



UNIVERSITATEA BABEŞ-BOLYAI
FACULTATEA DE GEOGRAFIE



TEZĂ DE DOCTORAT

Resursele de apă minerală de pe fațada vestică a
Munților Harghita (sectorul sudic) și valorificarea acestora

- Rezumat -

Conducător de doctorat: Prof Univ. Dr. Petrea Dănuț

Doctorand: Czellecz Boglárka

Cluj-Napoca, 2013

MULȚUMIRI

Elaborarea lucrării nu ar fi fost posibilă fără ajutorul conducătorului de doctorat, a familiei și a prietenilor mei, și, nu în ultimul, rând fără ajutorul multor specialiști din domeniul apelor minerale.

Din acest motiv doresc să adresez sincere mulțumiri Domnului Prof. dr. Dănuț Petrea, coordonatorul științific al lucrării pentru tot sprijinul acordat pentru elaborarea acestei lucrări.

Mulțumesc, de asemenea, familiei mele, părinților mei, Irén și Attila, logodnicului meu, Gábos István, pentru sprijinul moral, răbdarea constantă și încrederea pe care mi le-au acordat și, nu în ultimul rând pentru suportul lor financiar.

Aș mai dori să mulțumesc pentru ajutor și prietenilor mei care mi-au fost alături pe parcursul cartărilor, investigațiilor și analizelor de teren: Szász Árpád și Urák Etelka, Bertoti Zsolt, Gábos Tivadar, Lázár István, Kastal Hajnal, Hoszu Előd, Biró Kata, Tifán Judit.

De asemenea, țin mulțumesc profesorilor mei, Domnului lector Pál Zoltán, de la Facultatea de Geografie a Universității „Babeș-Bolyai”, Domnului dr. Palcsu László de la Institutul Atomic al Academiei Maghiare precum și echipei de cercetare de la Laboratorul de Studiere a Mediului ”Hertelendi Ede” din Debrețin, Ungaria, pentru ajutorul lor acordat în cursul cercetării ”gheizerului” cu apă rece din Băile Chirui. Mulțumesc și pentru ajutorul acordat de către studenții Égei Zoltán, Vásárhelyi Alpár și Keresztes Béla de la Universitatea „Sapientia” din Miercurea-Ciuc.

Am beneficiat de recomandări extrem de utile din partea Domnului dr. Szakács Sándor de la Universitatea „Sapientia” din Cluj-Napoca și a Domnului dr. Adrian Feru, coordonator al Comisiei de Ape Minerale și Termale a Asociației Hidrologilor din Romania, cărora le adresez de asemenea mulțumirile mele.

Doresc să mulțumesc, membrilor comisiei de referenți științifici, Doamnei Prof. dr. Liliana Zaharia, Domnului Prof. dr. doc. Petre Gâștescu și Domnului Prof. dr. Benedek József pentru eforturile depuse pentru evaluarea acestei teze în vederea susținerii sale publice, precum și membrilor comisiei de îndrumare doctorală: Domnii Prof. dr. Virgil Surdeanu și Prof. dr. Ioan Aurel Irimuș.

Nu în ultimul rând, aș dori să mulțumesc pentru sprijinul acordat de prietenii mei Andorkó Imola, Bán Barna, Benkő Csaba, Boér Ágnes, Fekete Zsombor, Kis Boglárka și

Sütő Szabolcs, membri ai echipei de cercetare "Cadastrul apelor minerale din Carpații Orientali" (din cadrul căreia face parte și autoarea) precum și Societății de Geografie "Cholnoky Jenő" care mi-a facilitat accesul la aparatura de determinare cantitativă utilizată în efectuarea analizelor pe teren.

CUPRINSUL REZUMATULUI

1. Aspecte generale	Error! Bookmark not defined.	5
1.1. Introducere.....		5
1.2. Localizare și limite		8
1.3. Proiectarea cercetării și metodele utilizate		8
2. Apa minerală ca fenomen post-vulcanic.		10
3. Izvoarele de apă minerală de pe fațada sud-vestică a Munților Harghita		11
4. "Gheizerul" cu apă rece din valea pârâului Chirui		18
5. Clasificarea izvoarelor minerale pe baza proprietăților fizico-chimice		23
5.1. Compoziția chimică a apelor minerale în corelație cu structura geologică		23
5.2. Clasificarea izvoarelor minerale prin analiza cluster (realizată exclusiv pe baza proprietăților fizico-chimice).....		23
6. Valorificarea actuală a izvoarelor minerale din Munții Harghita		26
6.1. Valorificarea actuală a apelor minerale din România comparativ cu alte țări europene.....		26
6.2. Situația actuală a promovării apelor minerale din Județele Harghita și Covasna.....		27
6.3. Inițiative privind valorificarea apelor minerale din Județele Harghita și Covasna.....		27
6.4. Proiecte de perspectivă privind valorificarea apelor minerale.....		28
7. Propuneri de valorificare a surselor de apă minerală		29
7.1. Perspectiva valorificării izvoarelor minerale pe baza debitelor înregistrate.....		29
7.2. Izvoarele cele mai valoroase din punct de vedere terapeutic.....		31
7.3. Valorificarea izvoarelor minerale din punct de vedere recreațional		33
8. Concluzii		35
Bibliografie selectivă		40

CVINTE CHEIE: apă minerală, Munții Harghita (sectorul sud-vestic), caracterizare fizico-chimică, clasificare, ”gheizer cu apă rece”, oportunități de valorificare (îmbuteliere, balneatie, recreatie)

1. ASPECTE GENERALE

1.1 Introducere

Apreciem ca fiind paradoxal faptul că, la începutul secolului XXI nu există încă suficiente informații de ordin cantitativ privind anumite tipuri de resurse. Majoritatea cercetătorilor din domeniul științelor naturii se concentrează adeseori asupra analizelor cât mai detaliate și sofisticate încercând să țină pasul cu progresul științei și cu toate acestea putem remarca cât de restânse sunt încă cunoștințele despre multe resurse ale subsolului care ne stau la îndemână și ar merita să fie valorificate. Așa se prezintă situația și în cazul cunoașterii apelor minerale din România.

În ultimii ani în România au fost publicate numeroase studii și cercetări în domeniul apelor minerale. Trebuie însă subliniat că toate articolele prelucrează datele izvoarelor mai cunoscute sau analiza unui număr scăzut de izvoare prin care se dă apoi o caracterizare a întregii regiuni. Nimeni nu a încercat încă descrierea și inventarierea completă a tuturor apelor minerale dintr-o anumită zonă.

Lucrarea se dorește a fi un studiu exhaustiv, pe cât posibil, asupra resurselor de apă minerală din partea sud-vestică a Munților Harghita care să surprindă aspecte privind localizarea acestora, caracteristicile fizico-chimice, proprietățile terapeutice, valoarea economică și alte elemente indispensabile și în contextul elaborării unor scenarii de valorificare locală și zonală.

Rezultatele incluse în studiul de față au fost obținute în urma măsurării/cartării a 44 de pârauri, de la confluență la izvor, și a parcurgerii, pe jos, unei distanțe de aprox. 600 de km în perioada septembrie 2012 – mai 2013.

Motivația alegerii temei are la bază două aspecte: (1) contradicția dintre importanța tot mai mare care se acordă acestei prețioase resurse în alte țări, în contrast cu declinul valorificării lor în România (2) dorința de a furniza o imagine actualizată cât mai exactă și completă despre potențialul de ape minerale disponibile într-un areal în care apele minerale sunt valorificate doar parțial și cunoștințele despre ele sunt incomplete, în special sub aspect cantitativ.

Prin urmare am decis elaborarea unui studiu, care să descrie totalitatea izvoarelor minerale din regiunea supusă investigației și caracterizarea lor detaliată, prin furnizarea unor date dobândite prin aceeași metodă de măsurare utilizată în toate cazurile. Datele măsurate vor fi puse la dispoziția publicului larg pe o pagină web pentru a fi utilizate în diferite scopuri (economic, administrativ, etc.). Dorim totodată ca această lucrare să reprezinte un punct de pornire și pentru alte cercetări mai aprofundate.

Cercetarea de față are și menirea de a conștientiza cititorul asupra numărului mare de izvoare minerale naturale pe care Transilvania le deține și de a atrage atenția asupra importanței investițiilor noi în acest domeniu în vederea sporirii semnificative a gradului de valorificare a acestei prețioase resurse.

Regiunea supusă investigației, partea sud-vestică a Munților Harghita, se remarcă printr-un potențial excepțional de valoros de ape minerale. Izvoarele minerale din această regiune sunt legate de vulcanismul neoeruptiv desfășurat între 21 și 0.03/0.01 milioane de ani în urmă de-a lungul liniei interne ale Carpaților începând cu Munții Bükk din Ungaria, extinzându-se spre sudul Poloniei, nordul și centrul Slovaciei și având ultimul segment în Carpații Orientali din România: Munții vulcanici Harghita (Lexa et al., 2010).

Sectorul sudic al Munților Harghita, ultimul segment vulcanic din Carpații Orientali, activ între 5 și 0.03/0.01 milioane de ani în urmă, poate fi caracterizat prin abundența fenomenelor post-vulcanice între care apar și izvoarele minerale carbogazoase.

Izvoarele minerale apar ca fenomene post-vulcanice datorită mineralelor și gazelor dizolvate în apă. În subteran apa, de origine matorică, de cele mai multe ori asimilează dioxidul de carbon circulant printre straturi și prin spălarea rocilor magmatice dizolvă diferite minerale ajungând astfel să genereze mai multe tipuri de apă minerală.

Lucrarea este structurată astfel:

Primul capitol reprezintă partea introductivă a tezei și are drept scop să familiarizeze cititorul cu arealul studiat prezentând cele mai importante trăsături geografice ale acestuia. Totodată este definită tematica, care urmează să fie analizată, precum și metodologia cercetării.

Al doilea capitol vizează istoricul cercetării apelor minerale prin parcurgerea bibliografiei de specialitate începând cu secolul al 18.-lea și până în prezent. Vor fi prezentate cele mai importante cărți și articole, care conțin informații legate de izvoarele din sectorul sud-vestic al Munților Harghita, precum și reglementările legislative recent apărute în domeniu.

Al treilea capitol intitulat ”Cunoștințe generale legate de geneza apelor minerale” tratează problema vulcanismului din sectorul sudic al Munților Harghita, fenomen, care stă la baza apariției în prezent a fenomenelor post-vulcanice și care, prin structura straturilor create are o influență puternică asupra caracteristicilor apelor minerale. Va fi de asemenea prezentată geneza izvoarelor, informațiile preluate reprezentând punctul de pornire al cercetărilor pe teren.

Cel de-al patrulea capitol este dedicat prezentării celor 92 de izvoare minerale, care au fost cartate pe partea sud-vestică a Munților Harghita de-a lungul cercetărilor de teren și reprezintă totalitatea resurselor de apă minerală din regiune. Caracterizarea izvoarelor este făcută pe baza observațiilor personale întreprinse pe teren și a parametrilor fizico-chimici măsurăți cu această ocazie. În cadrul acestuia, pe lângă prezentarea detaliată a caracteristicilor unor izvoare, care au fost prezentate doar într-o manieră generală în lucrările anterioare, am procedat la descrierea și caracterizarea în premieră a unui număr de 32 de izvoare descoperite și analizate cu ocazia observațiilor în teren. De aceea, apreciem că acest capitol este și cel mai reprezentativ prin prisma contribuțiilor personale inedite și consistente.

Capitolul cinci este dedicat introducerii în literatura de specialitate română a ”gheizerelor” cu apă rece prin prezentarea fenomenului existent în valea pârâului Chirui.

Capitolul șase vizează clasificarea izvoarelor minerale pe baza localizării lor în mediul geologic, precum și pe baza caracteristicilor fizico-chimice utilizându-se analiza cluster. În ambele cazuri s-au evidențiat șapte clase, care prezintă rezultate diferite.

Capitolul șapte are menirea de a surprinde valorificarea actuală a apelor minerale pe plan național în comparație cu alte țări europene. Vor fi scoase în evidență proiectele derulate, problematica valorificării și promovării actuale, precum și planurile de dezvoltare oficiale în acest domeniu.

Capitolul opt este dedicat propunerilor noastre pentru valorificarea resurselor de apă minerală pe baza observațiilor din teren și a caracteristicilor izvoarelor ținând seama de soluțiile aplicate cu succes în alte țări europene. Prin evidențierea potențialului terapeutic, turistic și industrial dorim ca resursele de apă minerală aflate în partea sud-vestică a Munților Harghita să fie studiate prin cercetări și mai aprofundate în vederea valorificării propriu-zise în viitor.

În Capitolul nouă sunt enumerate cele mai importante concluzii la care s-a ajuns în cursul cercetărilor și care sunt prezentate amănunțit în capitolele 1-8.

1.2. Localizare și limite

În procedura de delimitare a arealului studiat am luat în considerare criteriile de ordin geologic, geografic și hidrografic.

Limita sud-vestică și sudică a arealului studiat corespunde cu limita stratelor vulcanogen-sedimentare de la suprafață.

