

Raport științific

privind implementarea proiectului „Geologia resurselor naturale ca instrument de bază pentru dezvoltarea durabilă în concordanță cu standardele europene (GEORES)” având codul PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0346 (contract 29PCCDI/2018) în perioada martie 2018 – decembrie 2018 (faza I-a)

Prima fază a proiectului a avut ca scop principal documentarea preliminară asupra mineralogiei ocurențelor de skarne magneziene din România în vederea identificării principalelor faze minerale cu conținuturi de B, Mg și Bi, dar și crearea unei baze de date care să conțină un inventar propriu-zis al speciilor minerale din depozitele studiate.

În acest sens au fost abordate o serie de ocurențe de skarne din Munții Apuseni și Banat (Pietroasa, Budureasa, Băița Bihor, Cacova Ierii, Mașca Băișoara, Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Ciclova și Mraconia) în care apar mineralizații de W, Mo, B, Mg, Te, Bi, Sb considerate „metale high tech” datorită folosirii lor în tehnologii de vârf și care sunt actualmente, datorita acestui aspect, foarte căutate pe piața de materii prime. Alături de aceste elemente apar Au, Ag și Cu, Pb, Zn, Fe, iar acumulările acestor elemente sunt, în principal, concentrate la contactul cu roci carbonatice de vârste diferite din unități tectonice diferite pe care magmatitele în discuție le străbat iar soluțiile lor hidrotermale le metasomatizează generând așa numitele skarne. Aceste acumulări au o mare variertate tipologică și conținuturi în limitele de exploatabilitate ceea ce conferă ocurențelor un potențial aparte.

Banatitele responsabile de aceste acumulări au la scara regională, din Apuseni și până în Balcani o distribuție spațială în forma de „L”, însă, în detaliu (Fig. 1), ele ocupă areale cu geometrii oarecare, în Munții Apuseni în partea nordică, în Apusenii sudici, în Carpații Meridionali (Munții Poiana Ruscă) și în Banat. Termenul de aliniament este mai degrabă conturat în ultima regiune, unde intruziunile și acumulările metalice asociate au orientări liniamentare nord-sud. Spre est această provincie magmatică ajunge până în Orientul Mijlociu.

Într-o reprezentare sintetică privind intruziunile investigate în cadrul proiectului (Tab.1) se poate observa că multe dintre intruziunile ce fac obiectul prezentului studiu afectează două sau chiar trei unități structurale suprapuse tectonic, aspect întâlnit în toate ariile indicate în Fig. 1 cât și în întreg lanțul carpato-balcanic. Toate aceste unități s-au pus în loc pe parcursul orogenezelor mezo-cretacice sau la începutul Cretacicului superior.

