

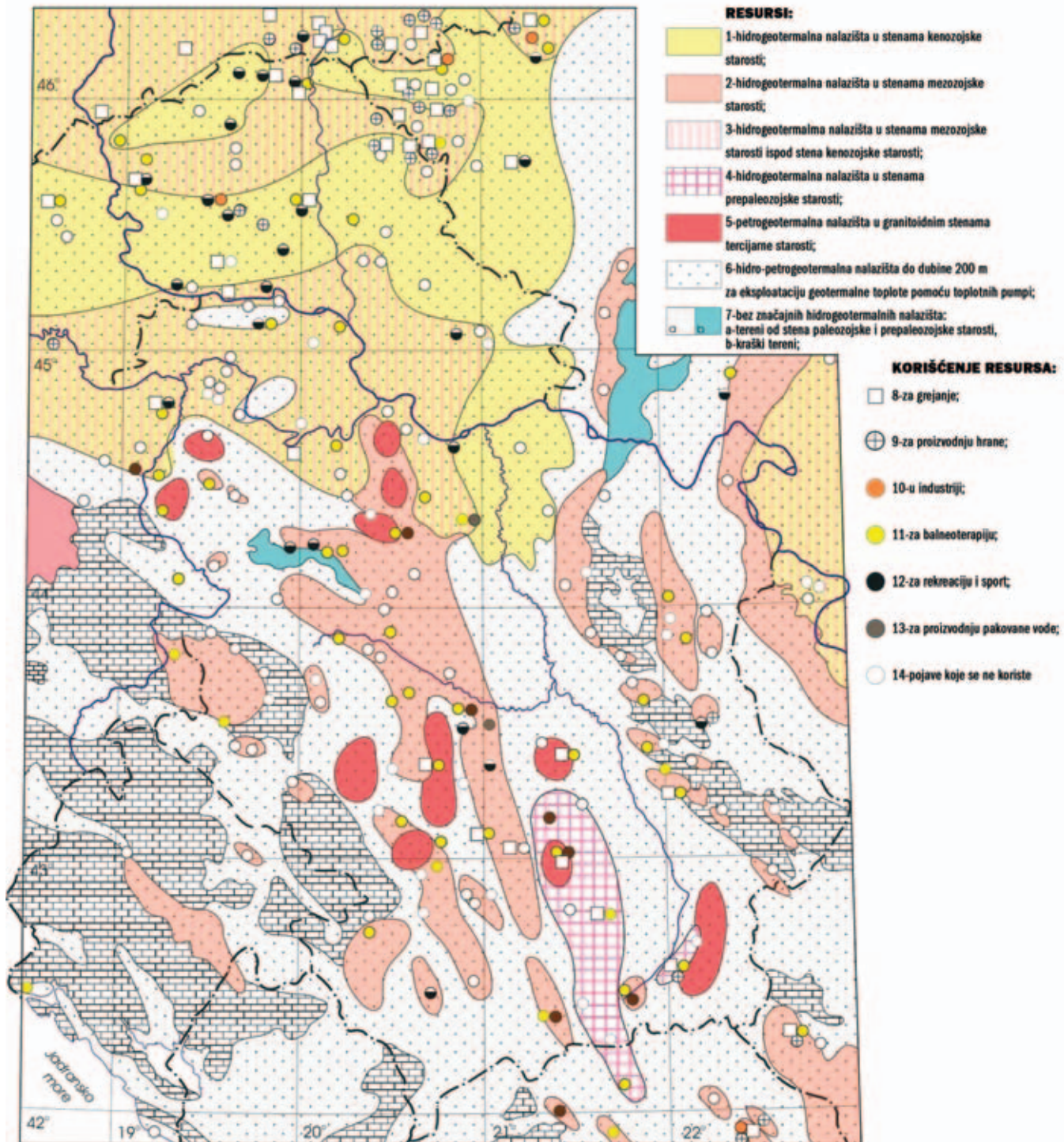


Geothermal Energy

Energija zemlje



Geothermal resources in Serbia and Montenegro
 Geotermalni resursi u Srbiji i Crnoj Gori



Geothermal energy

Geothermal energy is everywhere beneath the surface of the earth. The earth's interior is an enormous thermal reservoir of energy, which can be utilized if favorable geological conditions exist. There is a considerable potential for geothermal energy installations in Serbia that may be used for residential, commercial, institutional and industrial applications. By 2015, an intensive research and development program could replace the use of at least 500 000 tones of imported liquid fuels annually.

