

РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ХИДРОГЕОЛОГИЈУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
БЕОГРАД, БУДИНА 7

ПРИЈЕМА	11. 12. 2017
4161	

На 12/17-ој седници Департмана за хидрогеологију одржаној дана 07. 12. 2017. године једногласно је донета

О Д Л У К А

да се предложи Већу Геолошког одсека да усвоји Извештај рецензентске комисије за рукопис:

„Геотермални потенцијал територије АП Војводине“, аутора др Дејана Миленића, ред. проф. и др Ане Врањеш, научни сарадник Рударско-геолошког факултета у Београду

Комисија је у саставу:

др Зоран Стевановић, ред. проф. Рударско-геолошког факултета у Београду
др Janos Szanyi, ван. проф. Сегединског Универзитета

Шеф Департмана за хидрогеологију

проф. др Весна Ристић Вакањац

ПРИЈЕМАНО:	07	30
ГОДИНА:	2017	
БРОЈ ДЕЛА:	4126	

ПОДАЦИ О РЕЦЕНЗИРАНOM ДЕЛУ	
ИМЕ I ПРЕЗИМЕ АУТОРА:	Dejan Milenić Ana Vranješ
NASLOV DELA:	Geotermalni potencijal teritorije AP Vojvodine
Opis dela (broj poglavlja, stranica, slike, dijagrama, tabela, broj dela navedenih u popisu literature i sl.)	
Manuskript monografije "Geotermalni potencijal teritorije AP Vojvodine" koji je bio predmet recenzije napisan je na 450 stranica teksta, organizovanih u 24 poglavlja i konceptualno podeljenih u 8 celina. Ukupan broj slika u rukopisu je 150, dok je ukupan broj tabela 70. Rukopis sadrži ukupno 6 većih grafičkih priloga.	
Postoji li indeks ili azbučni/abecedni popis pojmova	
Da, indeks pojmova je priložen na kraju rukopisa.	
OBRAZLOŽENO MIŠLJENJE O DELU	
Образложено мишljenje о делу садржи ауторску научну процену дела и одговоре на основне елементе наведене у Прилогу.	
<p>Tema monografije, geotermalna energija kao vid obnovljive energije, usled sve intenzivnijeg korišćenja fosilnih energenata koji se približava nivou njihovog iscrpljivanja, i s druge strane konstantni rast energetske potreba, predstavljaju strateški važan, i u ekološkom i ekonomskom smislu, održivi resurs.</p> <p>Autori su za izradu ove monografije odabrali područje Panonskog basena i AP Vojvodine, koje se u našoj zemlji odlikuje upravo najvećom potencijalnošću za korišćenje geotermalnih resursa, usled najviših vrednosti terestičkog termalnog toka, i najmanjih debljina zemljine kore. Ovim radom po prvi put je u celini sagledana geotermalna potencijalnost ove oblasti. Autori su naučnim pristupom i odabirom najpogodnijih i savremenih metoda za ocenu geotermalne potencijalnosti, objedinjujući dosadašnja saznanja u oblasti istraživanja i eksploatacije geotermalne energije na ovom delu Panonskog basena, izradili obimnu i sadržajnu studiju koja će svakako naći veliku primenu u praksi. Učinjena analiza je i značajan doprinos metodologiji ocene geotermalnih resursa uopšte.</p> <p>Rukopis je u prvom delu organizovan kroz sledeća poglavlja: <i>Opravdanost i osnovni ciljevi istraživanja; Primenjena metodologija istraživanja i Teoretske podloge za geotermalna istraživanja.</i> Kroz ovaj deo čitaoci se upućuju u problematiku međusobnog odnosa energetske resursa, kako fosilnih, tako i obnovljivih, stanje i projekcije energetske potreba i sagledavanje uloge geotermalnih resursa u odnosu na ostale energetske resurse AP Vojvodine. Primenjena metodologija je obrazložena uz prikaz osnovnih i savremenih postupaka. Poslednje poglavlje ovog dela pruža informacije o osnovama geotermalne energije u smislu definisanja ovog pojma, i standardnih klasifikacija primenjenih u istraživačkoj praksi.</p>	

