

## *Hévízkutatás a Vajdaságban*

### *Thermal water research in Vojvodina*

VADÁSZI Marianna<sup>1</sup> PhD, BITAY Endre<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Miskolci Egyetem–Bányászat és Energia Intézet,  
H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Magyarország;  
vadaszi.marianna@uni-miskolc.hu; <http://www.bei.uni-miskolc.hu>;  
<sup>2</sup>VIKUV ZRt, H- 2700 Cegléd, Rákóczi u. 72. Magyarország  
endrebitay@gmail.com; <http://www.vikuv.hu>

#### **Abstract**

*The development, current status and perspectives of the geothermal energy utilization in Vojvodina, Serbia is discussed. We focus on the current state-of-the art of geothermal energy utilization based on the experience of exploratory boreholes planned and executed by VIKUV. The detailed structure of wells drilled in the recent years is also discussed and presented.*

#### **Kulcsszavak**

Vajdaság, hévíz, termál energia, hévízkút, geotermikus energiahasznosítás, balneológia

## **1. BEVEZETÉS**

A múlt század közepétől egyre több ország ismeri fel a geotermikus energiahasznosítás értékét, és használja, mint új energiaforrás. Az eddig megszerzett geológiai és hidrogeológia tudásunkat mind gyakrabban alkalmazzuk az energetikai megvalósításokban. Szerbiában is megvan a lehetőség arra, hogy alacsony karbon kibocsátású energiaforrásként, valamint balneológiai vagy rekreációs célra használják fel a termálvizet. [6]

Szerbia viszonylag kis területű ország (77 000 km<sup>2</sup>), de geológiai és tektonikus szerkezetei rendkívül összetettek. Emiatt a geotermikus jellemzők nagyon változatos formában mutatkoznak meg. Ugyanakkor az ország bonyolult geológiai szerkezete számos termikus ásványforrást és geotermikus kút létesítését tette lehetővé. A meglévő mérések alapján Szerbiában a geotermikus hőáramlás sűrűsége 80-120 mW/m<sup>2</sup>, ami meghaladja az európai átlagot (60 mW/m<sup>2</sup>). [1]

Jelenleg több mint 60 olyan projekt működik Szerbiában, amelyek közvetlenül használnak geotermikus energiát, de több ezer geotermikus hőszivattyús egységet is használnak az országban. Teljesítményük 20 kW és 90 kW között változik, és évi 3 000 teljes terhelési órát üzemelnek. A bemutatott elemzés magában foglalja a rendelkezésre álló geotermikus energia mennyiségének meghatározását és annak távfűtésére vagy kiválasztott közcélú létesítmények fűtésére való hasznosítását. A vizsgálat koncepciója és módszertana szakirodalmi áttekintésen, felméréseken és a VIKUV ZRt. tevékenységén keresztül végzett méréseken és adatgyűjtésen alapul. Az elemzés megerősíti a geotermikus energia felhasználásának költséghatékonyságát, és számos ökológiai előnyt tár fel más energiaforrásokkal szemben. A kutatás során arra a következtetésre jutottunk, hogy bár van potenciál Szerbiában, a geotermikus forrásait az ország elhanyagolható mértékben használja. A földhő hasznosítás lehetőségeinek területén Szerbia Európa első öt országa között van, de ez a potenciál nincs kellőképpen kiaknázva. Ezen állítást a balkáni ország több szakembere is megerősítette, hozzáátéve, hogy a jelenlegi becslések szerint a geotermikus erőforrások a lakosság hőenergia igényének mintegy 25 százalékát fedezik. [2]