Existing exploitation in Serbia (86 MW) is symbolic, although according to the geothermal resources, Serbia belongs to more affluent nations. The exploitation and development of geothermal energy must intensify due to the following factors: political tensions in fossil fuel-producing countries, fluctuations on the fuel market, constant deficiency in nuclear and fossil fuels, deterioration of the environmental conditions and increasing financial demands for environmental protection. The most important exploitation of geothermal resources in Serbia is expected for heating and/or cooling of rural and urban communities and for development of agriculture and tourism.

Geothermal resources

The innermost region of the earth consists of a liquid core whose temperature is estimated to be sev-

Geotermalna energija

Geotermalna energija je svuda ispod nas. Negde je lako dostupna ili sama izlazi na površinu zemlje u obliku tople vode ili pare, a negde je na velikoj dubini i praktično nedostupna. Istraživanja su pokazala da Srbija ima značajne mogućnosti za korišćenje geotermalne energije i da u budućnosti treba planirati njeno veće učešće u energetsom bilansu. Postojeći rezultati pokazuju da bi se sa intenzivnim programom razvoja geotermalnih resursa mogao do 2015-te godine da postigne nivo zamene od najmanje 500.000 tona uvoznih tečnih goriva godišnje.

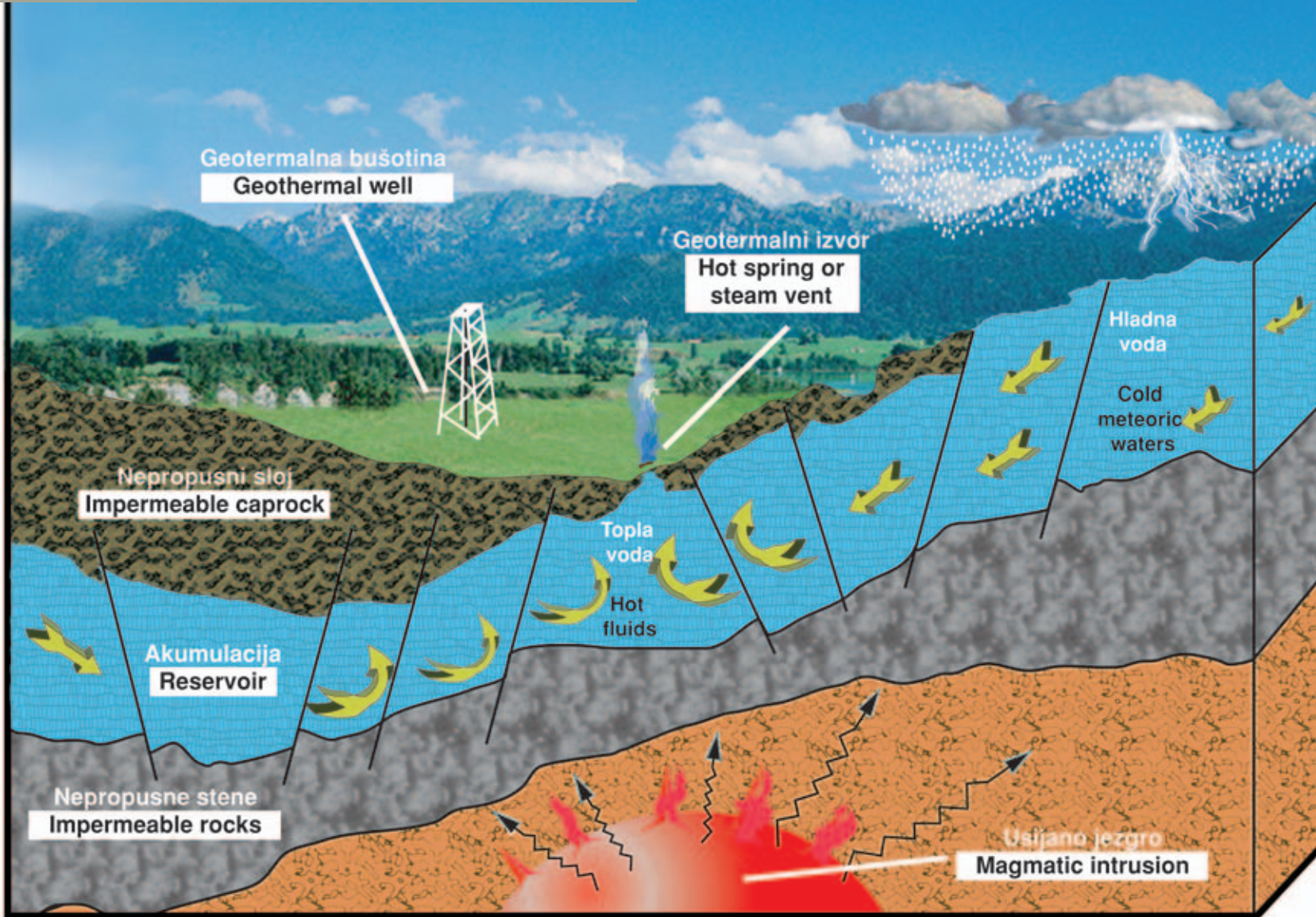
Geotermalna energija u Srbiji se simbolično koristi, smo sa 86 MW, iako po geotermalnom potencijalu spada u bogatije zemlje. Njeno korišćenje i eksploatacija moraju postati intenzivniji jer na to primoravaju sledeći faktori: tenzije naftno-energetske neravnoteže, neminovna tranzicija na tržišnu ekonomiju, stalni porast deficita fosilnih i nuklearnih goriva, pogoršavanje ekološke situacije i porast troškova za zaštitu okoline. Najveći značaj za Srbiju imaće direktno korišćenje geotermalne energije za grejanje i toplifikaciju ruralnih i urbanih naselja i razvoj agrara i turizma.

