

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK
STUDIJSKI PROGRAM : Znanosti o okolišu (Environmental sciences)

Seminarski rad :

GEOTERMALNE I MINERALNE VODE
HRVATSKE
(Geothermal and mineral waters of Croatia)

MENTORICA : dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, izv. prof.

STUDENTICA : Tajana Vučetić

Zagreb, 2009.

SADRŽAJ:

1. Uvod.....	3
2. Geološka osnova pojave geotermalnih i mineralnih voda.....	4
3. Geotermalne vode i izvori.....	5
4. Mineralne vode.....	7
5. Mineralni izvori u Hrvatskoj.....	8
5.1. Apatovac.....	8
5.2. Jamnica.....	9
6. Termalni izvori u Hrvatskoj.....	10
6.1. Samoborsko gorje – Medvednica.....	11
6.2. Papuk – Psunj – Dilj gora.....	11
6.3. Središnja Hrvatska – Dalmacija	11
6.4. Hrvatsko Zagorje.....	11
6.4.1. Krapinske toplice.....	12
6.4.2. Tuheljske toplice.....	13
6.4.3. Stubičke toplice.....	13
6.5. Sjeverna Hrvatska.....	15
6.5.1. Varaždinske toplice.....	15
7. Sažetak.....	16
8. Summary.....	16
9. Literatura.....	17

1. UVOD

Pod pojmom geotermalni izvori (eng. geothermal resources) podrazumijevaju se izvori geotermalnog medija vode iz podzemnih ležišta koja mogu biti bez dovoda vode (napajanja) s površine ili s prirodnim ili umjetnim dovodom vode s površine koja tada prolazi kroz podzemno ležište. Geotermalne vode su sve vode čija je temperatura tijekom cijele godine veća od srednje godišnje temperature zraka u području na kojem se nalazi izvor.

Prirodnim mineralnim vodama, koje izlaze iz mineralnih izvora, nazivamo vode koje sadrže više od 1 gram sastojaka u jednoj litri vode ili pak veće količine sastojaka koji se redovito ne nalaze u podzemlju, izvorima ili površinskim vodama ili su u njima prisutni samo u neznatnim tragovima.

Danas geotermalne i mineralne vode imaju široku primjenu, od zdravstvenog i topličkog turizma do korištenja u zagrijavanju prostorija. Gospodarenje njima trebalo bi biti znatno ekonomičnije i racionalnije nego dosad, za dobrobit svih stanovnika koji se njima koriste.

Geotermalna energija se danas koristi u raznim namjenama kao što su: proizvodnja električne energije, za grijanje, u poljoprivredi (sustav grijanja staklenika, uzgoj riba...).

2. GEOLOŠKA OSNOVA POJAVE GEOTERMALNIH I MINERALNIH VODA

Područje Hrvatske, naročito njen sjeverni dio, obiluje izvorima geotermalne vode, dok termalnih i geotermalnih izvora ima manje. Termalne i mineralne vode SZ Hrvatske vezane su uz određene tektonske i litostratigrafske uvjete koji moraju postojati da bi ona izbila na površinu ili da bi je se našle u podzemlju. Kod toga su najvažniji litološki sastav, zdrobljenost i okršenost stijena te tektonska građa šireg područja. Za postanak termalnih i mineralnih voda važni su mlađi tektonski pokreti tijekom neogena i kvartara.

Još početkom 20. st. prevladavala je teorija da su termalni i mineralni izvori vulkanskog porijekla, a glavni zagovaratelj ove ideje kod nas je bio naš najpoznatiji geolog Dragutin Gorjanović Kramberger. Uz to, on je smatrao da se termalni izvori pojavljuju samo na određenim dubokim rasjedima ili sjecištima tih rasjeda koje je nazvao „**termalnim linijama**“. Kasnije se, međutim, spoznalo da se voda skuplja u trijaskim dolomitima planina te da se po njima spušta u podzemlje. U podzemlju se voda zagrijava, a zatim izvire iz tjemena antiklinale na onim mjestima gdje izbijaju na površinu. Provedene kemijske analize termalnih voda to su i potvrdile. Dakle, termalni izvori uvijek se pojavljuju u određenim propusnim stijenama, a najčešći vodonosnici u Hrvatskoj su zdrobljeni trijaski dolomiti te vapnenci i breče. Područje SZ Hrvatske bilo je tijekom tog geološkog razvoja zahvaćeno brojnim tektonskim pokretima.

