

POTENCIJALI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI SA DETALJNIM PRIKAZOM EKSPLOATACIJE GEOTERMALNIH IZVORA U AUTONOMNOJ POKRAJINI VOJVODINI

Zoran Stipić

Zavod za urbanizam Grada Subotice, Trg Republike 16, Subotica, Srbija, szoran01@gmail.com

Slobodan Vidović

Tehnoproing, Gogoljeva 13, Novi Sad, Srbija, slo.vidovic@gmail.com

Momčilo Spasojević

Fakultet Tehničkih Nauka, Trg D.Obradovića 6, Novi Sad, Srbija, momcilo.spasojevic@open.telekom.rs

Abstrakt

Snabdevanje energijom predstavlja jedan od osnovnih problema održivog razvoja savremenog sveta. Usvajanjem Kjoto protokola i realizacijom njegovih mehanizama očekuje se stabilizacija i smanjenje upotrebe konvencionalnih izvora energije na globalnom, svetskom nivou. Zakonodavstvo Evropske Unije putem odgovarajućih Direktiva predviđa veoma jasne ciljeve po pitanju upotrebe obnovljivih izvora energije za sve zemlje članice. Srbija predstavlja državu sa velikim potencijalima obnovljivih izvora energije, koji se nažalost ne eksploatišu u dovoljnoj meri. Potencijali obnovljivih izvora energije, se odlikuju veoma povoljnim pokazateljima i to kako po pitanju kapaciteta, tako i po pitanju rasprostranjenosti. Posebno povoljno je stanje u oblasti potencijala geotermalne energije u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini, koja leži na delu Panonskog basena, koji predstavlja značajan izvor ovog energenta. U radu će biti predstavljeni osnovni oblici i karakteristike obnovljivih izvora energije u Srbiji, kao i pregled mogućnosti njihovog korišćenja.

Ključne reči: *Obnovljivi izvori energije, potencijali, kapaciteti, resursi, geotermalna energija, Srbija, Vojvodina*

1. UVOD

Rešavanje globalnih energetskih problema podrazumeva interdisciplinarni pristup i razmatranje problema sa različitim stanovišta. Smanjenje sveukupne potrošnje energije, povećanje energetske efikasnosti, modernizacija postrojenja, primena alternativnih izvora energije, kao i donošenje i sprovođenje različitih zakonskih propisa i međunarodnih sporazuma predstavljaju osnovna polazišta za rešavanje ove izuzetno složene problematike. Ratifikacijom određenih međunarodnih sporazuma, svaka zemlja potpisnica, preuzima veliki broj obaveza i ograničenja.

Korišćenje obnovljivih izvora energije u savremenom svetu predstavlja obavezu, a ne samo jednu od potencijalnih mogućnosti zadovoljenja potreba za energijom. Problem obezbeđenja stabilne ponude energije je jedan od dominantnih problema u većini zemalja.

Cilj rada je da prikaže vrste obnovljivih izvora energije zastupljene u Republici Srbiji, kao i njihovu teritorijalnu rasprostranjenost i kapacitete. Kroz prikaz izvoda iz strateškog dokumenta razvoja obnovljivih izvora energije, ukazaće se na potrebu ambicioznijeg uključivanja energije iz obnovljivih izvora u ekonomski bilans zemlje, naročito u odnosu na strateške dokumente Evropske Unije. U posebnom delu, daće se prikaz sadašnjeg stanja po pitanju upotrebe geotermalne energije na području Autonomne Pokrajine Vojvodine, obzirom na njen položaj i činjenicu da je geotermalni potencijal Panonskog basena u susednoj Republici Mađarskoj u mnogo većoj meri eksploatisan.

Na osnovu projekcije razvoja energetike u periodu do 2020. godine, u odnosu na 1995. potražnja za energijom će porasti za veoma značajnih 65%. Pri tome, povećanje emisije ugljendioksida će iznositi oko 70%. Predviđena godišnja stopa porasta potražnje za energijom će iznositi 2%. Na osnovu navedenih podataka, nameće se zaključak da je korišćenje energije iz obnovljivih izvora od izuzetnog značaja na globalnom, svetskom nivou. U prilog tome govori činjenica da se velika većina država, bilo pojedinačno, bilo kroz razne organizacije, obavezuju u kvantitativnom i kvalitativnom smislu da energiju iz obnovljivih izvora uvrsti u što značajnijem obimu u energetski bilans.

Direktiva Evropske Unije 2001/77/EC je, polazeći od stanja 1998. god. zacrtala da se do 2010. god. udeo „zelene“ energije u ukupnoj potrošnji energije poveća sa 6% na 12%. Ova odluka bila je od ključnog značaja za nagli razvoj korišćenja svih vidova obnovljivih izvora.

Najnoviji planovi razvoja energetike u EU do 2020. god. na bazi odluke šefova zemalja EU na sastanku u Briselu, 9. decembra 2008. god. su iskazani u „Climate-energy legislative package“ direktivi o obnovljivim

izvorima energije. Prikazani su u Tabeli 1. Može se uočiti značajan porast uдела vetroelektrana sa 14% u 2005 na 35% u 2020., kao i nagli rast kapaciteta solarnih elektrana sa zanemarljivih 0,3% u 2005. na značajnih 13,1% u 2020. god. Ovakav rast korišćenja obnovljivih izvora energije (OIE) u proizvodnji električne energije treba da poveća uдео OIE sa 15,2% u 2005. na čak 40% u 2020. god [1, 2, 3, 4].

Tabela 1. Doprinos obnovljivih izvora energije u potrošnji električne energije u EU – projekcija do 2020 prema EU Renewable Energy Directive.

Type of energy	2005 Eurostat TWh	2006 Eurostat TWh	2010 Projections TWh	2020 Targets TWh
Wind	70.5	82	176	477 (34.8%)
Hydro	346.9	357.2	360	384 (28%)
Photovoltaic	1.5	2.5	20	180 (13.1%)
Biomass	80	89.9	135	250 (18.3%)
Geothermal	5.4	5.6	10	31 (2.3%)
Solar thermal elect	-	-	2	43 (3.1%)
Ocean	-	-	1	5 (0.4%)
Total RES	504.3	537.2	704	1370
Total Gross Electricity Generation EU-27	3320.4	3361.5		
(Trends to 2030-baseline)			3568	4078
(Combined RES and EE)				3391
Share of RES	15.20%	16.00%	19.70%	33.6-40.4%

Iz Tabele 1 jasno je da je u zemljama EU naglašena potreba za kontinuiranim povećavanjem učešća alternativnih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji. Sa 15,20% energije koja se dobijala na nivou EU iz alternativnih izvora 2005. godine, predviđa se porast učešća na oko 35% za 2020. godinu.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE I KAPACITETI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U SRBIJI

Što se tiče aktuelnog stanja u Srbiji, mora se naglasiti nedostatak kvantitativnih pokazatelja u planiranim oblastima primene obnovljivih izvora energije, kao i potreba za mnogo izraženijim naporima na promociji njihove upotrebe. Trenutno, udeo energije iz obnovljivih izvora u Srbiji je oko 6% (uključujući velike hidrocentrale) i predviđa se da će ostati stabilan do 2015. godine. Strategija razvoja energetike do 2015. godine predviđa da udeo novih obnovljivih izvora (bez velikih hidrocentrala) u ukupnoj primarnoj energetskej potrošnji treba da se podigne sa 1.07 na 1.21% u 2015. godini, (Tabela 2).

Tabela 2. Udeo energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj primarnoj potrošnji energije

	2006.	2009.	2012.	2015.
Udeo energije iz obnov. izvora (bez velikih hidrocentrala)	1.07 %	1.17 %	1.19 %	1.21 %

Izvor: Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine, scenario dinamičnog ekonomskog razvoja

Udeo energije koja se u Srbiji dobija iz obnovljivih izvora je mali, a iz Tabele 2 se može uočiti činjenica da se ne predviđa njegovo pojačano učešće do kraja 2015. godine. Trenutno se u Srbiji svega oko 1 % energije dobija iz alternativnih izvora, što je zanemarljivo malo, ako se uzmu u obzir prirodni potencijali i zahtevi Kjoto protokola.