Geotermalni resursi

Pošto se zemljina kora sastoji najvećim delom od stena, vode i magme, to je geotermalna toplota



The section of the earth surface layer
Presek površinskog sloja zemlje



eral thousand degrees. At a depth of 20 km the temperature is close to 750 degrees Celsius. However, the major part of this magmothermal heat is too deep to be exploited. The largest depth from which heat may be extracted economically by deepest continental drillings is estimated at 10 km. Geothermal energy may be used for power generation economically if the hot rock at a depth is fractured or has pores that permit water or steam to carry heat from the hot regions to the surface (or close to it). Also, geothermal energy may be exploited if a natural channel connecting hot regions with the surface exists, or if a geothermal well is drilled.

If geothermal resources such as hydrothermal fluids, primarily steam, warm and hot rocks and magma, permit rational and cost-effective exploitation in comparison with other conventional or renewable energy resources, they may be used for electricity generation, therapeutic and medical purposes etc.

Energy potential of geothermal resources in Serbia

Geothermal characteristics of Serbia are very interesting as a consequence of geological composition of the terrain and favorable hydrological and geothermal characteristics of the landscape. Geothermal flow density represents the main parameter used to estimate the geothermal potential at a certain location. This parameter represents the amount of thermal energy flowing each second through the area of 1m² of the earth's interior and reaching the surface of the earth. The value of this parameter in the major part of Serbia is higher than 60 mW/m², which represents the average value of geothermal flow density in the continental part of Europe. The highest values of this parameter were recorded in the Panonia valley, central parts of southern Serbia and in central Serbia.

There are 160 natural sources of geothermal waters with temperatures above 15°C in the mainland (excluding the Panonian basin). The highest temperature is recorded in Vranjska banja (96°C), followed by Jošanička banja (78°C), Sijerinska banja (72°C) etc. The total abundance may be illustrated by the total flow rate of these geothermal water resources, which is 4000 liters per second (l/sec). According to the latest findings, there are 60 resource locations of geothermal water with temperatures above 15°C, while the depth of the water reservoirs is estimated at 3000 m. Total amount of heat accumulated at geothermal deposit sites in Serbia, up to 3 km of depth, is two times greater than the amount of heat that may be generated by burning all available coal reserves in Serbia.

The flow rates at 62 artificial geothermal water sources, i.e. geothermal borings, just in

akumulirana u njima. Hidrogeotermalna energija sadržana je u podzemnim vodama čija je temperatura veća od 10°C. Petrogeotermalna energija je akumulirana u suvim stena-ma ispod dubine na kojoj je njihova temperatura prosečno oko 10°C. Magmotermalna energija je energija sadržana u magmi u unutrašnjosti zemljine kore.

