

**UNIVERSITATEA „BABEȘ BOLYAI” CLUJ – NAPOCA
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI**



**TEZĂ DE DOCTORAT
(Rezumat)**

**STUDIUL PROPRIETĂȚILOR FIZICO-CHIMICE A
SEDIMENTELOR ȘI A MATERIEI ÎN SUSPENSIE A
CÂTORVA LACURI DIN TRANSILVANIA**

**Elaborat de:
Drd. Ramona Flavia CÂMPEAN**

**Conducător științific:
Prof.Dr.Univ. Dumitru RISTOIU**

2012

CUPRINS

Cap.I. Introducere.....	2
Cap.II. Sedimente și suspensii în lacuri.....	3
Cap.III. Metode specifice de investigare.....	3
Cap.IV. Geologia Bazinului Transilvaniei	4
Cap.V. Investigarea sedimentelor și a suspensiilor din Lacul Sfânta Ana.....	5
5.1. Investigații pedologice.....	7
5.2. Investigarea interrelației sol-apă în lacul Sfânta Ana.....	14
5.3. Investigații hidrologice.....	16
5.4. Observații privind sedimentele din Lacul Sfânta Ana.....	19
Cap.VI. Caracterizarea fizico-chimică a sedimentelor și a suspensiilor specifice lacurilor sărate.....	19
6.1. Cercetări experimentale privind sarea badeniană.....	20
6.2. Investigații privind lacul sărat de la Pata Rât.....	23
6.3. Variația proprietăților apei în funcție de particulele aflate în suspensie.....	24
Cap.VII. Concluzii și contribuții personale.....	28
Cap.VIII. Bibliografie selectivă.....	31

Cuvinte cheie: *sedimente și suspensii, Bazinul Transilvaniei, lacul Sfânta Ana, sarea badeniană, lacul Pata Rât*

Cap. I. Introducere

La scurt timp de la formarea planetei Pământ solul și apa au constituit elementele de referință care au făcut posibilă apariția vieții, prin relația particulară care le inter-relaționează. Dacă scoarța terestră, „Lithos” oferă materia solidă care dă suport ființei vii, apa intervine în mod hotărâtor contribuind direct la diversificarea formelor de viață. Obiectivul principal al acestui studiu îl constituie lacurile, în cadrul relației particulare dintre apă și cu scoarța terestră de la suprafață, dispuse în interiorul continentelor.

Bazinul Transilvaniei prezintă o geologie specifică grație evoluției legate de Marea Paratehtys de la mijlocul Miocenului implicând în principal intervalul Burdigalian Badenian–Sarmațian, diverse litologii specifice, precum cele carbonatice sau evaporitice (Filipescu, 1997, 2005; Huisman, 1997; Davor, 1998; Zorn, 2004). Această diversitate geologică controlează prezența diferitelor tipuri de lacuri în Bazinul Transilvaniei.

Sub aspect altitudinal, sunt întâlnite lacuri de câmpie sau colinare naturale, dar și multe lacuri antropice de tipul iazurilor și lacurilor de acumulare specifice regularizărilor hidrologice. Se remarcă de asemeni prezența lacurilor sărate grație prezenței în substrat a acumulărilor de sare badeniană. Astfel putem menționa lacuri de disoluție a diapirelor, cum ar fi cele sărate de la Sovata (Alexe, 2006). Ar fi de menționat în aceeași categorie lacurile sărate din Turda, Cojocna (județul Cluj), sau unele lacuri de pe Valea Mureșului (Arthur, 2006). Aceste lacuri reprezintă adesea *sisteme acvatice deschise*, având cel puțin un izvor de alimentare și care sunt drenate prin râuri sau *sisteme semi-închise* și au ca sursă de apă un izvor, dar care datorită unui influx modest de apă, care nu poate asigura scurgerea prin râuri sau gârle, nu au drenaj aparent de tipul celui specificat mai sus. O categorie aparte a lacurilor este reprezentată de *sistemele închise* care nu au o sursă de *alimentare* de tipul izvoarelor dar nici nu se scurg prin râuri, fiind alimentate exclusiv de precipitații. Le putem numi pe bună dreptate *lacuri endoreice*. Aceste sisteme acvatice închise pot prezenta particularități deosebite din punct de vedere al relației sol–apă, respectiv al particulelor sedimentabile și al celor în suspensie. Un tip de locație care favorizează formarea acestor sisteme închise este cea a craterelor vulcanilor inactivi. La noi în țară există un astfel de lac unic în Europa și anume lacul Sf. Ana. Cercetările privind elaborarea tezei are drept scop investigarea acestui lac din punct de vedere al interacțiunii sol–apă, respectiv al particulelor aflate în suspensie.

Cap. II. Sedimente și suspensii lacustre

Obiectul de studiu al acestei teze de doctorat constă în observarea și studierea proprietăților fizico-chimice ale sedimentelor și suspensiilor din câteva lacuri din Transilvania. Din cele expuse până acum se desprind două aspecte importante și anume: sedimentarea ca proces de formare a rocilor sedimentare și ca proces fizic care se desfășoară actual în lacuri.

Sedimentele de natură biogenă sunt consecința existenței biosului acvatic precum peștii, moluștele, plante și microorganisme. Având în vedere aceste aspecte privind sedimentele de natură biogenă trebuie ținut cont de interacțiunea mediului bacterian asupra nămolului format pe fundul lacurilor. Acest aspect natural poate constitui un factor de risc potențial în combinație cu unele deversări poluante care poate afecta lanțul trofic acvatic și prin intermediul acestuia și sănătatea omului. Se pot remarca și compusi chimici organo complecși și organo metalici cum au evidențiat studii recente (Ristoiu et al., 1998; Ristoiu et al., 2009, Kovacs & Ristoiu 2009a, 2009b)

Cap. III. Metode specifice de investigare

Atunci când discutăm despre un material oarecare natural sau sintetic putem aborda compoziția și/sau structura. Compoziția ne arată din ce este alcătuit acel material iar structura ne arată cum este organizat materialul. Astfel putem vorbi de compoziția chimică a materialului vizat care ne va indica exact ce atomi apar și în ce cantitate. Apoi putem vorbi de compoziția fazică unde discutăm de grupări de atomi structurați în faze cristaline sau în molecule unde putem vorbi de compoziție, care are implicit definită o structurare specifică.

Având în vedere această ierarhizare a compoziției în funcție de structură, există metode specifice de investigare pentru fiecare din aceste unități de structurare specifică în material. De regulă analizele chimice oferă informații despre compoziția chimică, adesea indicând cantitativ prin metode analitice conținutul elemental al probei, dar în mod evident și despre moleculele din materialul investigat. Alte metode, cum ar fi difracția cu raze X, ajută la identificarea compoziției fazice a unui material fără să apeleze la proprietățile chimice ale acestuia ci la proprietățile fizice specifice.

Cap.IV. Geologia Bazinul Transilvaniei

Prin geneză și structurare geologică, succedate de gliptogeneză, Bazinul Transilvaniei este conturat ca unitate geologico-structurală, de orogenul Carpaților Românești. Din punct de vedere orografic, corespunde unui podiș, mărginit de depresiuni și dealuri submontane, reprezentate într-o anumită măsură, prin structuri de tip subcarpatic.

Depozitele sedimentare bazinale se dispun peste structuri deformate rezultate în ciclul aplan (i.e. fragmente de Dacide și Transilvanide). Prima megasecvență sedimentară revine intervalului maastrichtian terminal-eggenburgian. Ea include alternanțe de formațiuni marine epicontinentale cu formațiuni continentale (Rusu, 1970; Proust et Hosu, 1994; Hosu, 1999; Gheerbrant et al., 1999; Codrea et Hosu, 2001; Codrea et Dica, 2005). În anumite situații, formațiunile continentale pot dobândi continuitate laterală cu tranziții spre domenii bazinale marine (Filipescu et Kaminski, 2008).

În seria depozitelor sedimentare care alcătuiesc Bazinul Transilvaniei au fost separate trei cicluri de sedimentare: Cretacic superior, Paleogen și Neogen (Ciupagea, 1970).

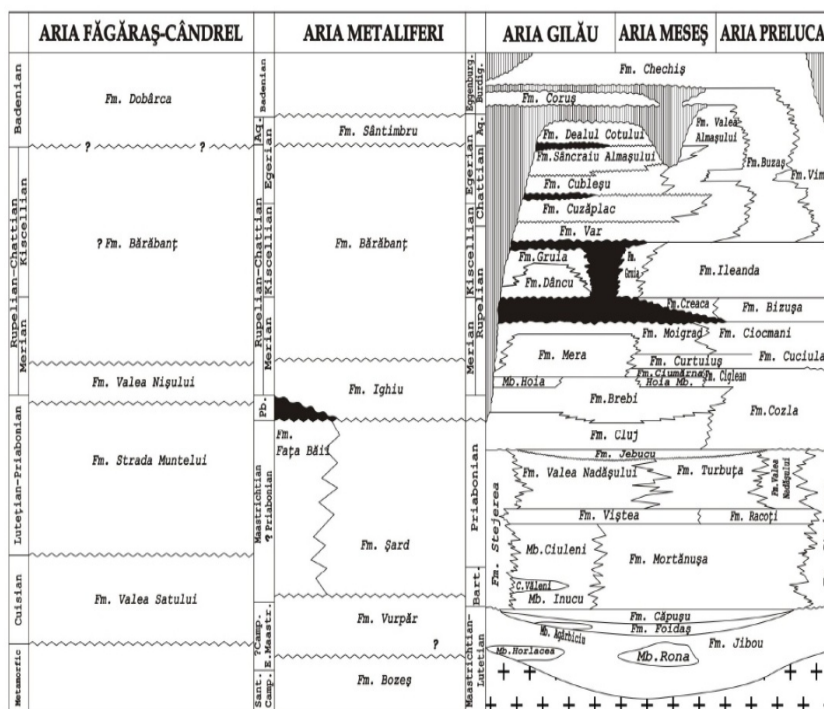


Fig. 1. Corelația formațiunilor geologice din zona Metaliferilor și NV Bazinului Transilvaniei în perioada Cretacic-Miocen inferior (ultimele, conform Rusu 1987, 1989, reactualizată de Filipescu, 2001)

Premize naturale și antropice în geneza și repartiția lacurilor sărate din Bazinul Transilvaniei

Pentru a înțelege mecanismul formării spațiale a unităților lacustre din Bazinul Transilvaniei considerăm necesară o analiză atentă a unora dintre cei mai importanți factori naturali ce au stat la baza genezei acestora: factori geologici și geomorfologici, îndeosebi formarea și apariția aproape de suprafață a depozitelor de sare. Evoluția paleogeografică a bazinului se desfășoară în trei etape principale: pre-bazinală sau prebadeniană, bazinală (badenian-pannoniană) și gliptogenetică (post-pannoniană) (Alexe, 2006).

Structura geologică a sectorului vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita

Bazinul Transilvaniei și Carpații Orientali semnifică în egală măsură structuri rezultate din evoluția specifică a sistemului orogenic alpin Carpato-Pannonic, care se poziționează în proximitatea marginii occidentale a Plăcii Eurasiatice, implicând cel puțin două blocuri litosferice mai mici, Tisia-Dacia și blocurile ALCAPA (Balla, 1987; Csontos și colab., 1992; Csontos, 1995).

Lanțul vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita (abreviat CGH), care apare de-a lungul marginii de est a Bazinului Transilvaniei, este segmentul sud-estic al arcului vulcanic al Carpaților (Seghedi et al., 2004b). Acesta constă din aliniamente de edificii vulcanice adiacente strâns spațiate către NV-SE.

Cap.V. Investigarea sedimentelor și a suspensiilor din lacul Sfânta Ana

La marginea estică a Bazinului Transilvaniei pe limita de demarcație dintre județele Harghita și Covasna se situează masivul Ciomadu Mare, munte de origine vulcanică. În craterul acestuia este adăpostit unul dintre cele mai reprezentative lacuri cu substrat vulcanic din Europa, lacul Sfânta Ana. Este situat la o latitudine nordică de 46,12 grade și o longitudine de 25,88 grade așa cum se poate observa din figura 2.

Lacul s-a format în craterul masivului Ciomadu Mare din lanțul vulcanic Gurghiu - Harghita situat la limita sud-estică a acestuia pe granița dintre județele Harghita și Covasna (Gâstescu, 1971).

Masivul Ciomadu, având 1301 m înălțime, se situează în munții Harghita de Sud din Carpații Orientali, care reprezintă terminația sudică a lanțului vulcanic Călimani-Gurghiu-Harghita. Ciomadul este un vulcan unitar, dar cu două cratere: bine conservatul Sfânta Ana și mai vechiul, mult mai erodat și crăpat, Mohoș. Vârsta lacului Sfânta Ana nu a fost încă determinată cu exactitate. Diverșii cercetători situând ultima erupție 32 ka (Juvigne et al.