Za postanak termalnih i mineralnih vrela važniji su bili mlađi tektonski pokreti koji su djelovali tijekom neogena i kvartara. Oni su početkom pliocena najjače borali i rasjedali upravo najmlađe naslage. Tako su nastale relativno uske i dugačke antiklinale koje se protežu duž SZ Hrvatske. Između njih se nalaze sinklinale dubine 1000 do 2400 m, čija je dubina važna za geotermalno zagrijavanje vode koja se u njoj nalazi.

Nova istraživanja pokazala su da su za pojavu termalnih i mineralnih izvora važni poprečni rasjedi koji presijecaju antiklinalne strukture. To su mladi rasjedi koji se pružaju u pravcu SZ – JI i najvjerojatnije su vezani uz postanak Dravske i Savske potoline. Na sjecištu ovih rasjeda i boranih struktura, osim horizontalnog kretanja, došlo je do jačeg drobljenja stijena, što je omogućili izbijanje termalne vode na površinu. [2]

3. GEOTERMALNE VODE I IZVORI

Područja koja imaju najveći broj geotermalnih izvora istodobno su i ona koja su geološki još vrlo aktivna, to jest koja imaju aktivne vulkane ili u kojima često dolazi do potresa.

Geotermalne vode su sve vode čija je temperatura tijekom cijele godine veća od srednje godišnje temperature zraka u području na kojem se izvor nalazi. Ove vode koristile su se na području Hrvatske još u rimsko doba o čemu svjedoče arheološki ostaci termi na područjima uz izvore geotermalnih voda. Stupanj korištenja geotermalnih voda bio je primjenjiv tijekom povijesti kako radi pronalaska novih kapaciteta tako i zbog promjena korisnika odnosno vlasnika tog resursa.

Na pojedinim lokacijama geotermalna voda se dobiva iz plitkih bušotina i kaptaza, dok su stari izvori zapušteni ili ostali bez vode.

Izvori geotermalne vode razlikuju se međusobno po temperaturi vode, vodonosniku i načinu korištenja. Ponekad se na maloj međusobnoj udaljenosti nalazi više izvora.

Geotermalni izvori se prema vrsti geotermalnih ležišta dijele prema:

1. napajanju, odnosno načinu ulaska medija u ležište i izlaska iz njega:

- s prirodnim ulaskom (napajalištem) i izlaskom: vrelom ili izvorom vode;
- s prirodnim ulaskom i umjetnim izlaskom vode, kroz bušotinu;
- s umjetnim ulaskom i izlaskom vode (bušotine).

2. termodinamičkim i hidrološkim svojstvima:

- izvori tople ili vruće vode (gejziri);
- izvori suhe vodene pare;
- ležišta vode i plinova pod visokim tlakom;
- vruće i suhe stijene (magma).

Geotermalni se izvori mogu podijeliti i na nekoliko osnovnih načina:

- prema stupnju istraženosti, odnosno potvrđenosti ležišta;
- prema vrsti ležišta;
- prema temperaturi medija (tople ili vrela vode ili pare). [3]

Geotermalne vode se s obzirom na temperaturu klasificiraju u 4 kategorije:

- subtermalna voda (13-20°C);
- hipotermalna voda (20-34°C);
- homeotermalna voda (34-38°C);
- hipertermalna voda (više od 38°C).

Zbog različitih geoloških i geotehničkih značajki prostor hrvatske može se podijeliti na dva dijela – na prostor Panonske i prostor Dinarske Hrvatske. Granica između ta dva prostora je južni rub Savske potoline. Izvori geotermalne vode u Panonskom dijelu Hrvatske znatno su brojniji od onih u Dinarskom dijelu. [2]

Tablica 1 : Osnovna klasifikacija termalnih i mineralnih voda (izvor: Marković, 2002.)