Drugi deo rukopisa daje prikaz *Osnovnih karakteristika područja istraživanja* kroz prikaz fizičko-geografskih, klimatskih, hidrološko-hidrografskih i geomorfoloških karakteristika. Sledi prikaz geološke građe i istorijat nastanka Panonskog basena, uz hronološki prikaz dosadašnjih geoloških istraživanja. Autori prikazuju nastanak i evolutivni tok razvoja basena, analizirajući strukturno-tektonske činioce, litostratigrafske odnose i uslove sedimentacije, koristeći podatke brojnih naučnih radova objavljenih na temu paleogeografskih uslova i tektonike ovog basena.

Treći deo rada obrađuje *Hidrogeološke karakteristike basena* i direktno se oslanja na prikazanu geološku građu. Autori su ovaj deo ilustrovali većim brojem regionalnih i korelacionih geoloških profila, kao i prognoznih geoloških karata paleoreljefa i karata neotektonskih aktivnosti, izrađenih od strane drugih eminentnih autora. Hidrogeološke karakteristike Panonskog basena u vertikalnom stubu prikazane su preko četiri hidrogeološka sistema, uvedenih od strane Đ. Marinovića (1982). Autori su koristili veliki broj podataka NIS Naftagas, Novi Sad (danas Gazpromneft), uglavnom dobijenih izradom naftnih i hidrotermalnih bušotina, kao i bunara za vodosnabdevanje. Poglavlje o hidrogeološkim karakteristikama sadrži sumarne tabele sa prikazom hidrogeoloških sistema u korelaciji sa geološkom evolucijom terena, na kojima je uočljiva veza između geoloških i tektonskih procesa formiranja basena sa formiranim izdanima i osnovnim karakteristikama podzemnih voda, kao što su temperature, izdašnosti i veličine mineralizacije voda.

Četvrti deo rukopisa - *Geotermalni potencijal AP Vojvodine* je svakako najznačajniji i autorski najodređeniji. Izvedena je analiza prikupljenih geotermalnih indikatora na teritoriji AP Vojvodine, počev od gravimetrijskih merenja i Bugeovih anomalija, magnetizma, debljine i sastava Zemljine kore, preko terestičnog toplotnog toka i analize geotermalnih gradijenata. Analizirane su i savremene geotermalne pojave, paleogeotermalne pojave i neotektonski pokreti. Autori su koristili podatke o gustini toplotnog toka, dubini do Moho sloja, Bugeovim anomalijama, ne samo za vojvođanski deo Panonskog basena, već i za šire područje basenske geo strukture (prema savskom i moravskom rovu), što doprinosi boljem razumevanju regionalnih uslova, ali i uočenih geotermalnih anomalija.

Primenjujući koncept višeparametarske analize izvedena je *Geotermalna rejonizacija teritorije AP Vojvodine*. Ovim je dat i značajan naučni doprinos rejonizaciji delova terena sa različitom geotermalnom predispozicijom, obzirom da ovo područje do sada nije bilo predmet analize ove vrste. Izdvojena su tri geotermalna (pod)rejon na prostoru AP Vojvodine: Podrejon Sever, Podrejon Centar i Podrejon Jug. Proces delineacije podrejonu uključio je analizu deset relevantnih faktora i njihovu korelaciju: geološki odnos tvorevina neogena i preneogena; geološke odnose u okviru neogenog kompleksa stena; hidrogeološke uslove u okviru pojedinih sistema; strukturno-tektonske odnose; debljinu zemljine kore; gravimetriju; magnetizam; dubinu do Moho sloja; gustinu toplotnog toka; geotermnski gradijent.