1994) și 10.5 ka BP (Morya et al. 1996) sau chiar 9.8 ka (Magyari et al. 2006). Lacul Sfânta Ana se găsește în fundul unei depresiuni cvasi-circulare, cu versanți puternic înclinați, la o adâncime de 100 m față de înșeuarea cea mai joasă, iar față de vârfurile din jur la peste 200 m.

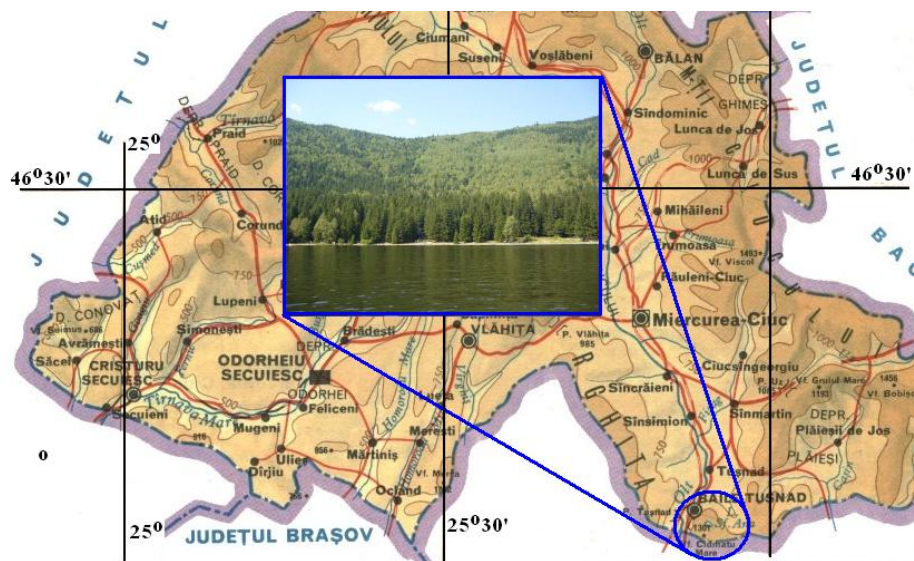


Fig. 2. Poziționare geografică a lacului Sfânta Ana (Harta jud. Harghita).

Cantitățile însemnate de precipitații au determinat acumularea apei în cantități semnificative în pâlnia craterului Muntelui Ciomadu Mare. Din analiza bilanțului hidric se constată, că în condițiile unui excedent de apă, lacul ar trebui să înregistreze o creștere treptată de nivel deoarece nu are scurgere superficială, fapt observat în harta hipsometrică și cea satelitară a zonei, figura 3.

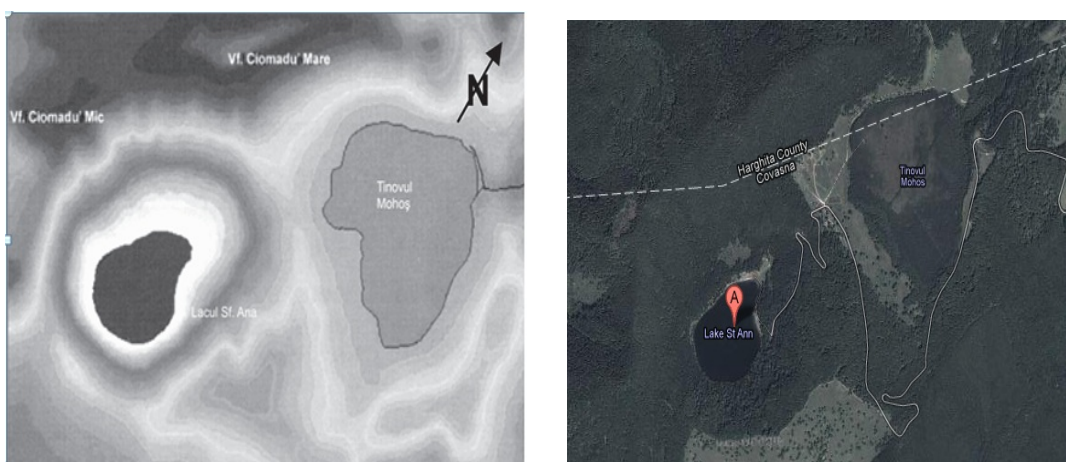


Fig. 3. Harta hipsometrică (stânga) și cea satelitară (dreapta) a celor două cratere ale masivului Ciomadul Mare (După Pilbath & Pal, 2007)

5.1. Investigații pedologice

Aceste investigații specifice se referă în principal la compoziția mineralogică a solurilor și la morfologia particulelor constituente. Din punct de vedere pedologic piroclastitele specifice vulcanului Ciomadu Mare, prezintă o mare cantitate de particule minerale de diferite granulații slab liate de componente organice cum ar fi humusul.

Prelevarea probelor de sol

Cele mai reprezentative eșantioane de sol specifice lacului Sf. Ana se găsesc situate în zona proximală a malului care formează o plajă specifică după cum se poate observa în figura 4. Depunerile specifice țărmului sunt cele care interacționează direct cu apa lacului fiind în cea mai mare măsură apte să formeze suspensii și sedimente în apa lacului.



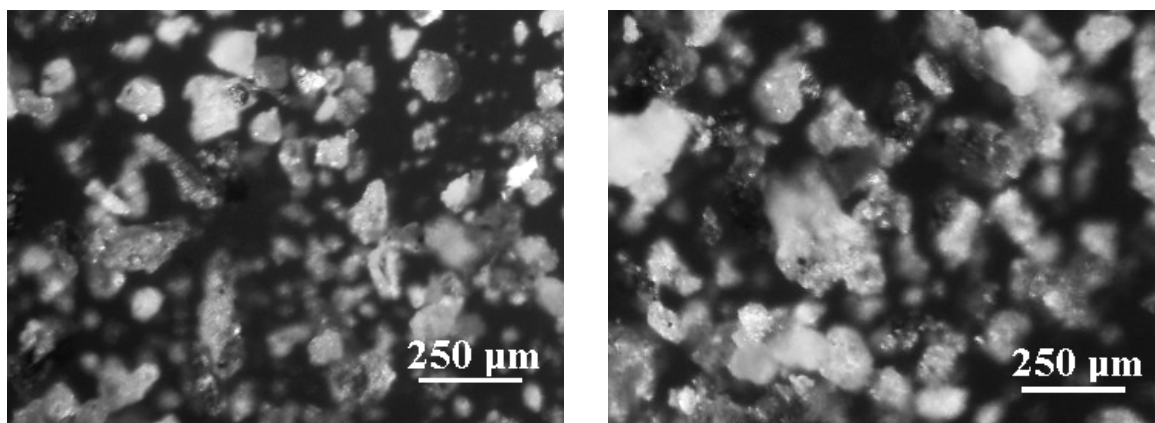
Fig. 4. Țărmul lacului Sfânta Ana: a) vedere de ansamblu, b) detaliu.

După cum putem observa în figura 4 b cele mai reprezentative probe de sol sunt: nisipul de pe plajă, având particule sub 1 mm diametru mediu, prundișul situat în zona proximală a vegetației cu diametru mediu al particulelor de câțiva mm și bolovănișul cu dimensiuni variate de la câțiva cm la peste 1 m. Prin urmare au fost prelevate eșantioane reprezentative de nisip, pietriș fin și pietriș grosier conform clasificării Attenberg.

Un alt eșantion reprezentativ de sol este cel de nămol de pe fundul lacului. Acesta a fost prelevat din cinci puncte diferite situate în interiorul fâșiei de adâncime medie (4 metri) cu ajutorul prelevatorului de probe lichide. Acesta a fost adus în stare pulverulentă prin evaporarea apei, nu prin fierbere pentru a evita deteriorarea componentelor mai sensibile din acesta.

Caracterizarea cristalografică și mineralogică

Eșantionul reprezentativ de nisip: În figura 5 a și b sunt prezentate microfotografiile în câmp întunecat a eşantionului mediu reprezentativ de nisip (an prelevare 2008). Observăm particule de diferite granulații cu varietăți morfologice. Pe particulele mai mari, peste 250 μm , se observă unele puncte mai închise și altele mai deschise la culoare, ceea ce înseamnă că particulele constituie asociații mineralogice. Aceste puncte pot fi cristale cuprinse în masa amorfă.

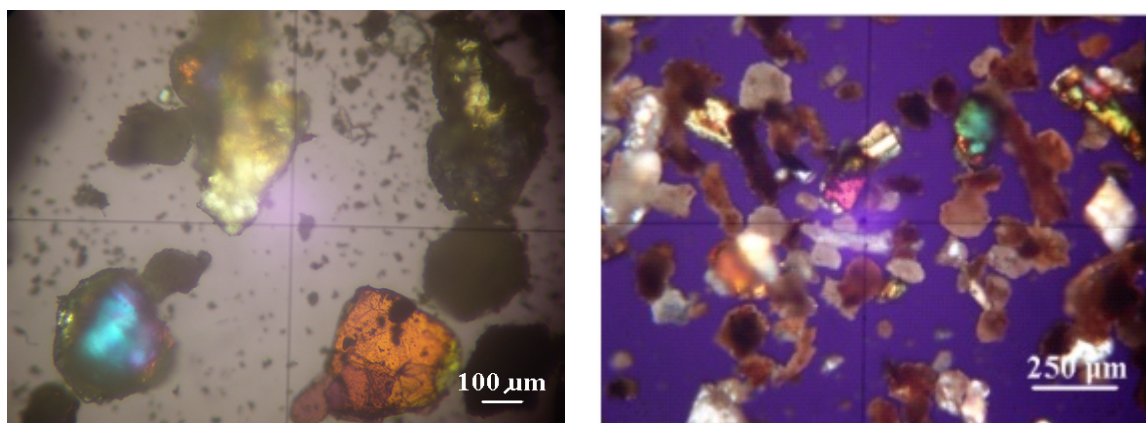


a

b

Fig. 5. Aspecte morfologice ale eşantionului mediu reprezentativ de nisip, microscopie optică în câmp întunecat, probe prelevate: a) în anul 2008 și b) în anul 2009.

Observăm în lumină polarizată cu polarizorul și analizorul introduse o colorare roșcat intensă a particulelor de biotit prezentând o întunecare a culorii la rotație (extincție) la un unghi specific micelor, figura 6. Prin urmare în nisipul de pe malul lacului Sf. Ana există atât particule microscopice cât și macroscopice de biotit înglobate în masa amorfă.



a

b

Fig. 6. Particule de nisip de pe malul lacului Sfânta Ana în lumină polarizată: a) anul 2008 și b) anul 2009.

Așadar, nisipul de pe malul lacului Sf. Ana conține biotit, muscovit, feldspat potasic și hornblendă potasică. Prin urmare, o caracteristică a vulcanitelor masivului Ciomadu sunt silicații potasici. (Câmpean et al. 2009c, Câmpean et al. 2011)

Eșantionul reprezentativ de pietriș fin

Eșantioanele de pietriș fin au fost colectate atât în anul 2008 cât și în anul 2009. Fiecare este rezultatul prelevării de probe din cinci puncte diferite de pe malul lacului Sf. Ana, fiind pregătite în mod similar probelor de nisip. Aspectul macroscopic al acestora poate fi observat în figura 7.

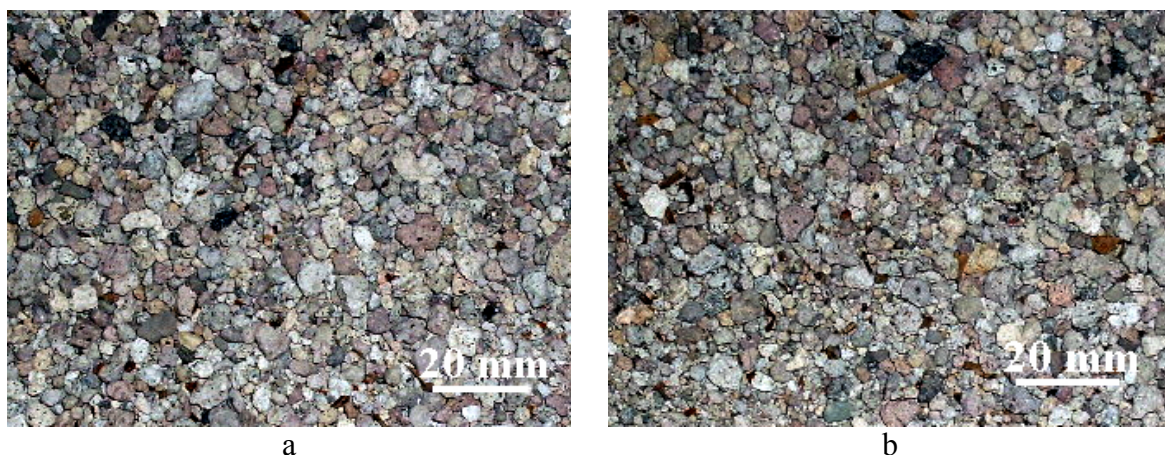


Fig. 7. Eșantioanele medii reprezentative de pietriș fin de pe malul lacului Sfânta Ana prelevate: a) în anul 2008 și b) în anul 2009.

