



Отговор на статията на Елка Н. Пенчева „За международните приоритети на българската хидрогеохимия и някои критични бележки върху статията на А. Бендерев и съавтори “Thermal waters in Bulgaria”

В началото на 2015 г. получихме покана да подготвим материал за термалните води в България, който да бъде публикуван в монографията „Термални и минерални води в Югоизточна Европа“¹ с отговорен редактор проф. П. Папич от Сърбия. Подобни покани са изпратени и към хидрогеолози от другите страни на региона. Основанието тази покана да бъде отправена към нас се дължи на това, че колективът ни изготвяше периодичните оценки за актуалното състояние и използване на термалните води в България за световните конгреси на IGA (Международна геотермична асоциация), провеждани от 1995 г. на всеки 5 години, както и за конгресите на EGEC (Европейски съвет за геотермална енергия), проведени през 2013 и 2016 г.

Основната цел на книгата, посочена във въведението ѝ, е да се представят геоложките условия в ЮИ Европа и свързания с тях потенциал от термални и минерални води, физическите и химичните им особености, както и тяхното използване. Експертната на авторския колектив на българската статия отговаря на посочените цели. Специално внимание е отделено на ролята на геоложките условия за формиране на термални и минерални води, които са обект на въвеждащата глава на монографията.

При изготвянето на националните доклади, повечето от авторите в разглеждания регион (Албания, Босна и Херцеговина, България, Румъния, Хърватия и Черна гора) представят комплексно съвременното състояние на термалните и минералните води в съответната страна. Те запознават читателите с обобщен анализ на особеностите на формиране и разпространение на тези води на териториите им, тяхното състояние и характеристика, възможностите и перспективите за използването им, както и на техния енергиен потенциал. Само две страни имат друг подход – сръбските учени представят резултати от прилагане на съв-

ременни статистически методи за класифициране на термални и минерални води, съобразно техния химичен състав, а македонските учени разглеждат само геотермалните си ресурси и основните балнеологични центрове в страната.

Според авторите на българската статия проблемите, свързани с термалните и минералните води, са много разнообразни и са обект на изследване от специалисти и учени в различни области. Затова ние се опитахме да подготвим и представим за интересувашите се от българските термални води следните аспекти от изследването и съвременното състояние на проблема, съобразно допустимия обем на материала:

- Предпоставки за формиране на термалните води и тяхното пространствено разпространение, включващо:
 - типове водовместващи скали;
 - структурно-тектонски условия;
 - хидрогеоложки условия;
 - параметри и особености на геотермично поле.
- Характеристика на термалните води:
 - видове водоизточници (естествени и изкуствени);
 - количествени показатели;
 - химичен състав;
 - температура.
- Възможности и актуално използване на термалните води:
 - ролята на термалните води за здравето на човека (пиене, спорт, балнеология);
 - възможности за използване на термалните води за други цели (отопление и климатизация на сгради и оранжерии, технологични цели, водоснабдяване);
 - оценка на състоянието и тенденциите в използването на водите през годините.
- Оценка и използване на геотермалната енергия.
- Значение на термалните води за България в исторически аспект – от древността до наши дни.
- Управление на термалните води и законодателството, свързано с тях.

Съвсем естествено е, че по различните проблеми, свързани с термалните води, са работили много

¹ В книгата е включен и кратък обзор на геологията на ЮИ Европа със следните поканени от главния редактор автори: Cvetković, V., D. Prelević, S. Schmid. 2016. Geology of Southeastern Europe. – In: Papić, P. (Ed.). *Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe*. Springer Intern. Publish., Switzerland, 1–29; DOI: 10.1007/978-3-319-25379-4 (бел. ред.).