La est, limita corespunde cu linia cumpenei de ape care separă bazinele cursurilor de apă, care se îndreaptă către Depresiunea Ciucului de cele aferente Depresiunii Baraolt.

La nord-vest am luat în considerare limita sectorului sudic al Munților Harghita bazându-ne pe delimitarea făcută de către László Attila în teza lui de doctorat cu titlul "Studiul geologic al structurilor vulcanice din partea sudică a Masivului Harghita" (1999).

Aspectele hidrografice au fost definatorii în cazul includerii pâraielor de la izvor la confluență. Considerăm important a nu tăia în două părți cursurile de apă din motive geografice sau cartografice.

Arealul delimitat se extinde pe o suprafață de 342 km² și include, parțial, bazinele hidrografice ale Vârghișului, Cormoșului și Baraoltului.

1.3. Proiectarea cercetării și metodele utilizate

În general, izvoarele apar de-a lungul cursului pâraielor. Drept urmare identificarea izvoarelor necesită cartarea tuturor cursurilor de apă de la confluență la izvor pe întregul areal investigat. În partea sud-vestică a Munților Harghita au fost cartate cursurile de apă semnificative, permanente, adică 44 de pâraie, de diferite lungimi, aparținând bazinelor hidrografice ale Vârghișului, Cormoșului și Baraoltului. Astfel în toamna anului 2011, toamna anului 2012 și primăvara anului 2013 au fost identificate 92 de izvoare minerale carbogazoase de-a lungul cursurilor de apă.

Pentru identificarea locației precise a izvoarelor s-a folosit un GPS Garmin CSx 60, o unitate de sistem de navigație dedicat utilizării pe teren. Acest GPS este dotat cu un altimetru batometric și prezintă poziția în coordonate geografice.

Determinarea parametrilor fizico-chimici prin metoda analizei

Caracterizarea izvoarelor implică următoarele aspecte: precizarea numelui, bazinul hidrografic de apartenență, informații legate de locație, origine, activitate, descrierea formei de apariție, dotările izvorului, vulnerabilitatea la anumite riscuri, mediul geologic,

parametrii fizico-chimici și alte observații. Măsurătorile au concentrat pe cei mai importanți parametri fizico-chimici. Aceștia sunt următorii: debit, temperatură, conductivitate electrică, TDS (Total Dissolved Solids, ca mineralizație), pH, conținut de dioxid de carbon și hidrogen-carbonat, conținut de calciu, magneziu, fier total, bicarbonat, cloruri. Între indicatorii contaminării se înscriu azotatul, amoniul și fosfații.

Pentru măsurarea **temperaturii, a conductivității electrice, a TDS-ului, a pH-ului** s-a folosit un aparat multiparametru portabil dotat cu electrozi, Thermo Orion 5 Star. Conținutul de dioxid de carbon și de hidrogen-carbonat s-a măsurat prin metoda chimiei analitice clasice de laborator cu pipete. Pentru măsurarea concentrației de **dioxid de carbon** dizolvat s-au folosit probe de apă, soluție de hidroxid de sodiu de concentrația 1N, acid clorhidric de concentrația 1N și fenolftealină în soluție lichidă. Pentru măsurarea concentrației de **hidrogen-carbonat** se folosește proba de apă, acid clorhidric de concentrația 1N și metiloranj în soluție lichidă (Ionescu et. al, 1968).

Principalii cationi și anioni (**calciul, magneziul, clorura**), respectiv **amoniul și fosfații** au fost măsurăți cu un reflectometru, marca Merck RQFlex plus 10. Determinarea concentrațiilor elementelor și substanțelor chimice se face prin folosirea unor benzi de măsurare (test strip) Merck, care trebuie udate cu proba de apă și introduse în aparat.

Pentru determinarea concentrației **azotatului** s-a folosit un reflectometru Nitachek 404. Măsurarea s-a făcut cu ajutorul benzilor de măsurare Merck, care au fost udate cu proba de apă și introduse în aparat.

Determinarea concentrației **fierului total** s-a făcut prin metoda colorimetrică folosindu-se un kit Aquaquant Merck. Trebuie menționat că folosind această metodă nu se ajunge la rezultate foarte precise.

În cazul în care concentrația unui parametru a depășit intervalul posibil de măsurare s-a efectuat diluarea probei de apă cu apă distilată, iar rezultatul a fost înmulțit proporțional conform diluării.

În cazul Forajului Pâlpâitor din valea pârâului Chirui, măsurătorile referitoare la debit, temperatură, conductivitate electrică și conținut de dioxid de carbon dizolvat au fost făcute cu o frecvență de o oră (măsurători în fiecare oră în cursul întregului ciclu). Presiunea hidrostatică a fost măsurată cu ajutorul aparatului Dataqua DA-S-LTRB 118 la adâncimile de 10 și 20 m.

2. APA MINERALĂ CA FENOMEN POST-VULCANIC

Noțiunea de fenomen post-vulcanic se referă la totalitatea proceselor naturale care se manifestă în zonele apropiate unui vulcanism încetat. Ele constă în eliberarea de energie termică și de substanțe volatile în perimetrul rocilor vulcanice cu mult timp după încetarea activității vulcanice și reprezintă efectele de răcire și de degazare a camerelor magmatice profunde (Szakács, 2010). Manifestările constatate la suprafață includ anomalii termice și izvoare termale, emanații de gaze (dioxidul de carbon sau hidrogenul sulfurat), izvoare minerale carbogazoase și depozitele aferente (Szakács, 2010). Acolo unde aceste manifestări post-vulcanice sunt intense s-a format "aureola" mofetică a Carpaților Orientali (Airinei & Pricăjan, 1972). După Pricăjan (1982), emanațiile de gaze sunt sporadice în aria eruptivului propriu-zis, însă acestea sunt mai frecvente și mai intense în zonele imediat învecinate a masivelor vulcanice și tind să se reducă în zonele mai îndepărtate de acestea. În explicarea genezei apelor minerale trebuie luați în considerare mai mulți factori: originea apei, circuitul apei prin straturi, structura geologică traversată, originea elementelor dizolvate și mecanismul solubilității (Kisgyörgy & Kristó, 1978; Bányai, 1957).

Până în momentul de față nu s-a întocmit un cadastru integral al surselor de apă minerală pentru regiunea masivelor eruptive. Bányai J. (1934b) apreciază numărul lor ca fiind peste 2000, Pricăjan (1972) vorbește despre un număr de peste 1000 de izvoare în Județul Harghita iar Szakács (2010), de asemenea, estimează o cifră de ordinul miilor pentru întregul teritoriu al aureolei mofetice.

3. IZVOARELE DE APĂ MINERALĂ DE PE FAȚADA SUD-VESTICĂ A MUNȚILOR HARGHITA

Pentru inventarierea izvoarelor de apă minerală s-a pornit de la lucrările care descriu mai în amănunt situația acestora (în sens de localizare și proprietăți fizico-chimice) accentul fiind pus pe cele care îi au drept autori pe Kisgyörgy Z. (1975), Szász Á. (2005) și Jánosi Cs. et al. (2009). Informațiile furnizate de aceștia au fost confruntate cu realitatea din teren pe parcursul mai multor deplasări itinerante ce au avut drept scop validarea datelor conținute în sursele bibliografice amintite, descoperirea de noi surse precum și descrierea, respectiv determinarea unor caracteristici fizico-chimice ale izvoarelor.

Tabelele de mai jos includ lista izvoarelor minerale aflate în arealul de studiu fiind consemnate atât izvoarele descrise de autorii amintiți mai sus cât și izvoarele descoperite și cartate prin investigații personale. La întocmirea tabelelor am folosit semnele ”+” și ”-”, care se referă la inventarierea (”+”) sau noninventarierea (”-”) unui anumit izvor. Cu semnul „!!!” sunt marcate acele izvoare care nu au fost consemnate în literatură și ca urmare pot fi considerate izvoare inedite de apă minerală care au fost descoperite de autor și sunt descrise pentru prima oară în această lucrare.

Tabelul 1. Lista izvoarelor de apă minerală din bazinul hidrografic al pârâului Baraolt

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
	<u>Pârâul Sopotul</u>				
1	Izv. Sűgő	+	+	+	+
2	Izv. Sűgőpataki	-	-	+	-
3	Izv. nr. 2 din pâr. Șopotul	-	-	-	+ (!!!)
4	Izv. Köveshegyi	+	+	+	+
5	Izv. nr. 3 din pâr. Șopotul	-	-	-	+ (!!!)
6	Izv. Mihály András	+	+	+	+
7	Izv. Magyaros Alji	+	Dispărut	+	-
8	Izv. Pihenői	+	Dispărut	-	-
9	Izv. în amonte de Mihály A.	-	-	-	+ (!!!)
10	Izv. Muhási	+	-	+	-
	<u>Pârâul Șarpele</u>				
1	Izv. Rezes	+	+	+	+
2	Izv. Nádasalji/ Izv. nr. 2 din pâr. Șarpele	+	+	+	+
3	Izv. nr. 3 din pâr. Șarpele	-	-	-	+ (!!!)
4	Izv. Veress Dezső	+	Dispărut	+	-

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
5	Izv. Nagyágsorki	-	-	+	-
6	Movila feruginoasă cu apă min. nr. 1	-	-	-	+ (!!!)
7	Movila feruginoasă cu apă min. nr. 2	-	-	-	+ (!!!)
8	Movila feruginoasă cu apă min. nr. 3/ Izv. Fenyősorri	+	+	+	+
9	Movila feruginoasă cu apă min. nr. 4	-	-	-	+ (!!!)
10	Movila feruginoasă cu apă min. nr. 5	-	-	-	+ (!!!)
Pârâul Uscat					
1	Izv. din pârâul Uscat	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	+ (!!!)
Pârâul Lung					
		nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
<u>Pârâul Bradul Mare</u>					
1	Izv. Kőrises 1/ Bolond	+	+	+	+
2	Izv. Kőrises 2/ Foraj vechi din pâr. Bradul	+	+	+	-
	Foraj hidrogeol. nou	-	-	-	+ (!!!)
3	Izv. Tamásné	+	+	-	+
4	Izv. Balló	+	-	-	-
5	Izv. Zöld Pál	+	-	-	-
6	Izv. Érces	+	+	+	+
7	Foraj hidrogeol. vechi din Bodvaj	+	+	+	+
8	Szonda 439	+	+	-	Disp.
9	Izv. Nagyfenyősi, Buzgó	+	-	+	+
Pârâul Bradul Mic					
1	Izv. Kisfenyősi cu captare	+	+	+	+
2	Izv. Kisfenyősi fără captare	-	-	-	+ (!!!)
Pârâul Mic Pietros					
1	Izv. Györgykovácsloki 1	+	Dispărut	+	+
2	Izv. Györgykovácsloki 2	+	Dispărut	+	+
3	Izv. Györgykovácsloki 3	+	Dispărut	+	+
4	Izv. Györgykovácsloki 4	-	-	+	-
5	Stațiunea balneară a lui Elek Apó	+	Dispărut	+	Dispărut
Pârâul Érces (Minereu)					
1	Caverna cu apă min. nr. 1	+	+	+	+
2	Caverna cu apă min.nr. 2	-	+	+	+

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
3	Caverna cu apă min.nr. 3	-	+	+	+
4	Izv. în aval de caverna nr. 1	-	+	+	+ (!!!)
5	Izv. în aval de caverna nr. 2	-	-	-	+ (!!!)
6	Izv. în aval de caverna nr. 3	-	-	-	+ (!!!)
7	Izv. în aval de caverna nr. 4	-	-	-	+ (!!!)
8	Izv. în aval de caverna nr. 5	-	-	-	+ (!!!)
9	Izv. Istenkasi	+	-	+	-
10	Izv. Gyöngyerdő alatti	+	-	-	-
Pârâul Pietros					
1	Izv. Kövespataki	+	+	+	+
Pârâul Ulmul					
1	Izv. din pâr. Ulmul	+	-	+	+
2	Izv. Pista	-	-	-	+ (!!!)
3	Izv. Kicsi Pista	-	-	-	+ (!!!)
Pârâul Baraolt					
1	Izv. Rezes	+	+	+	+
2	Bazinul Rezes/Baia lui Nea Mackó	-	-	+	+
3	Izv. Alszezi	+	+	+	+
4	Izv. Dimény Ágnes	-	+	+	+
5	Izv. Boér	+	+	+	+
6	Izv. vizavi de Boér	-	-	-	+ (!!!)
7	Izv. Ágya	-	-	-	+ (!!!)
8	Izv. Róka, Omlás	+	Dispărut	+	+ (!!!)
9	Izv. vizavi de Omlás	-	-	-	+ (!!!)
10	Izv. Szikra	+	+	+	-
11	Izv. Báger	-	Dispărut	+	+
12	Izv. Sapkás/Gáteri	-	-	+	+
13	Izv. vizavi de Gáteri	-	-	-	+ (!!!)
14	Izv. Ágostonhídi	+	+	+	+
15	Izv. Szénáskerti 1	+	+	+	+
16	Izv. Szénáskerti 2	+	+	+	+
17	Izv. Pető	+	+	+	+
18	Izv. Meggyespusztai	+	-	+	-
19	Izv. Ángyélikai	+	+	-	-
20	Izv. superior din pâr. Baraolt	-	-	-	+ (!!!)