Din figura 7 rezultă o distribuție macroscopică variată a particulelor de pietriș fin variind de la 2-3 mm diametru mediu până la aproape 10 mm. Analizele de difracție cu raze X au fost efectuate în condițiile reglajului optim determinat prin cercetările anterioare, folosind de această dată un anticatod de Cu, respectiv radiația monocromatică $\text{Cu } \alpha$. Diffractogramele rezultate pentru probele medii reprezentative de pietriș fin sunt prezentate în figura 8. (Câmpean et al. 2012).

Diffractograma probei medii reprezentative de pietriș fin prelevată în anul 2009 este prezentată în figura 8.b. Au fost identificate aceleași minerale componente cu aceleași considerații privind maximele de difracție, fiind observate doar unele mici modificări în intensitățile relative ale acestora, favorizând dezvoltarea lor pentru anumite plane cristalografice în detrimentul celorlalte.

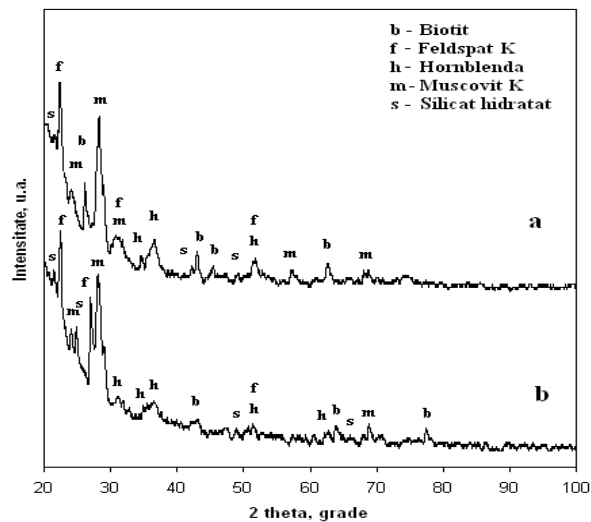


Fig. 8. Difractogramele rezultate pentru probele medii reprezentative de pietriș fin:
 a) anul de prelevare 2008 și b) anul de prelevare 2009, radiație folosită $\text{Cu } \alpha$.

Aceste mici diferențe sunt ne semnificative putând astfel conchide că eșantioanele de pietriș fin prelevate în 2008 și respectiv în 2009 sunt perfect identice, atât ca morfologie cât și din punct de vedere al compoziției mineralogice (Brașovan et.al. 2011, Câmpean 2009 b).

Eșantionul reprezentativ de pietriș grosier (bolovăniș)

Așa cum s-a prezentat anterior, pe malul lacului Sf. Ana există pietriș într-o gamă dimensională foarte variată, de la bolovănișuri având diametre între 50 – 100 mm, la bolovani de până la un metru. Astfel au fost identificate două mari categorii de roci: cu nuanță roșiatică și cu nuanță verzuie. (Câmpean et al. 2012).

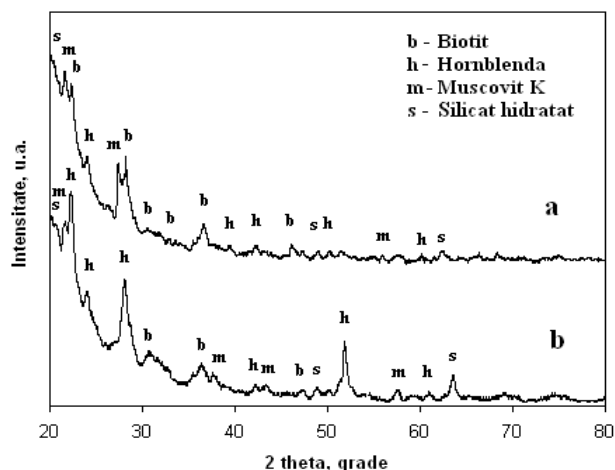


Fig. 9. Difractogramele rezultate pentru pietrișul de pe malul lacului Sfânta Ana:
 a) roca cu nuanță roșie, b) roca cu nuanță verde, radiație folosită $\text{Cu } \alpha$.

În difractograma rezultată pentru roca roșie, figura 9.a, este evidentă prevalența maximelor de biotit însoțit de muscovit și având urme semnificative de hornblendă și silicat hidratat.

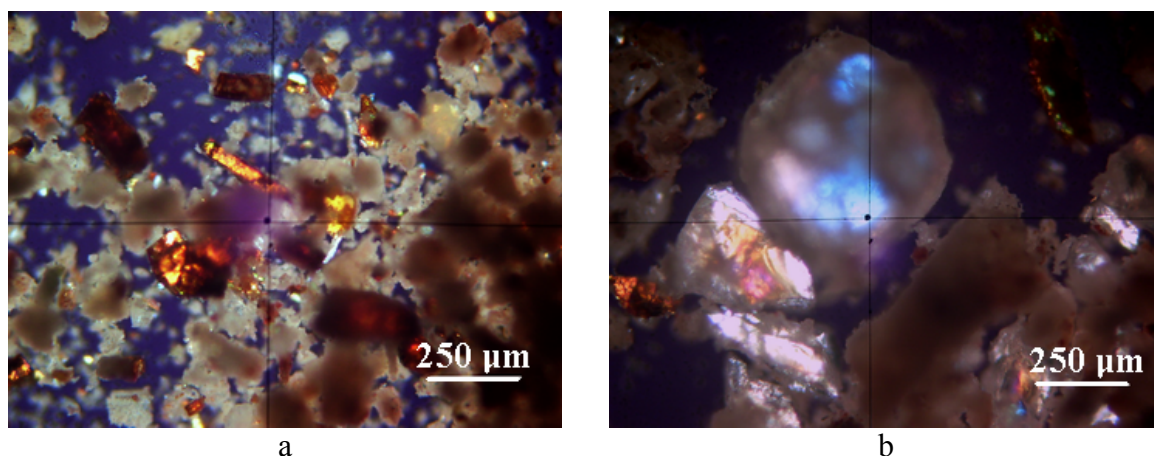


Fig. 10. Microfotografiile optice în lumină polarizată cu nicolii încrucișați pentru casura rocilor: a) roșie, b) verde

În figura 10.a, pot fi observate în lumină polarizată cu nicolii încrucișați lamele biotitice provenite din casura unor eșantioane de rocă roșie. Acestea prezintă un aspect tabular – lamelar cu pleocroism, culoarea variind de la portocaliu intens la roșu brun în funcție de poziția acestora față de axa optică a microscopului.

Pentru roca verde, prevalează maximele de hornblendă în spectrul de difracție cu raze X din figura 10.b. Acestea indică un conținut ridicat de hornblendă în rocile verzi.

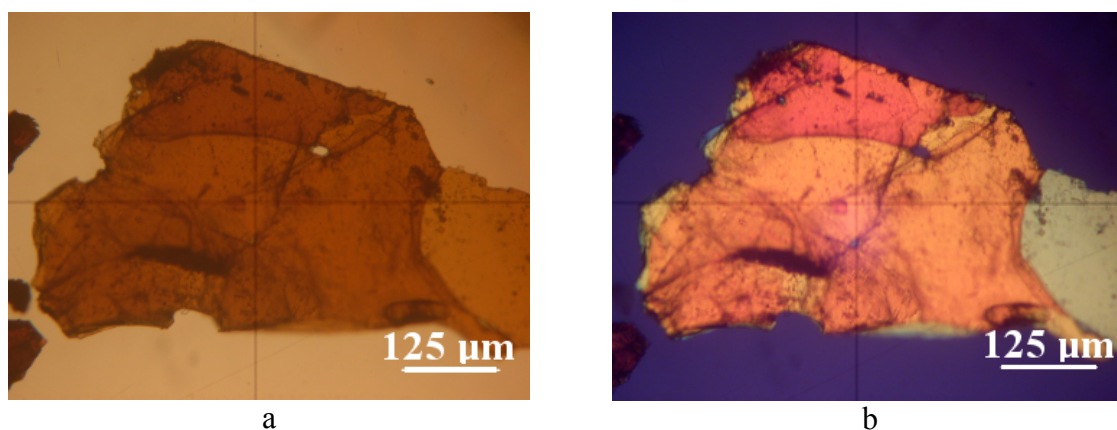


Fig. 11. Microfotografiile optice mineralogice pentru o lamelă de biotit observată în:
a) lumină transmisă și b) lumină polarizată cu nicolii încrucișați.

Astfel am extras dintr-un eșantion de rocă roșie un cristal macroscopic de biotit care a fost supus dezagregării prin aplicarea unor tensiuni mecanice asupra agregatului tabular – lamelar. Foile de biotit au clivat și s-au despărțit în lamele foarte fine care au fost investigate la microscopul optic mineralogic rezultând imaginile din figura 11. Se observă habitul pseudohexagonal tipic biotitului precum și pleocroismul acestuia, (Arghir, 1986; Rickwood,

1981; Câmpean et al., 2011). Analiza de difracție cu raze X efectuată pe lamelele de biotit extrase din roca roșie, indică maximele specifice acestuia după cum se poate observa în figura 12.

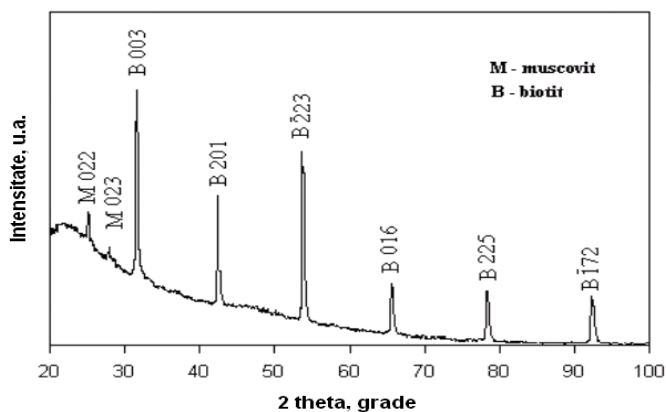


Fig. 12. Difractograma obținută pentru eșantionul de biotit extras, radiație folosită Co α .

Proba medie reprezentativă de nămol

Probele de nămol au fost prelevate în 2009 din cinci puncte diferite ale lacului Sf. Ana situate în interiorul benzii de adâncime medie situată la 4 m. Acestea au fost colectate în stare umedă și au fost lăsate la uscat în condiții naturale pentru a evita posibilele denaturări ale probei prin încălzire. Așa cum era de așteptat compoziția mineralogică a nămolului de pe fundul lacului este întru totul identică cu cea a nisipului de pe mal, figura 13.

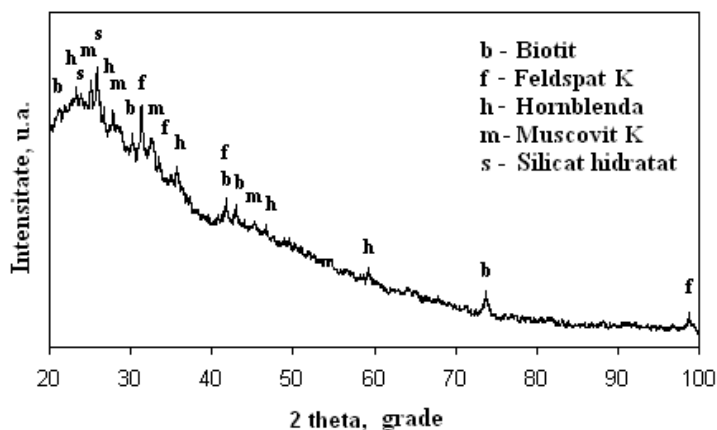


Fig. 13. Difractograma eșantionului mediat de nămol prelevat de la lacul Sf. Ana din zona de 4 m adâncime, radiație folosită Co α .

Modele morfologice ale particulelor de sol

Aspectele morfologice ale mineralelor identificate pentru nisipul, respectiv nămolul de la lacul Sf. Ana pot prezenta anumite particularități care pot favoriza dispersarea acestora în

mediul apos. Dintre acestea cele mai interesante sunt mineralele aparținătoare clasei filosilicaților cum ar fi muscovitul și biotitul datorită posibilității lor de fragmenare la particule ultrafine în condiții de solicitare mecanică redusă (Câmpean, 2011; Câmpean, 2012). Aceste particule ultrafine pot fi foarte ușor antrenate în mediul acvatic, în care se pot menține în suspensie perioadă îndelungată.