Za svaki od podrejonu izvršen je proračun subgeotermalnog potencijala, statičkog konduktivnog i dinamičkog konvektivnog potencijala, pri čemu je korišćen veliki broj dostupnih podataka hidrogeotermalnih i strukturnih bušotina. Ukupni

geotermalni potencijal prikazan je tabelarno i to u odnosu na definisane podrejeone i hidrogeološke sisteme, a potom je potencijal sagledan u odnosu na teritorije pojedinih opština, što otvara put praktičnom i intenzivnijem korišćenju geotermalnih resursa u pojedinim delovima AP Vojvodine. Formirane su karte klastera, izvršena je kategorizacija opština u odnosu na geotermalnu potencijalnost, i time je formirana baza za dalji razvoj lokalnih geotermalnih resursa.

Peti deo rukopisa sagledava *Mogućnosti korišćenja geotermalne energije u AP Vojvodini*, a bazira se na prethodnim proračunima potencijala u izdvojenim geotermalnim podrejonima. Za svaku od 45 opština formiran je katastarski list koji sadrži osnovne administrativne podatke, procenjene energetske potrebe na bazi sistema daljinskog grejanja, subgeotermalni potencijal i geotermalni potencijal izražen u MWt i Mtoe.

Šesti deo rukopisa obrađuje temu *Optimizacije korišćenja podzemnih voda kao hidrogeotermalnog resursa* i to sa praktičnog aspekta. Autori se bave problematikom energetske efikasnosti u zgradarstvu, primenom geotermalnih toplotnih pumpi, održivim načinom zahvatanja, eksploatacije i upravljanja geotermalnim resursima kroz geotermalne dublete i izbor materijala geotermalne/termotehničke opreme u zavisnosti od hemizma podzemnih voda. Ovu celinu završavaju prikazom i analizom ekoloških aspekata korišćenja ovog vida «zelene» energije predočavajući pozitivne i moguće negativne efekte eksploatacije. Praktična primena resursa sagledana je i u ekonomskom svetlu.

Primeri dobre prakse obrađeni su u sedmom poglavlju, a obuhvatili su najrazličitije oblasti primene geotermalne energije i to u sektoru zgradarstva (stambeni objekti, turističko-hotelski objekti, objekti javne namene), grejanja otvorenih površina, korišćenja u agrikulturi, i primene u daljinskim sistemima grejanja naselja.

Zaključne konstatacije deo su osme celine rukopisa, a prikazane su tekstualno, tabelarno i grafički, i daju jasan pregled izvedenih istraživanja i postignutih rezultata.

Rukopis je upotpunjen sa šest grafičkih priloga: *Geološka karta AP Vojvodine*, *Hidrogeološka karta AP Vojvodine*, *Karta geotermalnih podrejona na području AP Vojvodine*, *Karta kategorizacije opština prema subgeotermalnom potencijalu*, *Karta kategorizacije opština prema statičkom konduktivnom potencijalu*, *Karta kategorizacije opština prema dinamičkom konvektivnom potencijalu*. Navedeni grafički prilozi izrađeni su kvalitetno i u digitalnoj formi koristeći savremene softvere i tehnologiju. Visok kvalitet grafike prisutan je u celom rukopisu, što svakako doprinosi njegovom kvalitetu u celini. Pregled korišćene literature dat je na kraju rada i prema broju radova, kao i citiranim autorima, upotpunjava sliku o veoma sadržajnoj i obimnoj monografiji.

ZAKLJUČAK I OCENA

Predlog vrste dela prema članu 12. Pravilnika o izdavačkoj delatnosti Univerziteta u Beogradu - Rudarsko-geološkog fakulteta

UDŽBENIK

MONOGRAFIJA

PRIRUČNIK (npr. rečnik, praktikum, zbiraka zadataka, skripta, dopunska literatura)

Predlog za eventualne potrebne ispravke i promene u delu

Rukopis je napisan i tehnički organizovan na način koji zahteva samo manje korekcije, sintezu dela nekih poglavlja, i ove minimalne promene, sugerisane autorima, biće predmet implementacije pri prelomu rukopisa.