Sadržaji geotermalne toplote u dostupnom delu zemljine kore, koji sa savremenim tehnologijama dubokog bušenja iznose do 7 km dubine, nisu ravnomerni u odnosu na geografski položaj pojedinih područja. Ako su koncentracije ili akumulacije geotermalne toplote takve da se ona iz njih može racionalno eksploatisati i koristiti kao energetski izvor komparativan sa drugim konvencionalnim izvorima energije u sadašnjem ili nekom budućem vremenu, onda takve akumulacije predstavljaju nalazišta geotermalne energije. Prema tome, u zemljinoj kori postoje nalazišta termalnih voda i vodene pare, nalazišta toplih i vrelih stena i nalazišta magme.

Energetski potencijal geotermalnih resursa Srbije

Geotermalne karakteristike teritorije Srbije su veoma interesantne. To je posledica povoljnog geološkog sastava terena i povoljnih hidroloških i geotermalnih karakteristika terena. Gustina geotermalnog toka je glavni parametar na osnovu kojeg se procenjuje geotermalni potencijal nekog područja. On predstavlja količinu geotermalne toplote koja svakog sekunda kroz površinu od 1 m² dolazi iz Zemljine unutrašnjosti do njene površine. Na najvećem delu teritorije Srbije gustina geotermalnog toplotnog toka je veća od njegove prosečne vrednosti za kontinentalni deo Evrope, koja iznosi oko 60 mW/m². Najveće vrednosti od preko 100 mW/m² su u Panonskom basenu, centralnom delu južne Srbije i u centralnoj Srbiji.

Na teritoriji Srbije van Panonskog basena nalazi se 160 prirodnih izvora geotermalnih voda sa temperaturom većom od 15°C. Najveću temperaturu od njih imaju vode izvora u Vranjskoj Banji (96°C), zatim u Jošaničkoj Banji (78°C), Sijerinskoj Banji (72°C) itd. Ukupna izdašnost svih prirodnih geotermalnih izvora je oko 4.000 l/s. Pema sadašnjim saznanjima na teritoriji Srbije postoji 60 nalazišta geotermalnih voda sa temperaturom većom od 15°C do dubine od 3000 m.

Ukupna količina toplote koja se nalazi akumulirana u nalazištima geotermalnih voda u Srbiji do dubine od 3 km, oko dva puta je veća od ekvivalentne toplotne energije koja bi se mogla dobiti sagorevanjem svih vrsta ugljeva iz svih njihovih nalazišta u Srbiji.



the province of Vojvodina, is around 550 l/sec, estimated heat power is around 50 MW, while the estimated thermal power at 48 geothermal borings in the other parts of Serbia is 108 MW.

There are also possibilities for exploitation of geothermal energy from dry rocks, i.e. rocks that contain no underground water. Initially the water is pumped into rocks at a certain depth and pumped out after certain period of time, when an adequate temperature is achieved. Extracted heated water may be used for heating buildings, for example, although no such use has been planned in the near future due to the modest exploitation of more promising thermal water resources.

Exploitation of hydro geothermal resources in Serbia

Existing exploitation of hydro geothermal resources is restricted to traditional methods which means for therapeutic and recreational purposes. Exploitation for heating purposes is in the initial stages and very modest considering the availability of resources.

Exploitation of geothermal resources in Vojvodina dates back to 1981, and for that purpose 23 borings were drilled. The water from two of these borings is used to grow produce in greenhouses, three borings are used for farm heating, two are connected to leather and textile industrial facilities, three are used for heating commercial buildings while thirteen borings are used in spas, recreational and tourist centers. The total thermal capacity of these borings is 24 MW.

Outside of Vojvodina region, geothermal water resources are used for heating purposes at several locations, a practice introduced for the first time in Vranjska banja fourteen years ago. Here geothermal water is used for heating a greenhouse, a poultry farm, industrial facilities of a textile factory and buildings of the rehabilitation center. A number of buildings belonging to the hotel and rehabilitation center, as well as a swimming pool are heated at Kuršumlijska banja, while at Niška banja a heating system, the largest in the southeastern Europe, uses 5 MW heat pumps to circulate 25°C waste thermal water for the purpose of heating the hotel buildings and the rehabilitation center. Similar system, using 30°C water, is in operation in Prolom banja.

Total installed thermal power at all locations exploiting geothermal waters is estimated at 74 MW, while systems with heat pumps put in additional 12 MW.