## **2. GEOTERMIKUS ENERGIAPOTENCIÁL A VAJDASÁGBAN**

Szerbiában 66 projekt foglalkozik a geotermikus energia különböző célú közvetlen hasznosításával, körülbelül 100 MW beépített teljesítménnyel Szerbiában a mai napig több mint 4 000 geotermikus fűtési és hűtőrendszert telepítettek, körülbelül 100 MW beépített teljesítménnyel. A hévizekben rejlő potenciál azonban még mindig sokkal nagyobb, mint a felhasznált mennyiség. Csak Belgrád városának területén az erőforrások

potenciálját körülbelül 1200 MW-ra becsülik. Vajdaság földtani adottságai közül mindenekelőtt a kéreg kis vastagságát kell kiemelnünk. Pontosan ez az, ami Észak-Szerbiát Európa legígéretesebb geotermikus területei közé sorolja. [5] Szerbia területén összesen 244 helységet ismerünk, ahol legalább egy termálkút vagy -forrás van. A termálvizeket hőmérsékletük szerint osztályozzák, a standard besorolás: szubtermikus (15-35°C), termikus (35-42°C), magas hőmérsékletű (42-100°C) és túlhevített vizek (>100°C). Tekintettel arra, hogy manapság a termálvizeket elsősorban balneológiai és rekreációs célokra használják az országban, mivel a gyógyhatást elsősorban a magasabb vízhőmérséklet hatásának tulajdonítják. Magyarországon ugyanakkor a 30°C hőmérséklet feletti vizek jelentik a hőforrások alsó határértékét.

A geotermikus erőforrások becsült energiatarfajta körülbelül 800 MWt, de ennek kihasználtsága alacsony, mindössze 80 MWt körüli. A geotermikus energia hasznosítása többnyire kaszkád típusú, de helyenként felhasználásra kerül a vízből kivált metán is. Többségében a már megépült létesítmények energiaellátását fedezik, azonban a geotermikus energia hasznosítása nagyrészt a balneológiai és turizmus céljából történik. Energetikai szempontból főként üvegházak fűtésére szolgál, de ennek megvalósításáról csak 7-8 szerb településen tudunk. Így a legtöbb üvegház teljes területét fával, kőolajjal és gázzal fűtik, ez összességében mintegy 150 ha. A geotermikus erőforrások kiaknázása céljából a közeljövőben a fejlesztéseknek a geotermikus energia kaszkádos és integrált hasznosítására kell összpontosítaniuk. [3]

A rendelkezésünkre álló adatok alapján a vízhozam és hőmérséklet adatokat az 1. táblázatban foglaltuk össze. A helységek többségére a magas hőmérséklet jellemző (30 helyszín), de szubtermális vizek (23), és alacsonyabb hőmérsékletű termálvizek (9) is szerepelnek az összesítésben. A termálvizek összhozama meghaladja a 600 l/s értéket.

1. táblázat A Vajdaság termálvizei

Település	Vízhozam [l/s]	Hőmérséklet [°C]
Banja Rusanda	5	92
Bečajska banja	5	33-65,8
Banja Junaković	20	33-59
Banja Kanjiža	28	45-72
Kupinovo	58	45-51
Szabadka	5	36
Palics	15	65
Novi Kneževac	11	48-65
Vrbica	31	54
Kikinda	26	50-63

