190
- [11] Hildebrand J. H., Lamoreaux R. H., Solubility of gases in liquids: fact and theory, Ind. and Eng. Chem. Fundam. 13, 1974, pp. 110 - 115

- [12] Brass J. I., Kodama Y., Meares P., Measurement of the solubilities of gases in liquids at moderate pressures, *J. Phys. E : Sci. Instrum.* 15, 62-70
- [13] Grubic A., An Outline of Geology of Yugoslavia, 26th International Geological Congress, Paris France, 1980, pp. 49 – 50
- [14] Milivojevic M., Geothermal model of Earth's crust and lithosphere for the territory of Yugoslavia: some tectonic implications, *Study Geoph. et Geod.* Vol. 37 Acad. Sci. Czech Republic, 1993, pp. 265 - 278
- [15] Varsány I., Kovács L. O., Kárpát Z., Matray J. M., Carbon forms in formation waters from the Pannonian Basin, *Chemical Geology* 189, 2002, pp. 165 - 182
- [16] Lyons W. B., Lent R. M., Djukic N., Maletin S., Pujin V., Carey A. E., Geochemistry of surface waters of Vojvodina, Yugoslavia, *Journal of Hydrology* 137, 1992, pp. 33 - 55
- [17] Nikic Z., Vidovic M., Hydrogeological conditions and quality of ground waters in northern Banat, Pannonian basin, *Environmental Geology* 52, 2007, pp. 1075 - 1084
- [18] Tonic S., Milosavljevic S., Vidovic S., Agatonovic V., Results of exploration and utilization of geothermal water in Vojvodina, *Journal of YU Committ of The World Petroleum Congr., Nafta* (40), No. 10, Zagreb, 1989, pp. 593 – 600.