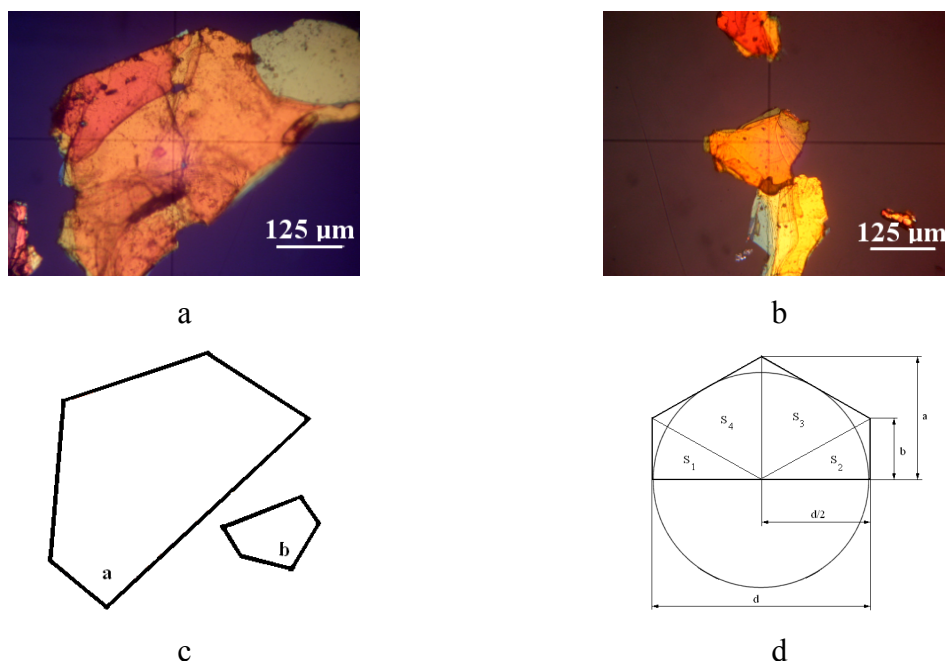


Fig. 14. Revelarea modelului geometric pornind de la lamela de biotit: a) o particulă mai mare, b) două particule mai mici, c) forma geometrică revelată și d) modelul geometric al particulei de biotit.

Având în vedere legea lui Arhimede, accepțiunea generală de sedimentare a particulelor, ține cont de o aproximare sferică la o scară microscopică. Din această cauză în cele ce urmează vom dezvolta un model tabular, pornind de la evidențierea particulelor de biotit. În figura 14 am pornit analiza formei particulelor de biotit de la forma generală a acestora (figura 14 a și b) concretizând conturul exact al acestora. Pe baza revelării conturului din figura 14.c, a fost elaborat modelul geometric prezentat în figura 14.d.

Considerând forma geometrică specifică a lamelelor biotitice ca fiind o jumătate de hexagon. Această formă geometrică reprezintă relațiile planare ale lamelelor de biotit ca fiind baza modelului tabular, figura 14.

Astfel, dacă forța ascensională este mai mică decât greutatea particulei, aceasta se va scufunda, iar dacă forța ascensională este mai mare decât greutatea particulei, aceasta va pluti. În condiții de regim acvatic staționar, așa cum se întâlnește la lacul Sf. Ana, sedimentarea particulelor minerale observate este o chestiune de timp.

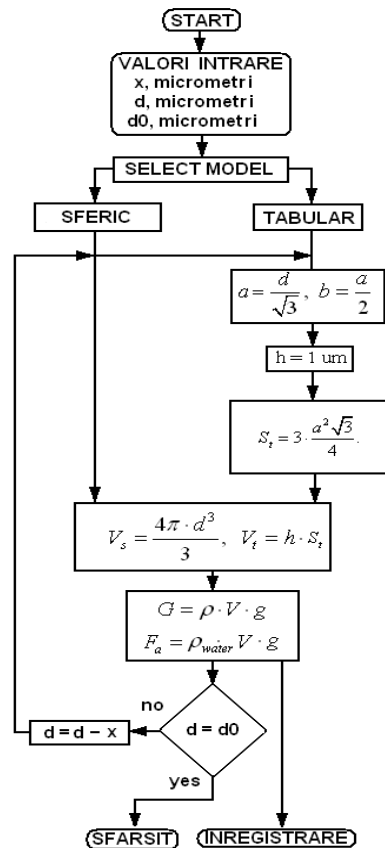


Fig. 15. Schema logică pentru algoritmul de sedimentare al particulelor specific modelului tabular.

Prin urmare este interesantă observarea variației forței ascensionale și a greutateii particulei în diferite condiții dimensionale. Pentru aceasta, am elaborat un algoritmul bazat pe modelul tabular dar și pe cel sferic. Schema logică a acestui algoritmul este prezentată în figura 15.

5.2. Investigarea inter-relației sol-apă în lacul Sfânta Ana

Prelevarea și prepararea probelor: Probele de apă au fost prelevate cu ajutorul unui dispozitiv cu recipient de sticlă și mecanism de pompare manuală. Astfel au fost colectate eșantioane medii reprezentative de apă de la suprafață și de la 1, 2, 3 și respectiv 4 m adâncime din cel puțin cinci puncte diferite situate în interiorul zonei de adâncime medie a lacului Sf. Ana. În perioada de prelevare august 2009, nu s-au semnalat precipitații înainte cu 2 săptămâni, astfel apa lacului n-a fost influențată de curenți care sa interfereze cu particulele de pe fundul lacului.

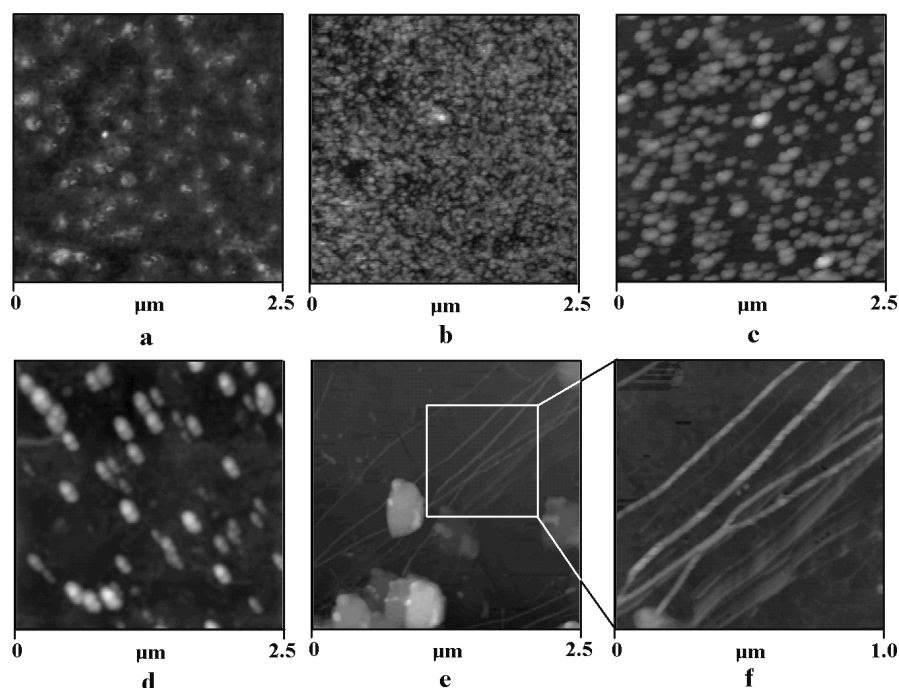


Fig. 17. Imaginile AFM topografice: a) substratul de sticlă, b) apă de la suprafață, c) apă de la 1 metru, d) apă de la 2 metri, e) apă de la 3 metri și f) detaliu de imagine pentru proba de apă de la 3 metri adâncime.

5.3. Investigații hidrologice

Conductivitatea și rezistivitatea electrică: Conductivitatea, în cazul soluțiilor apoase, este influențată de concentrația substanțelor, sărurile dizolvate în apă favorizează creșterea conductivității acestora. Ioni de Fe^{2+} eliberați de către muscovite, biotit și hornblendă sunt principalii răspunzători pentru conductivitatea mai crescută a straturilor mai adânci de apă în raport cu cele de la suprafață, faptul este evidentiat de variația din figura 18.

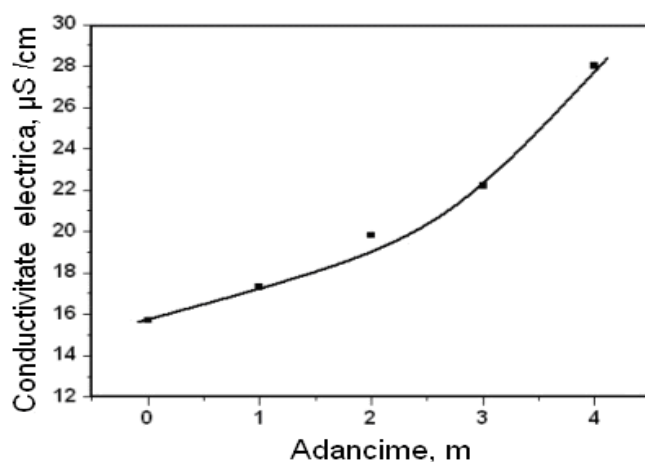


Fig. 18. Variația conductivității electrice funcție de adâncime măsurată în laborator pentru proba din 2010.

Măsurători de conductivitate electrică in situ:În acest sens am dezvoltat cercetări care s-au dovedit fructuoase prin realizarea unui prototip de dispozitiv de măsurare in situ RRC 1. Pe această cale mulțumim domnului Profesor Dr. Ing. Fiz. Arghir George, Dr. Ing. Petean Ioan și Ing. Burtescu Andrei pentru colaborarea în realizarea acestui dispozitiv.

Pentru măsurarea conductivității electrice avem nevoie de doi electrozi de argint conectați la un multimetru digital universal de tipul BT9205A, iar pentru măsurarea turbidității un montaj cu diodă emisivă de lumină și o fotorezistență ca element sensibil. Dispozitivul realizat este prezentat în figura 19.

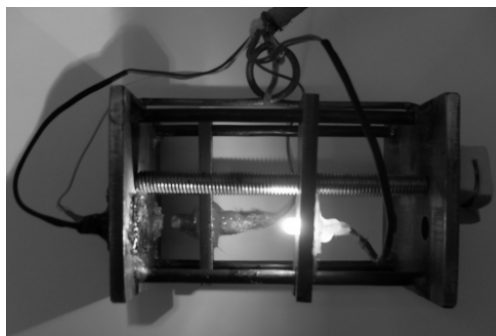


Fig. 19. Prototipul dispozitivului de măsurare in situ a conductivității electrice și a turbidității.

Un prim avantaj al metodei este numărul mult mai mare de investigații făcute exact la fața locului și totodată numărul de puncte experimentale mult mai multe care pot valida mai bine o variație. Comparând rezultatele obținute prin măsurătoare in situ, se observă aceeași variație a conductivității electrice. Datele aferente sunt publicate într-un articol care tratează pe larg această experiență (Câmpean, 2010).

Turbiditatea apei: Se constată că valorile obținute se află sub limita de 40 NTU, limită peste care încep apele cu turbiditate medie. Prin urmare în general putem afirma că apa lacului Sf. Ana prezintă o turbiditate foarte redusă, așa cum se poate observa în figura 20.

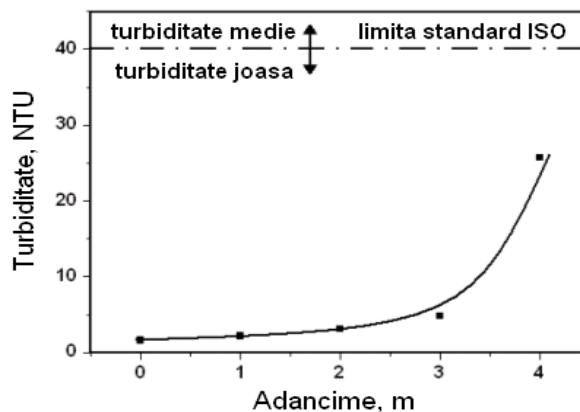


Fig. 20. Variația turbidității măsurate în laborator pentru probele de apă din 2010 în funcție de adâncimea de prelevare.

Măsurarea valorii pH-ului: Pentru determinarea pH-ului apei se folosesc metode colorimetrice și potențimetrice. Valoarea pH – ului scade progresiv odată cu adâncimea, figura 21. Faptul este datorat prezenței particulelor de silicați precum și de feldspat potasic asociate cu filosilicații specifici - biotitul și muscovitul, care prezintă o tendință acidă în prezența apei.