Završna ocena s preporukom za ili protiv prihvatanja dela u izdanju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu

Rukopis "Geotermalni potencijal teritorije AP Vojvodine", autora Dr Dejana Milenića redovnog profesora RGF i Dr Ane Vranješ, naučnog saradnika sa Departmana za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu predstavlja kvalitetno, celovito i originalno naučno delo koje treba da širokom krugu stručnjaka hidrogeologije, ali i susednih naučnih disciplina, omogući nova saznanja iz oblasti istraživanja, eksploatacije, korišćenja, i pre svega potencijalnosti geotermalne energije na prostoru AP Vojvodine.

Ocena je da su autori izuzetno uspešno odgovorili na složene zadatke koji se postavljaju pri multidisciplinarnim istraživanjima. Načinjen je značajan korak u poznavanju geotermalnih resursa, i po prvi put je izvršena geotermalna rejonizacija vojvođanskog dela Panonskog basena. Ovo će značajno doprineti budućem aktivnijem korišćenju geotermalnih resursa na istraživanom prostoru.

Sa velikim zadovoljstvom, predlažem da se rukopis autora Dejana Milenića i Ane Vranješ „Geotermalni potencijal AP Vojvodine“, publikuje kao monografija i štampa u izdanju Rudarsko-geološkog fakulteta.

Označite jednu od mogućnosti

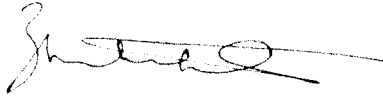
PRIHVATA SE (manje korekcije biće izvršene pri prelomu)

POTREBNO JE DORADITI PREMA PRIMEDBAMA

NE PRIHVATA SE

Napomena (ukoliko postoji potreba)

Recezent rukopisa:



Dr Zoran Stevanović, red.prof. RGF

ПРИМЉЕНО:	07. 12. 2017
Орг. јод:	Београдски Универзитет
	4126

BASIC DATA OF THE MANUSCRIPT TO BE REVISED	
AUTHORS NAME AND SURNAME:	Dejan Milenić Ana Vranješ
TITLE:	Geothermal potential of the territory of AP Vojvodina
Description of manuscript (number of chapters, pages, figures, diagrams, tables, number of parts listed in the literature list, etc.)	
The manuscript "Geothermal potential of the territory of AP Vojvodina" is written on 450 pages of text, organized in 24 chapters and conceptually divided into 8 parts. The total number of figures in the manuscript is 150, while the total number of tables is 70. The manuscript contains a total of 6 graphic attachments.	
Is there an index or an alphabetical list of terms	
Yes, the index of the terms is attached at the end of the manuscript.	
MANUSCRIPT REVISION	
<p>The topic of manuscript, geothermal energy, deals with the actual field of energy - renewable energy sources, which due to the exhaustion of fossil fuels and the constant growth of energy needs represent a strategically important resource for the sustainable development of each economy. The topic actuality is also reflected in the fact that for the first time the geothermal potential of the AP Vojvodina has been studied through a scientific approach, using modern methodological methods, unifying the existing knowledge in the area of exante research and exploitation of geothermal energy in the part of the Vojvodina Pannonian basin. Thanks to the way in which geothermal resources have been analyzed, a significant contribution has been made in terms of the practical use of geothermal resources, which also confirms the complex, multivalent structure of the manuscript.</p> <p>The manuscript is based on the theoretical foundations and basics organized through the following chapters: justification and basic research objectives, applied methodology of research and theoretical background for geotechnical research, thus rounding up the first whole of the manuscript by introducing the reader into the relationship between the energy resources of both fossil and renewable, conditions and projections of energy needs and defining the clear role of geothermal resources in relation to other energy resources of AP Vojvodina. The applied methodology extensively explains and confirms the set conceptual model of research using basic and modern methodological procedures in the research process. The last chapter of the first part of the manuscript provides the reader with information on the basics of geothermal energy in terms of defining the notion of geothermal energy and its classification.</p>	