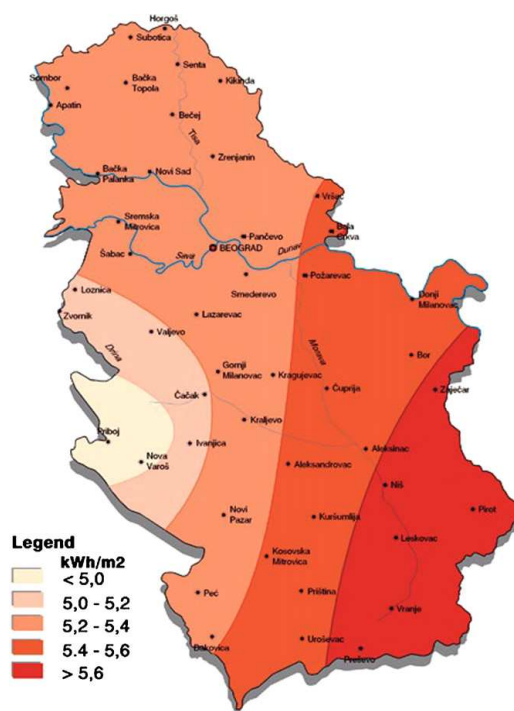
Kada je u pitanju ustanovljenje i podizanje učešća obnovljivih izvora energije u energetskej ponudi zemlje, primer Srbije nije pozitivan. Da bi neka zemlja uopšte mogla da razmišlja o promociji obnovljivih izvora energije, potrebno je da raspolaže ovim izvorima. Sa potencijalom obnovljivih izvora od 3.83 mil ten (tona ekvivalentne nafte), Srbija itekako ispunjava ovaj uslov. Ono što nedostaje je adekvatan strateški plan za mnogo ambiciozniju implementaciju OIE u energetskej ponudi zemlje [5, 6, 7].

2.1. Solarna energija

Prosečan dnevni intenzitet sunčevog zračenja na teritoriji Republike Srbije se kreće od 1,1 kWh/m²/dan na severu do 1,7 kWh/m²/dan na jugu - tokom januara, a od 5,9 do 6,6 kWh/m²/dan - tokom jula.

Na godišnjem nivou, prosečna vrednost energije sunčevog zračenja za teritoriju Republike Srbije iznosi od 1200 kWh/m²/godišnje u severozapadnoj Srbiji, do 1550 kWh/m²/godišnje u jugoistočnoj Srbiji, dok u srednjem delu iznosi oko 1400 kWh/m²/godišnje.

Najveći potencijal za korišćenje solarne energije imaju gradovi u južnom delu Srbije - Niš, Leskovac, Vranje (Slika 1).



Slika 1 - Godišnji prosek dnevne energije globalnog zračenja na horizontalnu površinu [8]

Slika 1 jasno ukazuje na činjenicu da je Srbija zemlja koja ima veliki potencijal kvaliteta i kvantiteta osunčanosti tokom čitave godine. Neke projekcije pokazuju da bi, iako je u ovom trenutku primena solarne energije u Srbiji gotovo zanemarljiva, postoji potencijal da se iz solarne energije obezbedi oko 50% svih energetskej potreba.

2.2. Geotermalna energija

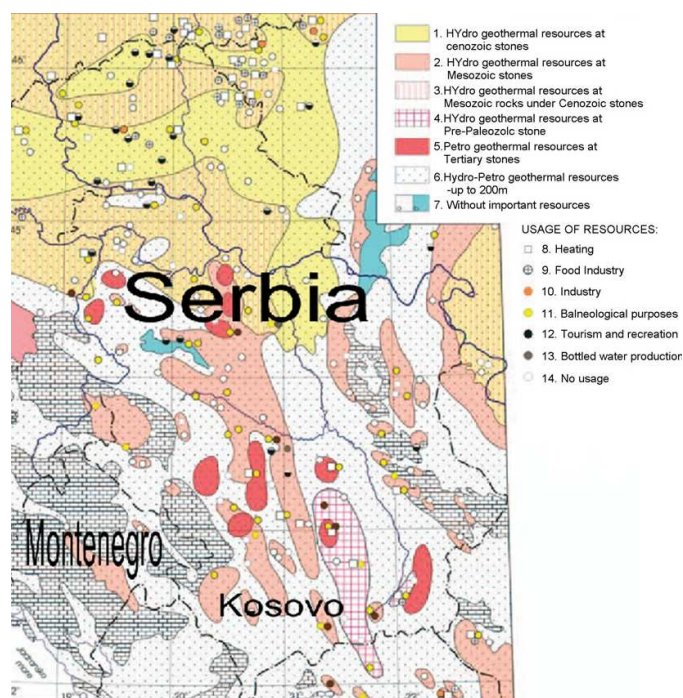
Geotermalna energija se u Srbiji veoma malo koristi, iako naša država po geotermalnom potencijalu spada u bogatije zemlje. Za mineralne i termomineralne vode u Panonskoj niziji se znalo od davnina. Zapisi ukazuju da su ih koristili još stari Rimljani, a kasnije i Turci. Prva bušenja arterskih bunara, u novijoj istoriji, započeta su u Banatu. Još 1848. godine pominje se bušenje arterskih bunara u Pavlišu kod Vršca. Dubine prvih bunara su dostizale i do 400m, a neki od njih su i danas u upotrebi. Celovitija saznanja o geotermalnom potencijalu su sticana nakon 1949. godine. U periodu od 1969. do 1996. godine izbušene su 73 hidrotermalne bušotine ukupne dubine 62678,60m. Najintenzivnija istraživanja su obavljena 80-tih godina prošlog veka, kada je izbušeno 45 bušotina ukupne dubine 34840m ili oko 56% svih bušotina. Teritorija Vojvodine, kao deo Panonskog basena, pripada velikoj evropskoj geotermalnoj zoni, koja ima povoljne uslove za istraživanje i korišćenje geotermalne energije.

Srbija je zemlja sa tradicionalno poznatim ali nedovoljno iskorišćenim geotermalnim izvorima. Najveći broj geotermalnih izvora, na osnovu Slike 6, skoncentrisan je u Vojvodini i centralnoj Srbiji, pri čemu se daleko najveći broj toplih izvora ne koriste, ili se koriste isključivo u sportske i rekreativne svrhe, u banjskim turističkim centrima, bez posebnog iskorišćavanja i pretvaranja energije tople vode u neke druge oblike energije.

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, koji 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 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. Ukupna količina toplote koja se nalazi akumulirana u nalazištima geotermalnih voda u Srbiji do dubine od 3000m, oko dva puta je veća od ekvivalentne toplotne energije koja bi se mogla dobiti sagorevanjem svih vrsta uglja iz njihovih ukupnih nalazišta u Srbiji. Izdašnost 62 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 [9, 10].

Kratak prikaz geotermalnih izvora koji postoje na teritoriji Srbije, kao i geološka karta terena na kojima se navedeni izvori nalaze, dati su na Slici 2.



Slika 2. Mapa geotermalnog potencijala u Srbiji [8]

2.3. Energija biomase

Srbija, a posebno Vojvodina, raspolaže relativno velikim potencijalima biomase, koja nastaje kao "višak" u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji. Ukupna produkcija biomase od jednogodišnjih poljoprivrednih kultura, u Srbiji se kreće preko 12,5 miliona tona godišnje.

Kratak prikaz potencijalnih količina biomase, njene donje toplotne moći i mogućnostima uštede dat je u Tabeli 3.

Tabela 3. Potencijal biomase u Srbiji

Red. broj	Vrsta biomase	Količine raspoložive biomase (10 ^{4t})	Donja toplotna moć (MJ/kg)	Odnos prema lakom ulju za loženje* (kg/l)	Mogućnost uštede lakog ulja za loženje (10 ^{4l})
1.	Pšenična slama	2975,0	14,00	3,41	872
2.	Ječmena slama	412,5	14,20	3,46	119
3.	Ovsena slama	25,6	14,50	3,54	7
5.	Sojina slama	320,0	15,70	3,83	84
6.	Kukuruzovina	7150,0	13,50	3,29	2.173
UKUPNO:		11281,4			3.255

* Pri toplotnoj moći lakog ulja za loženje od $hd= 41000$ kJ/kg

Iz Table 3 jasno je da se najveći potencijal biomase u Srbiji nalazi u obliku pšenične slame i kukuruzovine, što je i očekivano, s obzirom na tradicionalan karakter uzgoja ovih kultura na teritoriji Srbije. Najveća ukupna mogućnost uštede u odnosu na lako ulje za loženje zabeležen je kod kukuruzovine.

Najveći deo se ne koristi na razuman i racionalan način. Energija koja bi se godišnje mogla dobiti korišćenjem biomase u Srbiji procenjena je na 2,68 miliona tona ekvivalentne nafte. Od toga se 1,66 miliona tona ekvivalentne nafte odnosi na poljoprivredu, a oko milion tona na šumsku biomasu. Ukupni godišnji energetski potencijal biomase u Srbiji je na nivou od 40 odsto energetske vrednosti uglja koji se godišnje proizvede u našim rudnicima.

U Republici Srbiji postoje uslovi za proizvodnju biogoriva - bioetanola i biodizela.