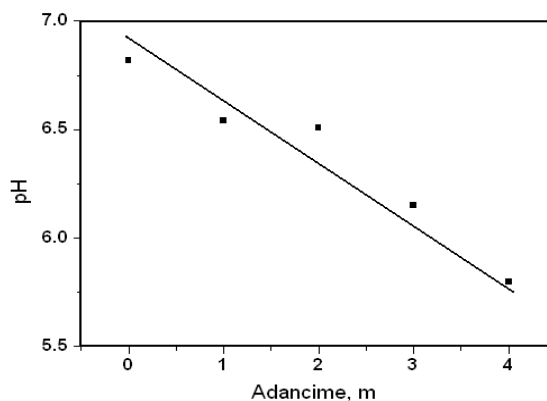


Fig. 21. Variația pH – ului în funcție de adâncime, probe prelevate în 2010.

Conținutul de metale grele: Folosind această metodă modernă de cercetare în domeniul analizelor chimice a fost determinat conținutul de metale din probele de apă prelevate de la lacul Sf. Ana în august 2010. În această lună nu s-au semnalat precipitații cu două săptămâni înainte de prelevare. Au fost determinate următoarele metale: fierul, cuprul, zincul, plumbul și cadmiul.

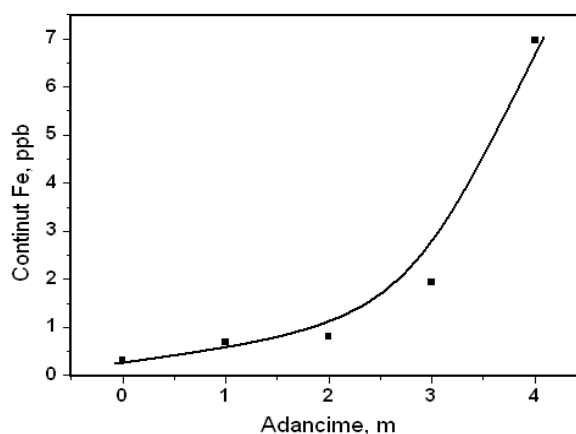


Fig. 22. Variația conținutului de Fe în funcție de adâncime, Măsurători pe probe de apă prelevate în 2010.

Metalul cu conținutul cel mai ridicat în apa lacului Sf. Ana este fierul, în figura 22 observăm o cantitate foarte mică la suprafață dar care crește vertiginos spre 3 și respectiv 4 m adâncime. Faptul este datorat prezenței dispersiilor de biotit și hornblendă care eliberează

cantitatea de fier măsurată. Valoarea cea mai ridicată este de 6,96 ppb, adică o valoare cu mult sub limita maximă admisă. Faptul în sine arată conservarea mediului natural specific.

Faptul este confirmat de identificarea unor urme slabe de Cu și Zn (Cu = 0,03 ppb și Zn = 0,05 ppb) cu mult sub limita standard. Prin urmare, măsurătorile curente din anul 2010 efectuate pe eșantioane reprezentative de apă indică faptul că lacul Sf. Ana se găsește într-o stare ambientală normală fără semne evidente de poluare. Rezultatele experimentale obținute în cadrul acestei teze sunt în bună concordanță cu datele publicate de Begy și colab. 2009, care a aplicat și dezvoltat tehnica de determinare a radioizotopului ^{210}Po (urmașul ^{210}Pb) în datarea sedimentelor lacustre prin spectroscopie alfa, implementând o metodă de datare a sedimentelor tinere. Pentru concentrația ^{210}Pb valoarea este de 5 Bq/kg.

5.4. Observații privind sedimentele din lacul Sfânta Ana

Cu ajutorul rezultatelor obținute la măsurătorile efectuate la lacul Sf. Ana am efectuat o modelare tridimensională a lacului pentru a evidenția valorile proprietăților apei. Aceasta este prezentată în figura 23.

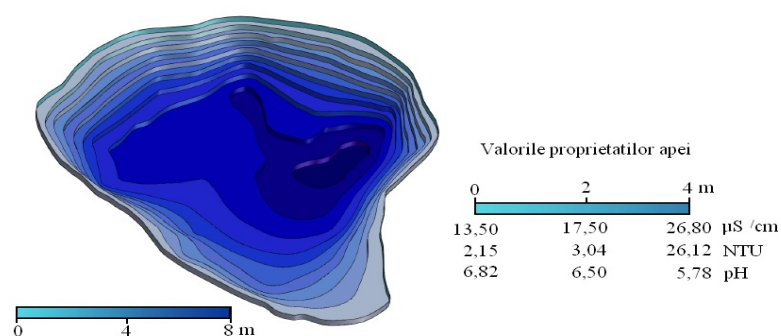


Fig. 23. Reprezentarea tridimensională a lacului Sfânta Ana și repartiția principalilor parametri fizico-chimici ai apei.

Cap.VI. Caracterizarea fizico-chimică a sedimentelor și a suspensiilor specifice lacurilor sărate

Depozitele de sare din Transilvania sunt cele mai pure din lume. S-au format prin scăderea nivelului apei Mării Paratethys din Badenian în Bazinul Transilvaniei (Peryt, 2006). Cele mai reprezentative depozite sunt situate pe aliniamentul Sovata – Praid și Dej – Cojocna – Turda .

6.1. Cercetări experimentale privind sarea badeniană

Prelevarea și prepararea probelor de sare badeniană: Pentru aceasta investigație am prelevat eșantioane de sare badeniană de puritate ridicată din Salina Turda. Bucățile de sare au fost măcinate și s-a obținut o pulbere. O parte din această pulbere a fost folosită ca material de referință și o altă parte a fost dizolvată în apă ultrapură 10 g sare la 10 ml apă. Soluția astfel obținută a fost depusă pe o lamelă microscopică sterilă și s-a urmărit la microscopul optic mineralogic fenomenul de cristalizare din soluție în condiții omogene.

Modelarea structurală a sării badeniene, configurația halitului: În cazul nostru este de așteptat ca o soluție din sarea din badenian va ajuta o cristalizare omogenă în loc de una heterogenă datorită purității ridicate, formând cristale perfecte de halit. Prezența de materii organice și minerale solide suspendate într-o soluție de sare va ajuta mai degrabă o cristalizare heterogenă în loc de una omogenă, caz menționat înainte (Liu, 2000). Mai întâi efectuăm un model teoretic cristalografic pentru cristalele de halit pentru identificarea corespunzătoare a posibilelor forme de cristale și în al doilea rând elaborăm experimentul. O soluție apoasă de sare din Badenian de 1M a fost preparată folosind cristale pure de la mina Turda. Soluția a fost depusă pe o lamelă microscopică de sticlă în strat subțire și a fost supusă uscării naturale (25°C presiune atmosferică) în timpul investigării microscopiei optice.

Bazat pe celula elementară FCC am reprezentat în figura 24 cele mai importante plane cristalografice și direcțiile lor corespunzătoare, care sunt în măsură să ajute la creșterea cristalelor de sare ideale. (Petean et al. 2011)

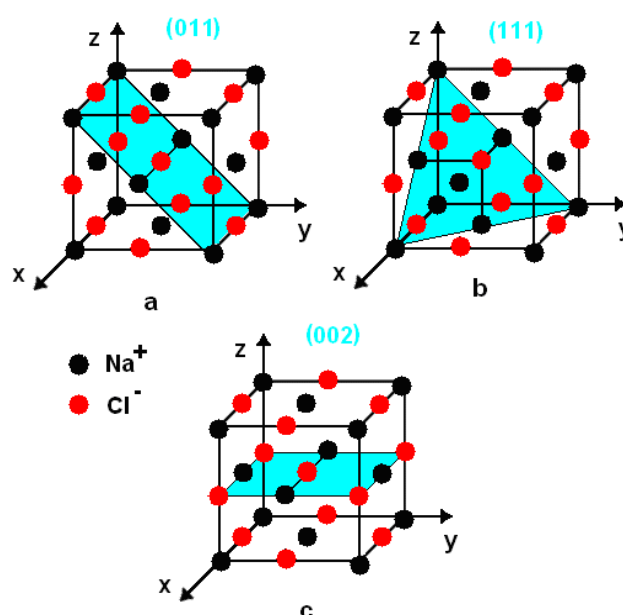


Fig. 24. Dovada posibilă a planelor cristalografice pe celule elementare de halit. Planele cristalografice: a) {110}, b) {111}, și c) {200}.

Cristalizarea sării badeniene în condiții omogene: O probă de sare din Badenian și plăcuța de sticlă cu soluția salină după uscare completă au fost supuse difracției cu raze X.

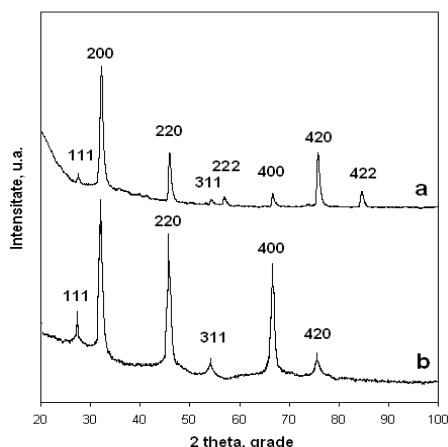


Fig. 25. Difractogramele pentru: a) pulbere de sare din badenian b) film de clorură de sodiu complet uscată depus pe lamela microscopului.

Figura 25. a reprezintă modelul de difracție cu raze X rezultat din pulberea de sare din Badenian și figura 25. b prezintă modelul de raze X rezultat pentru plăcuța de sticlă a microscopului cu cristalele de sare complet uscate. În ambele cazuri se observă picuri de difracție bine dezvoltate legate de starea cristalină a sării. Picurile de difracție pentru pulberea de sare, figura 25. a, sunt puțin lărgite comparativ cu picurile observate pentru suprafața de sticlă, figura 25. b, datorită particulelor fine de sare. Pe de altă parte, pulberea caracterizează mai multe plane cristalografice decât monocristalele crescute pe plăcuța de sticlă. Sunt prezentate microfotografiile optice obținute pe plăcuța de sticlă după 10 minute de uscare naturală, figura 26.

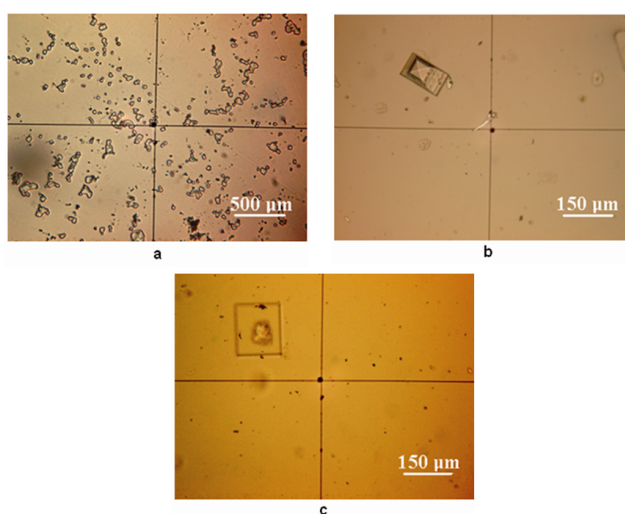


Fig. 26. Microfotografiile optice în lumină transmisă pentru soluția apoasă de clorură de sodiu după 10 minute de uscare: a) vedere generală a clusterilor, b) detalii pe clusterul [110] și c) detalii pe clusterul [200].

Sunt observați câțiva clusteri de cristal după 10 minute de uscare la mărire mai mică, figura 26.a. Clusterii sunt formați datorită gradientului de concentrare cauzat de evaporarea apei de pe suprafața filmului subțire a soluției apoasă de sare prin cristalizare omogenă.

În figura 27 sunt prezentate microfotografiile optice obținute pe plăcuța de sticlă după 20 minute de uscare naturală. Se observă cristale puternic dezvoltate legate de o scădere semnificativă a soluției apoasă de sare. Se observă câteva picături de apă și o umiditate superficială în jurul cristalelor caracteristice.

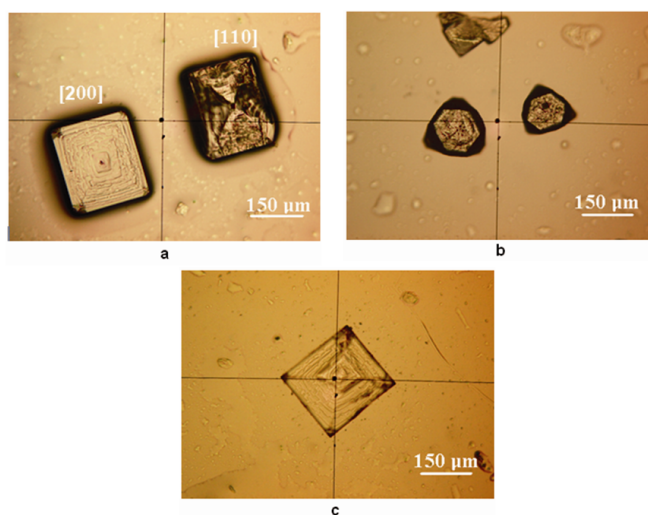


Fig.27. Microfotografiile optice în lumină transmisă pentru soluția apoasă de clorură de sodiu după 20 minute de uscare: a) clusterul [110], b) detalii pe clusterul [111] și c) detalii pe clusterul [200].