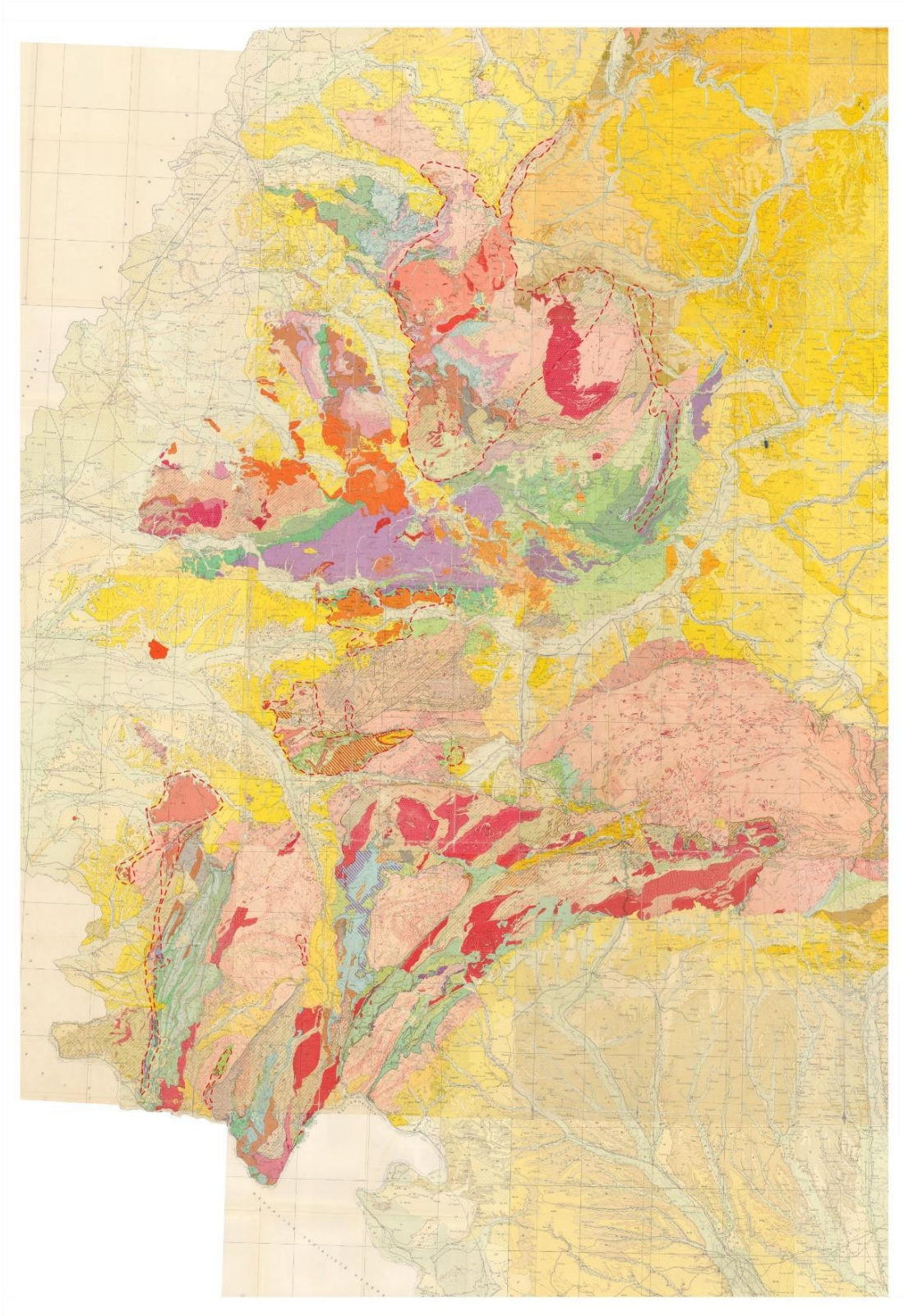


Fig. 1 Harta geologică a României, scara 1: 200000 (Institutul Geologic al Romaniei);
cu linie roșie punctată arealele de aflorare a banatitelor.

TABELUL 1. ASPECTELE GEOLOGICE ALE INTRUZIUNILOR BANATITICE DIN MUNȚII APUSENI ȘI BANAT INVESTIGATE

| Ocurența | Intruziune | Principalul tip petrografic | Vârsta intruziunii | Protolitul | Vârsta protolitului | Unitatea structurală |
|----------------|-----------------|-----------------------------|---|-----------------------------------|--|---|
| Budureasa | Budureasa | granodiorite | 74 ± 3 până la 73 ± 3 Ma ⁽⁴⁾ 80.2 ± 1.7 până la 80.3 ± 1.7 ⁽⁷⁾ | Calcare și calcare dolomitice | Norian - Rhaetian | Arieșeni și Ferice |
| Pietroasa | Pietroasa | granodiorite | 74 ± 3 până la 70 ± 3 Ma ⁽⁴⁾ 80.3 ± 1.3 ⁽⁷⁾ | Calcare și dolomite | Anisian - Rhaetian | Arieșeni și Ferice |
| Băița Bihor | Bihor | granodiorite | 77 ± 3 până la 67 ± 3 Ma ⁽¹⁾ 70 ± 5 Ma ⁽²⁾ 80.63 ± 0.3 până la 78.69 ± 0.4 Ma ⁽³⁾ 80.3 ± 1.6 ⁽⁷⁾ | Calcare și dolomite | Rhaetian Anisian - Carnian; Carnian - Norian | Arieșeni, Următ și Vetre |
| Cacova Ierii | Cacova – Miei | granodiorite | 71.0 ± 7.8 până la 54.8 ± 2.1 Ma ⁽⁵⁾ 77.4 ± 1.2 până la 76.0 ± 2.3 ⁽⁷⁾ | Fliș grezoargilos | Maastrichtian – Campanian sup. Precambrian superior | Cuvertura postectonică Baia de Arieș |
| Mașca Băișoara | | granodiorite | | Micasisturi și calcare cristaline | | |
| Ocna de Fier | Ocna de Fier – | granodiorite | 75.5 ± 1.6 Ma ⁽⁶⁾ și 73 ± 4 Ma ^(6/1) 77.0 ± 3.3 ⁽⁷⁾ | Calcare și dolomite | Mesozoic | Bocșa și Moniom |
| Dognecea | Dognecea | granodiorite | 76.6 ± 0.3 ⁽⁸⁾ și 75.1 ± 3.2 ⁽⁷⁾ | Calcare și dolomite | Mesozoic | Bocșa și Moniom |
| Oravita | Oravița-Ciclova | granodiorite | 79 ± 3 până la 74 ± 3 ⁽⁹⁾ | Calcare și marnocalcare | Mesozoic | Locva și Getic |
| Ciclova | Oravița-Ciclova | granodiorite | 79 ± 3 până la 74 ± 3 ⁽⁹⁾ 73.9 ± 3.2 până la 71.2 ± 4.1 ⁽⁷⁾ | Calcare și marnocalcare | Mesozoic | Locva și Getic |
| Mraconia | ? | Metasubvulcanite | ? | Calcare cristaline | Precambrian superior | Corbu și Neamțu |