Karakteristiku daje		Naziv vode
Prirodna temperatura	ispod 20°C od 20 - 34°C od 34 - 38°C iznad 38°C	terme { hladna hipoterma izoterma (homeoterma) hiperterma mineralna
Ukupna mineralizacija	iznad mg/kg	
Elementi u tragovima:		
Željezo	iznad 10 mg/kg	željezovita
Arsen	iznad 0,7 mg/kg	arsenska
Fluor	iznad 2 mg/kg	fluorna
Jod	iznad 1 mg/kg	jodna
Plinovi:		
Karbon-dioksid	iznad 1000 mg/kg	kiselica
Sumpor (iz H ₂ S ili HS ⁻)	iznad 1 mg/kg	sumporna
Radioaktivne tvari:		
Radon	iznad 2,2 u n°/l	radonska radijska } radioaktivne
Radij	iznad 0,1 u n°/l	

4. MINERALNE VODE

Podzemne vode su uvijek više ili manje mineralizirane a mineralna je ona koja sadrži više od 1 gram mineralne tvari na 1 litru vode . Količina otopljenih tvari u vodi varira prostorno i vremenski. Točan sastav utvrđuje se kemijskim analizama u kojima se određuju Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , itd. Naše mineralne vode su najčešće hladne, a ako imaju povišenu temperaturu nazivaju se termomineralne vode. [1]

Nakon rimskog doba kada su se u kupalištima odmarali, liječili i oporavljali rimski vojnici, bogataši i običan puk, u srednjem vijeku se mineralna voda slabije koristila. Njihov ponovni procvat korištenja javlja se u 18. st. i traje do današnjih dana. Od tada se razvija i **balneologija** (lat. balneum = kupelj, grč. logos = znanost) koja proučava prirodne mineralne vode kao prirodne ljekovite činitelje kopna te načine i rezultate njihove primjene za zdravi i bolesni ljudski organizam. Mineralne vode povoljno djeluju na očuvanje i unapređenje zdravlja, poboljšanje kvalitete života te sprječavanje, liječenje, oporavak i rehabilitaciju različitih bolesti.

Hrvatska je bogata izvorima mineralnih voda. U popisu mjesta s prirodnim ljekovitim činiteljima u njih 103 nalaze se izvori mineralne vode. U Hrvatskoj djeluje 18 lječilišnih mjesta. Učinci djelovanja mineralnih voda dijele se na mehaničke, toplinske i kemijske koji dugotrajno djeluju i dovode do cjelokupnog fizičkog, pa i psihičkog oporavka. Neposredni učinci mineralnih voda ovise o njihovom kemijskom sastavu i fizikalnim svojstvima. Različite vrste kupelji izazivaju različite reakcije organizma. Od 1939. klasificirale su se ljekovite vode različito, ovisno o mišljenju autora. U Hrvatskoj se danas primjenjuje klasifikacija koju je predložio R. Novak (Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta u Zagrebu). Po njoj se vode klasificiraju na temelju 3 kriterija: ukupne mineralizacije, sadržaja djelotvornih tvari i temperature.

Mineralne vode se prema sadržaju određenih sastojaka u tragovima, plinova i radioaktivnih sastojaka kojima pripisujemo farmakološko djelovanje razvrstavaju na natrijeve, kalcijeve, fluorne, jodne, magnezijeve, sumporne, željezovite, hidrogen-karbonatne, kloridne, sulfatne, radonske, radioaktivne te **vode kiselice**. Pod kiselicama se podrazumijevaju vode koje sadrže više od 1000 mg otopljenog karbon-dioksida u litri.

Radi osiguranja budućnosti primjene mineralnih voda u Hrvatskoj potrebno je slijedeće:

- zaštititi nalazišta i mjesta primjene mineralnih voda;
- redovito ispitivati sastav mineralnih voda;
- istraživati i ocijeniti povoljne učinke mineralnih voda na zdravi i bolesni organizam. [2]

5. MINERALNI IZVORI U HRVATSKOJ

Hrvatske mineralne vode mogu se obzirom na podrijetlo otopljenih krutih sastojaka razvrstati u dvije skupine, koje su k tomu i zemljopisno raspoređene:

- u sjevernoj Hrvatskoj poznato je više izvora voda obogaćenih mineralnim sastojcima što potječu od izluživanja naslaga kroz koje prolaze: Apatovac, Jamnica, Lasinja, Lipik; Vode nabrojanih i drugih manje poznatih izvora uz više od 1g/l krutih tvari sadrže i više od 1g/l CO₂, pa ih se uvrštava u *kiselice*; izvan prostora sjeverne Hrvatske poznato je još samo jedno mineralno vrelo toga tipa – Glavice (koje, za razliku od ranije spomenutih nije kiselica)

- u Dalmaciji se nalazi nekoliko izvora kojih su vode često visoko mineralizirane, ali ne od otapanja mineralnih sastojaka u stijinama, nego od primjesa morske vode; najpoznatiji se nalaze u Splitu, Zakućcu i Mokošici. [1]

5.1. APATOVAC

Mineralni izvor Apatovac nalazi se u SI dijelu Kalnika. Poznat je od 1842., a kaptiran dvije godine kasnije. Izvor se nalazi u raspucanim dijabazima što pripadaju vulkanogeno-sedimentnom kompleksu stijena otrivsko-turonske starosti. Temperatura vode iznosi 11,3-12,2°C. Ukupna mineralizacija iznosi 6,9590; salinitet 5,249‰; prema internacionalnoj klasifikaciji vodu karakterizira sastav natrij, hidrokarbonat, klorid, ukupna koncentracija N/1.000=187,7 (Na 86,5, HCO₃ 55,2, Cl 38,5); reakcija je alkalična. [1]

Voda iz vrela Apatovac, nakon što je kaptirana, iskorištavana je u ljekovite svrhe (stari bunar). Zbog slabe izdašnost 1844. izgrađen je novi bunar i bunar za punjenje boca. Godine 1974. izrađena je u području izvora 180m duboka bušotina kojom su dobivene veće količine vode te je ona prodavana pod nazivom „Kalnička prirodna mineralna voda“. Nakon određenog vremena eksploatacija je prekinuta, potom obnovljena 1993., a voda plasirana na tržište pod imenom „Apatovačka kiselica“. Međutim 1996. pogon je nađen zatvoren i napušten, da bi se ponovno 2007.god. počela puniti i plasirati na tržište pod nazivom „Kapljica“ (voda obogaćena s CO₂) i „Unique“ (prirodna mineralna voda). [4]

5.2. JAMNICA

Izvori mineralne vode u Jamnici poznati su već u pretpovijesno doba, na što upućuju nalazi starih kaptaza, brončani vršak koplja te rogovlje jelena otkriveno prilikom kaptaze izvora 1828.god. Iznenaduje, međutim, mišljenje da vodu nisu rabili Rimljani, ali se ne isključuje mogućnost da su se njome služili Kelti, jer su „naročito cijenili kiselice“.

Pretpostavlja se da je pojava mineralne vode na površini vezana uz jake i duboke rasjede. Podrobnija objašnjenja geoloških odnosa koji omogućuju akumulaciju mineralne vode u podzemlju u dostupnoj literaturi nisu pronađena.

Temperatura je mineralne vode (izmjerena 1932.) 15,6°C. Mineralna voda s Jamničkih izvora ubraja se u kiselice, jer s 2,29g/kg CO₂ (1932.), odnosno 3,95g/l (1990.) osjetno premašuje potreban minimum od 1g/l CO₂. Vodu uvrštavaju u fluorne vode jer prema rezultatu jedne analize sadrži 2,22mg/kg F.

U početku se jamnička voda iskorištavala prvenstveno kao ljekovita voda. Prvo punjenje u boce učinjeno je 1828., a kakvo-takvo lječilište (s kadama i grijanjem vode) održavalo se je uz punionicu do 1899. [1]



Slika 1 : Izvor Jamnička (izvor :

www.destinacije.com/Slike/Hrvatska/IzvoriVrela/Izvor_Jamnicka.JPG)

6. TERMALNI IZVORI U HRVATSKOJ

U Hrvatskoj se prirodni termalni i mineralni izvori pojavljuju u zamjetnom broju, a prvo je korištenje njihovih voda započelo u dalekoj prošlosti – ljudi su, prema najnovijim saznanjima, u blizini nekih termalnih izvora boravili već u srednjem i gornjem pleistocenu. Uz ovu spoznaju postoje također dokazi o tome da su pojedini izvori bili zanimljivi žiteljima i u pretpovijesnom dobu, dok ih je većina, osobito termalnih, iskorištavana od Rimljana pa do današnjih dana.