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
	Pârâul Țiganul				
1	Izv. Cigánylábi 1	+	+	+	+
2	Izv. Cigánylábi 2	-	-	-	+ (!!!)
3	Izv. Cigánylábi 3	-	-	-	+ (!!!)
	Pârâu afluent stâng al p. Baraolt, în aval de confluența cu p. Țiganul	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Negru				
1	Izv. Feketepataki	+	-	-	fără ape min.
	Pârâul Pietros, afluent al pâr. Negru	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Pietros, afluent al pâr. Baraolt	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	nevizitat
	Pârâul Herman	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	TOTAL	42	29	44	57

Tabelul 2. Lista izvoarelor de apă minerală din bazinul hidrografic al Cormoșului

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
	Pârâul Cormoș				
1	Izv. Hámori	-	-	+	-
2	Izv. Faluborvize	+	-	+	Dispărut
3	Izv. Laji	-	-	-	+ (!!!)
4	Izv. Nagy Dezső/Péteri/ Faluvégi faköpus	+	+	+	+
5	Izv. Kőalatti	-	-	+	-
6	Izv. Szejkésvíz	-	-	+	-
7	Izv. Szájeváni	+	-	-	Disp.
	Pârâul Coșagul				
1	Izv. Kiskósági	+	-	+	+
	Pârâul Gherend				
	Pârâul Gherend	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
	Pârâul Șolomaș	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Cuvoso				
1	Izv. Kuvaszói	+	+	+	+
	Pârâul Păstrăvilor	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Dobrota	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Alb	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Lugoș	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Fierarul				
1	Izv. Kovácspataki I. 1/ Izv. Ángyélikai	+	-	+	+
2	Izv. Kovácspataki I. 2	-	-	+	-
3	Izv. Kovácspataki II. 1	+	-	+	+
4	Izv. Kovácspataki II. 2	-	-	+	-
	Pârâul Molidul				
1	Izv. Fenyőș	+	+	+	+
2	Izv. nr. 2 din pâr.Molidul	-	-	-	+ (!!!)
3	Izv. Hályagi	+	+	+	+
4	Izv. nr. 4 din pâr.Molidul	-	-	-	+ (!!!)
	Pârâul Creanga Mică				
1	Izv. Kiságpataki	+	-	+	+
2	Izv. Bojtorosi	+	-	+	+
	Pârâul Mina Roșie	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	nevizitat
	Pârâul Pietros	nu este menționat	nu este menționat	nu este menționat	fără ape min.
	<u>Pârâul Aurul</u>				
1	Izv. Farkasmezői 1	+	-	+	+
2	Izv. Farkasmezői 2	+	-	+	Disp.
3	Izv. Aranyosi	+	+	+	+

	Pârâul Mohoi				
1	Izv. Muhari	+	+	+	+
Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
	Pârâul Mic și Mare Alb				
1	Izv. Egres	+	+	+	+
2	Izv. Benzi alatti	+	+	+	+
3	Izv. Vincze	+	+	+	+
4	Izv. nr. 4 din pâr. Alb	-	-	-	+ (!!!)
5	Izv. Csorgó	+	+	+	+
6	Izv. Medvebarlangi	+	-	+	-
7	Izv. nr. 6 din pâr. Alb	-	-	-	+ (!!!)
8	Izv. nr. 7 din pâr. Alb	-	-	-	+ (!!!)
9	Izv. nr. 8 din pâr. Alb	-	+	-	+
10	Izv. Szikszai	+	-	+	Dispărut
11	Izv. Széncsűri	+	-	+	Dispărut
	Pârâul Holoșag				
1	Izv. Szonda	+	+	+	+
2	Izv. Halasági	+	+	+	+
3	Izv. Korsós	+	+	+	+
	TOTAL	25	14	29	26

Tabelul 3. Lista izvoarelor de apă minerală din bazinul hidrografic al Vârgheișului

Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
	<u>Pârâul Vârgheiș</u>	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Curio	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Pietros	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Chirui				
1	Izv. Festő	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
2	Foraj hidrogeol. Lobogó	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
3	Foraj de cercetare	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	-
4	Izv. în fața cabanei	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
5	Izv. în grădina cabanei	în afara	în afara	+	+

		arealului studiat	arealului studiat		
6	Bazinul în grădina cabanei	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
Nr.	Numele apei min.	Kisgyörgy Z., 1975	Szász Á., 2005	Jánosi Cs., 2009	Czellecz B., Szász Á., 2012-2013
7	Izv. Rebeka	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
8	Izv. Principal	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
	Pârâul Ilosa	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Uscatul Mic și Mare	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	nu este menționat	fără ape min.
	Pârâul Hoților				
1	Bazinul Dumbrava Harghita	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	+	+
	Pârâul Alb, afluent al pr. Hoților	în afara arealului studiat	în afara arealului studiat	nu este menționat	fără ape min
	TOTAL	-	-	9	8

Comparând situația reală din teren reconstituită prin cercetări proprii cu relațiile din sursele bibliografice de referință constăm că Kisgyörgy Z. (1975) relatează un număr total de 67 de izvoare, Szász Á. (2005) amintește de 43 de izvoare active și 9 de izvoare de ape minerale dispărute iar Jánosi Cs. (2009) a menționat un număr de 82 de izvoare minerale în arealul studiat. Pe parcursul investigațiilor personale efectuate în teren, în vederea elaborării studiului de față a fost cartat un număr de 92 de izvoare minerale.

Cartarea pâraielor s-a efectuat cu mare precizie și ca urmare alte izvoare decât cele prezentate în ultima coloană a tabelor nu există în prezent. Dintre cele 92 de izvoare cartate 32 pot fi considerate a fi descoperiri personale inedite și acestea sunt descrise în premieră în această lucrare.

4. ”GHEIZERUL” CU APĂ RECE DIN VALEA PĂRĂULUI CHIRUI

Forajul hidrogeologic din Băile Chirui reprezintă un caz particular între toate sursele cartate. Poate fi considerat unul special chiar și între forajele descrise anterior prin natura sa arteziană și intermitentă.

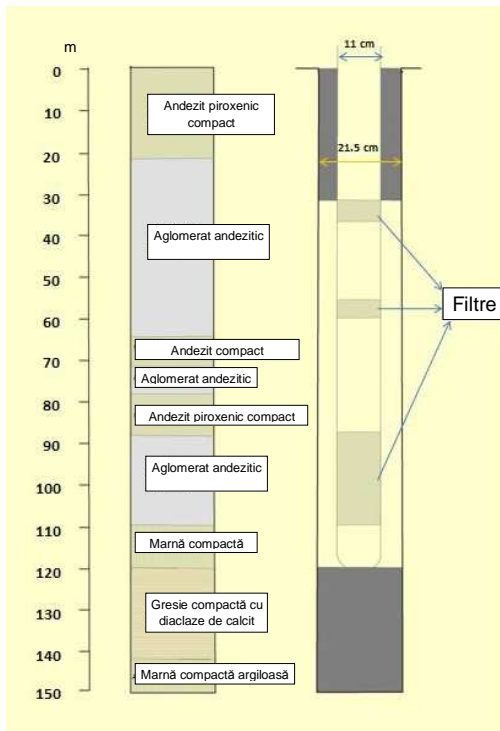


Fig. 1. Profil geologic al forajului H503
(Sursa: Raport geologic Geolex S.A.)



Fig. 2. Erupția apei din sondă
(Sursa: Czellecz B., 2009)

Fenomene similare au fost descrise în întreaga lume, însă numărul lor este foarte restrâns (Glennon & Pfaff, 2004). Datorită similitudinilor cu gheizerele, fenomenului i-a fost atribuit numele de ”gheizer cu apă rece” (cold water geyzer). Totuși considerăm, că numele de gheizer poate fi greșit motiv pentru care recomandăm folosirea denumirii de ”geyzering well”.

Conform literaturii de specialitate aceste fenomene iau naștere prin foraje hidrogeologice și se caracterizează prin succesiunea fazelor active și inactive. În faza activă putem vorbi despre o erupție a apei, generată de fluxul dioxidului de carbon, iar faza inactivă se caracterizează prin mișcarea ascendentă a apei în interiorul tubului forajului. Durata fazelor active și inactive este de obicei identică.

În perioada 2007 – 2009, prin măsurătorile efectuate, s-a încercat determinarea duratei fazelor active și inactive, precum și a constanței acestora. Măsurătorile referitoare la anumiți parametri fizico-chimici au avut drept scop identificarea caracteristicilor fenomenului.

Un singur set de date, prelevate în martie 2009, surprind un ciclu întreg al forajului. Restul măsurătorilor sunt aferente unei faze active sau alteia, inactivă. Rezultatele acestor măsurători parțiale corespund însă cu cele înregistrate în cursul analizei complete. Astfel s-a identificat un ciclu întreg de 51 ore având durata fazei active de 38 de ore și durata fazei inactive de 13 de ore (fig. 3).

Rolul dioxidului de carbon în funcționarea sistemului este pus în evidență în fig. 4. Se observă o creștere a conținutului de gaz dizolvat odată cu retragerea apei în sondă, precum și scăderea acestuia înainte de erupție. Aceste schimbări sunt în legătură cu eliberarea bulelor de gaz înainte de erupție descrisă în toate teoriile elaborate. Trebuie însă menționat și fluxul gazelor libere care, foarte probabil, au un rol mult mai important decât cele dizolvate în apă și eliberate din aceasta.

Măsurătorile ulterioare au fost efectuate în anul 2013 și se concentrează asupra debitului apei, conductivității electrice, presiunii hidrostatice și funcționării forajului. Rezultatele măsurătorilor arată că succesiunea datelor referitoare la presiunea hidrostatică poate fi utilizată pentru descrierea și caracterizarea unui ciclu al forajului. În faza inactivă nivelul apei în sondă prezintă o creștere continuă care poate fi surprinsă prin creșterea presiunii hidrostatice. Odată cu scurgerea apei peste gura sondei presiunea hidrostatică scade brusc și începe erupția cu nivelul maxim. Scăderea presiunii poate fi explicată prin apariția bulelor de gaze libere, care se îndreaptă spre suprafață. Nivelul erupției scade lent în următoarele ore, după care se stabilizează la un anumit nivel. Cu aprox. 3 ore înaintea retragerii în tub se observă o oscilație a nivelului erupției, care poate fi surprinsă și prin schimbările presiunii hidrostatice în adâncime. Odată cu apropierea momentului de retragere aceste schimbări se întâmplă tot mai des și cu diferențe de nivel tot mai mari. Prin aceste oscilații am identificat o nouă fază în funcționarea forajului, și anume cea a mini-ciclurilor, care se caracterizează prin succesiunea activităților mai slabe cu a celor mai puternice, reprezentate de schimbările de nivel ale erupției (fig. 5). Retragera apei în sondă se produce brusc, în câteva minute. Prin retragera apei în sondă presiunea hidrostatică scade ușor. Lipsa scăderii bruște a acestui parametru poate fi explicată prin existența bulelor de gaze în momentul respectiv. Odată retras, la o anumită adâncime, începe creșterea nivelului apei.

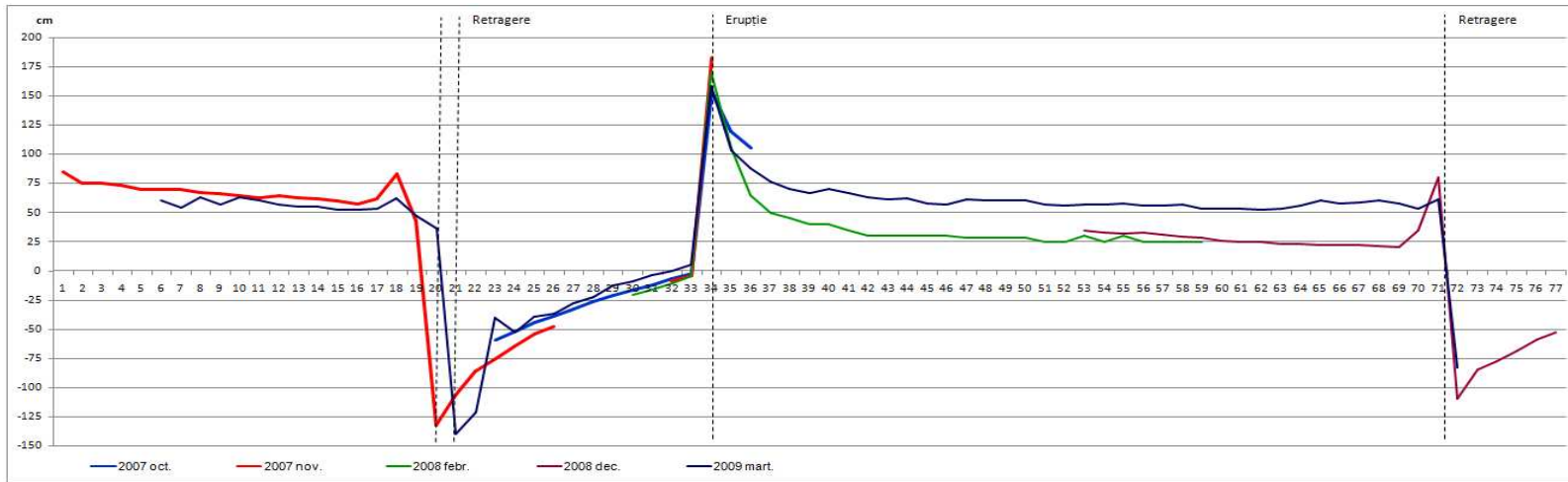


Fig. 3. Succesiunea fazelor active și inactive exprimată prin nivelul apei față de gura sondei