Proizvodnja bioetanola u Republici Srbiji se danas bazira na melasi i na žitaricama. Raspoloživa količina melase ne podmiruje tekuće proizvodne potrebe: ukupni kapaciteti u postojećim fabrikama šećera generišu oko 200.000 tona melase godišnje, od čega se iskoristi 50.000 tona, dok se ostatak od oko 150.000 tona može razmatrati za ostale potrebe i proizvodnju bioetanola. Nedostajuće količine melase za proizvodnju bioetanola bi se morale uvoziti, što predstavlja značajan problem u uslovima velikih fluktuacija cena i raspoloživih količina na svetskom tržištu.

S obzirom na razvijenu poljoprivrednu proizvodnju i činjenicu da proizvedene količine žitarica potpuno zadovoljavaju i prevazilaze domaće potrebe za ljudskom i stočnom ishranom, potrebno je razmotriti i mogućnosti proizvodnje bioetanola od žitarica. Za proizvodnju 100.000 tona bioetanola, potrebno je oko 330.000 tona žitarica, što predstavlja oko jedne trećine tržišnih viškova žitarica ili svega oko 2-4 % ukupne proizvodnje žitarica.

U Republici Srbiji se kao sirovina za proizvodnju biodizela mogu koristiti uljarice-suncokret, soja i uljana repica, i otpadna jestiva ulja. Ukupne površine pod uljaricama se procenjuju na 668.800 ha, od čega bi se gajenje uljarica za dobijanje biodizela moglo vršiti na 350.000 ha. Prosečna proizvodnja biodizela od uljanih biljaka, koje se mogu uzgajati u Republici Srbiji, prikazana je u Tabeli 4.

Tabela 4. Proizvodnja biodizela iz uljarica

Uljarica	Prosečan prinos zrna (t/ha)	Sadržaj ulja u zrnu (%)	Proizvodnja biodizela	
			(kg/ha)	(l/ha)
Suncokret	1,79	40	716	816
Soja	2,25	18	405	460
Uljana repica	1,69	36	608	690

Kako je ranije navedeno, najveći potencijal za dobijanje energije iz alternativnih izvora nalazi se akumuliran u biomasi. U Tabeli 6 ukazano je na pojedinačne količine biodizela koji se može dobiti iz uljarica koje su najpogodnije za tu namenu, a to su suncokret, soja i uljana repica. Najveći potencijalni prinos po hektaru se primećuje kada je u pitanju soja, ali najveća potencijalna količina biodizela koja se može dobiti je zabeležena kod suncokreta, s obzirom na to da suncokretovo zrno sadrži prosečno najveći procenat ulja u zrnu. Ipak, sa aspekta prinosa i količine ulja u zrnu, uljana repica se tradicionalno smatra kulturom koja je najpogodnija za preradu u biodizel.

Za proizvodnju biodizela posebno su interesantne biljne mešavine, odnosno kombinovanje useva tako da se dobije optimalan prinos i optimalna količina ulja u zrnu što je prikazano u Tabeli 5.

Tabela 5. Struktura setve kao parametar moguće proizvodnje biodizela

Struktura setve	Moguća proizvodnja biodizela (t)
100 % uljana repica	212.800
70% ulj. rep. + 30% sun.	224.140
50% ulj. rep. + 50% sun.	231.700
30% ulj. rep. + 70% sun.	239.260
100 % suncokret	250.600
100 % soja	141.750

Proizvodnja biodizela se može smatrati najprihvatljivijom u formi kombinovane setve pojedinih useva (Tabela 5). Najveća potencijalna količina biodizela može se dobiti setvom čistog suncokreta, ili setvom uljane repice i suncokreta u određenoj kombinaciji, Setva čiste soje za potrebe dobijanje biodizela smatra se najneprihvatljivijom.

2.4. Energija vetra

Prethodnim istraživanjima pokazano je da u Republici Srbiji postoje pogodne lokacije za izgradnju vetrogeneratora, na kojima bi se u perspektivi moglo instalirati oko 1.300 MW vetrogeneratorskih proizvodnih kapaciteta i godišnje proizvesti oko 2.300 GWh električne energije.

Najpogodnije lokacije za korišćenje energije vetra su:

- Panonska nizija, severno od Dunava i Save. Ova oblast pokriva oko 2000 km² i pogodna je za izgradnju vetrogeneratora jer je izgrađena putna infrastruktura, postoji električna mreža, blizina velikih centara potrošnje električne energije i slično,
- istočni delovi Srbije - Stara Planina, Vlasina, Ozren, Rtanj, Deli Jovan, Crni Vrh itd. Ova oblast pokriva oko 2000 km² i u njoj bi se perspektivno mogle izgraditi značajne instalirane snage vetrogeneratora i
- Zlatibor, Kopaonik, Divčibare su planinske oblasti gde bi se merenjem mogle utvrditi pogodne mikrolokacije za izgradnju vetrogeneratora. Očekuje se da se u ovoj oblasti takođe mogu instalirati veći kapaciteti vetrogeneratora.

Procena energetskeg potencijala je obavljena na osnovu podataka Republičkog hidrometeorološkog zavoda prikupljenih merenjem na meteorološkim stubovima visine do 10 metara. Za tačnu ocenu opravdanosti izgradnje elektrane na vetar na datoj lokaciji neophodno je sprovesti detaljna merenja brzine i pravca vetra. Agencija za energetske efikasnost Republike Srbije je obavila merenja parametara vetra na visini od 50 metara - u Negotinu, Velikom Gradištu i Titelu, a rezultati su prikazani u Tabeli 6.

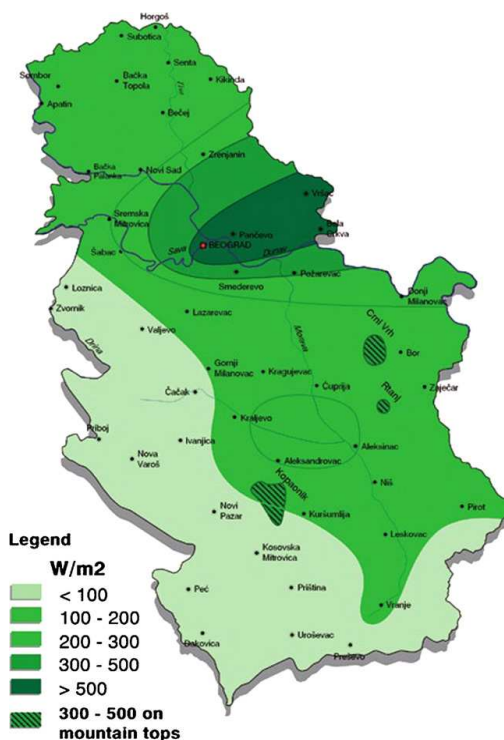
Tabela 6. Rezultati merenja brzine vetra na odabranim lokacijama u Srbiji

Lokacija	Prosečna brzina vetra na visini od 50 m (m/s)		Ekstrapolisana prosečna brzina vetra na visini od 80 m (m/s)		Raspoloživost podataka	
	6	12	6	12	6	12
Veliko Gradište	3,61	3,50	3,82	3,71	99,7%	99,0%

Negotin	5,24	5,77	5,55	6,10	86,4%	92,4%
Titel	4,68	4,72	4,95	4,99	97,8%	98,1%

Najveća prosečna godišnja brzina vetra zabeležena je merenjem na teritoriji opštine Negotin, dok su nešto manji podaci registrovani u opštinama Titel i Veliko Gradište.

Merenja koja je obavila Agencija za energetska efikasnost na teritoriji cele Srbije data su na Slici 3, na kojoj se jasno mogu uočiti tri zasebna pojasa.