Značajnija istraživanja geoloških odnosa u područjima s termalnim i mineralnih izvora urađena su u Hrvatskoj tek nakon Drugoga svjetskog rata. Način i uzroke pojavljivanja ovih voda nastojalo se objasniti prigodom izrade Osnovnih geoloških karata, a detaljnija istraživanja najpoznatijih izvora učinjena su ne bi li se bušenjem eventualno povećao njihov kapacitet ili dobila voda više temperature. Ovakvim je zahvatima prirodnost izvora nepovratno izgubljena, što se najbolje vidi kad se uspoređi rezultate starijih analiza prirodne mineralne vode iz Lipika i Jamnice i današnjih sastava vode iz bušotina, „oplemenjenih“ k tomu i s nekoliko postotaka CO₂. [1]

Tablica 2 : Termalne i mineralne vode u Hrvatskoj (izvor: Marković, 2002.)

	Temp. °C	Min. g/l	Radioaktivnost Plinovi Ioni u tragu Karakteristično za vodu	Dominantni ioni iznad 20 mval %
Mineralne hiperterme:				
Lipik * ^{oo}	59,8	3,028	F 11,2 mg/l	Na-HCO ⁻ -Cl
Varaždinske toplice * ^o	57,6	1,017	H S 7,0 mg/l	Ca-Na-HCO ⁻ -SO ₄
Sisačko lječilište *	52,6	6,663	J 28 mg/l	Na-Cl
Hiperterme:				
Stubičke toplice * ^o	65,0	0,528	Rn 1,2 n ^e /l	Ca-Mg-HCO ⁻ -SO ₄
Topusko * ^o	54,2	0,610	Rn 2,2 n ^e /l	Ca-Mg-HCO ⁻ -SO ₄
Daruvar *	46,6	0,571		Ca-Mg-HCO ⁻
Krapinske toplice * ^o	41,0	0,474		Ca-Mg-HCO ⁻
Mineralne izoterme:				
Istarske toplice *	34,5	3,425	H S 23,0 mg/l Rn 49 n ^e /l	Na-Ca-Cl
Izoterme:				
Sutinske toplice ^o	35,9	0,431		Ca-Mg-HCO ⁻
Lešće ^o	34,0	0,537	Rn 1,2 n ^e /l	Ca-Mg-HCO ⁻ -SO ₄
Mineralne hipoterme:				
Vučkovec - Štrigova	33,4	8,888	J 1,8 mg/l	Na-HCO ⁻ -Cl
Splitske toplice *	21,3	28,67	H S 20 mg/l	Na-Cl (solnica ili slanjača)
Hipoterme:				
Tuheljske toplice * ^o	33,1	0,584	H S 7,6 mg/l	Ca-Mg-HCO ⁻
Harina zlaka	32,5	0,505	Rn 4,1 n ^e /l	Ca-Mg-HCO ⁻
Semnica ^o	31,0	0,482	Rn 1,1 n ^e /l	Ca-Mg-HCO ⁻
Velika ^o	28,0	0,347		Mg-Ca-HCO ⁻
Šmihen - Samobor ^o	25,7	0,891	H S 0,97 mg/l	Ca-Na-Mg-HCO ⁻ -SO ₄
Topličica - Gotalovac ^o	25,6	0,410		Ca-Mg-HCO ⁻
Toplica - Sv. Jana ^o	24,6	0,494	Rn 1,24 n ^e /l	Ca-Mg-HCO ⁻
Sutinsko - Podsused	24,2	0,621		Ca-Mg-HCO ⁻
Zelina	24,1	0,616	Rn 2,5 n ^e /l	Ca-HCO ⁻
Kamana gorica	22,5	0,507		Ca-Mg-HCO ⁻
Slavonska Orahovica	22,0	0,573		Ca-Mg-HCO ⁻
Hladne mineralne vode:				
Prečec	19,6	2,437	J 3,1 mg/l	Na-Cl
Zakučac - Omiš	18,3	5,157	CO ₂ 1560 mg/l	Na-Cl
Jamnička kiselica ^o	17,3	7,794	F 2,2 mg/l	Na-HCO ⁻
Mokošica	16,4	13,27	Rn 2,4 n ^e /l	Na-Cl
Glavice - Sinj	13,7	2,611	CO ₂ 1879 mg/l	Ca-SO ₄
Lasinjska kiselica	12,5	7,810	F 2,0 mg/l	Na-HCO ⁻ -Cl
Apatovačka kiselica ^o	11,3	6,959	CO ₂ 1163 mg/l	Na-HCO ⁻ -Cl
Kamensko	hlad.	3,318	J 1,2 mg/l	Na-HCO ⁻ -Cl
Podgora	hlad.	3,208	CO ₂ 1496 mg/l	Na-Cl
Hladne vode:				
Čučerje	15,4	0,676	H S 4,8 mg/l Rn 2,4 n ^e /l	Ca-HCO ⁻
Đakovačka Breznica * ^{oo}	12,8	0,783	H S 1,8 mg/l	Ca-Mg-HCO ⁻