(1) K-Ar pe rocă totală sau pe minerale femice (Bleahu et al., 1984); (2) Rb-Sr isocronă (Pavelescu et al., 1975); (3) Re-Os pe molibdenit (Zimmermann et al., 2008) (4) K-Ar pe rocă totală (Bleahu et al., 1984); (5) K-Ar pe rocă totală sau pe biotit (Lemne et al., 1984); (6) U-Pb pe zircon (Nicolescu, 1999); (6/1) FT pe titanit (Nicolescu, 1999); (7) U-Pb vârstă pe zircon (Gallhofer, 2015); (8) Re-Os pe molibdenit (Ciobanu et al., 2002); (9) K-Ar pe biotit (Soroiu et al., 1986)

Genetic, această provincie magmatică a fost legată inițial de subducțiile jurasice și mezocretacice, modelele geodinamice care în a doua jumătate a secolului trecut cât și la începutul acestui secol erau considerate, datorită nivelului de înțelegere a proceselor magmatice, singurele capabile să explice rațional formarea și punerea în loc a magmatitelor ce au format provincia în discuție (Giuscă et al., 1966; Rădulescu, 1974; Ștefan et al., 1988; Vlad, 1997; Jankovic, 1997; Karamata et al., 1997; Handy et al., 2014; Gallhofer, 2015). Sunt uneori expuse ipoteze privind subducții multiple din punct de vedere temporal pentru a justifica prezența diverselor asociații petrogenetice de vârste diferite în areale învecinate deși realitățile geologice nu le susțin (Handy et al., 2014).

În acest context, majoritatea corpurilor de skarne apar pe seama unor secvențe litologice carbonatice intruse de corpuri magmatice calco-alcaline, intermediare spre acide, chiar bazice. Ele se pot forma în metamorfismul de contact, dar și în metamorfismul regional, printr-o varietate de procese metasomatice care implică fluide de naturi diferite: magmatice, metamorfice, meteorice și/sau marine. Ele sunt localizate la contactul rocilor plutonice, dar au fost întâlnite și de-alungul fracturilor, zonelor de forfecare, etc. Sunt cunoscute desemenea skarne localizate în sisteme geotermale sau pe fundul oceanelor.

Intervalul de temperatură la care se formează skarnele, pe baza temperaturilor de omogenizare a incluziunilor fluide arată o limită maximă de aproximativ 800°C pentru skarnele cu Sn și W și 300°-550 °C pentru skarnele cuprifere și purtătoare de zinc (Lupulescu, 1998).

Localizarea zăcămintelor de skarn este controlată de factori structurali, magmatici și lito-stratigrafici. Morfologia corpurilor de minereu din skarne se caracterizează prin diversitatea formelor de zăcământ, fiind controlată de factori metalogenetici, structurali, litostratigrafici și de factorul magmatic care are în vedere și intensitatea sau amploarea procesului (Mârza, 1992).

În zăcămintele asociate skarnelor, atât mineralele de skarn cât și cele utile sunt rezultatul aceluiași sistem hidrotermal, fiind observate unele diferențe în distribuția în timp și spațiu a mineralelor la scară locală. O caracteristică a zăcămintelor asociate skarnelor este zonalitatea. La unele zăcăminte asociate skarnelor, zonalitatea se întinde pe câțiva kilometri și reprezintă un indicator important pentru prospecțiune.

Formarea skarnelor cuprinde aproape toate mediile potențiale pentru generarea minereurilor. Studiile geochemice efectuate pentru estimarea condițiilor de formare a

skarnelor au avut în vedere interpretarea datelor obținute din examinarea echilibrelor de fază, a incluziunilor fluide și a datelor de compoziție izotopică. Studiile de incluziuni fluide au fost concentrate pe minerale precum cuarțul, carbonații și fluorina care conțin numeroase incluziuni fluide, sunt transparente și sunt stabile pe un interval larg de P – T – X. Studiul incluziunilor fluide din skarne a oferit următoarele informații (Lupulescu, 1998):

-Temperatura de formare. Incluziunile fluide din skarne au temperatură de omogenizare până la 700°C. Excepție fac skarnele cuprifere și zincifere în care incluziunile fluide arată Th° în intervalul 300°-550°C;

-Salinitatea și compoziția. În general salinitatea în majoritatea incluziunilor fluide din skarne are valori ridicate. Fazele solide din incluziuni sunt reprezentate prin: NaCl, KCl, CaCl₂, FeCl₂, CaCO₃, CaF₂, C, NaAl(CO₃)(OH)₂, Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeAsS, CuFeS₂, ZnS. Variațiile raportului NaCl / KCl / CaCl₂ în incluziunile fluide din skarne evidențiază diferențele de sursă a fluidului ca și gradul de amestec al fluidelor magmatice, contonate sau meteorice. Faza gazoasă în incluziunile fluide este reprezentată prin CO₂, CH₄, N₂, H₂S, etc.

Sistematica zăcămintelor asociate skarnelor are la bază trăsături descriptive, precum: compoziția protolitului, tipul de rocă și metalele dominante sau genetice, ca: mecanismul de mișcare al fluidului, temperatura de formare, extinderea implicării magmatice, etc.