Cristalele de sare sunt complet formate după 30 de minute de uscare așa cum s-a observat în figura 28. Acest fapt este dovedit de lipsa umidității și de terase (straturi) intermediare pe suprafața cristalelor.

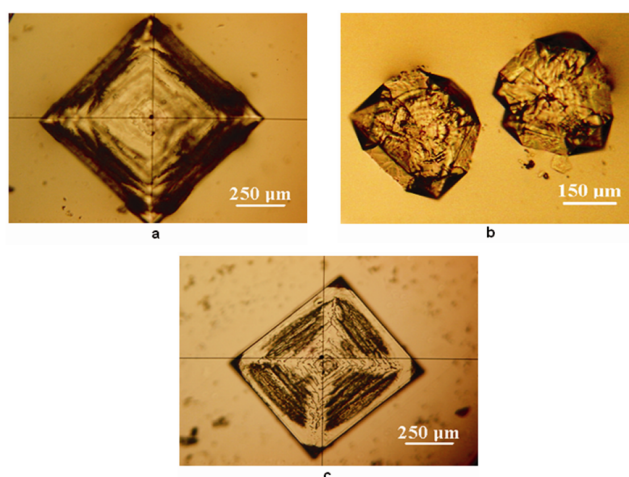


Fig.28. Microfotografiile în lumină optică transmisă pentru soluția apoasă de clorură de sodiu după 30 minute de uscare: a) [110] cluster, b) detaliu pe clusterul [111] și c) detaliu pe clusterul [100].

6.2. Investigații privind lacul sărat de la Pata Rât

Unul dintre cele mai importante aliniamente de zăcăminte de sare badeniene din Bazinul Transilvaniei este Dej – Cojocna – Turda. Prezența zăcămintelor de sare influențează puternic topografia și stabilitatea arealelor vizate. S-au raportat importante mișcări de teren datorate modificării rapide a conformației unor depozite salifere care afectează terasamentul căii ferate Apahida – Câmpia Turzii, județul Cluj (Constantinescu, 1996).

Prelevarea eșantioanelor și pregătirea probelor: Pentru revelarea acestor aspecte am prelevat eșantioane reprezentative de sol, apă și nămol de la o lacul sărat situat pe linia Dej – Cojocna – Turda lângă orașul Cluj – Napoca la Pata Rât. Solul prelevat este din imediata vecinătate a lacului, proba de apă este prelevată de la suprafața lacului iar nămolul este prelevat de pe fundul lacului, figura 29.



Fig.29. Lacul sărat de la Pata Rât , Cluj – Napoca: a) depunere de sare pe malul lacului și b) detaliu depuneri de sare de pe malul lacului și oglinda apei

Eșantioanele de apă și de nămol au fost depuse fiecare pe câte o lamelă de sticlă, uscate natural. Proba de sol a fost emulsificată cu apă deionizată după care s-a depus pe o lamelă de sticlă un strat uniform similar ca și consistență cu stratul de nămol.

Investigarea solului adiacent și a apei din lacul sărat: Difractogramele rezultate pentru proba de sol adiacent lacului precum și proba de picătura de apă depusă și evaporată sunt prezentate în figura 30. Pentru proba de sol se observă maxime bine conturate și zvelte corespunzătoare mineralelor componente ale solului dar apar și unele mai puțin intense și mai largi care corespund mineralelor argiloase cu particule foarte fine. Difractograma rezultată pentru proba de apă evaporată prezintă maxime foarte bine dezvoltate și zvelte care corespund unui amestec de monocristale microscopice. (Câmpean et al. 2011b)

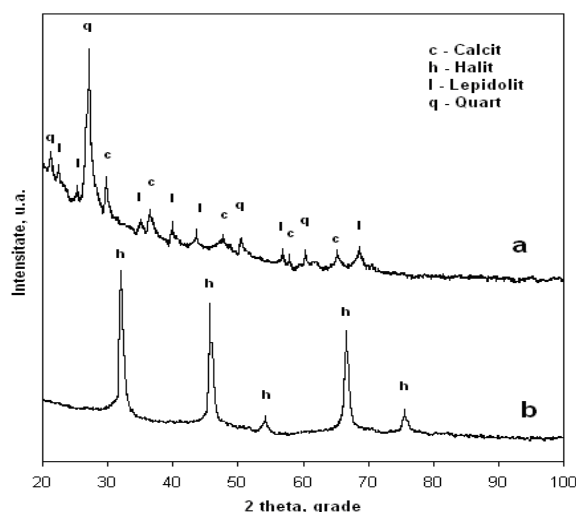


Fig. 30. Difractogramele rezultate pentru:
a) proba de sol, b) proba de apă depusă și evaporată.

Investigarea nămolului sărat: Compoziția mineralogică a probelor de nămol sărat colectate de la lacul Pata Rât s-a evidențiat prin analiza de difracție cu raze X. Difractograma rezultată este prezentată în figura 31.

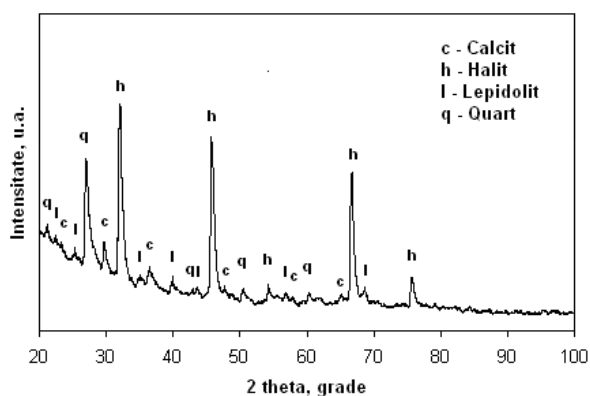


Fig. 31. Difractograma rezultată pentru eșantionul reprezentativ de nămol sărat.

Difractograma din figura 31. prezintă două spectre majore suprapuse: spectrul rezultat din particulele de sol și spectrul corespunzător sării cristalizate. În ordinea intensității picurilor cel mai intens este corespunzător clorurii de sodiu.

6.3. Variația proprietăților apei în funcție de particulele aflate în suspensie

Distribuția microstructurală a mineralelor în straturile de apă: Plecând de la aceste premise au fost prelevate probe de apă de la suprafață precum și de la 10 și 20 cm adâncime, stratul de nămol fiind situat la o adâncime medie de 30 cm.

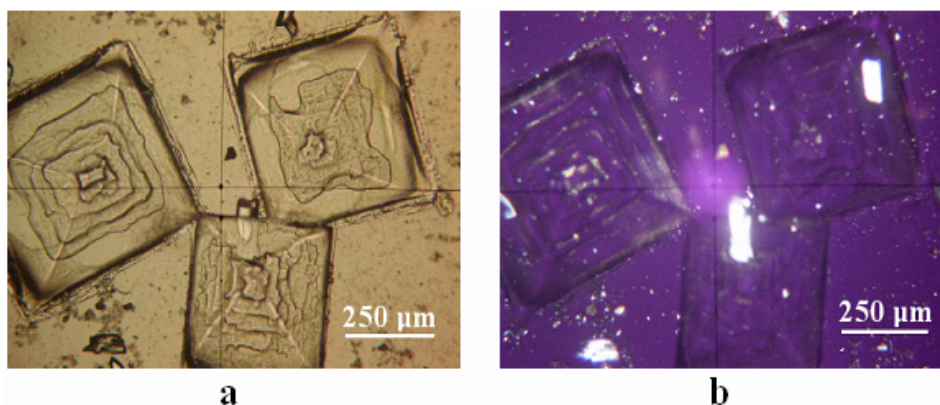


Fig. 32. Microfotografiile optice mineralogice pentru proba de apă prelevată de la suprafață:
a) în lumină transmisă și b) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați.

Microstructura probei de apă prelevată de la suprafața lacului sărat de la Pata Rât este prezentată în figura 32.a Observăm cristale de sare bine dezvoltate după direcțiile cristalografice [110] și [200] însoțite de particule materiale de origine minerală. În lumină polarizată se poate observa acest lucru, figura 32.b, cristalele de sare apărând albastrui translucid pe fondul întunecat al imaginii.

La 10 cm adâncime în figura 33.a. se evidențiază un cristal de sare format după direcția [200] aproape vizibil cu ochiul liber (circa 1 mm) înconjurat de particule minerale provenite din suspensia apoasă. Faptul corespunde unei germinări eterogene promovată de incluziunile solide dispersat în soluția salină.

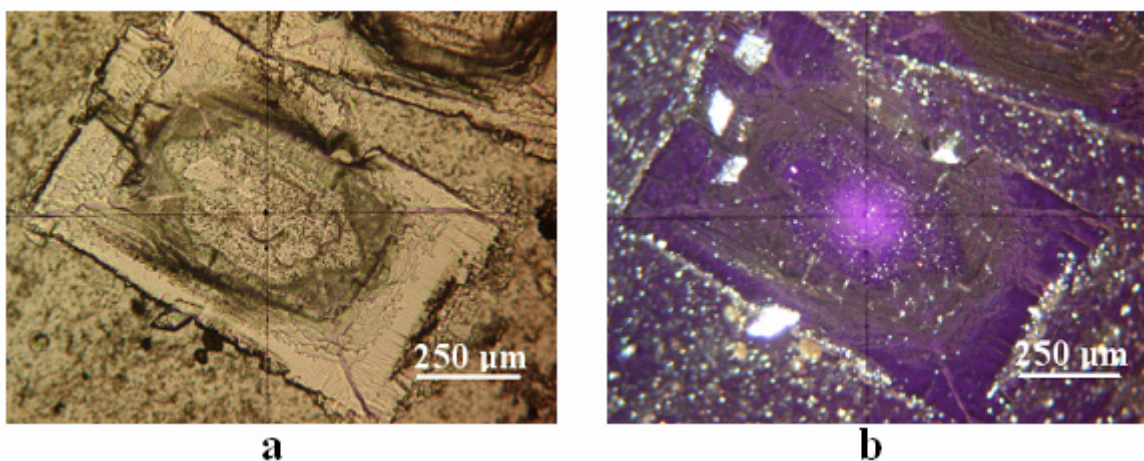


Fig. 33. Microfotografiile optice mineralogice pentru proba de apă prelevată de 10 cm adâncime: a) în lumină transmisă și b) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați.

La 20 cm adâncime ne aflăm foarte aproape de fundul lacului, respectiv de zona de incidență cu nămolul. Microscopia optică în lumină transmisă evidențiază un cristal de halit împresurat de agregate de particule aflate în suspensie, figura 34.a. Aproape s-a format un film compact de particule materiale provenite din volumul de apă etalat pe suprafața de sticlă

a lamelei microscopice. Este evidentă intruziunea acestor particule în interiorul cristalului de halit format prin evaporarea apei.

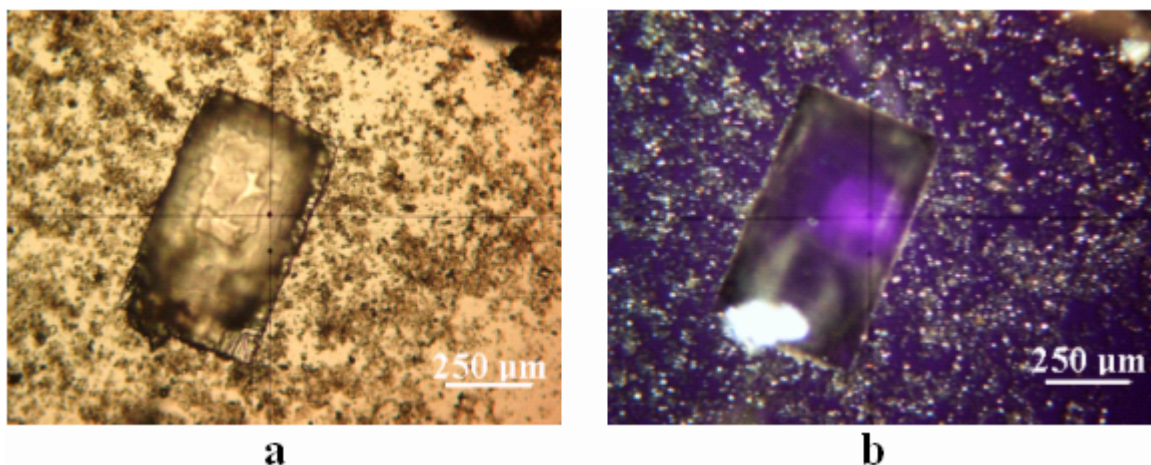


Fig. 34. Microfotografiile optice mineralogice pentru proba de apă prelevată de 20 cm adâncime: a) în lumină transmisă și b) în lumină polarizată cu nicolii încrucișați.