автори, публикувани са стотици статии и са изготвени редица доклади от проучванията им. Ако към тях се добавят и публикациите за геоложкия строеж на страната ни, регионалните хидрогеоложки условия, резултатите от проучванията на нефт и газ, при които попълно се разкриват термални води, броят им нараства значително. Във връзка с това, при изготвяне на нашата статия, ние трябваше да проведем критичен подбор на използваната литература. Избрахме да вземем под внимание и използваме няколко типа литературни източника:

- предимно монографични издания и статии, обобщаващи по-ранно извършени изследвания от редица автори в различни области и периоди, свързани с проучването, анализа и приложението на термалните води;

- последни публикувани данни за различни направления, свързани с термалните води, позволяващи да се установи актуалното състояние на термалните води и геотермалната енергия и тяхното използване, особено през последните години.

Във връзка с изложената критика в статията на проф. Е. Н. Пенчева ще си позволим да се спрем по-подробно на използваните литературни източници, свързани с химичния състав на термалните води. Ние сме съгласни, че хидрохимичните изследвания са от важните и творчески задачи, свързани с термалните води, поради многообразието на съдържащите се в тях компоненти и разнообразните геоложки, хидрогеоложки и геотермични фактори, влияещи върху техните количества и съотношения. Ще обърнем внимание, че предвид на съществуващите геолого-хидрогеоложки условия в страната ни има 2 основни типа термални води, значително различаващи се по условия за формиране на техния качествен състав.

Първият тип е свързан с термалните водоносни хоризонти, залягащи в дълбочина в Мизийския артезиански басейн (в Северна България), които са изследвани главно чрез сондажи при проучване на нефт и газ и се характеризират със забавен водообмен. В тях се забелязва нарастване на минерализацията до много високи стойности и промяна на химичния газов състав главно с увеличаване на дълбочината.

Вторият тип се отнася към пукнатинни, водонапорни хидротермални системи, привързани предимно към магмени, вулканогенно-седиментогенни и в по-малка степен метаморфни скали, главно в Южна България. Този тип се характеризира с относително по-ниски стойности на общата минерализация и разнообразен макро-, микро- и газов състав, формиран в зависимост от вместващите скали и дълбочината на формиране.

Именно вторият тип термални води са били основен обект на дългогодишните изследване на проф. Е. Н. Пенчева, за което тя има несъмнени и съществени заслуги. Ние добре сме запознати с нейните постижения и многобройни публикации от 1958 г. до около 2000 г., но при изготвянето на

нашата статия основно използвахме една от относително по-новите ѝ работи в тази насока – монографията “Hydrogeochemical Characteristics of Geothermal Systems in South Bulgaria” (Pentcheva et al., 1997). Наличието на тази монография съществено подпомогна избора на литературните източници, свързани с хидрохимичните проучвания. Първо, в нея са обобщени и цитирани повечето по-важни нейни работи по отношение на химията на минералните води в пукнатинните водонапорни системи в България. Ще посочим, че в списъка на литературата в монографията са включени 127 източника, 99 от които са нейни статии или с нейно участие, а 6 са на проф. Н. П. Пенчев и една на проф. П. Б. Пенчев. Второ, тази монография е достатъчно представителен източник, защото съдържа данни от последните извършени у нас масови опробвания на термални води в Южна България. Тя е важна с това, че основните физикохимични показатели са определяни на място, взетите водни проби са анализирани в Университета в Антверпен със съвременни аналитични методи и е определен техния макро-, микро- и газов състав, както в разтворено, така и в суспендирано състояние. Посочени са и данни за радиологичните показатели. Включени са основни химични геотермометри, позволяващи прогнозирането на температурата на формиране на водите. Това са причините да изберем тази монография като основен източник за хидрохимията на водите в Южна България и не случайно е цитирана в нашия текст 3 пъти.

В заключение бихме искали да отбележим още веднъж, че българската статия, включена в монографията „Минерални и термални води в Югоизточна Европа”, има за цел комплексно представяне на термалните води в страната и е предназначена за широк кръг специалисти. Тя напълно съответства на характера на цялата монография и на изискванията за обем на статиите в нея. Фактът, че тя бе одобрена от професионалните редактори на книгата и от издателство „Шпрингер“ е красноречиво доказателство, че отговаря на високи критерии както по отношение на съдържанието, така и като значимост на анализа и заключенията.