Pe teritoriul României sunt cunoscute numeroase ocurențe cu mineralizații în skarne cu zăcămintele de fier, cupru – bismut - molibden, plumb - zinc asociate diferitelor epoci tectonomagmatice. Metalogeneza asociată magmatismului banatitic este dezvoltată pe 300 km lungime nord-sud, de la nord de Crișul Repede la Dunare, și 80 km lățime (Mârza, 1992).

Din punct de vedere metalogenetic Popescu (1986) a împărțit această zonă în două subprovincii care aparțin geografic de Provincia Munților Apuseni și cea a Carpaților Meridionali.

Au fost propuse mai multe modele de formare a zăcămintelor din skarnele asociate magmatismului banatitic din România (Vlad & Borcoș, 1997), acestea fiind: modelul Ocna de Fier și modelul Dognecea, care descriu skarne proximale și distale formate pe calcare și modelul Băița Bihor în care skarnele se formează pe aureola de contact cu un pluton.

În cadrul proiectului au fost vizate mineralizațiile asociate nodului metalogenetic Băița Bihor și sectoarelor metalogenetice Băișoara și Budureasa-Pietroasa.

Băița Bihor constituie cea mai importantă manifestare a metalogenezei asociate banatitelor din Munții Apuseni. Aici există un număr mare de specii minerale, din care unele au fost descrise pentru prima dată în lume (ex. rezbanytul, szajbelytul sau ascharitul și

kotoitul) (Popescu, 1986). Mineralizațiile de Bi sunt asociate skarnelor wollastonitice și sunt constituite din bismutină, galenobismutină, teradimit, emplectit, bismut nativ, joseit, grulingit, maldonit etc. Cu aceste mineralizații se asociază uneori scheelitul și minerale de cupru (Cioflică et al., 1971). Mineralizația de molibden are un caracter diseminat în cadrul skarnelor grossularice. Molibdenitul conține uneori mici cantități de reniu (Petruțian & Steclaci, 1966).

Mineralizațiile polimetalice de Cu, Pb și Zn sunt localizate în dolomitele carniene și apar fie dispuse în lungul contactului Antoniu (la Baia Roșie, Gustav, Boflu – Tony), fie sunt localizate la contactul dintre rocile eruptive filoniene și dolomitice (Hoanca Moșului, Pregna, Ferdinand, Pleșcuța). În zona de îmbogățire secundară a mineralizațiilor, alcătuite din calcopirită, sfalerit și bismutină, apare bornitul, calcozina, digenitul și covelina, pentru că în zona de oxidație să se formeze cupritul, cuprul nativ și malachitul.

Metalogeneza, în special de Mo și Bi, cărora li se asociază acumulări de W, Cu și B, a avut condiții favorabile de concentrare (Tab.7), ca urmare a interacțiunii unor factori locali cu caracter tectonic (contactul Blidar și o serie de fracturi locale pe care s-au localizat roci filoniene), magmatic (plutonul laramic și rocile filoniene asociate) și litologic (calcare noriene și dolomite carniene din cadrul pânzei de Codru).

Principalul element de control spațial al metalogenezei este contactul Blidar, în cadrul căruia apar mineralizații bismuto-molibdenice sub formă de coloane, lentile și cuiburi. În plus sunt și filoane cu mineralizații de Mo și Bi (Fântânele și Ludovic). Mineralizațiile de bor sunt strâns asociate cu skarnele magnezifere fiind alcătuite fie din carbonați, ludwigit, ascharit și kotoit (tipul vârgat), fie din carbonați, kotoit și ascharit (tipul alb) (Popescu, 1986).

Sectorul metalogenetic Băișoara cuprinde acumulările de magnetit și mineralizații polimetalice asociate skarnelor de la Băișoara, Cacova Ierii și Mașca. Acestea sunt asociate unor mici corpuri și dykeuri banatitice care în aria de contact dintre metamorfitele de Gilău și sedimentele cretace, penetrează atât metamorfitele Seriei Baia de Arieș cât și formațiunile sedimentare permieni, cretace și eocene. Aureola de contact a magmatitelor banatitice este formată din corneene și skarne. Skarnele magneziene și calcice conțin concentrațiuni de magnetit și ludwigit (Tab.7). Sulfurile mai târzii sunt concentrate preferențial în skarne piroxenice (Popescu, 1986).

Cunoscută de peste două decenii, ocurența de la Cacova Ierii găzduiește unul dintre cele mai caracteristice depozite de bor în România (Marincea, 2001).

Mineralizațiile de fier (12-78 %) apar în imediata apropiere a dykeurilor banatitice sau în zona apicală a intruziunilor minore. Ele se localizează în partea centrală și sudică a

câmpului metalogenetic, fiind cunoscute la Mașca Băișoara, Mașca și Cacova Ierii. Constau din magnetit compact căruia i se asociază pirită și pirotină, sporadic se citează ludwigit și szajbelit (Popescu, 1986).