Izdašnost 62 veštačka geotermalna izvora, tj. geotermalne bušotine, na području Vojvodine je oko 550 l/s, a toplotna snaga oko 50 MW, a na ostalom delu Srbije iz 48 bušotina 108 MW.

Na teritoriji Srbije pored povoljnih mogućnosti za eksploataciju toplotne energije i ostalih geotermalnih resursa iz geotermalnih voda, postoje i povoljne mogućnosti za eksploataciju geotermalne energije iz „suvih“ stena, tj. stena koje ne sadrže slobodnu podzemnu vodu. U tom slučaju voda se upumpava u podzemne tople stene gde se zagreva. Is-pumpavanjem tako zagrejane vode ostvaren je prenos energije iz toplih stena. Eksploatacija energije iz ovog resursa neće početi u dogledno vreme kada se uzme u obzir i trenutno minimalno korišćenje prirodnih izvorišta tople i lekovite vode mada su u svetu razvijene i tehnologije za tu primenu.

Korišćenje hidrogeotermalne energije u Srbiji

U Srbiji se koristi samo geotermalna energija iz geotermalnih-mineralnih voda, uglavnom na tradicionalan način, najviše u balneološke i sportsko-rekreativne svrhe. Korišćenje geotermalne energije za grejanje i druge energetske svrhe je u početnoj fazi i veoma skromno u odnosu na potencijal geotermalnih resursa.

U Vojvodini se energetska korišćenje geotermalnih voda vrši počev od 1981. godine. Za te svrhe služe 23 bušotine. Vode iz dve bušotine koriste se za proizvodnju povrća u staklenicima. Tri bušotine koriste se u stočarstvu za grejanje farmi za uzgoj svinja, dve u fabricama kože i tekstila u proizvodnom procesu, tri za zagrevanje poslovnih prostorija, a vode iz trinaest bušotina koriste se u banjanskim i sportsko-rekreativnim i turističkim centrima. Ukupna toplotna snaga svih ovih bušotina je 24 MW.

Van Panonskog basena, odnosno van Vojvodine, geotermalne vode se koriste za grejanje na nekoliko lokaliteta. Ovo korišćenje za te svrhe je započelo pre četrdeset godina u Vranjskoj Banji. Tu se geotermalnom vodom danas zagreva staklenik za proizvodnju cveća, živinarska farma, jedna industrijska tekstilna hala i prostorije banjanskog rehabilitacionog centra. Veliki hotelski i rehabilitacioni centar sa plivačkim bazenom zagreva se u Kuršumlijskoj Banji. U Niškoj Banji izgrađen je sistem za grejanje hotelsko-turističkog i rehabilitacionog centra sa toplotnim pumpama snage 5 MW, koji koristi „otpadne“ termalne vode temperature 25°C, koji je najveći u JI Evropi. Na isti način, t.j. sa toplotnim pumpama, koriste se geotermalne vode sa temperaturom od 30°C u Prolom Banji.

Table 6: Exploitation of hydro geothermal resources according to the function type

Function	Installed thermal power		Produced heat	
	MWt		TJ/year (terajoules per year)	
Residential or commercial areas (direct use)	18.5		575	
Spas and recreation	36.0		1.150	
Grain drying	0.7		22	
Greenhouses	8.4		256	
Fishing and cattle breeding	6.4		211	
Industrial processes	3.9		121	
Heat pump heating	12.0		80	
Total	86.0		2.415	

According to the presently available data on geothermal resources, the most abounding geothermal resources are located in the region of Mačva, then in the region of Vranjska banja and Jošanička banja.

Taking into account the abundance of geothermal resources at relatively small depths on almost the entire territory of the state, this potential branch of energy industry should be put on equal footing with other energy technologies.

A geothermal heat pump operation is based on the fact that the earth remains at a relatively constant temperature throughout the year, warmer than the air above it during winter and cooler in the summer. The heat pump takes advantage of this by transferring heat stored in the Earth or in ground water into a building during winter, and transferring it out of the building and back into the ground during the summer. Using the Earth as a heat source/sink, a series of pipes, is buried in the ground near the building to be conditioned. It circulates a fluid (water, or a mixture of water and antifreeze) that absorbs heat from, or relinquishes heat to, the surrounding soil, depending on the ambient temperature. Hence a thermal pump, being powered by electricity, is very similar to a refrigerator. The efficiency of thermal pumps is anywhere in the range from 2:1 to 5:1 meaning that every kWh of electrical energy used for fan and compressor operation may transfer 5 kWh of heat energy. Optimal results in the heat pump operation are obtained with underground water whose temperatures are in the range from 10°C to 30°C, when they are not convenient for direct heating. Applying the cascade method the heat of geothermal waters is first used at locations where higher temperatures are needed, while afterwards the heat pumps make use of the heat which would otherwise be lost with the waste water.