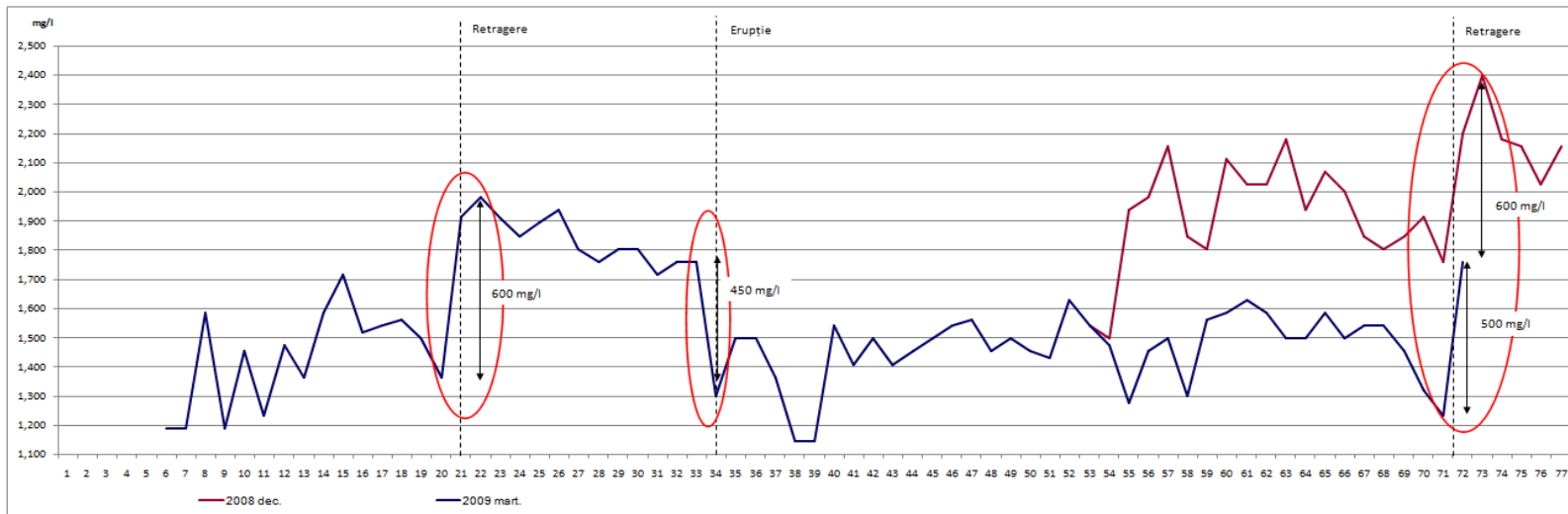


Fig. 2. Schimbările conținutului de dioxid de carbon dizolvat în apă în diferitele faze de activitate ale forajului din Chirui

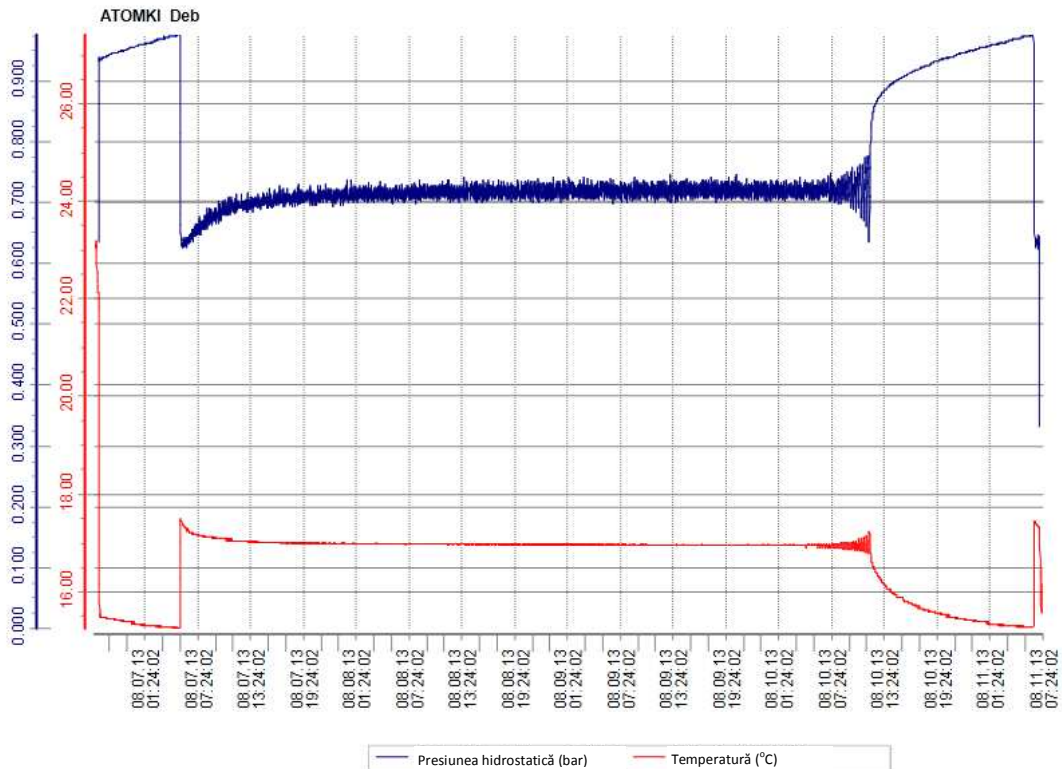


Fig.5. Schimbările presiunii hidrostatice, ale temperaturii și ale debitului (linia verde) în cursul unui ciclu al forajului (august 2013)

În ceea ce privește conductivitatea electrică a apei (înregistrată în 2013) se observă o ritmicitate generală care poate fi surprinsă în fiecare 25 - 30 de ore. Între valorile minime și maxime ale conductivității se constată o diferență de aprox. 400 microS/cm (fig. 6). Această diferență poate fi considerată una semnificativă și neobișnuită, deoarece nu este vorba despre o trecere a activității forajului dintr-o fază în alta. Prin urmare presupunem că schimbarea este cauzată de alimentarea sistemului dintr-o altă sursă, respectiv dintr-un alt acvifer cu caracteristici diferite ale apei.

Fiind un fenomen foarte rar pe Terra, existența unui asemenea ”gheizer cu apă rece,, în Chirui ar îndreptăți valorificarea turistică și economică a acestuia. La fel și volumului de apă adus la suprafață (1845.5 m³ în cursul unui ciclu) merită să i se acorde atenție.

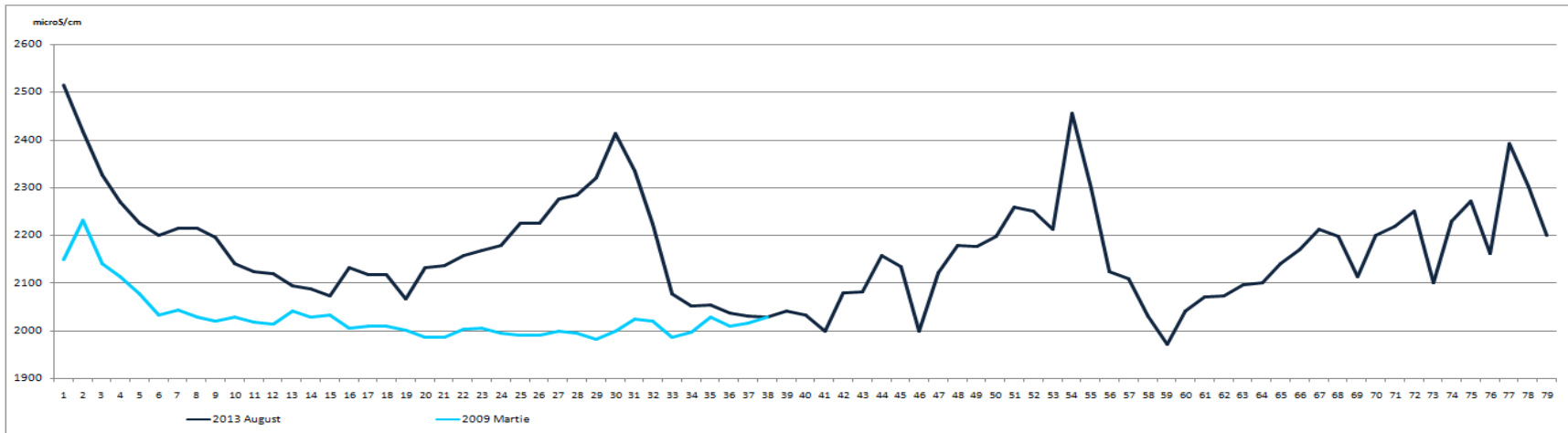


Fig.6. Valorile conductivității electrice înregistrate de-a lungul întregului ciclu al forajului în 2009 și 2013

5. CLASIFICAREA IZVOARELOR MINERALE PE BAZA PROPRIETĂȚILOR FIZICO-CHIMICE

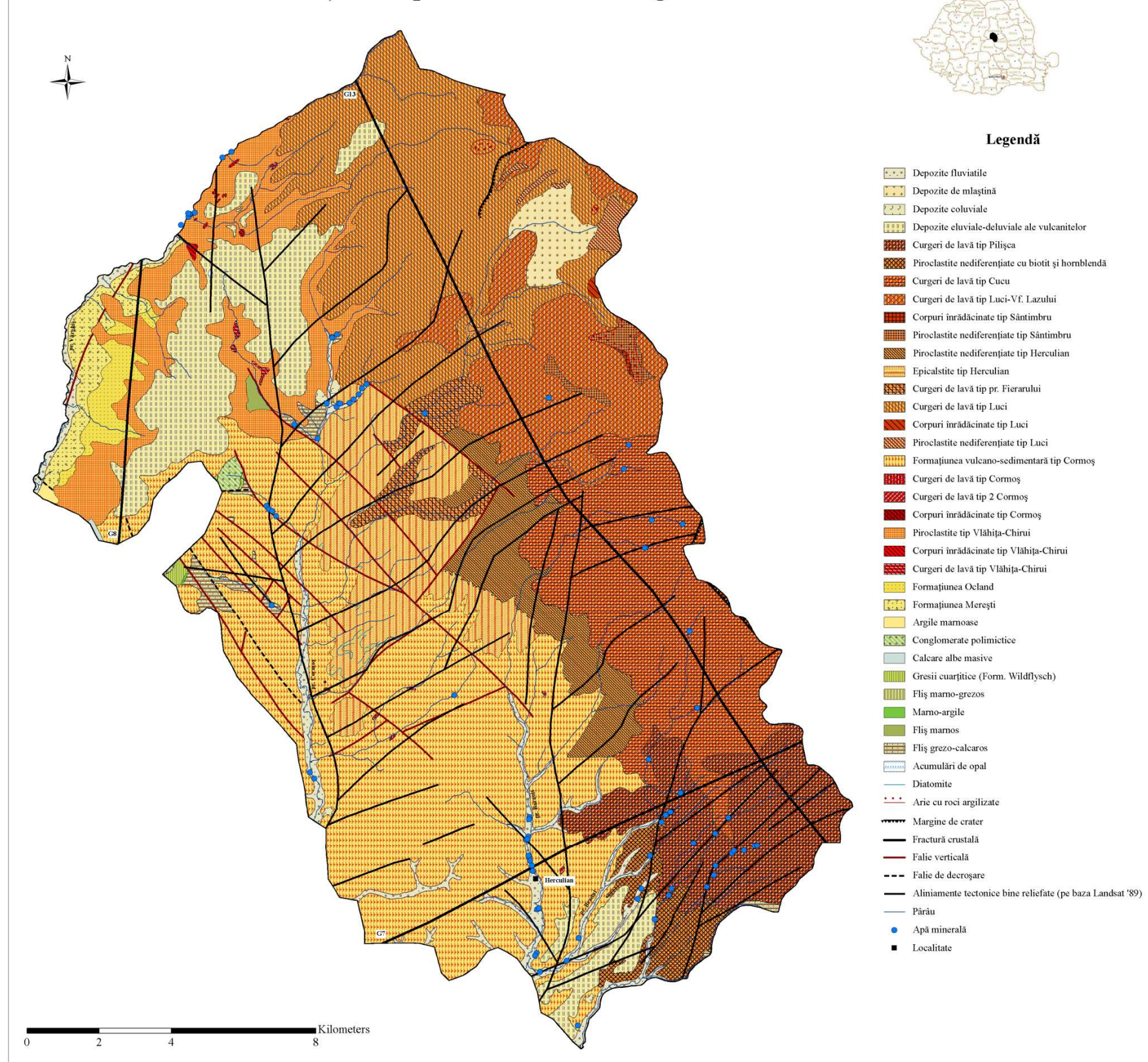
5.1. Compoziția chimică a apelor minerale în corelație cu structura geologică

Izvoarele au fost analizate pe baza structurii geologice existente la suprafață în zona în care apar apele minerale. Astfel sunt interpretate datele izvoarelor grupate în șapte categorii care sunt următoarele: (1) izvoarele din zona Formațiunii vulcanogen-sedimentare de tip Chirui, (2) izvoarele din zona de contact dintre Formațiunile de tip Chiui, de tip Cormoș, epiclastite de tip Herculan și formațiuni de fliș grezo-calcaros, (3) izvoarele din zona Formațiunii vulcanogen-sedimentare de tip Cormoș, (4) izvoarele din zona de contact dintre Formațiunile de curgeri de lavă de tip Luci-Lazu, de tip Fierarul și de tip Cucu, (5) izvoarele din zona curgerilor de lavă de tip Cucu, (6) izvoarele din zona curgerilor de lavă de tip Pilișca, (7) izvoarele din zona de contact dintre Formațiunile și curgerile de lavă de tip Pilișca și depozite eluviale-deluviale ale vulcanitelor (fig. 7).