Budureasa (Nord) și Pietroasa (Sud) reprezintă corpuri intruzive mari, în principal granodioritice, asociate plutonului imens din Masivul Bihor, Munții Apuseni (Stoicovici & Sălăgean, 1970; Borcoș & Andrei, 1988 în Borcoș & Vlad, 1994). La Budureasa, mineralizațiile au fost deschise prin galeria nr. 8 de pe Valea Mare, formate la contactul intruziunii granodioritice Laramice cu dolomitele Anisiene. Skarnele sunt formate în mare parte din două generații de andradit (Tab.7). Acesta este asociat cu magnetit, hematit și grossular. Andraditul conține cantități variabile de grossular, diopsid și hedembergite. Skarnul format în prima fază a fost fisurat tectonic iar pe fisuri s-a depus andradit de generație nouă. Astfel, hidrosomatoza a determinat următoarele transformări în skarne (Ghergari & Ionescu, 2000):

- Diopsid → tremolit → talc/antigorit ± calcit ± epidot;
- Hedenbergite → magnezioferrit + actinolit + hidrogranat;
- Granat → hidrogranat

La Pietroasa skarnele au apărut la contactul lacolitelui cu formațiunile sedimentare metamorfozate din unitățile de Arieșeni și Ferice, fiind afectate de un metasomatism intens de bor. Mineralizațiile cu bor din skarnele magneziene au o importanță deosebită în contextul actual, fiind argumentată, pe de o parte de interesul academic dat de descrierea mineralogică cât mai completă a speciilor minerale, pe de altă parte de importanța economică, întrucât pot fi considerate o sursă alternativă pentru resursele de bor (e.g., Aleksandrov, 1998) și chiar exploatare în vederea obținerii acestui element (Meinert et al., 2005). Cu toate acestea, depozitele de skarne cu mineralizație de bor rămân, totuși, doar de interes local (Meinert et al., 2005) deși la nivel mondial acestea sunt considerate unul dintre cele mai comune tipuri de depozite de minereu (Pertsev 1991), aproximativ 80 de astfel de depozite au fost inventariate de Aleksandrov (1982, 1998, 2007) sau Anovitz și Grew (2002).

Particularizând pentru România, o parte din depozitele de skarne cu borați a fost raportată de Meinert et al. (2005) sub formă de skarne Fe-magneziene, iar o altă parte a fost inclusă în "alte tipuri de skarn" (altele decât tipurile majore de Fe, Au, Cu, Zn, W, Mo și Sn skarn), fără referințe directe la România. Skarnele magneziene cu borați, formate pe un protolit de natură dolomitică, au un conținut scăzut în silice, fiind constituite în principal din borați magnezieni. Există patru tipuri de astfel de skarne: (1) un prim tip (Mg-B) sărac în Fe,

și care conține în esență ca specii minerale purtătoare de bor kotoit, suanit și szaibelit; (2) un al doilea tip (Mg-Fe-B) bogat în Fe, și care conține ludwigit asociat cu magnetit; (3) un al treilea tip (Mg-Ca-B-CO₂) conține borați de Ca-Mg, cum ar fi harkeritul și sahaitul, și a fost descris ca produs al unor etape postmagmatice de evoluție a depozitelor de Mg-B la presiuni și temperaturi ridicate (de exemplu, Aleksandrov, 2005); (4) un al patrulea tip (Mg-Ca-B) este rar, se formează la presiuni mari și conține ca specii minerale caracteristice borați de tipul kurchatovit sau clinokurchatovit. Al treilea și al patrulea tip, a căror dezvoltare presupune condiții deosebite, nu au fost identificate până în prezent în România, chiar dacă Stoici (1974) presupune prezența lor la Băița Bihor.

Metalogenia cuprului este predominantă așadar, iar zăcămintele de cupru sunt asociate de obicei cu metalele de bază, Au-Ag și subordonat cu Mo, Bi, W, Fe, Co, Ni și B. Ocurențele de skarne investigate pot fi atribuite tipului Cu (Mo, W, Bi, Zn, Pb) la Băița Bihor, tipului Fe (Pb, Zn) la Cacova Ierii și Mașca Băișoara, respectiv tipului Fe (Cu, Bi) de la Ocna de Fier, în timp ce ocurența de la Pietroasa este singura ocurență care poate fi considerată tipică pentru skarnele cu B, până în prezent nicio altă ocurență de skarne de acest tip nemaifiind descrisă în partea de sud a BMMB, adică în afara teritoriului românesc.

Procesul de metasomatism a condus la formarea coloanelor metasomatice sau a unor benzi care conțin borați magnezieni (ie, ludwigite, kotoite, suanite, fluoborite și szaibelite) în partea de exoskarn, în timp ce pentru partea de endoskarn este tipic formarea silicaților magnezieni (de exemplu forsterit, humit, diopsid și phlogopit). Schițele și descrierile unor astfel de coloane metasomatice pot fi găsite în lucrări anterioare, făcute în timpul exploatarii activă (de exemplu, de Kissling, 1967 pentru Ocna de Fier sau de Stoici, 1974 pentru Băița Bihor). Frecvența apariției diverselor specii minerale în fiecare dintre cele cinci ocurențe, limitată la skarnele cu borați, este prezentată în Tabelul 3.