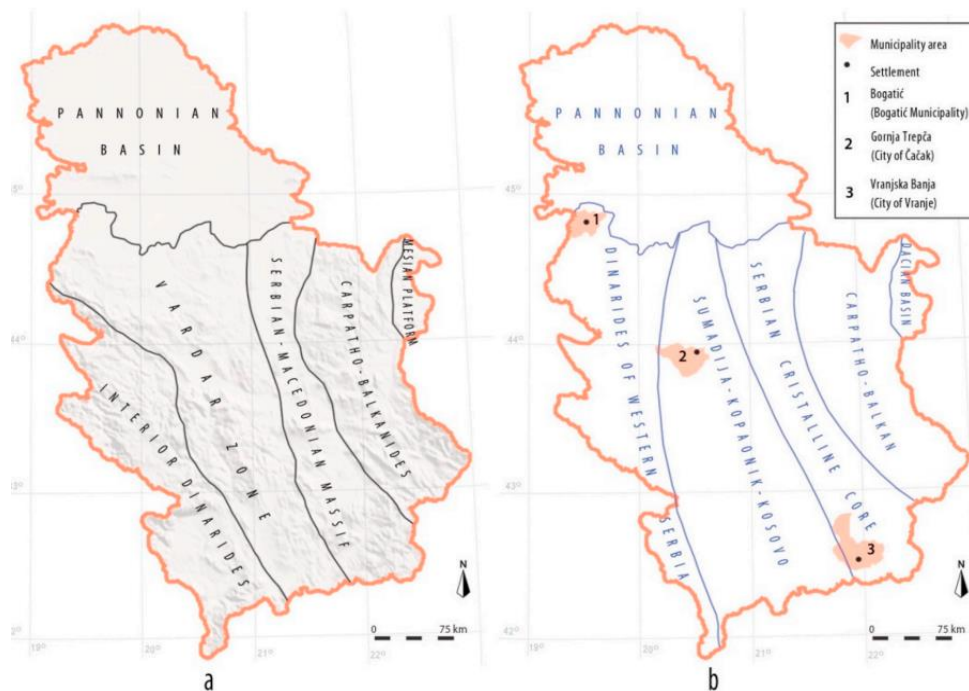
A Vajdaságban termálkutaknak tartott létesítmények egy része nem éri el a 30 °C-os hasznosíthatóság határát, így azokat kihagytuk az elemzésünkéből. A régióban a kutak 70%-a magas hőmérsékletű, azaz 33 és 73°C közötti forráshőmérséklettel rendelkeznek. A hőmérséklet alapján elméletileg 100 MW-nál nagyobb hőenergia-kapacitás kiaknázása lehetséges ebben a régióban, amely Szerbia teljes területének 21%-át jelenti. Nagyobb hozamú és magasabb hőmérsékletű vizek az alábbi településeken találhatóak: Kupinovo (58 l/s), Vrbica (30 l/s), Kula (30 l/s), Banja Kanjiža (28 l/s), Kikinda (25 l/s), Banatsko Selo (22 l/s), Bački Petrovac (22 l/s), Banja Junaković (20 l/s), Vrbas (20 l/s), Srpska Crnja (18 l/s).

A geotermálira Szerbiában a múlt században Radovanovic hívta fel a figyelmet, akit a szerbiai geotermália „atyjának” tartunk, de Milivojevicnak köszönhetjük a múlt század végétől a szisztematikus termálforrások vizsgálatát. [10] Az első modern hidrogeológiai kutatási projektek a legismertebb fürdők területéhez kötődően és a geotermikus potenciál első, előzetes felmérése 1975-ben készült. Az 1991 és 1995 közötti időszak gazdasági válsága miatt teljesen leállt a geotermikus kutatás az ENSz embargó miatt, majd a 2000-es évektől több új kút kivitelezésére került sor.

### 3. SZERBIA GEOLÓGIA HÁTTERE

Szerbia összetett geológiai és tektonikai szerkezetének köszönhető, hogy számos szerző tett javaslatot geotektonikai regionalizációjára. Grubic szerint Szerbia területét elsősorban az alpesi orogenezis alakította ki. Legnagyobb részét a Dinaridák, majd a Kárpát-Balkanidák, míg a Mezőségi Platform, a Szerb-Macedón masszívum és a Pannon-medence a terület kisebb részét foglalja el. Dimitrijevic a következő egységeket különbözteti meg: Belső-Dinaridák, Vardar-zóna, Szerb-Macedón masszívum, Kárpát-Balkanidák, Pannon-medence és a Mezőségi platform. A Dinaridák nagyrészt mezozoós kőzetekből állnak (karsztosodott triász mészkő, jura dolomit és kréta flis lerakódások). A Kárpát-Balkanidáktól a Szerb-Macedón-masszívum választja el őket, amely főként proterozoikumi metamorf kőzetekből áll. A Kárpát-Balkanidák egy mezozoós karbonátplatform, amely triász, jura és kréta mészkőből, míg a Pannon-medence paleogén, neogén és negyedidőszaki üledékekből áll. A terep összetett geológiai felépítése miatt Szerbiában nagyszámú ásványi forrás található. [7]