Литература

- Benderev, A., V. Hristov, K. Bojadgieva, B. Mihaylova. 2016. Thermal waters in Bulgaria. – In: Papić, D. (Ed.). *Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe*. Springer Intern. Publish., Switzerland, 47–64.
- Pentcheva, E. N., L. Van't dack, E. Veldeman, V. H. Hristov, R. Gijbels. 1997. *Hydrogeochemical Characteristics of Geothermal Systems in South Bulgaria*. Ed. University of Antwerpen (UIA), 121 p.

Алексей Бендерев, Владимир Христов,
Клара Бояджиева, Бойка Михайлова

Reply of the paper of Elka N. Pentcheva “About the international priorities of the Bulgarian hydrogeochemistry and some critical notes on the paper of A. Benderev et al. “Thermal waters in Bulgaria”

At the beginning of 2015 we received an invitation to submit a report on thermal waters in Bulgaria to be published in the monograph titled “Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe”¹ with chief-editor Prof. P. Papić from Serbia.

Such invitations have been sent to hydrogeologists from other countries in this region. The reason this proposal to be addressed to us is due to the fact that our team has been submitting the periodic assessments of the current status and use of thermal waters in Bulgaria to the World Geothermal Congresses of IGA (International Geothermal Association) held every 5 years since 1995, as well as to the congresses of the EGEN (European Geothermal Energy Council) held in 2013 and 2016.

The key objectives of the monograph referred in the introduction, are to present geological conditions in SE Europe and the associated potential of thermal and mineral waters, their physical and chemical characteristics as well as types of application. The expertise of the Bulgarian author team meets those main goals.

Special attention in the monograph is paid to the role of geological conditions for the formation of thermal and mineral waters, which are subject of the introductory chapter. Most of the authors of the national reports from Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Romania, Croatia, and Montenegro have a complex approach to the current state of thermal and mineral waters in the respective country. They present a summary analysis of the processes of formation and distribution of different thermal water types, their basic characteristics, opportunities and prospects for water use and assessment of energy potential. Only two countries have a different approach – Serbian scientists present results from the application of modern statistical methods for classification of thermal and mineral waters, according to their chemical composition, while Macedonian scientists consider only the estimation of geothermal resources and review of the major spas in the country.

The tasks related to thermal waters in Bulgaria are very diverse and are subject to continuous research of experts and scientists from various fields. In this connection we tried to analyze and present for those interested in Bulgarian thermal waters the following

different aspects of research and topics, according to the allowable volume of the national report:

- Factors for thermal waters formation and their spatial distribution, including:
 - Type of host rocks;
 - Structural and tectonic conditions;
 - Hydrogeological conditions;
 - Geothermal field distribution and characteristics.
- Thermal waters characteristics:
 - Type of water source (natural and artificial);
 - Quantitative indicators;
 - Chemical composition;
 - Water temperature.
- Possibilities and current use of thermal waters:
 - Thermal waters use for human health (drinking, sport, spa);
 - Thermal waters use for other purposes (space heating and air-conditioning, greenhouses, in technological processes, direct water supply);
 - Assessment of the current status of water use and the trend of development over the years.
- Assessment and use of the geothermal energy.
- Significance of thermal waters application in Bulgaria from ancient times to the present day.
- Thermal waters management and legislation.

Many Bulgarian scientists and researchers have been working on various issues related to thermal waters. Hundreds of articles have been published and a great number of reports have been prepared based on studies performed. If we add publications to these, concerning the geological structure of the country, regional hydrogeological conditions, results of oil and gas investigations in the course of which thermal waters were revealed, the total number increases significantly. In this connection, in the preparation of our article, we had to conduct a critical selection of used references. We decided to take into consideration and use several types of sources:

- Mainly monographic publications and articles summarizing earlier studies carried out by a number of authors working in different time periods and associated with research, analysis and application of thermal waters;
- Recent published data on various aspects related to thermal waters in order to identify the current status of thermal water and geothermal energy use.