Slika 3. Mapa prosečne dnevne energije vetra merene na visini od 100m u Srbiji [8]

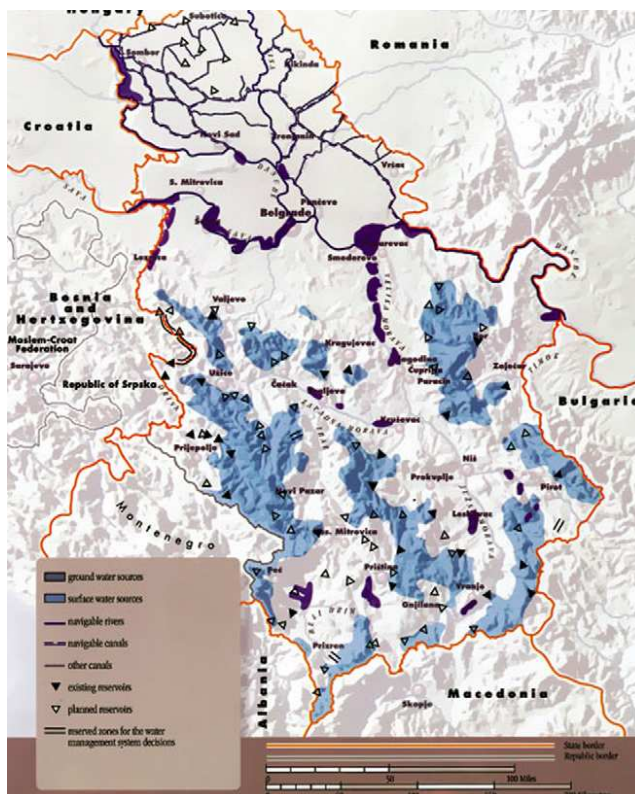
Najveća energija vetra (preko 500 W) zabeležena je u delu Srbije u blizini granice sa Rumunijom, na teritoriji opštine Vršac, sa protezanjem do Beograda. Nešto niže vrednosti, koje se kreću u rasponu od 100 do 500 W zabeležene su na najvećoj teritoriji Srbije, dok su najniže vrednosti energije vetra, ispod 100 W, koje se ne mogu smatrati prihvatljivom sa aspekta izgradnje vetrogeneratora, zabeležene na teritoriji Južne i Zapadne Srbije [1].

2.5. Hidroenergija – male hidroelektrane

Ukupni hidropotencijal Srbije procenjen je na oko 31 TWh godišnje. Veći deo tog potencijala (oko 62%) je već iskorišćen, jer je ekonomski opravdano građenje većih proizvodnih kapaciteta. Ostatak hidropotencijala je iskoristiv gradnjom manjih i skupljih objekata.

Potencijal malih vodotokova, na kojima se mogu graditi male hidroelektrane, iznosi oko 0,4 miliona ten - ili 3% od ukupnog potencijala obnovljivih izvora u Srbiji. Energetski potencijal vodotokova i lokacije za izgradnju malih hidroelektrana određene su dokumentom „Katastar malih hidroelektrana na teritoriji SR Srbije van SAP" iz 1987. godine, koji su za potrebe JP Združene elektroprivrede izradili „Energoprojekt - Hidroinženjering" i Institut „Jaroslav Černi" kao i katastrom malih hidroelektrana u Autonomnoj pokrajini Vojvodini, u kome je obrađeno 13 hidroelektrana („Hidroinvest" DTD, 1989. godine). Identifikovano je oko 900 potencijalnih lokacija na kojima se mogu izgraditi male hidroelektrane sa snagama koje variraju između 100 kW i 10 MW. Ukupna snaga koja se može dobiti izgradnjom malih hidroelektrana na svim lokacijama je procenjena na oko 500 MW. Činjenica je da najveći broj lokacija, oko 90%, ima kapacitet manji od 1 MW. Oko 5,6% lokacija ima kapacitet između 1 i 2 MW, oko 3,5% lokacija ima kapacitet između 2 i 5 MW, a samo oko 1% lokacija ima kapacitet između 5 i 10 MW. Za potrebe sagledavanja hidropotencijala Srbije, neophodno je detaljno sagledavanje rasporeda rečnih tokova na teritoriji Srbije, što je prikazano na Slici 4.

Srbija je zemlja bogata hidropotencijalom. Sa Slike 4 jasno je da je hidropotencijal Srbije, gotovo ravnomerno raspoređen na čitavoj teritoriji, te da u Vojvodini postoji adekvatna kanalska mreža. Na brojnim vodotokovima u Srbiji postoje hidorcentrale velikog, srednjeg i malog kapaciteta i sve one se mogu smatrati potencijalom za dobijanje energije od posebnog interesa. Obzirom na skromne kapacitete malih hidroelektrana, njihova primena je opravdana za sisteme sa manjim energetskeim potrebama ili kroz uključenje u veće distributivne sisteme [6, 10].



Slika 4. Mapa hidropotencijala u Srbiji [8]

3. DETALJNI PRIKAZ EKSPLOATACIJE GEOTERMALNIH IZVORA U AUTONOMNOJ POKRAJINI VOJVODINI [11], [12], [13], [14]

3.1. Uvodne napomene

Naša zemlja je energetskei deficitarno područje, te će u narednom periodu morati da ulaže značajne napore u iznalaženju novih energetskeih izvora. Pored napora na obezbeđenju potrebnih količina konvencionalnih goriva (nafta, gasa i uglja) kao i na intenzivnoj energetskei štednji racionalizacijom energetske potrošnje postojećih postrojenja, potrebno je obezbediti korišćenje raspoloživih alternativnih (obnovljivih) odnosno nekonvencionalnih energetskeih izvora (korišćenje: biomase, geotermalne energije, solarne energije, biogasa i dr.).

Doprinosi proizvodavanju veka korišćenja nedostajućih konvencionalnih energetskeih izvora mogu dati nekonvencionalni izvori. U svetskim razmerama procenjuje se da nekonvencionalni energetskei izvori učestvuju do 2% u ukupnoj energetskei potrošnji. Sa tog stanovišta moglo bi se zaključiti da i nemaju neki naročiti značaj u rešavanju energetskeih problema budućnosti. Međutim, ako se ima u vidu njihova **obnovljivost**, neravnomeran raspored u prostoru, ekološke prednosti u korišćenju, trend rasta ukupne potrošnje energije, navedeni procentualni udeo u njemu, ovom vidu energije pridaje se sve veća pažnja. U različitim zemljama različit je stepen razvijenosti pojedinih nekonvencionalnih energetskeih izvora.

Glavna prepreka korišćenju alternativnih energetskeih izvora ne leži u nedostatku dobrih tehničkih rešenja i tehnologija korišćenja, već u zahtevu da energija iz ovih izvora bude konkurentna konvencionalnoj energiji. Osim toga, razlog zaostajanja u gradnji i širenju korišćenja alternativnih energetskeih izvora je i u sledećem:

- nedovoljnom programskom povezivanju naučno-istraživačkih i proizvodnih organizacija i nedostatku jedinstveno vođene politike razvoja uređaja za korišćenje ovih vidova energije;

- nedovoljnoj obaveštenosti investitora i odgovarajućih državnih organa o stanju razvoja tehnologija i mogućim efektima supstitucije, odnosno smanjenja energetske troškova eksploatacije primenom ovih izvora energije;
- većim investicionim troškovima nego za klasične sisteme i odsustvo stimulaturnih mera finansijsko-kreditne i poreske politike za njihovo korišćenje.

Na području Vojvodine je izrađen najveći broj postrojenja koja koriste alternativne energetske izvore. Razlog tome i to što je Pokrajinski komitet za energetiku i sirovine od 1983. do 1989. godine usmeravao podsticajna sredstva iz sredstava ostvarenih od osnovnog poreza na promet derivata nafte u programe korišćenja alternativnih energetske izvora u čemu ga je podsticajnim sredstvima izdvojenim na osnovu Zakona o "ekstra dodotku" pratio "Naftagas".

3.2. Opšti deo – Geotermalna energija

Danas se geotermalna energija koristi u mnogim zemljama sveta, uglavnom u dva pravca: za proizvodnju električne energije iz prirodne vodene pare i za zagrevanje. Vojvodina nema uslova za dobijanje prirodne vodene pare, ali ima dobre uslove za dobijanje termalnih voda.

Prva sistematska i organizovana istraživanja termomineralnih voda i hidrogeotermalne energije u Vojvodini započeta su 1969. godine. U početku su istraživanja napredovala relativno brzo i efikasno, zahvaljujući bogatom nasleđu stručne dokumentacije stečene u procesu istraživanja nafte i gasa i finansijskom i stručnom potencijalu kompanije Naftagas. U takvim uslovima regionalnim, a kasnije i detaljnim istraživanjima moglo se pristupiti planski i sistematski. Za relativno kratko vreme registrovani su uslovi pojavljivanja, geotemperaturni režim i fizičko-hemijske karakteristike voda, što je omogućilo prelazak na drugu fazu, primenu termomineralnih voda i hidrogeotermalne energije.

Početak proizvodnje termomineralnih voda i geotermalne energije u Vojvodini počinje 1978. godine, dok prodaja počinje 1986. godine.

Korišćenje termomineralnih lekovitih voda u balneoterapiji i prevenciji oduvek je zauzimalo značajno mesto u razvoju civilizacije, a ništa manje nije atraktivno i u savremenom društvu. Korišćenje termomineralnih voda u energetske svrhe novijeg je datuma, a masovnije se koristi od izbijanja prve energetske krize sedamdesetih godina.

Na osnovu svetskih i domaćih iskustava, ocenjuje se da bi se geotermalne vode Panonskog basena Vojvodine, s obzirom na fizičko-hemijske i geotermalne odlike, mogle koristiti u sledećim oblastima: poljoprivredi za zagrevanje staklenika, u stočarstvu i živinarstvu za zagrevanje farmi, u industriji kao tehnološka topla voda, u balneoterapiji i sportsko-turističkim centrima, za zagrevanje naselja i drugih objekata, za snabdevanje stanovništva sanitarnom vodom, u ribarstvu i sl.