Hat hidrogeológiai régiót határoztak meg az ásványvizek megjelenése szempontjából fontos geológiai és hidrológiai jellemzők szerint: a Dáciai-medencét, a Kárpát-Balkánt, a szerbiai kristályos magot, a Sumadija-Kopaonik-Koszovót, a nyugat-szerbiai Dináriákat és a Pannon-medencét. Szerbia geotektonikai egységeit és hidrogeológiai régióit az 1. ábra mutatja be. Az ásványi és hévízzel rendelkező területek teljes száma még ismeretlen. Ezért a tudományos szakirodalomban és a tervezési dokumentumokban különböző adatok találhatóak. [8]



1. ábra Szerbia geotektonikai egységei (a) és hidrogeológiai régiói (b) [8]

### 4. A VIKUV ZRT. TEVÉKENYSÉGE

A VIKUV ZRt. az 1970 évektől kezdődően folyamatosan részt vett a vajdasági és dél szerbiai termálvíz kutatásban és az elmúlt években több tucat termálkút létesítésére került sor. Ezek közül kiemelt jelentőséggel bír a Szabadka területén, pannóniai vízáadó rétegek beszűrődésével létesített termálkút, ami a település strandját látja el meleg vízzel. Vízkutatás szempontjából jelentős a vízműkutak fúrása, ami általában lakossági ellátást biztosít, leginkább Szabadkán és környékén. Ezek a kutak nagytérővel készültek, ami 1000-1200 mm átmérőt és 300-400 mm termelőcső beépítést jelent. A kutak kivitelezése fordított öblítéssel és víz öblítőfolyadék alkalmazásával történt, mely kimagasló kitermelhető vízhozamot ( $Q = 3-5 \text{ m}^3/\text{perc}$ ) eredményezett. A kutak tervezésénél figyelembe kellett venni a nagyon változatos geológiai sajátosságokat. Az esetek nagy többségében a minél nagyobb mennyiségű víz kitermelhetőségére törekedve egy biztonsági 500 mm-es kezdőszakot beépítése után 350 mm-es termelő csövet építettünk be.

A beépítési mélységnél mindig figyelembe kell venni a nyomás csökkenésével, a felszín felé áramló

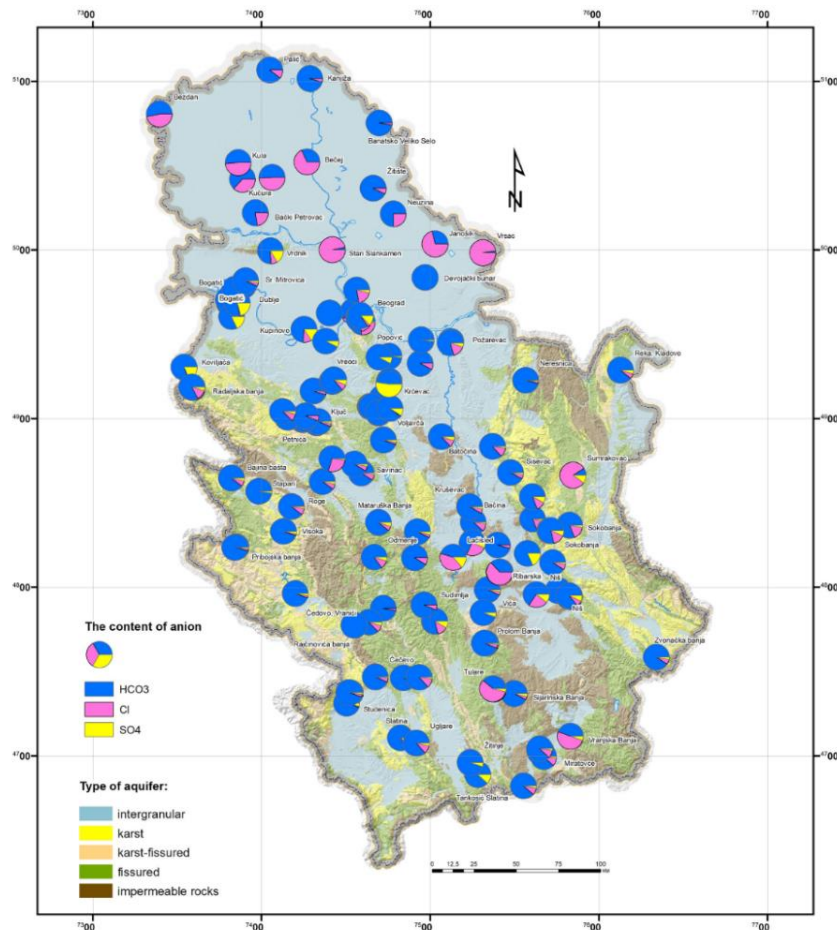
vízből kiváló gázokat. A felső pannóniai rétegek 250-400 m közötti mélység tartománya nagy mennyiségű szénhidrogén jelenlétet mutat. A kitörések elkerülése érdekében a kitörésgátlók felszerelése elengedhetetlen. A termálvíz kiaknázása és felhasználása is nagy többségben lakott területen történik, ezért a kutató vagy termelő kutak is itt létesültek. Sokkal nagyobb figyelmet kellett fordítani a metán vagy szén-dioxid által indukált kitörések megelőzésére. Fúrás közben az öblítőfolyadék megfelelő korlátok közötti tartása tervezéskor és különösen kivitelezéskor nagy odafigyelést kívánt meg. A fúrási nehézségeket tovább növelte a még fel nem kutatott földgáz és kőolaj lelőhelyek megléte. Az elővigyázatos fúrási menetrend megtartás ellenére többször fordult elő intenzív gáz beáramlás.