In connection with the criticism expressed by Prof. E. N. Pentcheva we will discuss in more detail the selected references related to the chemical composition of thermal waters. We agree that the hydrochemical studies are one of the important and creative tasks related to thermal waters, due to the variety of compo-

¹ A short review on the geology of SE Europe written by authors, invited by the chief-editor, is included in the monograph: Cvetković, V., D. Prelević, S. Schmid. 2016. Geology of Southeastern Europe. – In: Papić, P. (Ed.). *Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe*. Springer Intern. Publish., Switzerland, 1–29; DOI: 10.1007/978-3-319-25379-4 (Editor' note).

nents in them and because of the various geological, hydrogeological and geothermal factors influencing their amounts and correlations. We would like to pay attention to the fact that the existing geological and hydrogeological conditions in the country define 2 main types of thermal waters that vary considerably in terms of their qualitative chemical composition. The 1st type is associated with deep seated aquifers in the Moesian artesian basin (North Bulgaria) which are studied mainly by drilling during the process of oil and gas exploration and are characterized by slow water exchange. They show an increase in mineralization to very high values and alteration of chemical gas composition mainly with increasing depth. The 2nd type refers to fractured, confined hydrothermal systems associated mostly with magmatic, volcano-sedimentary and to a lesser extent metamorphic rocks, mainly distributed in South Bulgaria. This type is characterized by relatively low levels of total dissolved solids and various macro-, micro- and gas composition formed depending on the host rock type and the depth of formation.

Namely the 2nd type of thermal waters have been the main subject of longstanding research of Prof. E. N. Pentcheva for which she has substantial contributions. We are well aware of her achievements and numerous publications from 1958 to about 2000, but for our article we referred to a more recently published one – the monograph “Hydrogeochemical Characteristics of Geothermal Systems in South Bulgaria” (Pentcheva et al., 1997). The presence of this monograph substantially facilitated the selection of references on hydrochemical topic. Firstly, her most significant publications on the chemistry of mineral water in the fractured water systems in Bulgaria are summarized and included in the references. We will point out that the list of literature sources of this monograph includes 127 publications. She is an author or co-author in 99 of them, 6 are the publications by Prof. N. Pentchev and one – by

Prof. P. B. Pentchev. Secondly, this monograph is sufficiently representative source because it contains data from the last massive thermal water field sampling carried out in South Bulgaria. Particularly important is the fact that the basic physical and chemical water parameters are determined on the spot. Water samples are also analyzed at the University of Antwerpen (Belgium), using modern analytical methods and their macro-, micro-, and gas composition in solution and suspended state is determined. Data on radiological indicators are presented as well. Estimations based on some chemical geothermometers allowing the prediction of the subsurface temperature of the reservoir rocks are included. These are the reasons for selecting this monograph as a major source for hydrochemical studies in Southern Bulgaria and it was cited 3 times in our text.

In conclusion we would like to point once again that the Bulgarian article submitted to the monograph “Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe” aims a complex presentation of thermal waters in our country and it is addressed to a wide range of specialists. It is fully consistent with the subject of the monograph. The fact that our article was approved by the professional editors of the “Springer” publishing house is eloquent proof that it meets the high criteria concerning the content as well as the significance of the presented analysis and conclusions.

References

- Benderev, A., V. Hristov, K. Bojadgieva, B. Mihaylova. 2016. Thermal waters in Bulgaria. – In: Papić, D. (Ed.). *Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe*. Springer Intern. Publish., Switzerland, 47–64.
- Pentcheva, E. N., L. Van't dack, E. Veldeman, V. H. Hristov, R. Gijbels. 1997. *Hydrogeochemical Characteristics of Geothermal Systems in South Bulgaria*. Ed. University of Antwerpen (UIA), 121 p.

*Aleksey Benderev, Vladimir Hristov,
Klara Bojadgieva, Boyka Mihaylova*

(Постъпила на 21.06.2016 г., приета за печат на 29.06.2016 г.)
Отговорен редактор Йоцо Янев