5.2. Clasificarea izvoarelor minerale prin analiza cluster (realizată exclusiv pe baza proprietăților fizico-chimice)

Pe baza similitudinilor existente la nivelul proprietăților fizico-chimice, izvoarele minerale pot fi grupate în șapte clase - patru clase mari și trei clase mai mici. În analiza cluster au fost introduse 103 cazuri cu 8 variabile (fig. 8). Cazurile reprezintă izvoarele minerale iar cele opt variabile sunt temperatura, conductivitatea electrică, TDS-ul, pH-ul, conținutul de dioxid de carbon, conținutul de hidrogen-carbonat, conținutul de calciu și magneziu. Douăsprezece cazuri au fost introduse de două ori în analiză și apar cu date de intrare diferite, dobândite în anii 2011 și 2013, respectiv 2012 și 2013. Acest demers are scopul de a verifica dacă izvoarele definite pe baza a două seturi de date intră în aceeași clasă sau nu.

Harta geologică a sectorului sud-vestic al Munților Harghita în corelație cu apele minerale carbogazoase



I. Izvoarele din zona Formațiunii vulcanogen-sedimentare de tip Chirui

II. Izvoarele din zona de contact dintre formațiunile vulcano-sedimentare de tip Chirui, de tip Cornoș, epiclastite de tip Herculian și formațiuni de fliș grezo-calcaros

III. Izvoarele din zona Formațiunii vulcanogen-sedimentare de tip Cornoș

IV. Izvoarele din zona de contact dintre curgerile de lavă de tip Luci-Lazu, de tip Fierarul și de tip Cucu

V. Izvoarele din zona curgerilor de lavă de tip Cucu

VI. Izvoarele din zona de contact dintre curgerile de lavă de tip Cucu și de tip Pilișca

VII. Izvoarele din zona de contact dintre piroclastitele și curgerile de lavă de tip Pilișca și depozitele eluviale-deluviale ale vulcanitelor

Fig.7. Harta geologică a sectorului SV al Munților Harghita și repartiția izvoarelor minerale în corelație cu rețeaua de falii (Sursa: hărțile geologice 1:50000 elaborate de IGR, modificate pe baza lucrării lui László A., 1998)

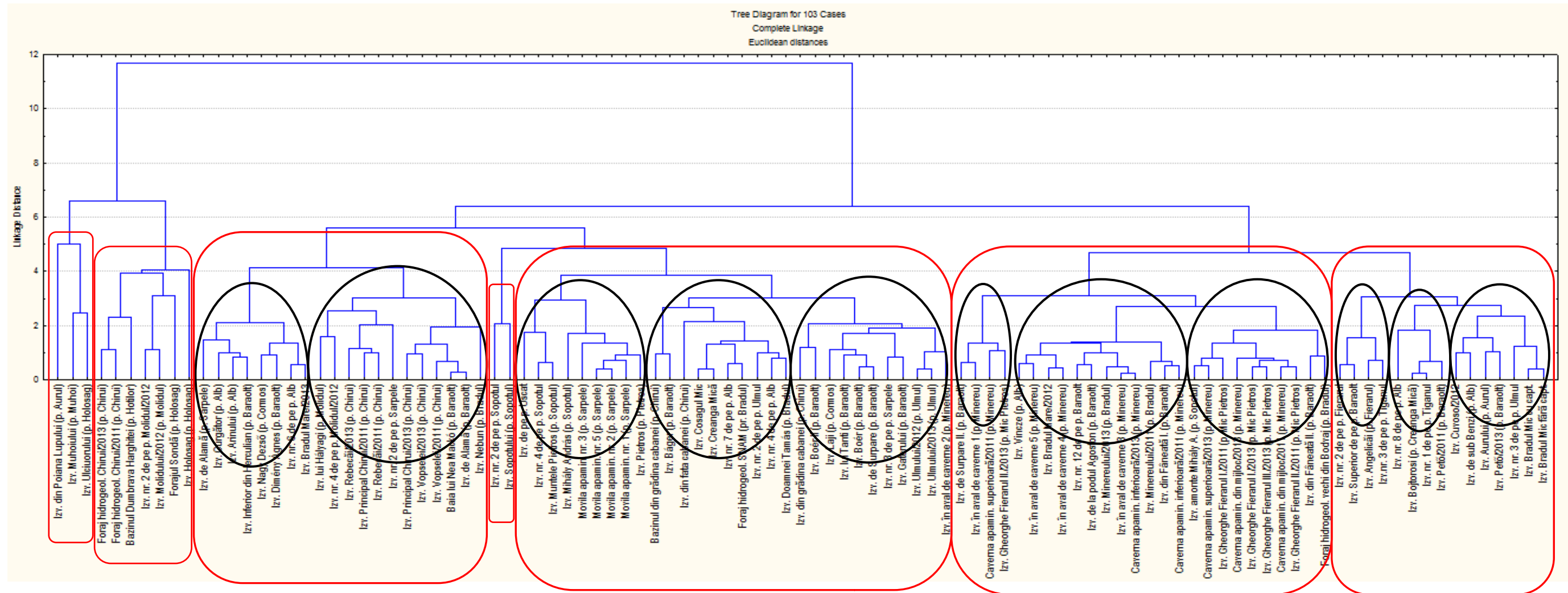


Fig. 83. Clasificarea izvoarelor minerale prin analiza cluster

Tabelul 4. Valorile parametrilor măsurători caracteristice fiecărei clase formate după analiza cluster

	Temp. (°C)	pH	TDS (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)
Clasa I.	9.1, 9.1, 10.7	6.36, 6.3, 6.57	1903, 1257, 1288	246, 495, 355	135, 98, 79	2134, 1584, 1276	2562, 2318, 2196
Clasa II.	9.8-10.5, 15.5- 16.5	6.2, 6.4-6.6	900-1100, 1300-1500	115-125, 175, 260	60-65, 80-90	800-1000, 1550 - 1750	1403, 1700 - 1770, 2250 - 2650
Clasa III.	III.a. 9 - 10.5 III.b. 9.5 - 10, 11 - 12	III.a. 5.6 - 5.8 III.b. 5.8 - 5.6, 6.2 - 6.6	III.a. 300 - 550 III.b. 600 - 750	III.a. 90 - 125 III.b. 80 - 100	III.a. 15 - 35 III.b. 30 - 50	III.a. 1600 - 1800, 2100 - 2200 III.b. 1400, 1700 - 2000	III.a. 420 - 670 III.b. 730 - 880, 950 - 1100
Clasa IV.	4.4, 7.7	7.22, 7.39	494, 695	74, 77	2, 17	946, 1425	610, 885
Clasa V.	V.a. 9 - 10, 11 - 11.5 V.b. 9 - 10, 14 - 15 V.c. 11 - 13, 14 - 15	V.a. 6.1 - 6.8 V.b. 5.6 - 5.8, 6 - 6.3 V.c. 5.7 - 6	V.a. 180 - 300 V.b. 220 - 330, 400 - 410 V.c. 270 - 340, 360 - 430	V.a. 25 - 30, 40 - 50 V.b. 47 - 77 V.c. 40 - 60, 70 - 90	V.a. 3 - 8, 13 - 15 V.b. 10 - 25, 30 - 40 V.c. 10 - 20, 25 - 30	V.a. 610 - 660, 1000 - 1200, 1430 - 1540 V.b. 660 - 880, 1050 - 1250 V.c. 1100 - 1300, 1400 - 1670	V.a. 244,300 - 400 V.b. 300, 480 - 550 V.c. 420 - 550, 580 - 610
Clasa VI.	VI.a. 13 - 13.5 VI.b. 10.5 - 11.5, 12 - 12.5 VI.c. 13.5 - 14.5, 16 - 17	VI.a. 5.2 - 5.6 VI.b. 5.1 - 5.4, 5.6 - 5.7 VI.c. 5.3 - 5.6	VI.a. 190 - 210 VI.b. 200 - 300 VI.c. 180 - 230	VI.a. 20 - 30, 55 - 60 VI.b. 30 - 40, 50 - 60 VI.c. 25 - 30, 40 - 45	VI.a. 5 - 15 VI.b. 8 - 20 VI.c. 5 - 15	VI.a. 700 - 800 VI.b. 1650 - 1850 VI.c. 1200 - 1400, 1700	VI.a. 300 - 430 VI.b. 300 - 400, 480 - 520 VI.c. 300 - 370
Clasa VII.	VII.a. 6 - 7 VII.b. 6.5 - 7.1 VII.c. 6.5, 8.5 - 10	VII.a. 4.7 - 5.4 VII.b. 4.9 - 5.2 VII.c. 5.1 - 5.4, 5.5 - 5.9	VII.a. 35, 70 - 80 VII.b. 35 - 45, 120 - 125 VII.c. 125 - 150, 210 - 280	VII.a. 10 - 15 VII.b. < 5, 11 - 20 VII.c. 20 - 35, 40 - 50	VII.a. < 5 VII.b. < 5 VII.c. < 5, 7 - 13	VII.a. 1850 - 2020 VII.b. 1120 - 1270 VII.c. 1400 - 1500, 1650 - 1750	VII.a. 60 - 90 VII.b. 61, 183 VII.c. 200 - 250, 300 - 360

6. VALORIFICAREA ACTUALĂ A IZVOARELOR MINERALE DIN MUNȚII HARGHITA

6.1. Valorificarea actuală a apelor minerale din România comparativ cu alte țări europene

După statisticile Uniunii Europene, România nu se află printre primele țări din punct de vedere al resurselor de ape minerale. Presupunem că acest lucru se datorează următoarelor cauze: 1. statisticile se fac pe baza numărului de companii ce îmbuteliază apă minerală și pe baza numărului de stațiuni balneare; 2. nu există o documentație unitară despre resursele de apă minerală pe teritoriul Europei; 3. carențele în ceea ce privește valorificarea adecvată a apelor minerale în România.

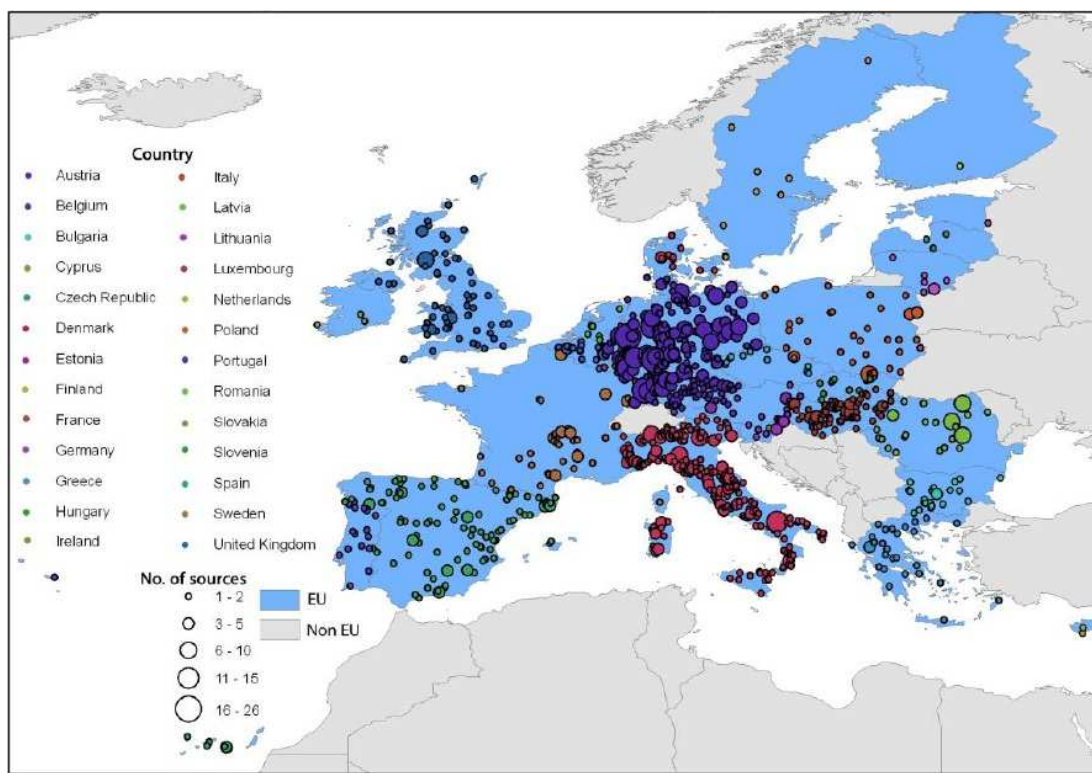


Fig. 94. Distribuția surselor de apă minerală recunoscute în cadrul Uniunii Europene - sursa datelor din Jurnalul Oficial al UE pe baza Articolului 1 din Directiva 2009/54/EC (Harta: Nobajas i Ganau, 2013)

6.2. Situația actuală a promovării apelor minerale din Județele Harghita și Covasna

Încercări pentru promovarea surselor de apă minerală pot fi surprinse prin deciziile și alocațiile bugetare de consiliile locale și județene ca Consiliile județene Harghita și Covasna și prin acțiunile ONG-urilor.