În lumină polarizată cu nicolii încrucișați, figura 34.b, se observă predominanța particulelor cuarțoase (gri verzui) asociate cu cele calcitice (brun gălbui) înconjurată îndeaproape de particule foarte fine lepidolitice brun rozalii și particule caolinitice alb strălucitor.

Microfotografia tridimensională în câmp întunecat pentru proba de apă prelevată de la 20 cm adâncime este prezentată în figura 35. Aceasta evidențiază particulele minerale înglobate în masa cristalului de halit format.

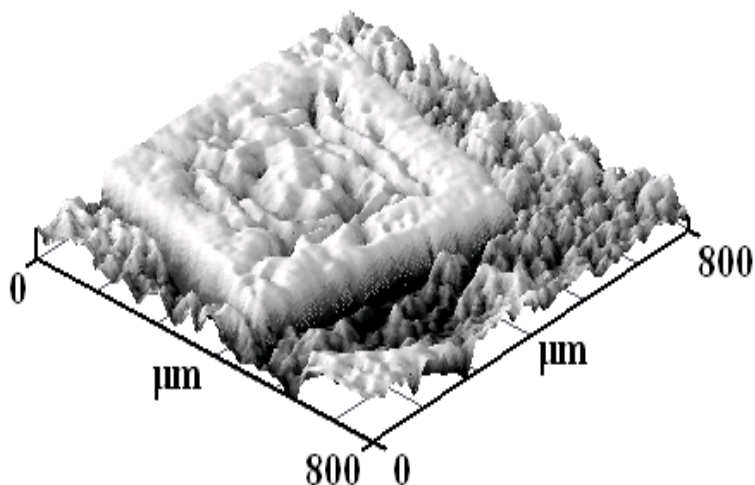


Fig. 35. Microscopie optică în câmp întunecat – reprezentare tridimensională a probei de apă prelevată de la 20 cm adâncime și uscată pe lamela de sticlă.

Variația conductivității electrice: Observând valorile conductivității electrice la diferitele adâncimi investigate, figura 36, rezultă o scădere aproape liniară a acesteia în raport cu adâncimea lacului.

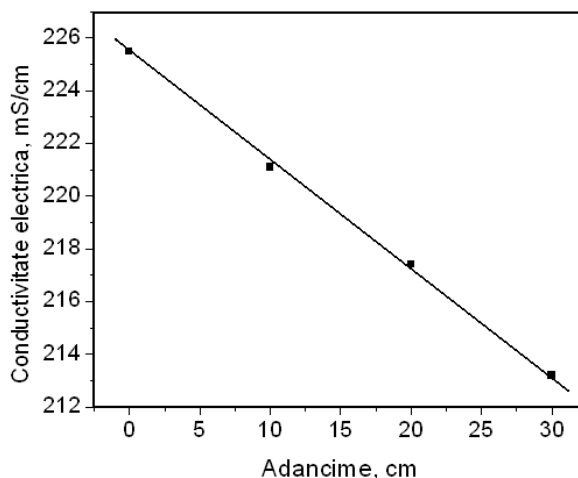


Fig. 36. Variația conductivității electrice a probelor de apă de la Pata Rât în funcție de adâncime.

Variația pH-ului: Observăm în figura 37 că pH-ul variază aproape exponențial cu adâncimea de prelevare a probelor de apă, respectiv cu aportul de particule în suspensie evidențiate.

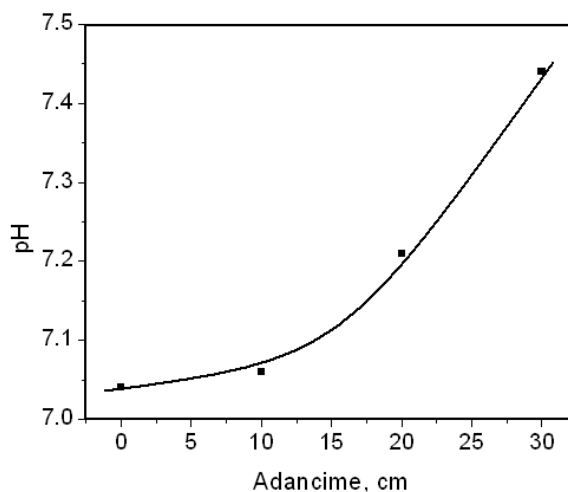


Fig. 37. Variația pH-ului probelor de apă de la Pata Rât în funcție de adâncime.

O explicație a acestei variații este posibilă dacă considerăm aportul alcalin al particulelor de calcit aflate în contact direct cu apa lacului. Tendința pH – ului este de creștere evidentă în prezența suspensiilor minerale din apă.

Cap.VII. Concluzii și contribuții personale

Investigarea sedimentelor aflate în suspensie apoasă situate în diferite sisteme limnologice constituie un domeniu interesant de cercetare specific fizicii mediului ambiant. Diferitele condiții de natură fizică sau chimică se regăsesc întrepătrunse cu formațiunile geologice și hidrologice dintr-o anumită regiune, fapt care conduce la formarea unor sisteme limnologice specifice.

Studiul literaturii de specialitate conturează aspectele fundamentale geologice ale Bazinului Transilvaniei, în care sunt răspândite formațiuni salifere formate în Badenian, datorită fluctuațiilor eustatice ample ale Mării Paratethys. Analizele efectuate indică o puritate foarte ridicată a acestor depozite salifere, fiind alcătuite aproape în exclusivitate din clorură de sodiu.

Marginea estică a Bazinului Transilvaniei este bordată de latura orientală a Carpaților Orientali, având semnificative elemente de origine vulcanică, printre care Masivul Ciomadu Mare. Mineralele specifice acestui edificiu vulcanic au fost identificate după cum urmează: feldspat potasic, hornblenda potasică, biotit, muscovit potasic, silicat de potasiu hidratat înglobate într-o masă amorfă de andezit.

Diversitatea geologică a Bazinului Transilvaniei conduce la formarea unor sisteme limnologice specifice și variate, precum:

- lacuri sărate formate în zona arealelor salifere, exemplu Dej – Turda, Sovata, Praid;
- singurul lac de crater vulcanic din sud estul Europei – Lacul Sf. Ana situat în masivul Ciomadu Mare în județul Harghita.

Contribuțiile originale ale tezei se concentrează pe investigarea a două studii de caz, cu specificități evidente. Primul se referă la lacul de crater vulcanic Sf. Ana deoarece reprezintă singurul sistem limnologic endoreic din partea aceasta a Europei și al doilea este cel al lacului sărat Pata Rât.

O contribuție personală constă în identificarea mineralelor componente ale materialelor pulverulente de pe malul lacului Sf. Ana, apte să formeze suspensii în apă precum și distribuția acestora. Solul aferent malului lacului Sf. Ana este format din trei categorii de particule, pietrișul grosier, pietrișul fin și nisipul. Analiza acestora arată că ele sunt formate din feldspat potasic, hornblendă potasică, biotit, muscovit potasic, silicat de potasiu hidratat înglobate într-o masă amorfă de andezit. Mineralele identificate corespund sub aspectul ariei sursă, stratului expus la suprafață al formațiunilor geologice din arealul respectiv și sunt în deplină concordanță cu datele publicate. Dintre aceste categorii de particule doar nisipul și praful sunt susceptibile de a conduce la formarea de sedimente în

suspensie apoasă datorită prezenței particulelor microscopice într-o gamă foarte largă de la 3 la 250 μm .

Am evidențiat distribuția particulelor aflate în suspensie în diferite straturi de apă subliniind atât microstructura cât și nanostructura acestora. Distribuțiile obținute sunt de natură să se coreleze cu variația proprietăților apei și să le explice. Mineralele cu susceptibilitatea cea mai mare de a fi găsite în suspensie apoasă sunt muscovitul, biotitul și în mai mică măsură hornblenda. Faptul este susținut de compoziția similară rezultată pentru proba de nămol de pe fundul lacului. Singura diferență este că acesta prezintă o gamă de particule microscopice mult mai fine, de circa 1 – 50 μm diametru mediu.

Am realizat un model fizic geometric de sedimentare ținând cont de morfologia particulelor tabular lamelare (biotit, muscovit, hornblendă) denumit „model tabular”. Modelul tabular elaborat pentru aceste particule de tip argilos confirmă presupunerile deoarece greutatea particulelor microscopice în cauză (1 – 3 μm diametru) este de ordinul micro Newtonilor, forță mai mică decât interacțiunile de suprafață de tip coloidal care apar în relație cu apa lacului. Probele de apă prelevate pe parcursul a trei ani de cercetări au fost analizate din punct de vedere al dispersiei particulelor rezultând o concentrare a nanoparticulelor materiale în straturile de suprafață a lacului până spre 2 m adâncime, în timp ce particulele microscopice sunt regăsite de la 2 m în jos mai ales în proximitatea stratului de nămol. Această stratificare a particulelor materiale pledează pentru imobilizarea acestora în straturile de apă în timpul torentelor care alimentează lacul cu apă datorită dimensiunilor lor reduse. Faptul este în concordanță cu literatura de specialitate care menționează faptul că în lacul Sf. Ana nu se regăsește stratificare termică datorită adâncimii reduse a acestuia. Măsurătorile batimetrice efectuate indică un plafon mediu a fundului lacului situat la 4 m adâncime. În zona de adâncime maximă s-au măsurat 7 – 8 m.

Distribuția particulelor materiale aflate în suspensie în diferitele straturi de apă este de natură să influențeze în mare măsură proprietățile apei. Un element de noutate și o contribuție personală este proiectarea unui dispozitiv pentru măsurarea in situ a conductivității și turbidității apei bazat pe senzori rezistometrici. Prin urmare se observă o creștere a turbidității progresiv cu adâncimea stratului de apă dar fără să intre în domeniul apelor tulburi, valorile fiind situate sub valoarea limită de 40 NTU.

Cu toate că mineralele identificate nu se dizolvă în apă, unele dintre ele cum ar fi biotitul, hornblenda și muscovitul, în contact îndelungat cu apa pot elibera ioni cum ar fi cei de fier, care determină variațiile de conductivitate electrică a apei. Faptul este susținut de nivelul de fier determinat în diferite straturi de apă care crește pe măsură ce crește adâncimea.

Prezența mineralelor argiloase aflate în suspensie apoasă este de natură să elibereze ioni cum ar fi cei de K, Al, Fe, care determină o creștere a conductivității electrice a straturilor de apă o dată cu adâncimea, respectiv cu creșterea densității de particule aflate în suspensie.

Prezența acestor particule minerale provenite din piroclastite sunt de natură să inducă un pH slab acid apei, fapt observat prin scăderea pH – ului apei de la valoarea normală pentru apa de ploaie la valori sensibil scăzute ale acestuia.

Au fost efectuate analize AAS de laborator în vederea determinării conținutului de metale grele cum ar fi Pb, Cd, Hg, Zn și Cu. Au fost găsite urme de Cu și de Zn dar cu mult sub limita standard, și provin din elemente însoțitoare ale piroclastitelor care stau la baza conului vulcanic. Nivelul de plumb și de cadmiu determinat pe probele de apă din 2010 este nedetectabil. Faptul indică o situație normală din punct de vedere al mediului înconjurător la nivelul anilor 2009, 2010 comparativ cu unele date din literatura de specialitate care pentru anul 2008 semnalau depășiri semnificative pentru Pb și Cu în straturile de suprafață.

S-a măsurat de asemenea conținutul de Fe în straturile succesive de apă deoarece ionii de Fe sunt eliberați din particulele de biotit și hornblendă aflate în suspensie. Rezultatele evidențiază o creștere a conținutului de Fe o dată cu adâncimea straturilor de apă, creștere direct proporțională cu densitatea particulelor aflate în suspensie în stratul respectiv.

Bazinul Transilvaniei se caracterizează prin depozitele salifere din Badenian care interferează cu sursele de apă formând bălți și unele lacuri sărate. Lacul Pata Rât se înscrie pe linia zăcămintelor salifere Dej – Turda – Cojocna, unde interacțiunea apei sărate foarte concentrate cu solul formează un strat subțire de nămol sărat. Investigațiile relevă formarea unui sol cu particule de calcit amestecate cu cantități mari de particule fine de lepidolit cu diametrul de 5 μm.

Particulele de sol sunt încorporate într-o apă foarte sărată prezentând urme de vegetație acvatică care formează un nămol dens gelatinizat. În stare uscată filmul subțire de nămol relevă cristale mari de halit orientate în direcția [110] și rareori pe direcția [111]. Compoziția dezvăluită de pe nămolul sărat de la Pata Rât dovedește că este potrivit pentru terapia SPA de piele și pentru tratament complementar reumatic.

Din cercetările investigate rezultă că interrelația sol – apă – zăcămintele de sare stă la baza formării lacurilor sărate din Bazinul Transilvaniei. Mecanismul de formarea al acestora funcționează doar având aceste trei elemente corelate într-un tot unitar activ capabil să influențeze dispunerea geologică a solului.