U većini slučajeva, navedeni vidovi korišćenja se u našim uslovima već više godina proveravaju kroz praksu u izgrađenim hidrotermalnim sistemima. Najmasovnije korišćenje zastupljeno je praktično u neenergetskom području, odnosno u banjama i sportsko-rekreacionim centrima. Osnovni cilj, međutim, korišćenja geotermalnih voda jeste energetska područje u cilju supstitucije klasičnih vrsta goriva, što znači da bi se struktura korišćenja morala menjati u korist ove druge oblasti potrošnje.

Kada je "Nafta-gas" na predlog Komiteta za energetiku i sirovine prihvatio programiranje i sufinansiranje projekata primene geotermalnih voda, izgrađena su 23 sistema za korišćenje termomineralnih voda, delom za energetske, a delom za balneoterapeutske i sportsko-rekreativne potrebe (Tabela 1 i 2). Komitet za energetiku i sirovine je sufinansirao realizaciju programa korišćenja geotermalne energije u energetske svrhe iz sredstava ostvarenih iz maloprodajne cene derivata nafte u periodu od 1983. do 1989. godine.

3.3. Sadašnje stanje korišćenja geotermalne energije u Vojvodini

3.3.1. Hidrotermalne bušotine koje su trenutno u proizvodnji

U 2012. godini NIS-Gaspromneft je vršio eksploataciju 15 hidrotermalnih bušotina sa ukupnom ostvarenom proizvodnjom od oko 1.042.000 m³/god. Ukupni optimalni kapacitet ovih bušotina je oko 134 l/s, odnosno na godišnjem nivou oko 2.700.000 m³ što bi značilo da su se raspoloživi kapaciteti u 2004. godini koristili oko 38,6%. Osnovni podaci o hidrotermalnim bušotinama koje su trenutno u proizvodnji dati su u Tabeli 7.

Tabela 7: Hidrotermalne bušotine u fazi eksploatacije

N o	Lokalitet-mesto	Korisnik	Poč. kor.	Namena	Opt. izdaš. (l/s)	Temp. (°C)	Moguć a supst. mazuta (t/g)
1	Bečej	OSC" Mladost"	1988	Zagrevanje prostorija, TPV i bazena	17,2	65	2.097
2	Srbobran	"Elan" Staklena bašta	1984	Zagrevanje plastenika	11,67	63	403
3	Kanjiža	"Banja-Kanjiža"	1981	Zagrevanje banje i balneologija	1,8	41	76
4			1986		9,3	65	1.067
5			1999		12,5	70	1.791
6	Prigrevica	Banja Junaković	1983	Zagrevanje banje i balneologija	11,8	53	1.228
7	Palić	" Elitte "	1985	Otvoren sportsko rekreacioni bazen	5,5	48	178
8	Palić	Hotel "Jezero"	1988	Zagrevanje prostorija	6,3	48	241
9	Temerin	JP " Komunalac "	1987	Otvoren rekreacioni bazen	14,9	40	179
10	Alibunar	Turistička organizacija (Devojački bunar)	1986	Otvoreni rekreacioni bazen	7,4	24	...
11	Ban. Veliko Selo	DP"Kozara"	1987	Zagrevanje svinjogojske farme	11,2	43	433

U objektima navedenim u Tabeli 7. moguća supstitucija mazuta iznosi oko 7.700 tona godišnje. Uz optimalno korišćenje istih objekata, godišnja ušteda mazuta mogla bi biti do 13.000 tona. Na postojećim hidrotermalnim sistemima nažalost koristi se samo deo raspoložive energije, što zbog neprilagođenih instalacija korisnika, ili zbog neusaglašene potrebe korisnika sa mogućnostima bušotina. Potrošnja geotermalnih voda u Vojvodini u ovom trenutku je mala, moglo bi se reći simbolična.

3.3.2. Hidrotermalne bušotine koje su bile u proizvodnji

Pored gore navedenih 15 sistema koji su u eksploataciji na još jedanaest hidrotermalnih bušotina su izgrađeni nadzemni hidrotermalni sistemi, ali su oni trenutno van proizvodnje jer su uglavnom korisnici prestali da preuzimaju termalnu vodu. U Tabeli 8 prikazane su hidrotermalne bušotine na kojima je izgrađen hidrotermalni sistem, a koje nisu u proizvodnji.

Tabela 8: Hidrotermalne bušotine van eksploatacije

N o	Mesto	Bivši korisnik	Poč. kor.	Namena	Optim . izdaš. (l/s)	Temp. (°C)	Status
1	Subotica	Zavod za fizičku kulturu	1984	Otvoren sport. rekreacioni bazen	4,83	35	van eksploatacije od 2001.god.
2	Čelarevo	TK"Dunav"	1996	Zatvoreni bazen motel"Dunav"	5,00	31	van eksploatacije već 8 godina
3	Kula	Cent.za fizičku kulturu	1981	Zagrevanje sport. rekreacionog centra	9,50	50	van eksploatacije više godina
4	Kula	Fabrika kože "Eterna"	1984	Tehnološka topla voda	8,33	53	van eksploatacije, rezervna bušotina
5	Kula	FVT"Sloboda"	1985	Tehnološka topla voda	8,50	51	van eksploatacije duže vreme
6	Melenci	Banja"Rusanda"	1985	Balneologija	6,9	33	van eksploatacije više godina

7 8	Vrbas	Zavod za fizičku kulturu	1986 1986	Zatvoreni rekreacioni bazen	3,50 4,33	39 51	van eksploatacije; sistem razmontiran
9	Banatsko Veliko Selo	IPP "Banat"	1988	Zagrevanje poslovnih prostorija	6,67	45	nikada nije bio u eksploataciji
10	Kikinda	KRO "6. oktobar"	1984	Zagrevanje poslovnih prostorija	6,17	50	van eksploatacije više godina
11	Kikinda	Svinjogojska farma "Jedinstvo"	1985	Zagrevanje farme	10,1	51	van eksploatacije od 2002. god
12	Bački Petrovac	Institut za hmelj	1987	Zagevanje prostorija i sušenje bilja	6,5	46	van eksploatacije više godina
13	Mokrin	DP "Mokrin"	1984	Zagrevanje svinjogojske farme	7,0	51	van eksploatacije više godina
14	Kula	Fabrika kože "Eterna"	1984	Tehnološka topla voda	5,6	53	van eksploatacije poslednjih godina

Kako se iz Tabele 8. može videti, od ukupnog broja izgrađenih sistema 14 nisu u funkciji iz različitih razloga:

- Zavod za fizičku kulturu iz Subotice je koristio geotermalnu energiju za zagrevanje otvorenog sportskog bazena, ali je van eksploatacije od 2001. godine.
- Tekstilni kombinat "Dunav" iz Čelareva koristio geotermalnu energiju za rekreaciju u zatvorenom bazenu u motelu "Dunav" i već osam godina je ne koristi za predviđenu namenu, pošto motel ne radi.
- U Centru za fizičku kulturu u Kuli, sistem je predviđen za podno grejanje i napajanje rekreacionog bazena. Međutim, Centar već duže vreme ne radi i sistem korišćenja geotermalne energije nije u funkciji.
- U Fabrici kože "Eterna" u Kuli, sistem se koristio za tehnološke potrebe prerade kože, ali fabrika ne radi. Postojala je zainteresovanost za korišćenje geotermalne vode od strane Kompanije Rodić, koja se nalazi u neposrednoj blizini.
- Fabrika vunjenih tkanina "Sloboda" u Kuli, sistem je predviđen za zagrevanje tople potrošne vode, ali kako fabrika nije u funkciji bušotina se ne koristi.
- U "Elan"-u u Srbobranu, sistem je predviđen za zagrevanje 0,5 ha čvrstog plastenika, ali nije u funkciji. Uz određene tehničke popravke je moguće preusmeriti geotermalnu vodu za zagrevanje dela postojećeg staklenika kada poljoprivredni kombinat počne da radi. Plastenik je van upotrebe od 1992. godine.
- U Vrbasu se geotermalna energije se koristila u zatvorenom rekreacionom bazenu. Korisnik je pre 10 godina jednostrano prekinuo korišćenje geotermalne vode pravdajući to taloženjem kamenca na zidove bazena, a u međuvremenu su delovi opreme sa ovog sistema demontirani i iskorišćeni na drugim hidrotermalnim bušotinama.
- U IPP "Banat" Banatsko Veliko Selo, sistem je predviđen da se koristi za zagrevanje poslovnih prostorija, međutim korisnik nije svoju instalaciju prilagodio za korišćenje termalne vode, tako da sistem nije u funkciji od završetka izgradnje.
- Komunalna organizacija "6 oktobar" u Kikindi, sistem je koristila za zagrevanje poslovne zgrade u prelaznom periodu, međutim korisnik je jednostrano pre više godina prestao da koristi geotermalnu vodu i sada koristi gas.
- Svinjogojska farma "Jedinstvo" u Kikindi je koristila geotermalnu energiju za zagrevanje farme. Ovaj sistem nije u funkciji od 2002. godine, pošto je korisnik za zagrevanje prasilišta instalisao električne grejače.