Județele Harghita și Covasna sunt beneficiari ai Programului Operațional Regional 2007-2013, Axa prioritară 5 (Dezvoltarea durabilă și promovarea turismului), operațiunea Dezvoltarea și consolidarea turismului intern prin sprijinirea promovării produselor specifice și a activităților de marketing. Proiectul are o valoare totală de 1.037 milioane de RON și cuprinde următoarele activități:

- promovarea apelor minerale prin participare la expoziții,
- promovarea apelor minerale prin media electronică,
- promovarea apelor minerale prin marcaje,
- activități de promovarea a apelor minerale prin publicații.

Data finalizării proiectului este 31 iulie 2015 (sursa: Consiliul Județean Harghita). Dacă facem o comparație între tehnicile de promovare a surselor de apă minerală din Ungaria și România se poate constata o desfășurare mai eficientă a proiectelor ungare, ce sunt tratate cu mai multă atenție și seriozitate de către autorități.

6.3. Inițiative privind valorificarea apelor minerale din Județele Harghita și Covasna

Programul Phare RO2006/018-147.04.01.01.03.12 "Drumul Apelor Minerale" din anul 2006 poate fi considerat o inițiativă bună în vederea valorificării apelor minerale din România. Programul avea menirea de a reabilita zonele stațiunilor balneare în 14 localități din Județele Covasna și Harghita cu scopul promovării și dezvoltării turismului balnear în zonă. Programul derulat în perioada anilor 2006-2011 nu s-a ridicat la nivelul așteptărilor iar acțiunile de reabilitare întreprinse nu au fost mulțumitoare. Conform Ministerului Dezvoltării Regionale și Administrației Publice lucrările din proiect au fost finalizate în luna septembrie 2011.

Problema legată de valorificarea apelor minerale a fost subliniată de către vicepreședintele Asociației Internaționale a Hidrologilor, Florin Zamfirescu în anul 2007 în cadrul conferinței anuale a apelor minerale. Acesta afirmă că „În România nu există un management integrat al resurselor de ape subterane. La noi, managementul apelor subterane se împarte între Ministerul Mediului pentru apele potabile și Ministerul Economiei pentru apele minerale.

Aceasta face ca, printr-o gospodărire divizată a resurselor, să existe probleme la nivel național...” (Revista Green Report, 2007).

6.4. Proiecte de perspectivă privind valorificarea apelor minerale

Există inițiative de dezvoltare și valorificare superioară pe viitor a izvoarelor minerale și a stațiunilor balneare (Raportul „Analiza Oportunităților de afaceri în regiunea Centru din perspectiva dezvoltării durabile” întocmit de Universitatea Petru Maior din Târgu-Mureș la cererea Ministerului Educației, Cercetării și Inovării în cadrul Programului Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013; Strategia de Dezvoltare Regională 2014-2020, Axa prioritară 5 - Dezvoltarea turismului - întocmit în anul 2013 de către Agenția pentru Dezvoltare Regională Centru din Alba Iulia; Strategia Națională pentru Dezvoltarea Durabilă a României, *Orizonturi 2013-2020-2030* (Guvernul României, Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile în parteneriat cu Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare, Centrul Național pentru Dezvoltare Durabilă)). Trebuie însă menționat că eșecul proiectelor finalizate până în prezent în care au fost implicate organele de stat prin consiliile locale și județene, pune semnul întrebării reușita proiectelor ce urmează a fi derulate.

Din cauza problemelor constatate în tentativele de dezvoltare inițiate de către oficialii statului, apreciem că rezultate mulțumitoare pot fi obținute doar prin investiții private și printr-o promovare unificată cu tehnici de marketing profesionale pe plan național și internațional.

7. PROPUNERI DE VALORIFICARE A SURSELOR DE APĂ MINERALĂ

7.1. Perspectiva valorificării izvoarelor minerale pe baza debitelor înregistrate

De cele mai multe ori izvoarele naturale au un debit scăzut ce variază, în general, între 0.002 l/s și 0.3 l/s. În cazul forajelor debitele sunt mai mari, de obicei peste 1 l/s. Următoarele grafice prezintă distribuția debitelor la diferite izvoare. Sursele cu debite mari sunt prezentate într-un grafic separat. Debitul au fost măsurate în cazul a 59 de surse dintr-un număr total de 92 izvoare.

Forajul din Chirui nu a fost reprezentat pe grafic datorită debitului mult mai mare față de celelalte izvoare. Acest foraj produce un volum mediu de 5.34 l/s. Foarte interesant este și volumul semnificativ produs de izvorul Minereului, deoarece un debit atât de mare nu este caracteristic izvoarelor naturale.

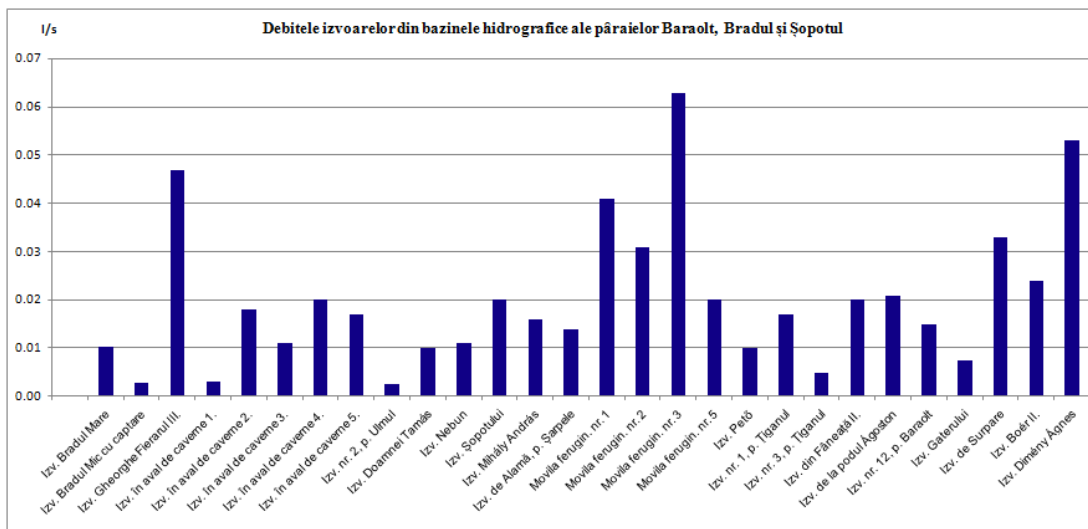


Fig. 50. Debitul izvoarelor minerale naturale aflate în bazinele hidrografice al pâraielor Baraolt, Bradul și Șopotul

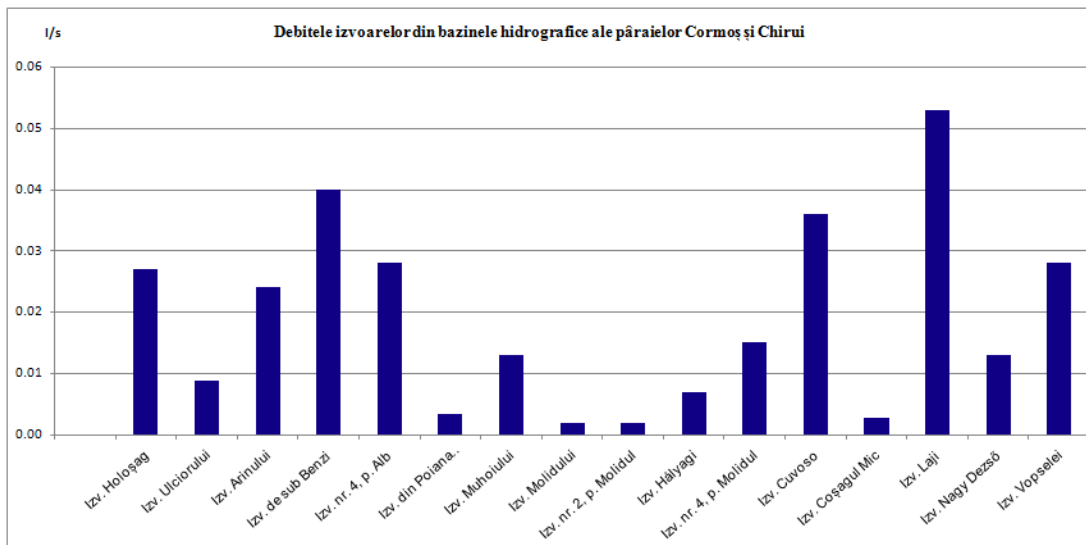


Fig. 61. Debitele izvoarelor minerale naturale aflate în bazinele hidrografice ale pâraurilor Cormoș și Chirui

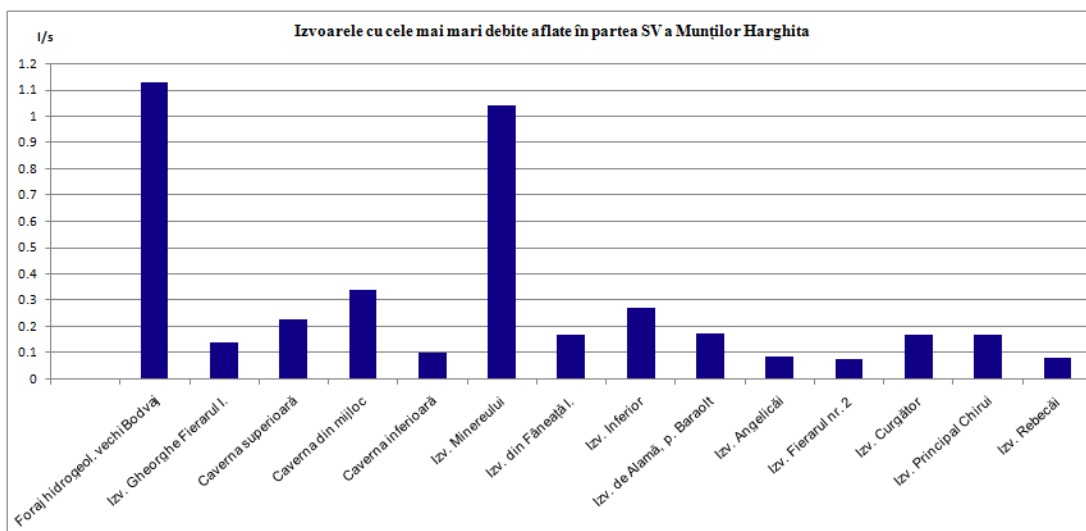


Fig. 12. Izvoarele minerale de pe partea sud-vestică a Munților Harghita caracterizate prin cele mai mari debite

Făcând o sumă a tuturor debitelor înscrise în grafice, rezultă o valoare de 3.72 l/s în bazinul hidrografic al pâraului Baraolt (fig. 10), o valoare de 0.47 l/s în bazinele hidrografice ale pâraielor Cormoș și Chirui (fig. 11) și o valoare de 4.19 l/s în cazul surselor cu debite mai mari (fig. 12) la care se adaugă debitul forajului din Chirui. Astfel se ajunge la un debit total de 13.72 l/s, ce înseamnă un volum de **1185.4 m³ de apă minerală pierdută pe zi**. Această valoare atrage atenția asupra resurselor disponibile de apă minerală aflate în acviferele subterane în zona sud-vestică a Munților Harghita care se risipește aproape în totalitate.

În vederea valorificării apelor în balneatie propunem efectuarea cercetărilor mai aprofundate pentru stabilirea efectelor terapeutice ale acestor ape. În cazul îmbutelierii apei, cercetările hidrogeologice sunt inevitabile. În cursul acestor măsuri, trebuie să se aibă în vedere ideea dezvoltării durabile ce presupune o exploatare moderată în conformitate cu Strategia Națională pentru Dezvoltarea Durabilă a României, *Orizonturi 2013-2020-2030* și asigurarea accesului localnicilor la surse. Îmbutelierea apelor poate să fie una de tip industrial dar ar trebui să includă și îmbuteliere de apă medicinală.