Ukupna instalisana snaga na svim lokacijama gde se vrši direktno korišćenje geotermalnih-mineralnih voda je oko 74 MW, a sa toplotnim pumpama još 12 MW.

Tabela 6: Stanje korišćenja hidrogeotermalne energije u Srbiji po vrsti primene

Vrsta primene	Instalisana toplotna snaga		Proizvedena toplota	
	MW		TJ/godina	
Zagrevanje prostorija (direktno korišćenje)	18,5		575	
Balneologija i rekreacija	36,0		1.150	
Sušenje žitarica	0,7		22	
Staklenici	8,4		256	
Ribarstvo i stočarstvo	6,4		211	
Procesi u industriji	3,9		121	
Zagrevanje sa toplotnim pumpama	12,0		80	
Ukupno	86,0		2.415	

Prema sadašnjem stanju poznavanja geotermalnih resursa, najbogatiji a samim tim i najznačajniji hidrogeotermalni resursi nalaze se na području Mačve, zatim na području Vranjske Banje i Jošaničke Banje.

Ako se uzmu u obzir i ogromne mogućnosti eksploatacije geotermalnih resursa sa malih dubina pomoću geotermalnih pumpi na teritoriji skoro cele Srbije u strategiji razvoja energetike geotermalna energija treba da dobije i odgovarajući tretman ravnopravan sa ostalim energentima.

Toplotna pumpa je uređaj koji omogućava da se toplotna energija iz jednog prostora prenese u drugi prostor. Frižider je najočigledniji primer upotrebe toplotne pumpe u kom se toplota iz njegove unutrašnjosti prenosi u spoljašnju sredinu. Toplotne pumpe se danas masovno koriste za grejanje ili hlađenje u uređajima za klimatizaciju. U režimu grejanja toplota iz spoljašnjeg vazduha prebacuje se u grejanu prostoriju. Toplotna pumpa za proces prenošenja toplotne energije koristi električnu energiju. U zavisnosti od raznih uslova postiže se koeficijent korisnog dejstva od 2:1 do 5:1. To znači da se trošenjem, na primer, 1 kWh električne energije za pokretanje ventilatora i kompresora u toplotnoj pumpi može izvršiti prenos i do 5 kWh toplotne energije. Najpovoljniji rezultati postižu se korišćenjem podzemnih voda pogotovo ako su one na temperaturi od 10 do 30°C kada nisu pogodne za direktno zagrevanje. Tako se korišćenjem kaskadnog metoda toplota geotermalnih voda koristi prvo tamo gde je potrebna viša temperatura a posle se pomoću toplotnih pumpi iskoristi i ona toplota koja bi inače otišla sa neupotrebljivom vodom.



Table 7: Energy savings for heating residential areas with heat pump use in comparison with fuel, oil and electrical energy.

Fuel oil (liters)	Electrical furnace (kWh)	Heat pump (kWh)
3,000	21,000	9,000
4,000	28,000	13,300
6,000	42,000	17,000

Positive economic effects of geothermal energy use in Serbia

Exploitation of geothermal energy in Serbia is at an unjustly low level taking into account the abundance of resource locations, some of which are ranked among the most affluent in Europe. Moreover, development of geothermal exploitation started in Serbia at about the same time as in the other countries whose geothermal energy facilities are now at the highest technological level and which are leaders in this field. The reasons and problems that may have brought about such an unfavorable situation may be overcome with clearly defined, operative and non-declarative government strategies, and with provided instrumentation for its efficient deployment.

With relatively small investments, compared to conventional imported and environmentally unclean fuels and domestic fuels such as natural gas, coal and oil, geothermal energy may in ten years from now, i.e. by the year 2005, be able to cover 10% of the total heating requirements. Based on the experience of other countries with positive attitude towards geothermal energy use, these targets are realistic and attainable.