Da bi se ovi hidrotermalni sistemi ponovo aktivirali, potrebno je pre svega izvršiti defektažu svih instalacija, predvideti eventualnu rekonstrukciju i popravke, obaviti razgovore sa korisnicima koji su prihvatili ugovorne obaveze, a ne koriste geotermalnu vodu i razmotriti eventualnu dinamiku uključenja sistema u proizvodnju.

Tamo gde ne postoji mogućnost aktiviranja proizvodnje za postojeće korisnike u saradnji sa opštinskim organima uprave razmotriti mogućnost iznalaženja novog korisnika geotermalne vode za konkretan sistem.

3.3.3. Hidrotermalne bušotine koje su pozitivne, a nikada nisu bile u proizvodnji

Pored već izgrađenih hidrotermalnih sistema, postoji čitav niz termalnih bušotina koje su perspektivne za korišćenje kako u energetsom tako i u smislu snabdevanja korisnika vodom za piće. Osnovni podaci o ovim bušotinama dati su u Tabeli 9. Izdašnost ovih bušotina data je kao maksimalna izdašnost sa kojom su izvedena hidrodinamička merenja, a u manjem broju slučajeva, gde navedena merenja nisu vršena, data je maksimalna izdašnost utvrđena pri osvajanju bušotina.

Tabela 9: Hidrotermalne bušotine sa mogućnošću eksploatacije

No	Bušotina – (lokalitet)	Q _{max} (l/s)	Način ispitivanja	T _{iz} (°C)	M (g/l)	S (g/l)	Napomena
1	2	3	4	5	6	7	8
1	BČ-1/H (Bečej)	10,65	samoizlivno	33	4,51	0,61	Nalazi se u krugu fabrike "Flora". Nakon ispitivanja na bušotinu montiran erupcioni uređaj. Bušotina nikada nije bila u eksploataciji
2	BP-1/H (Bački Petrovac)	16,67	sa pumpom	46	0,79	0,13	Nalazi se na posedu PPRO "15. oktobar", 200 m od puta N. Sad-B. Petrovac
3	BT-2/H (Bačka Topola)	10,67	sa pumpom	37	3,84	0,67	Bušotina je trebalo da zameni postojeći eksploatacioni objekat za snabdevanje sportsko rekreacionog centra. Tehničko stanje bušotine nije poznato
4	Cr-5 (Srpska Crnja)	18,3	samoizlivno	75	4,61	2,69	Bušotina negativna na ugljovodonike. U nju je ugrađena filterska konstrukcija i ispitana za HGT potrebe, konzervirana je sa mogućnošću reaktiviranja. Ograničavajući faktor u korišćenju ovih voda je povišen sadržaj fenola
5	DP-1 (Bačko Dobro Polje)	14,66	samoizlivno	57	2,89	0,82	Bušotina negativna na ugljovodonike. U nju je ugrađena filterska konstrukcija i ispitana za HGT potrebe, konzervirana je sa mogućnošću reaktiviranja
6	Kps-1/H (Kupusina)	3,30	samoizlivno	72	6,94	3,92	Potencijalni korisnik bio je AIK "Apatin", ograničavajući faktor u korišćenju ovih voda za sportsko rekreacione i balneološke svrhe je povišen sadržaj fenola
7	NS-2/H (Novi Sad)	2,70	sa pumpom	35	2,17	0,51	
8	NS-3/H (Novi Sad)	6,83	samoizlivno	38	1,09	0,53	Locirana je u blizini poslovnog kompelsa Naftagas-a na Šangaju. Nakon ispitivanja na bušotinu je montiran erupcioni uređaj
9	NSb-1/H (Novi Sad)	17,06	sa pumpom	23	1,54	0,51	Locirana u kliničkog centra "Stara gradska bolnica". Nakon ispitivanja na bušotinu je montiran erupcioni uređaj
10	Pb-3/H (Prigrevica banja)	14,00	samoizlivno	53	5,94	3,97	Bušotina je rađena sa ciljem da obezbedi dodatne količine termomomeralnih voda za banju "Junaković". Nakon završetka bušotina opremljena bušotinskom glavom
11	Prg-1/H (Prigrevica)	2,70	sa pumpom	43	6,09	4,00	Bušotina izrađena u šumi "Junaković"
12	So-1/H (Sonta)	2,50	sa pumpom	43	6,66	6,19	Potencijalni korisnik je bio užarski kombinat AIK "Apatin"
13	Sr-2/H (Srbobran)	5,50	samoizlivno	54	3,59	0,76	Bušotina locirana na posedu svinjogojske farme koje je trebala da bude potencijalni korisnik. Sistem nije izgrađen
14	Vrb-3/H (Vrbas)	13,00	samoizlivno	54	2,94	0,58	Potencijalni korisnik je bio sportsko-rekreacioni cenra u Vrbasu

15	Zob-1/H (Zobnatica)	3,3	sa pumpom	36	3,96	0,29	Bušotina locirana na posedu AIK iz Bačke Topole. Voda je trebalo da se koristi u sportsko-rekreacione svrhe
16	BK-1/H (Banatski Karlovac)	15,70	sa pumpom	27	0,42	0,05	Planirano da bušotina u slučaju pozitivnih rezultata posluži za snabdevanje vodom otvorenog bazena
17	Ja-1/H (Janošik)	9,56	sa pumpom	35	3,51	2,13	Planirano da bušotina u slučaju pozitivnih rezultata posluži za snabdevanje banjско-rekreacionog centra
18	Ki-4/H (Kikinda)	4,70	samoizlivno	57	-	-	Locirana u krugu svinjogojske farme "Galad" namenjena za zagrevanje farme
19	Vbc-1/H (Vrbica)	16,70	samoizlivno	82	6,86	3,39	Bušotina je pozitivna, konzervirana je postavljanjem cementnih čepova iznad ispitanih intervala. Ograničavajući faktor u korišćenju ovih voda je povišen sadržaj fenola, naročito na najdubljem intervalu
		4,30	samoizlivno	68	4,50	0,34	
		4,80	samoizlivno	54	4,41	0,21	
20	Ži-1/H (Žitište)	3,30	sa pumpom	44	4,27	0,22	Planirano da u slučaju pozitivnih rezultata korisnik bude klanica u čijem krugu je locirana bušotina
21	Zr-1/H (Zrenjanin)	4,00	sa pumpom	45	4,28	0,47	Dodatna ispitivanja izvedena u toku 2001 god. Mogući korisnik Fabrika tepiha "Zrenjanin", za tehnološke potrebe
22	Ind-1/H (Indija)	13,33	samoizlivno	56	4,09	2,51	Planirano da bušotina u slučaju pozitivnih rezultata služi u sportsko-rekreacione svrhe i za tople leje i rasadnike
23	Kup-1/H (Kupinovo)	42,84	samoizlivno	51	0,81	0,08	
24	Kup-2/H (Kupinovo)	15,00	samoizlivno	45	1,10	0,13	Namena bušotine je bila da posluži za zagrevanje plastenika OOUR "Kupinovo"
25	Šaj-1/H (Šajkaš)	6,00	sa pumpom	39	1,9	1,45	Pozitivna, ispitivanja u toku. Korisnik DD "Budućnost" za potrebe budućeg sportsko-rekreacionog centra

Q_{max} – maksimalna registrovana izdašnost bušotine, T_{iz} – izlazna temperatura vode, M – mineralizacija vode, S – salinitet vode

Osim navedenih postoji i veći broj izbušenih i ispitanih hidrotermalnih bušotina koje nikada nisu bile u proizvodnji, jer nisu imale korisnika. Neke od ovih bušotina su bušene kao istražne u cilju sagledavanja geotermalnog potencijala posmatranog regiona. O ovim bušotinama se nije dovoljno vodilo računa u smislu iznalaženja eventualnih korisnika. Mogućnost korišćenja geotermalnih voda iz bušotina prikazanih u gornjoj tabeli su veoma različite, ali pre svega treba težiti da se one što je moguće više koriste za energetske potrebe. Analizom posmatranih bušotina sa stanovišta izdašnosti, izlazne temperature, mineralizacije, možemo ih podeliti u nekoliko grupa.