The second part of the manuscript introduces the reader with the basic characteristics of the research area through the presentation of physical-geographic, climatic, hydrological-hydrographic and geomorphological characteristics. In the second part, an overview of the geological characteristics of the AP Vojvodina is presented, which is preceded by a chronological overview of the current geological researches and the origin of the formation of the Pannonian Basin. Through ten phases, the authors present the development and evolutionary flow of the basin, analyzing structural-tectonic factors, lithostratigraphic relations and sedimentation conditions, giving an overview of a significant number of scientific papers published on the subject of paleogeographical conditions, sedimentation and tectonic evolutionary conditions of the Pannonian basin. Knowing the evolutionary flow of the formation of the basin is of great importance for understanding the methods and conditions for the formation of geothermal resources in Basin structures such as the Pannonian Basin.

The third part of the manuscript deals with the hydrogeological characteristics of the basins in the area of the AP Vojvodina and directly relies on the geological structure and the tectonic-structural characteristics that the authors consider through a number of regional and correlation geological profiles, and in the background in the form of geological maps of the paleorelief and the map of neotectonic activities. Hydrogeological characteristics of the Pannonian basin are shown through already well-known hydrogeological systems with an overview of the analogy of hydrogeological and geothermal research. The authors use a large number of data mostly obtained by making hydrothermal wells and wells for water supply, but also the data obtained in the exploration of oil and gas in these areas as well. The chapter on hydrogeological characteristics ends with a summary table of hydrogeological systems in correlation with the geological evolution of the terrain, where a clear link between the geological and tectonic basin formation processes with formed aquifers and basic characteristics of groundwater, such as temperature, yield and mineralization are shown.

The fourth part of the manuscript - Geothermal potential of AP Vojvodina - occupies a central place. An analysis of geothermal indicators was carried out on the territory of AP Vojvodina, starting with gravimetric measurements and Bouguer's anomalies, magnetism, thickness and composition of the Earth's crust, then the density of terrestrial heat flux and geothermal gradient analysis. Modern geothermal phenomena, paleogeothermal phenomena and neotectonic movements were analyzed. The authors use data on the density of heat flow, the depth to the Moho layer, Bouguer's anomalies not only for the Vojvodina part of the Pannonian basin, but also for the whole area of the basin structure, which contributes to a better understanding of local conditions and local geothermal anomalies.

Applying the concept of multiparameter analysis, the geothermal reioning of the territory of the AP Vojvodina has been made, and a significant scientific contribution has been made, since the area of AP Vojvodina has not been the subject of a comprehensive analysis so far, which would serve to separate geothermal subareas in terms of parts of the terrain of the same or similar conditions formation of geothermal resources. Through multi-parameter analysis, including the geological evolution and basin genesis, lithological and stratigraphic conditions, hydrogeological factors, paleo and modern geothermal indicators and the current state in terms of exploitation of geothermal resources, three geothermal sub-regions were separated in AP Vojvodina: Podrejon Sever, Podrejon Centar and Podrejon Jug. The subarea delineation process included the analysis of ten relevant factors for their crosscorrelation: the geological relationship between neogene and pre-neogene; geological relations within the neogene complex; hydrogeological conditions within the system; structural-tectonic relations; thickness of the Earth's crust; gravimetry; magnetism; depth to Moho layer; density of heat flow; geothermal gradient.

Subgeothermal potential calculation, static-conductive and dynamic-convective potential was carried out for each of the subareas, using a large number of data available from hydrogeothermal and structural wells in the area of AP Vojvodina. The total geothermal potential is presented in a table in relation to the defined subareas and hydrogeological systems, and then the potential is considered in relation to the administrative boundaries of AP Vojvodina, at the level of municipalities, which is in fact a link between research and the practical use of geothermal resources. Cluster maps were formed, and categorization of municipalities was made in relation to geothermal potential, which makes it a basis for further development of geothermal resources in a manner of organized and sustainable approach.