U mjestima s oznakom ● postoji stacionarna zdravstvena ustanova bolničkog tipa
 U mjestima s oznakom ○ nema stacionarne zdravstvene ustanove, iako voda služi za liječenje
 U mjestima s oznakom ⊙ postoji rekreacijski centar
 U mjestima s oznakom ⊚ voda se puni u boce
 U mjestima bez oznake ⊘ voda se ne upotrebljava

6.1. SAMOBORSKO GORJE – MEDVEDNICA

- Toplica (Sv. Jana);
- Sv. Helena;
- Sutinska vrela;
- Topličica (Sv. Ivan Zelina). [1]

6.2. PAPUK – PSUNJ – DILJ GORA

- Daruvar;
- Velika;
- Orahovica;
- Đakovačka Breznica. [1]

6.3. SREDIŠNJA HRVATSKA – DALMACIJA

- Lešće;
- Veljun, Klokoč, Cetingrad;
- Topusko. [1]

6.4. HRVATSKO ZAGORJE

Reljef Hrvatskog Zagorja vrlo je raznolik. Najviši dijelovi (500-1000m) su hrptovi koji u osnovi ili na površini imaju mezozojske karbonate ili čak paleozojske metamorfite i eruptive. Osim navedenih gorja koja omeđuju Hrvatsko Zagorje, tu su još i Kuna gora, Brezovica, Strahinčica i druge. Postoji nekoliko gorskih nizova koji se pružaju na pravcu I-Z. Maceljsko gorje i Ravna gora produžetak su Karavanki, a niz Rudnica - Desinička gora - Kuna gora – Strahinčica – Ivanščica nastavak je Kamničkih Alpa. Ovi su dijelovi najvećim dijelom pokriveni šumom – uglavnom gorskom bukvom. Uz gore se s obje strane nalaze predgorske stepenice. No, činitelj vertikalne raščlanjenosti ponajprije je velik broj rasjeda uvjetovanih neotektonskom aktivnošću, koji su uz vulkansko i postvulkansko djelovanje uvjetovali i velik broj termalnih izvora. Zbog neotektonskih pokreta duž rasjednih linija česta je i seizmička aktivnost. Najpoznatiji i gospodarski najiskorišteniji termalni izvori su Krapinske, Tuheljske i Stubičke toplice. [7]



Slika 2 : Geografski položaj toplica Hrvatskog Zagorja (izvor: www.toplice.info/)

6.4.1. KRAPINSKE TOPLICE

Krapinske toplice su poznato termalno lječilište, smješteno u mirnoj i lijepoj dolini okruženoj slikovitim brežuljcima Hrvatskog Zagorja, 45 km sjevero-zapadno od Zagreba. Postojale su još od antike pod imenom *Aquae Vivae*. Mjesto je poznato po zdravstvenom turizmu – specijalnoj bolnici za rehabilitaciju te specijalnoj bolnici za kardio-vaskularnu kirurgiju, kao i wellness sadržajima poput otvorenih bazena.