A megnyitott vízadó rétegek kolmatálása és a pórusok iszaplepennyel történő elárasztása szintén egy fontos feladat. A mészkő vízadó rétegek esetén az átmérők alábóvításával nem foglalkoztunk. A felső pannóniai gyengén konszolidált homokos rétegeit alábóvítottuk, és a gyűrűs teret kavicsoltuk. Szűrőként az esetek nagy többségében rozsdamentes Jonson szűrőt alkalmaztunk. A szűrő réskiválasztásánál minden esetben figyelembe vettük a vízadó réteg adottságait is.

## 5. A SZERBIAI GEOTERMIKUS KUTAK VÍZGEOKÉMIAJA

A geotermikus energiahasznosítás kulcsfontosságú eleme a hévíz kémiai összetételének és jellemzőinek meghatározása. A víztartó réteg ásványos összetétele határozza meg a termálvíz minőségét. További fontos paraméter a réteg hőmérsékleti viszonya, mivel a forró víz több ásványi anyagot oldhat fel, és hatással van a kémiai összetételre és az oldott szilárd anyagok mennyiségére. Pantic és szerzőtársai 135 termálvíz-kút kémiai elemzését vizsgálták. [9] Az elemzés 30 talajvízminta, 46 hasadékvíztartó, 37 karsztvíz rezervoár és 22 karsztos-hasadékvíztartó rétegből származó kémiai elemzés feldolgozását tartalmazza. Összességében elmondható a felszín alatti vizek pH értékéről, hogy általában enyhén savas vagy lúgos, azaz a pH-értékek 6,4 és 9,5 közöttiek. A 8-nál magasabb pH-értékek néhány homokkő formációból származó mintában található, míg lúgos vizet (pH > 9) andezitekből, granodioritokból, epidot-képződményekből származó mintákban azonosítottak. Az enyhén savas termálvizek olyan vizek, amelyekben magas az oldott természetes szén-dioxid koncentrációja. A rétegvíz átlagos hőmérséklete minden akvíferben hasonló (31,2 és 41,6°C közötti). A legmagasabb hőmérsékletet a hasadékos víztartó rétegekben (andezitek, gránitok, kristályos pala, szilárd üledékes kőzetek) regisztrálták, ahol nagy mennyiségű forró víz áramlik a felszín felé a törésvonalak mentén. Ezért a hasadékos víztartó rétegekből származó víz oldott ásványi anyagokban gazdag. A karsztos víztartó rétegekben azonban a hideg és meleg víz keveredik a diffúz áramlás következtében, különösen ott, ahol a meleg víz gyorsan jut a mélyből a felszínre.