În cursul acestui studiu au fost identificate două tipuri de depozite cu borați în ocurențele de skarne magneziene de pe teritoriul României, și care pot fi atribuite a două sisteme: (Mg-B) – Fe, respectiv (Mg-Fe-B) + Fe. În acest sens, investigațiile mineralogice specifice au urmărit descrierea cât mai exactă a speciilor minerale caracteristice celor două tipuri de sisteme menționate mai-sus, arătând faptul că diferențierea celor două tipuri de depozite este subliniată în continuare de dezvoltarea paragenezelor bogate în Fe (adică fluoborit, fluorit, compuși din categoria humitelor bogate în Fe) numai în skarnele de tipul (Mg-B)-Fe.

TABLE 2. GEOLOGICAL FEATURES OF THE BORON-BEARING MAGNESIAN SKARNS FROM ROMANIA

| Occurrence | Intrusion | Main intrusive rock | Age of intrusion | Protolith | Age of protolith | Structural unit | Type of skarn |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|--|--------------------------|--|---|---------------|
| Băița Bihor | Bihor batholith | granodiorite | 77 ± 3 to 67 ± 3 Ma ⁽¹⁾ 70 ± 5 Ma ⁽²⁾ 80.63 ± 0.3 to 78.69 ± 0.4 Ma ⁽³⁾ | dolostones | Anisian - Carnian; Carnian - Norian | Vălani unit; Vetre unit | Mg-B |
| Pietroasa | Pietroasa laccolith | granodiorite | 74 ± 3 to 67 ± 3 Ma ⁽⁴⁾ | dolostones | Anisian | Ferice unit | Mg-B |
| Cacova Ierii | Cacova – Miei pluton | granodiorite | 71.0 ± 7.8 to 54.8 ± 2.1 Ma ⁽⁵⁾ | dolomitic marbles | Proterozoic | Baia de Arieș Group | Mg-Fe-B |
| Mașca Băișoara | | granodiorite | | | | | Mg-Fe-B |
| Ocna de Fier | Ocna de Fier – Dognecea pluton | granodiorite | 75.5 ± 1.6 Ma ⁽⁶⁾ | metasomatic dolomites | Mesozoic | Ezeris - Cârnecea sedimentation zone | Mg-Fe-B |

(1) K-Ar ages on whole rock or on “femic” minerals (Bleahu et al., 1984); (2) Rb-Sr isochron (Pavelescu et al., 1985); (3) Re-Os data on molybdenite (Zimmermann et al., 2008) (4) K-Ar age on whole rock (Bleahu et al., 1984); (5) K-Ar ages on whole rock or on biotite (Lemne et al., 1983); (6) U-Pb age on zircon (Nicolescu, 1998).

TABLE 3. MINERAL ASSEMBLAGES IN THE BORON-BEARING MAGNESIAN SKARNS FROM ROMANIA

| Mineral species | Băița Bihor | Pietroasa | Cacova Ierii | Mașca-Băișoara | Ocna de Fier |
|-----------------|-------------|-----------|--------------|----------------|--------------|
| ludwigite | ■ | ◆ | ■ | ■ | ■ |
| kotoite | ■ | ◆ | ● | □ | ? |
| suanite | ● | ● | □ | □ | □ |
| fluoborite | ■ | □ | □ | □ | □ |
| pertsevite | □ | □ | □ | □ | □ |
| szaibelyite | ● | ■ | ◆ | ◆ | ◆ |
| calcite | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| dolomite | ■ | ■ | ● | ● | ● |
| magnesite | □ | □ | □ | □ | □ |
| ankerite | □ | □ | ■ | ■ | ■ |
| siderite | □ | □ | □ | □ | □ |
| forsterite | □ | ● | ● | ● | ● |
| clinohumite | □ | ● | ◆ | ◆ | ◆ |
| chondrodite | ● | ◆ | □ | □ | □ |
| norbergite | □ | □ | □ | □ | □ |
| chrysotile | ■ | ● | ◆ | ◆ | ◆ |
| lizardite | ■ | ● | ■ | ■ | ■ |
| antigorite | □ | □ | □ | □ | ■ |
| clinochlore | □ | ◆ | □ | □ | □ |
| chamosite | □ | □ | ■ | ■ | ■ |
| fluorite | ■ | □ | □ | □ | □ |
| spinel | □ | ◆ | □ | □ | □ |
| magnetite | □ | □ | ■ | ■ | ■ |
| maghemite | □ | □ | □ | □ | □ |
| brucite | ◆ | ● | ■ | □ | □ |
| goethite | □ | □ | ■ | ■ | ◆ |
| lepidocrocite | □ | □ | ■ | ■ | ◆ |
| pyroaurite | □ | □ | ■ | ■ | ■ |
| pyrite | □ | □ | ■ | □ | ■ |
| pyrrhotite | □ | □ | ■ | □ | □ |
| marcasite | □ | □ | □ | □ | □ |

Symbols: ■ major; ● common; ◆ minor; ■ rare; □ very rare; ? doubtful identification; □ not found.

În continuare sunt prezentate analize chimice reprezentative pentru principalele speciile minerale identificate în ocurențele de skarne magneziene cu borați: Tab. 4, 5 și 6, precum și microfotografiile realizate la microscopul optic și catodoluminicență – Fig. 2 (transpuse în engleză pentru publicare).