Termalna voda izvire iz 4 izvora. Temperatura vode na izvorima je 39-41°C, kemijski je karakteriziraju kalcij, magnezij i hidrokarbonat. Voda Krapinskih Toplica ocjenjena je kao šesta najkvalitetnija termalna voda u Europi. [7]

6.4.2. TUHELJSKE TOPLICE

Tuheljske toplice poznate su iz rimskog doba pod nazivom „Smrdeće toplice“ radi jakog mirisa sumporovodika. Termalna voda izvire u četiri izvora, temperatura oko 32°C, od kojih su dva veća (Dadino vrelo i Vrelo u bari) i dva manja koji izvire u dnu bazena. Ukupni kapacitet izvora iznosi oko 85 l/s. Tuheljske toplice smještene su u tjemenskom dijelu antiklinale koja se prema zapadu nastavlja u Kumrovec, a prema istoku se preko Zlatara nastavlja do južnih padina Kalnika. Termalnu vodu kemijski karakterizira sastav kalcij, magnezij, hidrokarbonat. [7]

Prirodno kupalište podno dvorca Mihanović jedinstveno je u Hrvatskoj i omogućuje kupanje u prirodnoj termalnoj vodi koja izvire na samom dnu bazena, a konstantan prirodan prodor vode nudi uvijek svježju čistu vodu iz prirode. Na izvoru termalne vode stvara se **ljekovito peloidno blato** primjenjivo u obliku fango terapija, također ima pozitivan utjecaj na reumatske bolesti, povrede zglobova i kostiju. [6]



Slika 3 : Izvor Tuheljskih toplica (izvor: www.terme-tuhelj.hr)

6.4.3. STUBIČKE TOPLICE

Stubičke toplice su stoljećima poznato lječilište koje koristi prirodne izvore termalne vode. Iako je prvi bolnički stacionar osnovan tek 1953.god., sigurni podaci o korištenju termalnih voda za liječenje potječu od 17.st. Više povijesnih podataka o Stubičkim toplicama ima s prijelaza iz 18. u 19.st. Godine 1774. izgrađena je prva kupališna zgrada, a 1811.god. Maksimilijan Vrhovec izgradio je bazene i kade za kupanje. Povijesni opis i spomenute analize odnose se na prirodne termalne pojave (Maksimilianeum, Staro glavno vrelo, Kristina vrelo i Vrelo kod mosta) koje se danas ne koriste. Značajno je da su ti podaci pokazali da se temperatura termalne vode ovisno o objektu kreće između 44°C i 63°C. Voda je kemijski vrlo

bogata sastava: natrij, kalij, kalcij, magnezij, stroncij, barij, mangan, cink, olovo, kositar, bakar, jod, nikalij (u tragovima), brom, sulfati, karbonati, silikati i dr.

Opis geološke građe bliže okolice Stubičkih toplica načinjen je na temelju ranije provedenih površinskih geoloških istraživanja, geofizičkih mjerenja i dubokog istraživačkog bušenja. Utvrđeno je da uže područje izgrađuju stijene donjeg i srednjeg trijasa, te neogenske karbonatno-klastične naslage čiji se stratigrafski raspon kreće od otnanga do gornjeg pontaa.

Područje Stubičkih toplica kao i šire područje Hrvatskog Zagorja više puta je borano u geološkoj povijesti. Za područje Hrvatskog Zagorja značajni su tangencijalni pokreti u okviru štajerske i vlaške orogenetske faze. Uslijed tangencijalnih potisaka smjera sjever-jug nastale su velike bore, koje se naziru duž cijelog Hrvatskog Zagorja. Uslijed radijalnih pokreta teren je osim boranja ispresijecan i mnogobrojnim rasjedima. Pomaci duž njihovih paraklaza su različiti, ali nemaju značajnijih utjecaja na pojavu termalnih izvora na ovom području. Osim rasjeda za pojavu termalne vode značajne su i pukotine, od kojih je najvažnija ona paralelna s rasjedom koji brazdi dolinom potoka Vidak.