Az anionösszetétel alapján a  $\text{HCO}_3^-$  dominál (2. ábra), a szulfátos termálvizek ritkábban fordulnak elő Szerbiában. Magasabb Cl-koncentráció számos vajdasági termálvíz-mintában szerepel magasabb értékkel. A kationösszetétel alapján a  $\text{Ca}^{2+}$  és a  $\text{Mg}^{2+}$  zömmel Nyugat- és Kelet-Szerbiában fordul elő, ahol karsztos és karsztos-hasadékos kőzetek (mészkő, dolomit) vannak jelen.

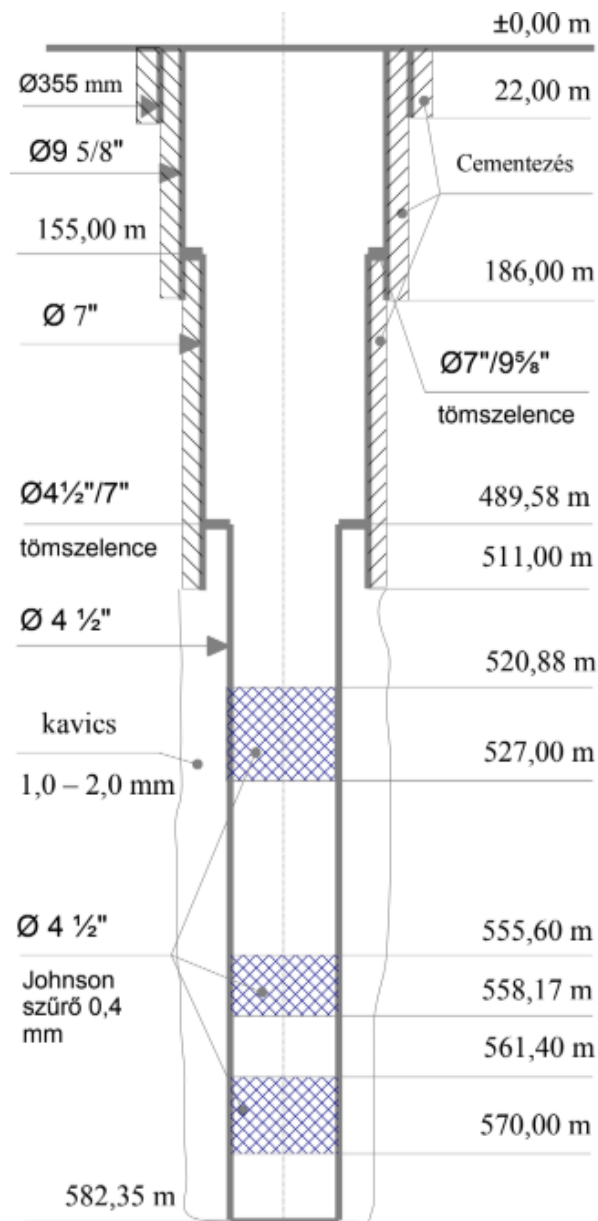


2. ábra Az anionok területi eloszlása Szerbia termálvízeiben [9]

## 6. AZ ELMÚLT ÉVEKBEN LÉTESÍTETT TERMÁLKUTAK

A VIKUV ZRt. tevékenységével aktív szerepet tölt be a Vajdaság geotermikus energiahasznosításában. A létesített kutakat az alábbi felsorolás tartalmazza:

- 2010-ben Pacséron, 1400 m mélységben, szarmata mészkő beszűrőzésével 300 l/p vízhozammal és 66°C hőmérsékletű kifolyó vízzel.
- 2013-ban Törökbecsén készült egy 582-m-es termálkút felső pannóniai rétegek beszűrőzésével, 540 l/p vízhozammal és 42 °C kifolyóvíz hőmérséklettel (lásd 3. ábra).
- 2014-ben Zentán készült egy 900-es termálkút, felhasználása várat magára.
- Szenttamáson – a Szabadka és Újvidék között fekvő településen – termálvízes kút fúrásával kezdődött 2023. év augusztusában az Elan Hotel felújítása. Az épület közvetlen közelében lévő fúrótoronynál 2024. január 29-én tört fel a forró víz. 1200 méter mélyről percnként 500 liter 60 °C hőmérsékletű víz érkezik. A felszínre kerülő víz ásványvíz minőségű és a jövőbeli tervek között szerepel a gyógyvízzé minősítése.
- 2024-ben India településen egy szállodát és aquaparkot ellátó termálkutat fúrására került sor. A létesítményt 1000 m mélységű triász mészkő réteg látja el vízzel. A kifolyó víz hozama 500 l/p és 61 °C hőmérsékletű, a vízáadó réteg 1100 m-es mélységű triász mészkő. [11]