1. Korišćenje za energetske potrebe bušotina u:
 - Bački Petrovac za potrebe poljoprivrede - zagrevanje staklenika (plastenika) ili bazena za rekreacione potrebe
 - Bačko Dobro Polje za potrebe poljoprivrede - zagrevanje staklenika (plastenika), svinjogojske farme
 - Kupinovo za potrebe poljoprivrede - zagrevanje staklenika (plastenika), voda za piće, uzgoj ribe i riblje mlađi
 - Srbobran za potrebe poljoprivrede -zagrevanje staklenika (plastenika), zagrevanje dela Kombinata "Elan" (farma)
 - Kupinovo za potrebe poljoprivrede - zagrevanje staklenika (plastenika), zagrevanje prostorija, voda za piće
 - Sonta za potrebe poljoprivrede - zagrevanje staklenika (plastenika)
 - Prigrevica banja za zagrevanje banje "Junaković", balneologija
 - Inđija za potrebe zagrevanja objekta, rekreacija, snabdevanje stanova toplom sanitarnom vodom, balneologija (urađen Elaborat o korišćenju od strane NIS-Naftagas i NIS-Inženjering)
 - Srpska Crnja za potrebe zagrevanja staklenika(plastenika) uz moguće korišćenje gasa iz gasnog ležišta
2. Korišćenje za rekreacione potrebe bušotine u Novom Sadu (tri: NS-1/H, NS-2/H, NS-3/H,) i Bečeju za rekreacione bazene i Janošik (banja)
3. Korišćenje za snabdevanje tehnološkom vodom bolnice, iz bušotine u Novom Sadu (NSb-1/H).

3.3.4. Konzervirane bušotine koje su bile negativne na ugljovodonike, a ispitane su za hidrotermalne potrebe

Osnovni podaci o konzerviranim bušotinama, koje su bile negativne na ugljovodonike, a ispitane su za hidrotermalne potrebe date su u Tabeli 10. Izdašnost ovih bušotina data je kao maksimalna izdašnost sa kojom su izvedena hidrodinamička merenja, ili maksimalna izdašnost utvrđena pri osvajanju bušotina. Ove bušotine bi se mogle koristiti za proizvodnju termomineralnih voda i praktično imaju isti tretman kao i bušotine iz treće grupe.

Tabela 10: Izdašnost hidrotermalnih bušotina sa negativnim nalazom na ugljovodonike

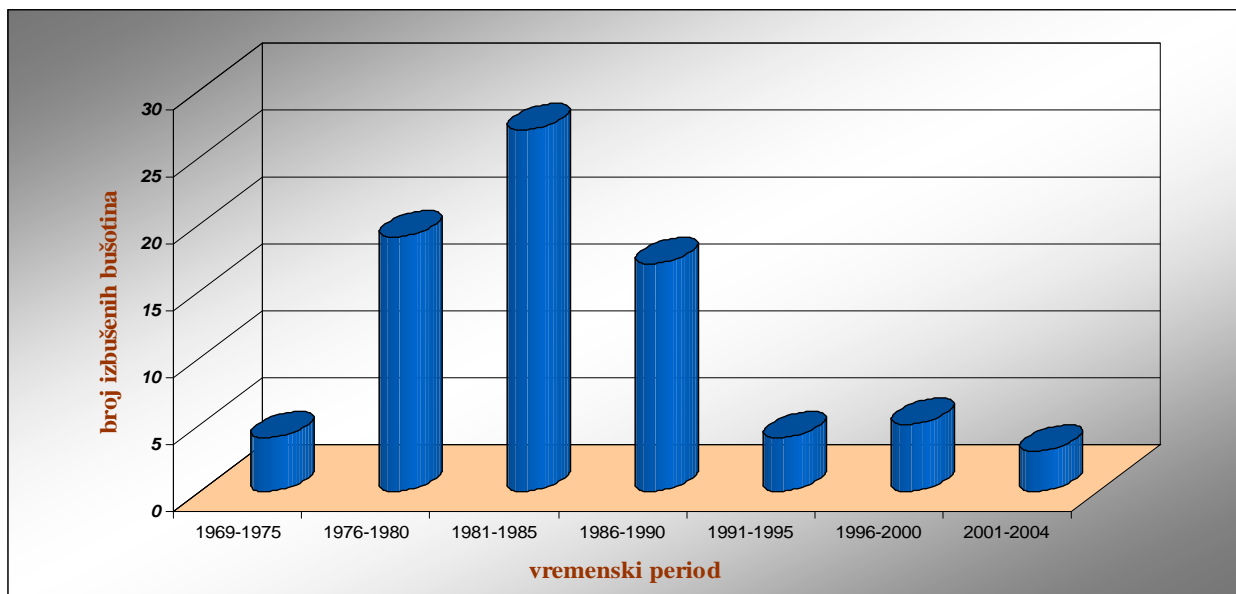
No	Bušotina - (lokalitet)	Q_{max} (l/s)	Način ispitivanja	T_{iz} (°C)	M (g/l)	S (g/l)
1	BM-1 (Bački Monoštor)	15,0	samoizlivno	73	6,78	3,57
2	Pg-1 (Palić granica)	3,3	samoizlivno	65	6,9	4,07
3	Ks-1 (Kikinda salaš)	4,3	samoizlivno	63	2,41	1,55
4	NK-5 (Novi Kneževac)	10,8	samoizlivno	65	10,54	6,74
5	Pd-2 (Padej)	3,3	samoizlivno	46	3,45	-
6	VS-5 (Banatsko Veliko selo)	4,2	samoizlivno	73	2,55	0,851
7	VSts-1(Vojvoda Stepa-sever)	3.5	samoizlivno	56	4,44	0,29

Q_{max} – maksimalna registrovana izdašnost bušotine, T_{iz} – izlazna temperatura vode, M – mineralizacija vode,

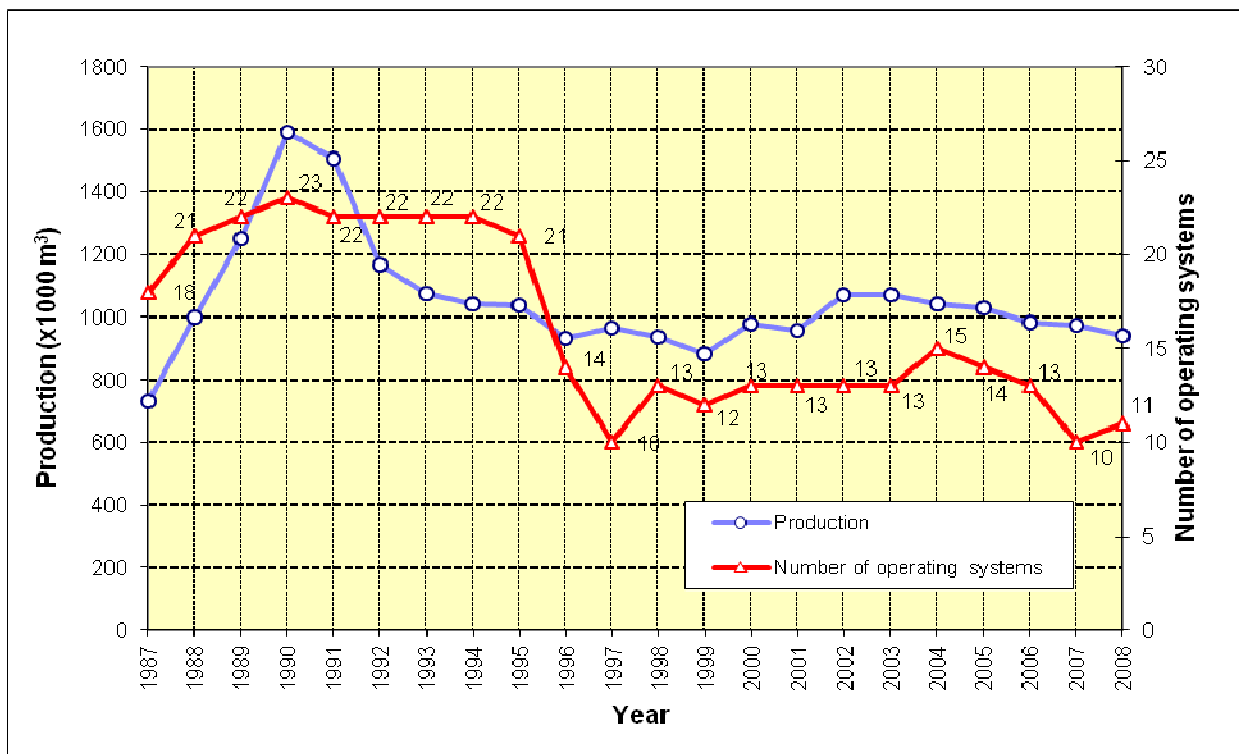
S – salinitet vode

Osim na hidrotermalnim bušotinama, NIS-Gaspromnjeft je i na većem broju bušotina koje su bile negativne na ugljovodonike izveo ispitivanja u cilju utvrđivanja mogućnosti za eksploataciju termomineralnih voda. Većina bušotina je nakon ispitivanja likvidirana, a nekoliko bušotina na kojima su dobijeni povoljniji rezultati su konzervirane.