Naturally, adequate legislative and financial measures are necessary in order to provide long-term planning and development. Moreover, state support in the form of subventions and privileged tax policies, should promote use of renewable energy resources, among which geothermal energy takes an important part. These policies are also for the benefit of the state and in accordance with the sustainable development program. Providing accurate information about competitiveness and cost-effectiveness of geothermal energy in comparison with conventional energy sources based on fossil fuels or nuclear energy, may give an important boost to the development of an adequate program.



Tabela 7: Uštede energije korišćenjem termopumpi u grejnoj sezoni za individualnu kuću u poređenju sa lož uljem i električnim grejanjem.

lož ulje (litara)	električni kotao kWh	termopumpa kWh
3.000	21.000	9.000
4.000	28.000	13.300
6.000	42.000	17.000

Pozitivan ekonomski uticaj korišćenja geotermalne energije u Srbiji

Korišćenje geotermalne energije i njenih resursa u Srbiji veoma je malo u odnosu na geotermalni potencijal. Na prvi pogled razlozi takvog stanja su nerazumljivi, pogotovo kada se uzme u obzir da su pojedini geotermalni lokaliteti među najboljim u Evropi i da je razvoj geotermalne tehnologije u Srbiji, počeo u isto vreme kao i u zemljama u kojima je danas geotermalna tehnologija na najvišem stepenu razvoja. Smetnje koje su dovele do ovakvog stanja mogu se prevazići samo pomoću nove jasno definisane, operative, a ne deklarativne državne strategije, sa obezbeđenim instrumentima za njenu efikasnost.

Sa relativno malim investicionim ulaganjima, u odnosu na ulaganja u klasične ekološki nepovoljne uvozne i domaće energente (nafta, gas, ugalj), čija eksploatacija i korišćenje stvara ogromne skrivene troškove, geotermalna energija može za desetak godina, tj. do 2015-te godine da pokrije 10% toplotne potrošnje. To su realni ciljevi prema iskustvima zemalja koje su imale ili imaju pravilan geotermalni razvoj.

Istorijska energetska iskustva nam kazuju da razvoj novog energetskog resursa ne može da se obezbedi bez sistema zakonskih i finansijskih mera za dugoročan privilegovan tretman. Troškovi razvoja sopstvenih energetskih resursa, pogotovo „novih“ ili takozvanih „obnovljivih“, ekološki čistih, među kojima je i geotermalna energija, moraju se obezbediti od strane države odgovarajućim zakonskim i poreskim merama. Ova istina mora da zaživi, jer je u interesu države i u skladu je sa konceptom održivog razvoja (ekološke takse i razvojni fondovi). Još jedna od prepreka uvođenju u razvoj geotermalne tehnologije i ostalih obnovljivih izvora energije je odsustvo realnih informacija o konkurentnosti ovog energetskog izvora u odnosu na fosilna goriva ili nuklearnu energiju.

Various activities aimed at introducing geothermal use in Serbia in the past 30 years received mild or no success. Today's unenviable economic situation may provide the means for necessary changes. Serbia has an enormous need and all prerequisites, in spite of numerous obstacles, for a fast and efficient development of geothermal energy technology which should be of prime national importance. Also, a tremendous opportunity exists to reduce energy consumption and carbon emissions significantly by the accelerating expansion of deployment of geothermal systems. As a commercially viable technology now, geothermal opportunities await to help the country achieve the increasingly desirable benefits of more efficient, clean and competitive energy technologies.

Aktivnosti na uvođenju korišćenja geotermalne energije u Srbiji u poslednjih 30 godina bile su sa veoma ograničenim uspehom. Iako je današnje ekonomsko stanje teško, ono nudi najbolje šanse da se promeni situacija. Srbija ima veliku potrebu i sve preduslove, uprkos brojnim smetnjama, da ubrzano razvija geotermalnu tehnologiju. Razvoj geotermalnih resursa i geotermalne tehnologije treba da postane primarni interes zemlje. Sa ekonomske tačke gledišta i sa tačke gledišta u vezi zaštite životne okoline, domaći čisti energetske resursi u stanju su da se inkorporiraju u državnu ekonomiju zato što nude prednosti koje ne mogu da ponude drugi energetske resursi. U svetu je dokazano da je geotermalna energija konkurentan energetske izvor u odnosu na neke druge moguće, svuda gde je na raspolaganju i gde je njena implementacija i eksploatacija podesno organizovana.