Analizele efectuate evidențiază o solubilitate ridicată a clorurii de sodiu în apă formând rapid o soluție saturată în contact cu masivele salifere subterane. Am observat că evaporarea apei din astfel de saramură naturală conduce la formarea de cristale microscopice

de halit. Faptul în sine prezintă o importanță relativă dacă este evaluat în mod separat, fiind extrem de util exploatărilor salifere prin metoda „Solvay” unde sarea din adâncuri este extrasă prin intermediul unei saramuri suprasaturate.

În cazul lacului sărat Pata Rât s-a evidențiat relația strânsă dintre masivele de sare și sedimentele de deasupra acestora, mediată de prezența izvoarelor și a păturilor de apă de adâncime. Așa cum am amintit anterior, analizele efectuate au evidențiat în acestea cantități însemnate de anrocamente calcitice amestecate cu însemnate depozite argiloase și nisipo-argiloase (muscovit, caolinit, lepidolit amestecate cu nisip cuarțos și/sau calcitic).

O altă contribuție personală în această direcție este caracterizarea fizico - chimică a sedimentelor specifice Bazinului Transilvaniei și a interacțiunii acestora cu apa sărată. În acest sens am stabilit un model de cristalizare a clorurii de sodiu în condiții omogene și am investigat din punct de vedere morfologico-structural nămolul specific lacului sărat Pata Rât. Analizele efectuate pe eșantioanele reprezentative de nămol de la lacul Pata Rât arată că acesta este constituit dintr-o pastă fină maturată în mod natural. Textura de bază este formată din particule argiloase (lepidolit) cu diametre medii cuprinse între 1 și 5 μm care sunt legate între ele cu apă sărată în miclele de tip coloidal. În această pastă maturată natural apar urme de alge microscopice specifice apelor sărate precum și o gamă de particule fine de natură cuarțoasă și calcitică având diametre medii în jur de 25 μm .

Caracteristicile fizico – mineralogice ale acestui nămol specific lacului sărat Pata Rât se pretează pentru utilizarea lui în tratamentele alternative ale reumatismului și pentru tratamente de exfoliere a pielii.

Cap.VIII. Bibliografie selectivă

1. Alexe M., Șerban Gh., 2006: Rolul gis și gps în managementul zonelor de dizolvare pe diapir - studiu de caz: lacurile sărate de la Sovata, *Geographia Technica*, No. 1.
2. Arghir G., Ghergari M. L., 1986: *Cristalografie – Mineralogie*, Litografia Universității Tehnice din Cluj – Napoca. 382p.
3. Arthur S., 2006: Arealele salifere de pe valea Mureșului, amonte de Reghin, Colocviul de etnografie "Interferențe cultural - etnice" - Muzeul etnografic Reghin.
4. Balla Z., 1987: Tertiary paleomagnetic data for the Carpatho-Pannonian region in the light of Miocene rotation kinematics. *Tectonophysics* 139, 67–98.
5. Baselt D., 1993: The tip-sample interaction in atomic force microscopy and its implications for biological applications, General concept and defining characteristics of AFM, Ph.D. thesis, California Institute of Technology.

6. Begy Robert-Csaba, 2009: „Studii de mediu prin utilizarea radioizotopului ^{210}Pb ”, Teză de doctorat, Universitatea „Babeş Bolyai” Cluj-Napoca, Facultatea de Ştiinţa Mediului, conducător ştiinţific Prof. univ. dr. Constantin Cosma, pp. 116-124.
7. **Câmpean R. F.**, Ristoiu D., Arghir G., 2009a: Carbonated-Clay Ground Deposits Potential Natural Sources of Atmospheric Pollution with Material Particles, International Conference Environment & Progress, Cluj – Napoca 2009, Abstract book, pag. 29.
8. **Câmpean R. F.**, Ristoiu D., Arghir G., 2009b: Aspects Concerning the Nano - Sediments Compozition and Distribution in St. Ana Lake – Romania, Studia Universitatis Babes – Bolyai Ambientum, LIV, 1 – 2, p. 11-19.
9. **Câmpean Ramona Flavia**, Arghir George, Petean Ioan, Ristoiu Dumitru, 2009c: Adaptarea regimului de difracţie cu raze X pentru identificarea fazelor din nisipul de pe malul lacului Sf. Ana, Ştiinţa şi Inginerie, vol. XVI, Editura AGIR, Bucureşti, , ISBN 978-973-720-246-8, pag. 259 – 266.
10. **Câmpean R.F.**, Petean I., Arghir G., Burtescu A., 2010: In Situ Measurement of Water Electrical Conductivity and Turbidity For St. Ana Lake – Romania, Acta Technica Napocensis Series: Matematica Aplicata si Mecanica, 53 (III), p. 533 -538.
11. **Câmpean R.F.**, Olah N. K., Toma C., Ristoiu D., Arghir G., 2011: In Depth Variation of Water Properties For St. Ana Lake – Romania Related to Sediments in Suspension, Studia Universitatis Babes – Bolyai Chemia, LVI, 1, p.107 – 117.
12. **Ramona Flavia Câmpean**, Alexandra Gertrud Hosu Prack, Ioan Petean, George Arghir, Dumitru Ristoiu, 2011 b: Consideraţii mineralogice privind lacurile sărate din badenian situate în Podişul Transilvaniei, Ecotera, 26, p. 17 – 20.
13. **Câmpean R.F.**, Petean I., Bărăian M., Gertrud Hosu Prack A., Ristoiu D., Arghir G., 2012: Mineral Particulate Matter from the St. Ana Lake sand Related to the Water Suspensions, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, vol. 7, nr.2, p. 57 – 66.
14. Ciupagea D., Paucă M., Ichim T., 1970: Geologia Bazinul Transilvaniei. Ed. Academiei Române, 256 p., Bucureşti.
15. Codrea V., Dica P., 2005: Upper Cretaceous-lowermost Miocene lithostratigraphic units exposed in Alba Iulia-Sebeş-Vinţu de Jos area (SW Transylvanian basin). Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia, 50 (1-2): 19-26, Cluj-Napoca.
16. Codrea V., Hosu Al., 2001: The Paleocene-Eocene formations and the Eocene-Oligocene boundary in the Jibou Area (Sălaj country). Field Trip Guide, 4th Regional Meeting of IFAA, 93-107, Cluj-Napoca.
17. Constantinescu E., Matei L., 1996: Mineralogie determinativa, Ed. Universitatii din Bucuresti, Bucuresti.
18. Csontos L., Nagymarosi A., Horváth F., Kovac M., 1992: Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area: a model. Tectonophysics 208, 221–241.
19. Csontos L., 1995: Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review. Acta Vulcanol. 7 (2), 1–13.
20. Duborg F., Aime J.,P., 2000: Role of the adhesion between a nanotip and a soft material in tapping mode AFM, Surface Science 466, p. 137–143.
21. Filipescu S., 1997: Several comments on the nomenclature of the lithographic units from the Transylvanian Basin, Studia Univ. Babeş-Bolyai, Geologia, XLII, 2, Cluj-Napoca.
22. Filipescu S., 2001: Cenozoic lithographic units in Transylvania. Field Trip Guide, 4th Regional Meeting of IFAA, 75-92, Cluj-Napoca.

23. Filipescu S., Kaminski M., 2008: Paleogene Deep-water Agglutinated Foraminifera, in the Transylvanian Basin. In Kaminski, M. A., Coccioni, R., Marsili, A. (eds.), Proceedings of the Seventh International Workshop on Agglutinated Foraminifera, pp. 25-30. Grzybowski Foundation Special Publication, London.
24. Filipescu S., 2005: Revizuirea semnificației și conținutului unităților litostratigrafice din Neogenul Bazinul Transilvaniei conform recomandărilor și standardelor Comisiei Internationale de Stratigrafie, Raport de cercetare, Revista de Politica Științei și Scientometrie - Numar Special - ISSN- 1582-1218.
25. Gâștescu P., 1971: Lacurile din România, Limnologie regională, Ed. Academiei, R.S.R., București, 372 p.
26. Gheerbrant E., Codrea V., Hosu Al., Sen S., Guernet C., Lapparent de Broin Fr., Riveline J., 1999: Découverte de vertèbres dans les Calcaires de Rona (Thanetien ou Sparnacien), Transylvanie, Roumanie: les plus anciens mammifères cenozoïques d'Europe Orientale Eclogae geol. Helv. 92 (1999): p. 517-535, Basel.
27. Hosu A., 1999: Arhitectura sedimentației depozitelor Eocene din nord-vestul Bazinul Transilvaniei, Ed. Presa Universitară Clujeană, 224 p, Cluj-Napoca.
28. Huisman R.S., Bertotti G., Ciulavu D., Sanders C.A.E., Cloetingh S., Dinu C., 1997: Structural evolution of the Transylvanian Basin (Romania): a sedimentary basin in the bend zone of the Carpathians, Tectonophysics, 272, , p. 249-268.
29. Juvigne E., Gewalt M., Gilot E., Hurtgen C., Seghedi I., Szakacs A., Gabris Gy., Hadnagy A., Horváth E, 1994: Une éruption vieille d'environ 10.700 ans (¹⁴C) dans les Carpates orientales (Roumanie). Isotopic Geochemistry. Comptes rendus de l'Academie des sciences, Paris 318: 1233–1238.
30. Kovacs H. M., Ristoiu D., 2009a: Uptake of persistent organic pollutants by vegetables grown in contaminated soil in Cluj district, Romania, Epidemiology, 20 (6), p. 66.
31. Kovacs H. M., Ristoiu, D., 2009b: Optimization of methods for the determination of disinfection byproducts in drinking water. Studia Chemia, 4 (1), p. 143-149.
32. Magyari E., Buczko K., Jakab G., Braun M., Szanto Zs., Molnar M., Pak Z., Karatson D., 2006: Holocene paleohydrology and environmental history in the South Harghita Mountains, Romania, Foldtani Kozloni, 13, 249-284.
33. Moriya I., Okuno M., Nakamura T., Ono K., Szakacs A., Seghedi I., 1996: Radiocarbon ages of charcoal fragments from the pumice flow deposit of the last eruption of Ciomadul volcano, Romania. Summaries of Researches using AMS at Nagoya University 7, p. 255.
34. Ioan Petean, George Arghir, **Ramona Flavia Câmpean**, Marius Bărăian, Alexandra Gertrud Hosu Prack, 2011: Crystallographic relations applied to homogeneous cristalization of badenian salt, Acta Technica Napocensis Series: Matematica Aplicata si Mecanica, 54 (I), p. 193 – 200, ISSN 1221-5872.
35. Peryt M., 2006: The beginning, development and termination of the Middle Miocene Badenian salinity crisis in Central Paratethys. Sediment. Geol., 188–189: 379–396.
36. Pilbath A.G., Pal Z., 2007: Microregiunea Ciomad-Balványos, Ed. Green Steps România, 116 p.
37. Proust J.N., Hosu A., 1994: Tectono-stratigraphic significance of the paleogene reds beds in the Transylvanian Basin. Studia Universitatis Babeş-Bolyai Geologia, 39 ½, 33-60.
38. Rickwood P.C., 1981: The larger crystals, American Mineralogist, 66, p. 885 -907.
39. Ristoiu D., Cosma C., Voros A., Ristoiu T., 1998: Evaluation of the volatile organic contents in aqueous samples by HI-QMS technique, Vacuum, 50, 3-4, p.359-362.

40. Ristoiu D., von Gunten U., Mocan A., Chira R., Siegfried B., Kovacs H. M., Vancea S., 2009: Trihalomethanes formation during water disinfection in four water supplies in the Somes river basin in Romania. *Environmental science and pollutants research*, 16, p. 55-65.
41. Rusu A., 1970: Corelarea faciesurilor Oligocenului din regiunea Treznea-Bizuşa. *Şt. Geol. Geol.*, 15/2: 513-519, Bucureşti.
42. Rusu A., 1989: Problems of correlation and nomenclature concerning the Oligocene formations in NW Transylvania. *The Oligocene from the Transylvanian Basin*, 67-78, Cluj-Napoca.
43. Seghedi I., Szakács A., Snelling N. J., Pécsay Z., 2004 b: Evolution of the Neogene Gurghiu mountains volcanic range (East Carpathians, Romania), based on K-AR geochronology. *Geologica Carpathica* 55, 325-332.
44. Stark M., Moller C., Muller D. J., Guckenberger R., 2001: From Images to Interactions: High-Resolution Phase Imaging in Tapping – Mode Atomic Force Microscopy, *Biophysical Journal*, 80, p. 3009-3018.
45. Wiesendanger R., 1994: *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy. Methods and Applications*. Cambridge University Press.
46. Zorn I., 2004: Ostracorda from lower Badenian (Middle Miocene) grund formation (Mollase Bazin, Lower Austria), *Geologica Carpathica*, apr., pag. 179 – 189.