The fifth part of the manuscript dealing with the possibilities of using geothermal energy in the AP Vojvodina, and it is based on previous calculations of potentials in delineated geothermal subareas. For each of the forty five municipalities, a cadastral sheet is drawn up containing basic administrative data on the municipality, estimated energy needs based on the district heating system, subgeothermal potential and geothermal potential expressed in MWt and Mtoe.

The sixth part of the manuscript deals with the topic of optimizing the use of groundwater as a hydrogeothermal resource from a practical aspect. Through six chapters, the authors deal with the problems of energy efficiency in buildings, the use of geothermal heat pumps, the sustainable way of capturing and exploiting and managing geothermal resources through geothermal duplicates and the selection of materials geothermal / thermotechnical equipment, depending on the chemical composition of groundwater. The sixth part ends with the presentation and analysis of the ecological aspects of the use of geothermal energy, presenting positive and possible negative effects of the exploitation of geothermal resources. The practical application of resources is also seen in the economic light.

Examples of good practice are followed in chapter seven, covering the most diverse areas of application of geothermal energy in the building sector (residential buildings, tourist-hotel facilities, public buildings), heating of open areas, use in agriculture and application of geothermal resources in district heating systems. The concluding statements are part of the eighth whole of the manuscript, and they are presented in textual, tabular and graphic, which gives a clear overview of the performed research and the results achieved. The manuscript is completed with six graphic items: Geological map of AP Vojvodina, Hydrogeological map of AP Vojvodina, Map of geothermal subareas in the area of AP Vojvodina, Map of municipalities categorization according to subgeothermal potential, Map of municipality categorization according to static-conductive potential, Map of municipality categorization according to dynamic-convective potential. The above graphic attachments are made in a high quality, using modern software packages in the field of graphic design. High quality graphics are present throughout the text of the manuscript, which certainly contributes to the quality of the manuscript in general. The overview of the used literature is given at the end of the manuscript and according to the number, the quoted authors and works show very well knowledge of the geothermal energy, starting from the research, estimation of potentiality, through exploitation to resource management.

CONCLUSION AND EVALUATION

TEXBOOK

MONOGRAPH

HANDBOOK (dictionary, practicum, collection of tasks, scripts, supplementary literature)

Proposal for any necessary corrections and changes in manuscript

The manuscript is written and technically organized in a way that does not require corrections or any changes.

Final remark and an recommendation for the acceptance of the manuscript in the edition of the Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade

The manuscript "Geothermal potential of the territory of the AP of Vojvodina", by Dr. Dejan Milenić, full professor on Faculty of Mining and Geology and Dr Ana Vranješ, scientific associate at the Department of Hydrogeology at the Faculty of Mining and Geology in Belgrade, is a comprehensive and original quality scientific work that should enable a wide range of experts new knowledge from fields of exploration, exploitation and use of geothermal energy in the area of AP Vojvodina and wider.

It is a general assessment that the authors have successfully responded to the complex scientific challenges of multidisciplinary research and have taken a step further in assessing geothermal resources by defining for the first time geothermal sub-regions at the AP Vojvodina area using the multiparameter analysis tool, which will certainly contribute to the future development of geothermal resources on the territory of AP Vojvodina. The authors used the scientific basis for perceiving the practical application of geothermal energy in the area of AP Vojvodina, which makes this manuscript comprehensive and interesting for the publication.

With great pleasure, and on the basis of everything presented in the Manuscript review report "Geothermal potential of AP Vojvodina", the below-mentioned reviewer suggest that the manuscript of the authors Dejan Milenic and Ana Vranješ be published as a monograph and print in an accepted form.

Mark one of the options

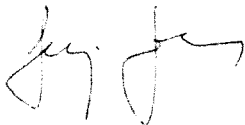
ACCEPTED

ACCEPTED WITH REVISION

REJECTED

Note (if needed)

Reviewer:



Dr Janos Szanyi, Assoc. Prof., University of Szeged, Hungary