Termalna se voda danas koristi pretežno za liječenje reumatskih bolesti, medicinsku rehabilitaciju (fizikalnu terapiju) i za turističku rekreaciju. [7]



Slika 4 : Stubičke toplice - poluotvoreni bazen (izvor: www.toplice.info/)

6.5. SJEVERNA HRVATSKA

S područja sjeverne Hrvatske u termo-mineralne izvore uvrštavaju se samo vode izvora u Varaždinskim toplicama i Lipiku. [1]

6.5.1. VARAŽDINSKE TOPLICE

Varaždinske toplice, najstarije i najglasovitije u Republici Hrvatskoj, nalaze se na sjeveroistočnom rubu Hrvatskog Zagorja, na sedrenim terasama uz južnu padinu Topličke gore i obodu kotline kojim vijuga rječica Bednja. Smještene su vrlo slikovito u krajoliku jedinstvene ljepote, a zbog zaklonjena položaja imaju relativno blagu i zdravu klimu. [5]

Prirodni dar – izdašni izvor termalne vode – odredio je Varaždinskim toplicama položaj, dao im ime i dao im kontinuitet obitavanja i liječenja ljudi kroz sve kulturne epohe. Najnovije su znanstvene spoznaje da je ovdašnja izvorna voda zapravo povratna voda, takozvana uzlazna voda. Njegov se mehanizam zasniva na hidrostatskom tlaku i zakonu spojenih posuda. Kišnica koja ponire na sjevernim padinama Kalničkog gorja prolazi slojevima trijaskih dolomita, spušta se do oko 1400m ispod razine mora i njezino kretanje prema površini dugo oko 5 km, traje približno 20 000 god. Termalna sumporna voda koja izvire na prostoru današnjeg parka izuzetno je ljekovita, temperature 58°C, a dosadašnja spoznanja ukazuju na korištenje istog izvora više od 2000 god., od pretpovijesti do danas kada se iz istog izvora snabdijeva i Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju. [1]



Slika 5 : Antičke Varaždinske toplice (izvor: www.minerva.hr)

7. SAŽETAK

U ovom seminaru pokušala sam što jednostavnije prikazati bogatstvo mineralnim i geotermalnim vodama na prostoru Hrvatske.

Ukratko, termalne i mineralne vode vezane su uz određene tektonske i litostratigrafske uvjete koji moraju postojati da bi one izbile na površinu ili da bi se našle u podzemlju.

Što se tiče kemijskog sastava neke su geotermalne vode slabo, a neke ječe mineralizirane. S obzirom na to one se mogu koristiti kao tehnička, sanitarna, voda za piće ili voda s balneološkim svojstvima.

Mineralna voda se kod nas koristi za liječenje, rekreaciju, u zdravstvenom turizmu te ponegdje za punjenje boca s vodom za piće.

Za racionalno gospodarenje geotermalnim i mineralnim vodama u Hrvatskoj potrebno je osigurati jedinstven sustav gospodarenja, nadzora korištenja i zaštite tih voda.

8. SUMMARY

In this seminar I tried to show simply as possible the wealth of Croatia with mineral and geothermal waters.

In few words, thermal and mineral waters are related to a specific tectonic and lithostratigraphic conditions that have to exist in order for water to emerge or to be found in underground.

As regards the chemical composition some of the geothermal waters are poorly, and some are more mineralized. According to this, one can be used as technical, sanitary, water for drinking or water with balneological use.

We use mineral water for treatment, recreation, medical tourism and somewhere for bottling drinking water.

For rational management of geothermal and mineral waters in Croatia it is necessary to ensure a unified system of management, supervision and protection of water.

9. LITERATURA

[1]Marković, S. (2002): Hrvatske mineralne sirovine. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Zavod za geologiju, 560 str.

Internetski izvori:

[2]<http://www.geografija.hr/clanci/950/iskoristavanje-geotermalne-i-mineralne-vode-u-hrvatskoj> (Učitano 21.04.2009.)

[3]http://www.izvorienergije.com/other/geotermalna_energija_upotreba_i_principi.html (Učitano 22.05.2009.)

[4]http://www.krizevci.info/index.php?option=com_content&task=view&id=4634&Itemid=9 (Učitano 12.05.2009.)

[5]<http://www.minerva.hr> (Učitano 12.05.2009.)

[6]<http://www.term-tuhelj.hr/> (Učitano 12.05.2009.)

[7]<http://www.toplice.info/> (Učitano 22.05.2009.)