Table 4. Chemical compositions of suanite, kotoite and fluoborite from Romanian occurrences *

| Mineral species | suanite | | | | kotoite | | | | fluoborite | | | |
|--|-------------|-------|-----------|-------|-------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|-------------|-------|
| | Băița Bihor | | Pietroasa | | Băița Bihor | | Pietroasa | | Caccova Ierii | | Băița Bihor | |
| Occurrence n ⁽¹⁾ | 7 | | 7 | | 15 | | 2 | | 8 | | 5 | |
| N ⁽¹⁾ | 34 | | 28 | | 135 | | 12 | | 56 | | 25 | |
| | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. |
| B ₂ O ₃ | 46.52 | 0.38 | 46.62 | 0.48 | 36.08 | 0.22 | 36.43 | 0.09 | 35.95 | 0.37 | 18.83 | 0.15 |
| Al ₂ O ₃ | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.12 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| MgO | 52.84 | 0.36 | 52.40 | 0.32 | 61.60 | 0.64 | 62.46 | 0.15 | 61.13 | 0.73 | 64.70 | 0.16 |
| MnO | 0.42 | 0.06 | 0.35 | 0.07 | 0.27 | 0.16 | 0.13 | 0.05 | 0.20 | 0.03 | 0.05 | 0.03 |
| FeO ⁽²⁾ | 0.35 | 0.10 | 0.48 | 0.14 | 0.40 | 0.12 | 0.61 | 0.02 | 2.07 | 0.22 | 0.04 | 0.02 |
| CaO | 0.15 | 0.31 | 0.06 | 0.10 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.11 | 0.07 |
| H ₂ O ⁽³⁾ | | | | | | | | | | | 6.55 | 0.30 |
| F | | | | | | | | | | | 16.29 | 0.57 |
| O = F | | | | | | | | | | | -6.84 | 0.24 |
| Total | 100.32 | 0.65 | 100.01 | 0.57 | 98.45 | 0.57 | 99.69 | 0.15 | 99.37 | 0.94 | 99.73 | 0.19 |
| Number of atoms on the basis of X (O) ⁽⁴⁾ | | | | | | | | | | | | |
| B ³⁺ | 2.007 | 0.006 | 2.014 | 0.009 | 2.010 | 0.012 | 2.006 | 0.006 | 2.000 | 0.009 | 1.000 | 0.000 |
| Al ³⁺ | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.004 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | - | - |
| Mg ²⁺ | 1.969 | 0.011 | 1.955 | 0.012 | 2.963 | 0.019 | 2.970 | 0.006 | 2.937 | 0.014 | 2.968 | 0.027 |
| Mn ²⁺ | 0.009 | 0.001 | 0.007 | 0.002 | 0.007 | 0.005 | 0.004 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Fe ²⁺ | 0.007 | 0.002 | 0.010 | 0.003 | 0.011 | 0.003 | 0.017 | 0.001 | 0.056 | 0.006 | 0.001 | 0.001 |
| Ca ²⁺ | 0.004 | 0.008 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.003 |
| (OH) ⁻ | | | | | | | | | | | 1.318 | 0.064 |
| F ⁻ | | | | | | | | | | | 1.630 | 0.069 |

* results of electron-microprobe analyses, expressed in wt.%. (1) abbreviations represent: s.d. = standard deviation; n = number of samples; N = number of point analyses; (2) total iron as FeO; (3) as calculated for stoichiometry; (4) X = 5 (O) for suanite, X = 6 (O) for kotoite, X = 1 (B) and 3 (O) for fluoborite.