Conform datelor Societății Naționale a Apelor Minerale (SNAM) producția apelor minerale arată o tendință de scădere în ultimii cinci ani ceea ce reflectă și evoluția consumului de apă minerală în România. Exporturile însă arată valori promițătoare în anumite cazuri (Dumitrescu & Beldescu, 2012).

După datele furnizate de Centrul Român pentru Promovarea Comerțului și Investițiilor Străine, piețele din Bulgaria și Italia au devenit cele mai deschise pentru brandurile românești. Totuși exportul cel mai mare este efectuat către Republica Moldova. Există însă numeroase piețe de desfacere ce au înregistrat creșteri semnificative ale cererii în ultimii ani: Polonia, Vietnam, Chile, Mexic, Coreea de Sud, Azerbaidjan, Kazakhstan, Belarus, Ucraina, Panama, Malta, Indonezia și Brazilia. România nu se află deocamdată printre furnizorii acestor piețe.

7.2. Izvoarele cele mai valoroase din punct de vedere terapeutic

Au fost alese 20 de izvoare minerale din cele 92 cartate pe partea sud-vestică a Munților Harghita ca fiind cele mai favorabile consumului uman și utilizării externe și care pot să reprezinte subiectul unor studii mai aprofundate referitoare la efectele lor terapeutice. Izvoarele cele mai promițătoare din punct de vedere terapeutic sunt cele aflate în bazinele hidrografice Cormoș și Chirui.

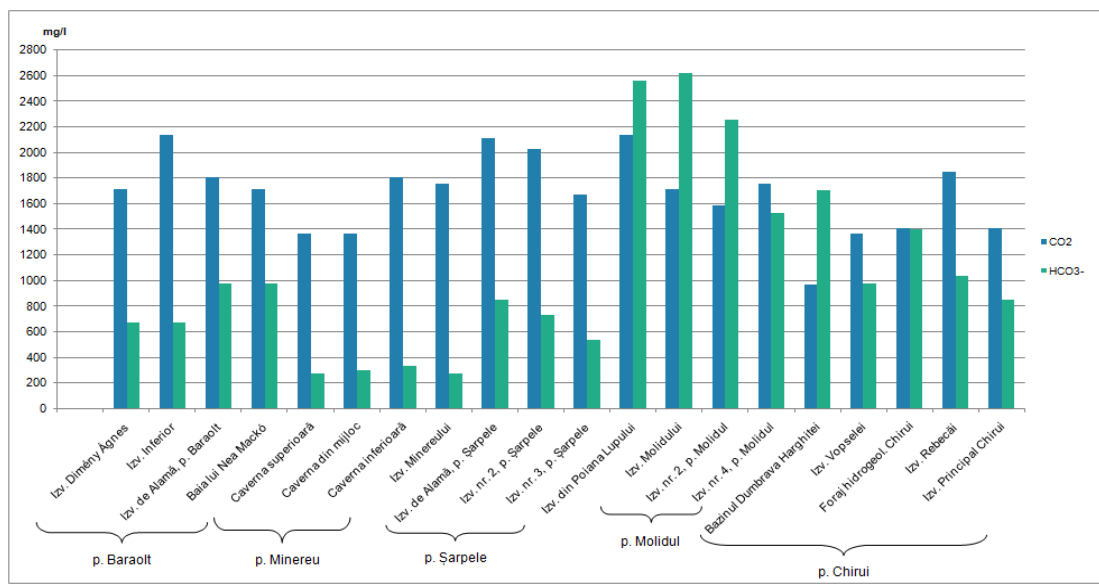


Fig. 13. Conținutul de CO₂ și HCO₃⁻ al izvoarelor cu potențial terapeutic

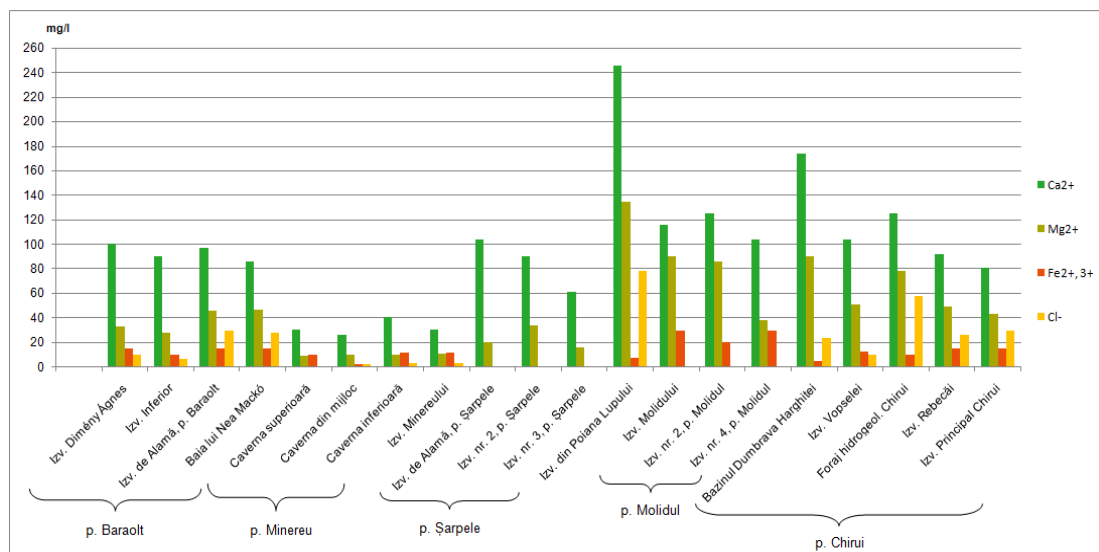


Fig.14. Concentrația celor mai importante macro- și microelemente ale izvoarelor cu potențial terapeutic

În afară de sursele din bazinul pârâului Șarpele toate izvoarele pot fi accesate de pe drumuri forestiere în stare bună. Accesibilitatea cea mai bună au izvoarele din Chirui și izvoarele din zona localității Herculian. Izvoarele din bazinul pârâului Minereu pot fi accesate prin intermediul drumului asfaltat până într-un anumit punct de unde restul distanței, de câteva sute de metri, se parcurge pe jos.

Pe primul loc în baza criteriilor multiple se află Izvorul din Poiana Lupului însă celelalte izvoare din acest areal nu prezintă caracteristici suficient de favorabile.

O zonă mai favorabilă poate fi considerată cea a pârâului Molidul unde trei izvoare au efecte benefice asupra organismului și se află la o distanță de câteva zeci de metri unul de celălalt.

Următorul areal cu izvoare ce posedă potențial terapeutic este reprezentat de valea Chirui. În această vale se află cinci surse de apă minerală.

Pe locul al patrulea se află zona Herculian unde patru izvoare sunt considerate promițătoare pentru cure interne și externe. Încercări de valorificare a acestor izvoare pot fi observate și în zilele noastre. Pe lângă Izvorul Inferior se află o mică stațiune cu un bazin exterior și cade pentru băi interioare. Aceste băi sunt utilizate fără supraveghere medicală de către un număr redus de vizitatori. Baia lui Nea Mackó a fost recent renovat însă efectele terapeutice nu sunt cunoscute pe baze științifice.

Locul al cincilea este ocupat de zona Cavernelor cu apă minerală. Aceste izvoare nu au o mineralizație ridicată însă datorită formelor de tip peșteră și surselor de nămol feruginos în apropiere reprezintă elemente de atractivitate turistică.

Ultima zonă cu ape minerale cu un anumit potențial terapeutic poate fi considerată zona pârâului Șarpele. Punctele tari ale acestei locații sunt sursele de nămol feruginos în apropiere și conținutul ridicat de dioxid de carbon din izvoare. Dezavantajul locației este constituit de faptul că izvoarele nu pot fi accesate decât pe jos.

Analiza efectuată mai sus a avut ca scop alegerea unor locații cu ape minerale care merită a fi studiate mai detaliat din punct de vedere terapeutic. Pe baza datelor prezentate anterior, ajungem la concluzia că **valea pârâului Chirui, valea pârâului Molidul, zona cavernelor cu apă minerală** precum și **zona localității Herculian** pot să reprezinte locații favorabile pentru dezvoltarea turismului medical datorită apelor minerale terapeutice, după efectuarea unei serii de cercetări științifice riguroase de către specialiștii în domeniu.

7.3. Valorificarea izvoarelor minerale din punct de vedere recreațional

Izvoarele minerale pot fi introduse în circuitul traseelor turistice sau educaționale. Propunerea noastră este ca traseele să nu se concentreze doar pe izvoarele minerale, ci să ofere o varietate de obiecte și activități care să cuprindă mai multe elemente caracteristice ale unei anumite zone. Drept urmare este recomandat ca punctele de interes de pe parcursul unui traseu să cuprindă, pe lângă izvoarele de apă minerală, și arii protejate botanice, diferite

formațiuni geologice naturale, formațiuni geologice din industria minieră, elemente hidrografice specifice, zone cu oportunități de culegere a fructelor de pădure etc.

Numeroase elemente naturale de factură geologică, geomorfologică, hidrologică, biologică, etc. pot servi educației în aer liber. Între acestea se înscrie și marea varietate a izvoarelor minerale care pe lângă statutul de apă potabilă pot să ofere și o îmbogățire a cunoștințelor geografice, hidrogeologice și chimice. Zona oferă oportunitatea de a degusta mai multe tipuri de ape minerale pe un areal relativ restrâns.

Pe lângă elementele concrete de potențial turistic trebuie menționat și peisajul montan reprezentat de conurile vulcanice, punctele panoramice, platourile, zonele împădurite, văile înguste și adânci ce reprezintă importante elemente de atractivitate turistică (fig. 15).



Fig. 7. a. Vedere panoramică de pe Muntele Cucului spre Depresiunea Baraoltului.

b. Vedere panoramică spre Muntele Pilișca (Foto: Czellecz B., 2012)

Panourile pot fi deosebit de importante pe parcursul unui traseu prin urmare amplasarea lor este esențială. Trebuie însă atrasă atenția asupra importanței unei dezvoltări unitare. Traseele turistice ce urmează a fi proiectate și amenajate trebuie să fie proiectate cu atenție deosebită, alegându-se locurile cele mai favorabile atât din punct de vedere al accesibilității cât și al amplasării principalelor obiective turistice ale zonei. Panourile informative trebuie să conțină informații scrise în mai multe limbi iar elementele de atractivitate să fie reprezentate pe hărțile turistice.

Parcurile recreaționale și de agrement sunt alte oportunități de dezvoltare turistică într-o zonă în care o parte a serviciilor poate fi axată pe resursele de apă minerală. Ca și în cazul anterior, parcurile necesită servicii multiple pentru a oferi modalități diversificate de petrecere a timpului liber într-un cadru cât mai plăcut.

Forajul hidrogeologic din zona Chirui poate deveni un element atractiv, acesta având proprietățile unui "gheizer", cu apă rece ale cărui erupții pot să ajungă la o înălțime de cca. 2 m, ce pot fi admirate la anumite intervale de timp.

8. CONCLUZII

Considerăm că cel mai important rezultat al cercetării de față este inventarierea tuturor izvoarelor minerale aflate în partea sud-vestică a Munților Harghita. Chiar dacă au existat mai multe cercetări asemănătoare (Bányai et al., 1957; Kisgyörgy, 1975 și Jánosi et. al, 2009), informațiile furnizate de acestea nu reflectă realitatea în totalitate și nu cuprind toate sursele de apă minerală.

Pe arealul investigat de 340 km² se găsesc 92 de surse de apă minerală de-a lungul a 23 de pâraie dintre care 89 sunt izvoare minerale naturale și 3 sunt foraje hidrogeologice. În toate cazurile s-au efectuat măsurători folosind aceeași metode de analiză. Au fost analizați 12 parametri fizico-chimici la toate sursele: degajare de gaze libere, temperatură, pH, conductivitate electrică, mineralizație totală, săruri minerale, conținut de CO₂, conținut de HCO₃, concentrația calciului și magneziului și conținut de azotat și amoniu. Debitul a fost măsurat în cazul a 59 de surse, conținutul de cloruri a fost măsurat în 64 de cazuri, conținutul de fier total a fost măsurat în 70 de cazuri iar fosfații au fost analizați numai în apropierea localităților în 19 cazuri. Au fost descrise locațiile surselor cu precizarea coordonatelor geografice și a altitudinii la care acestea apar. Localizarea precisă a izvoarelor este prezentată pe 23 hărți topografice și pe o hartă geologică.

Între cele 92 de surse investigate un număr de 31 sunt inedite, ele fiind caracterizate în premieră în această lucrare.

Rezultatele analizelor asupra apelor minerale

S-a efectuat clasificarea izvoarelor minerale pe baza stratelor geologice aflate la suprafață în apropierea surselor și pe baza caracteristicilor fizico-chimice folosind analiza cluster. Clasele obținute pe baza proprietăților nu corespund întotdeauna cu clasele definite după distribuția stratelor geologice aflate la suprafață. Natura izvoarelor este de multe ori influențată și de prezența fracturilor tectonice. În ambele cazuri s-au evidențiat șapte clase ce

prezintă rezultate diferite însă, în ambele cazuri s-a ajuns la concluzia că natura izvoarelor este mai mult influențată de factorii locali. Izvoarele minerale nu capătă proprietăți asemănătoare datorită caracteristicilor generale ale unei regiuni din punct de vedere geologic și geografic și ca urmare o generalizare pe baza proprietăților anumitor izvoare nu poate fi realizată.