3. ábra Tc-1/H Törökbecse kutatófúrás, termelőút műszaki adatlap [11]

## 7. ÖSSZEGZÉS

A VIKUV ZRt. kielégítő tapasztalattal rendelkezik a Vajdaságban a kaszkádos geotermikus energia üvegházakban történő energetikai célú hasznosítására vonatkozóan. A virágok és zöldségek termesztése a geotermikus energia felhasználásával működő üvegházakban gazdaságosabb, mint a hagyományos, földgáz vagy fűtőolaj használatával. További fejlesztési lehetőségként fogalmazódik meg a jelenlegi korszerűtlen lakóépületek fűtésének földhővel történő kiváltása. Nem utolsó sorban a termálfürdőkben és szabadidős programokban, valamint a balneológiai célú hasznosításban rejlő lehetőségeket is érdemes lenne zöldítés céljából kiaknázni.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1.] MINISTRY OF MINING AND ENERGY OF THE REPUBLIC OF SERBIA, 2016: Strategy of energy development of the Republic of Serbia until 2025 with projections until 2030. <http://skr.rs/z7h8>.
- [2.] MOUCHOT, J., VRANJES, A., GENTER, A., LAZAREVIC N., 2019: Geothermal energy development in

- Serbia: a French-Serbian collaborative project. In: Proceedings of the European Geothermal Congress 2019; June 11–14, 2019; Den Haag, The Netherlands. Brussels: EGEC; paper no. S-EX 160.
- [3.] EUROPEAN NOTEBOOKS 2018. Geothermal Waters in Serbia, The Largest Yet Underutilized Resource, European Movement in Serbia,
- [4.] PROF. DR. ĐORĐE BAŠIĆ, PROF. DR. MIĆA MARIĆ, MR. JOVAN PETROVIĆ, B.SC., ENG. PETAR VARGA, 2005. Eng. Mića: Possibility of Utilizing the Energy Potential of Geothermal Waters in Vojvodina, 2005, Novi Sad, Faculty of Technical Sciences; Institute for Energy, Process Engineering, and Environmental Protection
- [5.] Energy Sector Development Strategy of the Republic of Serbia until 2015. *Official Gazette of the Republic of Serbia* **44/05**.
- [6.] GEOLOGICAL INSTITUTE OF SERBIA 2021. The Potential of Serbia from the Perspective of Subterranean Waters and Geothermal Resources, Belgrade.
- [7.] GRUBIĆ A. 1980. An outline of geology of Yugoslavia. Excursions 201A-202C. *26th International Geological Congress. July 7–17, Paris, France. Guide-book* **15**, 5–49
- [8.] DIMITRIJEVIĆ M.D., 1995. Geologija Jugoslavije [Geology of Yugoslavia]. Beograd: Geoinstitut.
- [9.] PANTIĆ, T.P., SAMOLOV, K.A., ŠTRBAČKI, J., TOMIĆ, M. 2021. Geothermal potential, chemical characteristics, and utilization of groundwater in Serbia. *Environmental Earth Sciences*, **80**, art. 736, doi 10.1007/s12665-021-09985-w.
- [10.] MILIVOJEVIĆ, M. 1992. Age of Tertiary Magmatism Rocks in the "Vardar Zone" on Serbian Territory using WAr Method and its Geothermal Importance. In: Abstracts, Vol. 3/3, 29th Intern. Geological Congress, Kyoto, Keirio Assoc., Kyoto: 844-845.
- [11.] PÁLFALVI F., BITAY E. 2018. Termálkutak Szerbiában, kézirat. VIKUV adattár.