Na slikama 5, 6 i 7, data je dinamika bušenja hidrotermalnih bušotina, proizvodnje geotermalnih voda i raspored hidrotermalnih objekata u Vojvodini.



Slika 5: Dinamika bušenja geotermalnih bušotina



Slika 6: Proizvodnja geotermalnih voda



Legenda:

- ⊗ Hidrotermalna bušotina u proizvodnji (hidrotermalni sistem)
- ⊕ Pozitivna hidrotermalna bušotina van proizvodnje
- Negativna hidrotermalna bušotina
- ⊖ Konzervirana hidrotermalna bušotina
- ♣ Banja
- △ Sportsko-rekreacioni centar

Slika 7: Raspored hidrotermalnih objekata

4. ZAKLJUČNE OCENE I STAVOVI

Dosadašnja iskustva u korišćenju geotermalnih voda u Vojvodini su pokazala da postoji interesovanje za korišćenje ovog vida energije. Povremene ankete sprovedene među korisnicima geotermalne energije u Vojvodini su pokazale da su oni veoma zadovoljni efektima korišćenja. Veoma je bitno naglasiti da u procesu rada nije dolazilo do teških kvarova i zastoja na postojećim sistemima i da oni pružaju veliku pogonsku sigurnost. Najveći problem su visoka ulaganja i nedostatak finansijskih sredstava.

U Vojvodini je izbušeno ukupno 79 hidrotermalnih bušotina (ukupno izbušeno oko 65.300 m. prosečna dubina bušenja je 827 m, dok je najdublja bušotina 2.520 m. Najveći broj bušotina je u Bačkoj 48, zatim u Banatu 18, a najmanje u Sremu 13. Optimalna izdašnost bušotina na samoizliv najčešće se kreće u rasponu 10-15 l/s, a izlazne temperature vode između 45 i 65 °C. U periodu od 1986 do 2004. godine ukupno ostvarena proizvodnja je oko 19.886.000 m³.

Korišćenje alternativnih energetske izvora u AP Vojvodini odvija se neujednačenim tempom. Neujednačenost korišćenja pojedinih oblika alternativnih energetske izvora je uzrokovano različitim interesima korisnika, cenama opreme i jediničnom cenom proizvedene energije u odnosu na klasične energetske izvore.

Podrška i pomoć šire društvene zajednice je neophodna da bi postojeći korisnici alternativnih energetske izvora nastavili sa korišćenjem, kao i da bi se novi korisnici opredelili za primenu ovih vidova energije. Polazeći od značaja korišćenja alternativnih energetske izvora i potencijalne mogućnosti da projekti iz ove oblasti budu finansirani i iz stranih izvora potrebno je prilagoditi projekte međunarodnim standardima.

Sisteme koji koriste geotermalnu energiju, a u ovom momentu nisu u funkciji, treba ponovo aktivirati. Tamo gde ne postoji mogućnost aktiviranja proizvodnje za postojeće korisnike geotermalne energije u saradnji sa opštinskim organima uprave razmotriti mogućnost iznalaženja novog korisnika (Tabela 2). Potrebno je da se obave kontakti i sa potencijalnim korisnicima geotermalne energije (Tabela 3) za bušotine koje već postoje, a do sada nisu korišćene.

Kao što se iz priloženih tabela vidi, veliki je broj izbušenih i ispitanih hidrotermalnih bušotina (neke su i opremljene), na kojima bi se mogla vršiti eksploatacija termomineralnih voda za različite potrebe. Prvenstveni interes je da se nađu korisnici za ove bušotine, u čije izvođenje su uložena znatna finansijska sredstva. U ovome bi nam bila dragocena pomoć i lokalne samouprave.

Pored hidrotermalnih bušotina, u Vojvodini je izbušen i veliki broj bušotina za potrebe istraživanja ugljovodonika a izvedena su i obimna geofizička ispitivanja. Sinteza svih raspoloživih podataka omogućava dosta pouzdano sagledavanje hidrogeoloških karakteristika pojedinih lokaliteta, u smisu kvaliteta vode, izdašnosti i izlazne temperature, kao i projektovanje novih hidrotermalnih bušotina.

Novo bušotine treba bušiti samo za konkretne korisnike koji moraju preuzeti delimično ili potpuno finansiranje izvođenja radova. Projektovanje svih radova, bušenje, opremanje i ispitivanje bušotina kao i izradu nadzemnog hidrotermalnog sistema može se u potpunosti izvesti korišćenjem domaćih resursa.

Na osnovu iznetih podataka u ovom materijalu prosečna izdašnost po jednoj bušotini iznosi oko 9,5 l/s, prosečna izlazna temperatura vode je 48,8 °C. Ukupni toplotni potencijal (snaga) svih bušotina koje se danas mogu eksploatirati (imaju izgrađene sisteme), iznosi oko 50 MW, a moguća ušteda mazuta u jednoj grejnoj sezoni bi bila oko 22.700 tona.

Na osnovu svetskih i domaćih iskustava, ocenjuje se da bi se geotermalne vode Panonskog basena Vojvodine, s obzirom na njene fizičko-hemijske i geotermalne odlike, mogle koristiti u sledećim oblastima:

- u poljoprivredi za zagrevanje staklenika,
- u stočarstvu i živinarstvu za zagrevanje farmi,
- u industriji kao tehnološka topla vode,
- u balneoterapiji i sportsko-rekreaciono-turističkim centrima,
- za zagrevanje naselja i drugih objekata,
- za snabdevanje stanovništva sanitarnom toplom vodom,
- u ribarstvu.

U cilju efikasnijeg korišćenja raspoloživog geotermalnog potencijala na teritoriji AP Vojvodine, potrebno je dostavi spisak neiskorišćenih hidrotermalnih bušotina po opštinama, lokalnim samoupravama.

LITERATURA

- [1] Official Journal of the European Communities (2001), L283, 27 october 2001, Directive 2001/77/EC
- [2] Kjoto Protokol uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih nacija o promeni klime (1997)
- [3] Vlada Republike Srbije(2008), „*Nacionalna strategija održivog razvoja*“
- [4] Republika Srbija, Republički zavod za statistiku (2007),*Ekobilten 2005-2006*, ISSN0354-3641, Beograd, Srbija
- [5] Izvršno veće AP Vojvodine, Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine (2007), *Program ostvarenja strategije razvoja energetike republike Srbije u AP Vojvodini (2007-2012)*, Novi Sad, Srbija
- [6] Kolaković S. , „*Hidro-energetski potencijal hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav*“, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija
- [7] Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije (2005), *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine*
- [8] Golusin M., Tesic Z., Ostojic A. (2010), “*The analysis of the renewable energy production sector in Serbia*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 1477-1483
- [9] Bašić Đ., Petrović J., Marić M., Dragutinović G., Gvozdenac B., Štrbac D., (2009), „*Mogućnosti korišćenja energetskog potencijala geotermalnih voda u Vojvodini*“, Monografija, Prometej, Novi Sad, Srbija
- [10] „Energoprojekt - Hidroinženjering“, Institut „Jaroslav Černi“ (1987), „*Katastar malih hidroelektrana na teritoriji SR Srbije van SAP*“, Beograd, Srbija
- [11] Aksin V., Milosavljević S., Vidović S., Tonic S. (1998.): “Istraživanje i korišćenje izvora geotermalne energije u Srbiji”, SANU, Odbor za energetiku, Pododbor za geotermalnu energiju, Novi Sad/Beograd
- [12] Šević S., Vidović S., Soleša M. (1997.): “Summary Of The Origin And Potentials Of Geothermal Systems Of Vojvodina” MEGASTOK '97, 7th International Conference on Thermal Energy Storage, Saporu, Japan, Proceedings, paper No. 302
- [13] Vidović, S., Varga, P., Djurić S. (2003.): Utilization of Geothermal Water and Geothermal Energy in Vojvodina, European Geothermal Conference, Szeged, Hungary
- [14] Vidović, S., Varga, P. (1994.): Geothermal Water in Vojvodina, 25th Congress KGH, Beograd
- [I] Republika Srbija, Agencija za energetska efikasnost, Internet prezentacija Agencije, www.seea.gov.rs