Tabelul 5. Analiză comparativă a claselor izvoarelor minerale realizate după două metode diferite

	Rezultatele analizei cluster		Rezultatele clasificării bazate pe geologia arealului
Clasa I.	Câte un izvor din bazinele pâraielor Holoșag, Aurul și Muhoi . Se caracterizează prin minealizație foarte ridicată și dioxid de carbon ridicat.		Izvoarele din zona Formațiunii vulcanogen-sedimentare de tip Chirui. Această clasă grupează toate izvoarele din bazinul pâraului Chirui . Ele se caracterizează prin uniformitate, cu mineralizație ridicată și conținut de dioxid de carbon ridicat în cazul izvoarelor active. Valori mai scăzute a parametrilor se înregistrează în cazul izvoarelor degradate.
Clasa II.	Anumite surse din bazinul pâraului Chirui , anumite izvoare din bazinul pâraului Molidul și restul izvoarelor din bazinul pâraului Holoșag . Se caracterizează prin mineralizație ridicată și dioxid de carbon ridicat.		Izvoarele din zona de contact dintre Formațiunile vulcano-sedimentare de tip Chiui, de tip Cormoș, epiclastite de tip Herculan și formațiuni de fliș grezo-calcaros. Această clasă grupează izvoarele din bazinul pâraielor Holoșag, Aurul, Muhoi și Alb . Se caracterizează prin conținut de dioxid de carbon ridicat. În cazul mineralizației nu se poate generaliza.
Clasa III.	Două surse din bazinul Șarpelui , anumite izvoare din bazinul pâraului Alb , câte un izvor din bazinele hidrografice ale Cormoșului și Bradului Mare , trei surse din bazinul Baraoltului , restul izvoarelor din bazinul Molidului , restul izvoarelor active din bazinul pâraului Chirui , o sursă de pe cursul inferior al pâraului Bradul . Se caracterizează prin mineralizație puțin mai scăzută decât în clasele anterioare și conținut de dioxid de carbon ridicat.		Izvoarele din zona Formațiunii vulcanogen-sedimentare de tip Cormoș. Această clasă grupează toate izvoarele situate de-a lungul cursului inferior al pâraielor Baraolt, Cormoș, Bradul, Șopotul , izvoarele de pe pâraul Molidul , izvoarele din bazinele pâraielor Cuvoso și Coșagul Mic . Nu se poate realiza o caracterizare generală.

<p>Clasa IV.</p>	<p>Primele două izvoare de pe pârâul Șopotul. Se caracterizează prin mineralizație medie, conținut scăzut de dioxid de carbon și pH ridicat (neutru).</p>		<p>Izvoarele din zona de contact dintre curgerile de lavă de tip Luci-Lazu, de tip Fierarul, și de tip Cucu. Această clasă grupează izvoarele din bazinul hidrografic al pâraielor Creanga Mică și Fierarul. În afară de Izvorul Creanga Mică, ele pot fi caracterizate prin mineralizație foarte scăzută și conținut de dioxid de carbon ridicat.</p>
<p>Clasa V.</p>	<p>Izvorul de pe pârâul Uscat, trei surse din bazinul pârâului Șopotul, cinci surse din bazinul pârâului Șarpele, izvorul de pe pârâul Pietros, trei surse (degradate) din bazinul pârâului Chirui, șase surse de pe pârâul Baraolt, izvoarele situate de-a lungul pâraielor Coșagul Mic și Creanga Mică, două surse de pe pârâul Alb, două surse de pe cursul inferior al pârâului Bradul și câte un izvor din bazinul pâraielor Cormoș și Minereu. Se caracterizează prin conținut mediu de dioxid de carbon, mineralizație scăzută și un pH slab acidulat.</p>		<p>Izvoarele din zona curgerilor de lavă de tip Cucu. Această clasă grupează toate izvoarele situate de-a lungul cursurilor superioare ale pâraielor Baraolt, Țiganul, Bradul Mare și Bradul Mic. Izvoarele din bazinul hidrografic al pârâului Baraolt se caracterizează prin conținut ridicat de dioxid de carbon și mineralizație foarte scăzută. Izvoarele din bazinul hidrografic al pârâului Bradul se caracterizează cu conținut de dioxid de carbon ridicat, însă cu mineralizație puțin mai ridicată decât în cazul anterior.</p>
<p>Clasa VI.</p>	<p>Cinci surse de pe pârâul Baraolt, aproape toate sursele situate de-a lungul pârâului Minereu, toate sursele de pe pârâul Mic Pietros, un izvor de pe pârâul Alb, izvorul de pe pârâul Bradul Mare, două surse din bazinul pârâului Bradul, un izvor situat de-a lungul cursului superior al pârâului Șopotul. Izvoarele se caracterizează printr-o mineralizație scăzută, prin pH acidulat și conținut de dioxid de carbon de la mediu la ridicat.</p>		<p>Izvoarele din zona curgerilor de lavă de tip Pilișca. Această clasă grupează toate izvoarele situate de-a lungul pâraielor Șarpele și Mic Pietros, două surse de pe cursul superior al pârâului Șopotul, izvorul de pe pârâul Uscat și o sursă din bazinul pârâului Bradul. Nu se poate oferi o caracterizare generală.</p>
<p>Clasa VII.</p>	<p>Toate izvoarele situate de-a lungul cursurilor superioare ale pâraielor Fierarul, Baraolt și Țiganul, o sursă de pe cursul superior al pârâului Cranga Mică, toate izvoarele din bazinul pârâului Bradul Mic, izvorul de pe pârâul</p>		<p>Izvoarele din zona de contact dintre piroclastitele și curgerile de lavă de tip Pilișca și depozite eluviale-deluviale ale vulcanitelor. Această clasă grupează toate izvoarele din bazinele hidrografice ale pâraielor Minereu și Ulmul, câte un izvor de pe pâraiele Bradul și Pietros,</p>

	<p>Cuvoso, două surse din bazinul pârâului Alb, câte un izvor din bazinele pâraielor Aurul și Ulmul. Izvoarele se caracterizează prin mineralizație foarte scăzută, conținut de dioxid de carbon ridicat și pH foarte acidulat.</p>		<p>trei surse din bazinul pârâului Șopotul. Nu se poate realiza o caracterizare generală.</p>
--	---	--	--

Din tabelul de mai sus se observă ca geologia arealului poate să furnizeze proprietăți asemănătoare izvoarelor numai într-un singur caz din cele șapte prezentate mai sus. În cazul izvoarelor din bazinele hidrografice ale pâraielor Holoșag, Aurul și Molidul putem vorbi despre un areal restrâns din cauza căruia cadrul geologic și geografic este foarte asemănător. În cazul izvoarelor situate de-a lungul cursurilor superioare ale pâraielor o caracteristică generalizată poate fi dată din cauza localizării lor într-un cadru geologic cu straturi compacte. Astfel, din cauza circulației într-un timp scurt și datorită spălării ineficiente a unor tipuri diferite de roci nu pot rezulta caracteristici diferite ale izvoarelor. Acestea se caracterizează prin mineralizație foarte scăzută și prin conținut ridicat de dioxid de carbon dizolvat. Există și alte izvoare cu caracteristici asemănătoare cu cele prezentate mai sus aflate însă într-un cadru geologic diferit. Prin analiza cluster aceste izvoare sunt grupate împreună.

Valorificarea apelor minerale

Marea varietate a izvoarelor precum și numărul lor ridicat atrage după sine și necesitatea valorificării lor. Prin urmare, luând în considerare efectele terapeutice și debitul apelor minerale precum și accesibilitatea lor, au fost alese patru zone favorabile de dezvoltare unde sunt indicate acțiuni de amenajare și de investiție: valea pârâului Chirui, valea pârâului Molidul, zona cavernelor cu apă minerală din bazinul hidrografic al pârâului Bradul și zona localității Herculian.

Atractivitatea turistică a văii pârâului Chirui este determinată și de prezența ”gheizeului cu apă rece”. Forajul Pâlpâitor prin activitatea sa neobișnuită poate fi considerat o raritate ”naturală,.. Fenomene asemănătoare aflate pe Terra au fost descrise în ultimul deceniu și sunt într-un număr de aproximativ 15 foraje. Este vorba despre foraje hidrogeologice ale căror activitate se caracterizează prin succesiunea perioadelor active și inactive. Perioadele active se manifestă prin erupția continuă a apei din sondă iar cele inactive prin mișcarea

coloanei de apă în sondă. În timp ce majoritatea acestor fenomene se caracterizează, în general, printr-o perioadă de activitate scurtă (maxim două ore), Forajul Pâlpâitor prezintă o activitate lungă de 38-78 de ore. Prin cercetări mai aprofundate axate pe determinarea principiului de funcționare a sistemului se va reuși stabilirea exactă a orelor în care activitatea forajului trece dintr-o fază în alta.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Arinie Șt., Pricăjan A., (1972), *Corelații între structura geologică profundă și aureola mofetică din județul Covasna cu privire la zonele de apariția a apelor minerale carbogazoase*, in Aluta 1972, Muzeul Național Secuiesc, Sfântu Gheorghe, Romania
2. Bányai J., (1934b), *A székelyföldi ásványvizek*, Kül. l. az Erdélyi Múzeum, 1934. XXXIX. évf. 7-12. számából, Kolozsvár
3. Bányai J., Szabó Á., Soós I., Schwartz Á., Várhelyi Cs., (1957), *Magyar Autonóm Tartománybeli ásványvizek és gázömlések*, Editura Academică, București
4. Dumitrescu M.J., Beldescu A., (2012), *Potentialul de export al României-Ape minerale*; Centrul Român pentru Promovarea Comerțului și Investițiilor străine, Direcția Analize Piață-Publicații
5. Glennon J.A., Pfaff R.M., (2004), *The operation and geography of carbon dioxide-driven, cold-water "geysers"*, The GOSA Transactions, Vol.IX.
6. Ionescu T., Constantinescu Ș., Moțoc M., Marcoci G., Petre I., (1968), *Analiza apelor (natural, potabile, industrial, reziduale)*, editura Tehnică, București
7. Jánosi Cs. et al., (2009), *Székelyföld borvizei*, Editura Tipographic, Miercurea-Ciuc
8. Kisgyörgy Z. (1975), *Kovászna megye északnyugati részének ásványvizei és gázömlései*, in Muzeul Sf. Gheorghe - Studii și Comunicări 1974-1975
9. Kisgyörgy Z., Kristó A., (1978), *România ásványvizei*, Tudományos és Enciklopédiai Könyvkiadó, Bukarest
10. László A., (1999), *Studiul geologic al structurilor vulcanice din partea sudică a masivului Harghita*, Teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Biologie și Geologie, Cluj-Napoca
11. Nobajas i Ganau A., (2013), *Bottled natural mineral water in Catalonia: Origin and geographical evolution of its consumption and production*, PhD thesis, Universitatea din Barcelona, Facultatea de Geografie și Istorie, Departamentul de Geografie Umană
12. Pricăjan A., Airinei Șt., (1972), *Corelații între structura geologică adâncă și aureola mofetică din jud. Harghita, cu privire la zonele de apariția a apelor minerale carbogazoase*, St. cerc geol. geof. geogr., Seria geologie, nr.2, București
13. Pricăjan A., (1982), *Substanțele minerale terapeutice din România*, Editura Științifică și Enciclopedică, București

14. Szakács, A., (2010), *Post volcanic phenomena in the East Carpathians*, in Natural Heritage from East to West, case studies from 6 EU countries, Springer
15. Szász A., (2005), *Erdővidék borvizei es fürdői*, VIII Erdélyi Tudományos Diákközi Konferencia, Cluj-Napoca, December 10-11, 2005
16. Consiliul Județean Harghita,
http://www.judetulharghita.ro/_user/browser/File/Programok/Projektek/promovarea_apelor_minerale.pdf
17. Ministerului Dezvoltării Regionale și Administrației Publice,
http://www.mdrap.ro/userfiles/phare_ces_derulare.pdf
18. Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice, Agenția pentru Dezvoltare Regională Centru Alba Iulia, <http://www.adrcentru.ro/Detaliu.aspx?t=Strategia2014-2020>
19. Guvernul României, Ministerul Mediului și a Schimbărilor Climatice,
<http://www.mmediu.ro/beta/domenii/dezvoltare-durabila/strategia-nationala-a-romaniei-2013-2020-2030/>
20. Societatea Națională a Apelor Minerale, <http://www.snam.ro/datestatistice.html>
21. Universitatea Petru Maior din Târgu-Mureș,
http://antreprenoriat.upm.ro/assets/rapoarte/activitati/ASIC_1.1_ANEXA_%201_2_3.pdf
22. Revista Green Report,
<http://www.green-report.ro/apele-subterane-romanesti-intre-prestigiu-si-indiferenta/>