Table 5. Chemical compositions of szaibelyite from Romanian occurrences

| a. Wet-chemical analyses (wt.%) | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------|-----------------|-------|--------------------|--------|---------------------|-------|-------------------|-------|
| Occurrence n ⁽¹⁾ | Băița Bihor 10 | | Pietroasa 5 | | Cacova Ierii 3 | | Mașca Băișoara - | | Ocna de Fier - | |
| | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | | | | |
| B ₂ O ₃ | 41.13 | 0.29 | 41.03 | 0.11 | 40.58 | 0.20 | | | | |
| Al ₂ O ₃ | 0.21 | 0.17 | 0.39 | 0.22 | 0.20 | 0.03 | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | 0.17 | 0.09 | 0.19 | 0.11 | 0.14 | 0.06 | | | | |
| FeO | 0.37 | 0.32 | 0.41 | 0.32 | 2.51 | 0.57 | | | | |
| MgO | 46.82 | 0.38 | 46.74 | 0.31 | 45.71 | 0.56 | | | | |
| MnO | 0.54 | 0.14 | 0.51 | 0.15 | 0.23 | 0.02 | | | | |
| CaO | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.11 | 0.02 | | | | |
| H ₂ O ⁺ | 10.71 | 0.12 | 10.66 | 0.07 | 10.52 | 0.05 | | | | |
| Total | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | | | |
| Number of atoms on the basis of 2 (B) and 4 (O) | | | | | | | | | | |
| B | 2.000 | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 2.000 | 0.000 | | | | |
| Al | 0.007 | 0.006 | 0.013 | 0.007 | 0.007 | 0.002 | | | | |
| Fe ³⁺ | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | | | | |
| Fe ²⁺ | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.060 | 0.014 | | | | |
| Mg | 1.967 | 0.027 | 1.968 | 0.013 | 1.946 | 0.023 | | | | |
| Mn | 0.013 | 0.003 | 0.012 | 0.004 | 0.005 | 0.001 | | | | |
| Ca | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | | | | |
| H ⁺ | 2.013 | 0.013 | 2.007 | 0.012 | 2.003 | 0.018 | | | | |
| Composition in end-members (mol. %) | | | | | | | | | | |
| szaibelyite | 98.84 | 0.38 | 98.83 | 0.52 | 96.58 | 0.74 | | | | |
| sussexite | 0.64 | 0.17 | 0.59 | 0.19 | 0.27 | 0.03 | | | | |
| FeHBO ₃ | 0.43 | 0.38 | 0.48 | 0.38 | 2.98 | 0.71 | | | | |
| "sibirskite" | 0.09 | 0.08 | 0.10 | 0.07 | 0.17 | 0.03 | | | | |
| b. Electron-microprobe analyses (wt.%) | | | | | | | | | | |
| Occurrence n ⁽¹⁾ | Băița Bihor 21 | | Pietroasa 12 | | Cacova Ierii 10 | | Mașca Băișoara 7 | | Ocna de Fier 5 | |
| | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. |
| N ⁽²⁾ | 166 | | 65 | | 63 | | 49 | | 33 | |
| B ₂ O ₃ | 41.61 | 0.50 | 41.41 | 0.38 | 40.83 | 0.33 | 41.11 | 0.52 | 41.38 | 0.43 |
| Al ₂ O ₃ | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.03 | 0.05 | 0.12 | 0.10 | 0.05 | 0.11 | 0.11 |
| MgO | 46.92 | 0.49 | 46.93 | 0.46 | 46.13 | 0.66 | 45.86 | 1.52 | 46.53 | 0.68 |
| MnO | 0.41 | 0.15 | 0.34 | 0.10 | 0.19 | 0.05 | 1.01 | 1.16 | 0.31 | 0.04 |
| FeO ⁽³⁾ | 0.44 | 0.21 | 0.54 | 0.23 | 1.97 | 0.53 | 1.79 | 0.86 | 1.03 | 0.60 |
| CaO | 0.06 | 0.03 | 0.13 | 0.14 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 |
| H ₂ O ⁽⁴⁾ | 10.31 | 0.48 | 10.50 | 0.34 | 10.64 | 0.12 | 10.59 | 0.12 | 10.36 | 0.45 |
| F | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.02 |
| O = F | - 0.03 | 0.02 | - 0.03 | 0.01 | - 0.01 | - 0.02 | - 0.03 | 0.02 | - 0.02 | 0.01 |
| Total | 99.83 | 0.60 | 99.95 | 0.46 | 99.86 | 0.69 | 100.50 | 0.74 | 99.78 | 0.36 |
| Number of atoms on the basis of 2 (B) and 4 (O) | | | | | | | | | | |
| B | 2.000 | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 2.000 | 0.000 | 2.000 | 0.000 |
| Al | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.004 |
| Mg | 1.949 | 0.038 | 1.958 | 0.033 | 1.952 | 0.015 | 1.927 | 0.043 | 1.942 | 0.041 |
| Mn | 0.010 | 0.003 | 0.008 | 0.002 | 0.005 | 0.001 | 0.024 | 0.028 | 0.008 | 0.001 |
| Fe | 0.010 | 0.005 | 0.013 | 0.005 | 0.047 | 0.013 | 0.042 | 0.021 | 0.024 | 0.014 |
| Ca | 0.002 | 0.001 | 0.004 | 0.004 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| (OH) ⁻ | 1.940 | 0.074 | 1.967 | 0.061 | 2.010 | 0.012 | 1.993 | 0.015 | 1.957 | 0.070 |
| F ⁻ | 0.006 | 0.005 | 0.005 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.004 | 0.001 |
| Composition in end-members (mol. %) | | | | | | | | | | |
| szaibelyite | 98.88 | 0.29 | 98.79 | 0.46 | 97.39 | 0.62 | 96.65 | 2.27 | 98.35 | 0.70 |
| sussexite | 0.51 | 0.17 | 0.40 | 0.12 | 0.23 | 0.06 | 1.22 | 1.42 | 0.38 | 0.05 |
| FeHBO ₃ | 0.52 | 0.25 | 0.61 | 0.32 | 2.34 | 0.63 | 2.12 | 1.03 | 1.23 | 0.73 |
| "sibirskite" | 0.09 | 0.05 | 0.20 | 0.21 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.02 |

(1) number of samples; (2) number of point analyses; (3) in the microprobe analyses, all iron as FeO; (4) as calculated

Table 6. Chemical compositions of ludwigite from Romanian occurrences
6a. Wet-chemical analyses (average of „n” analyses in wt.%)

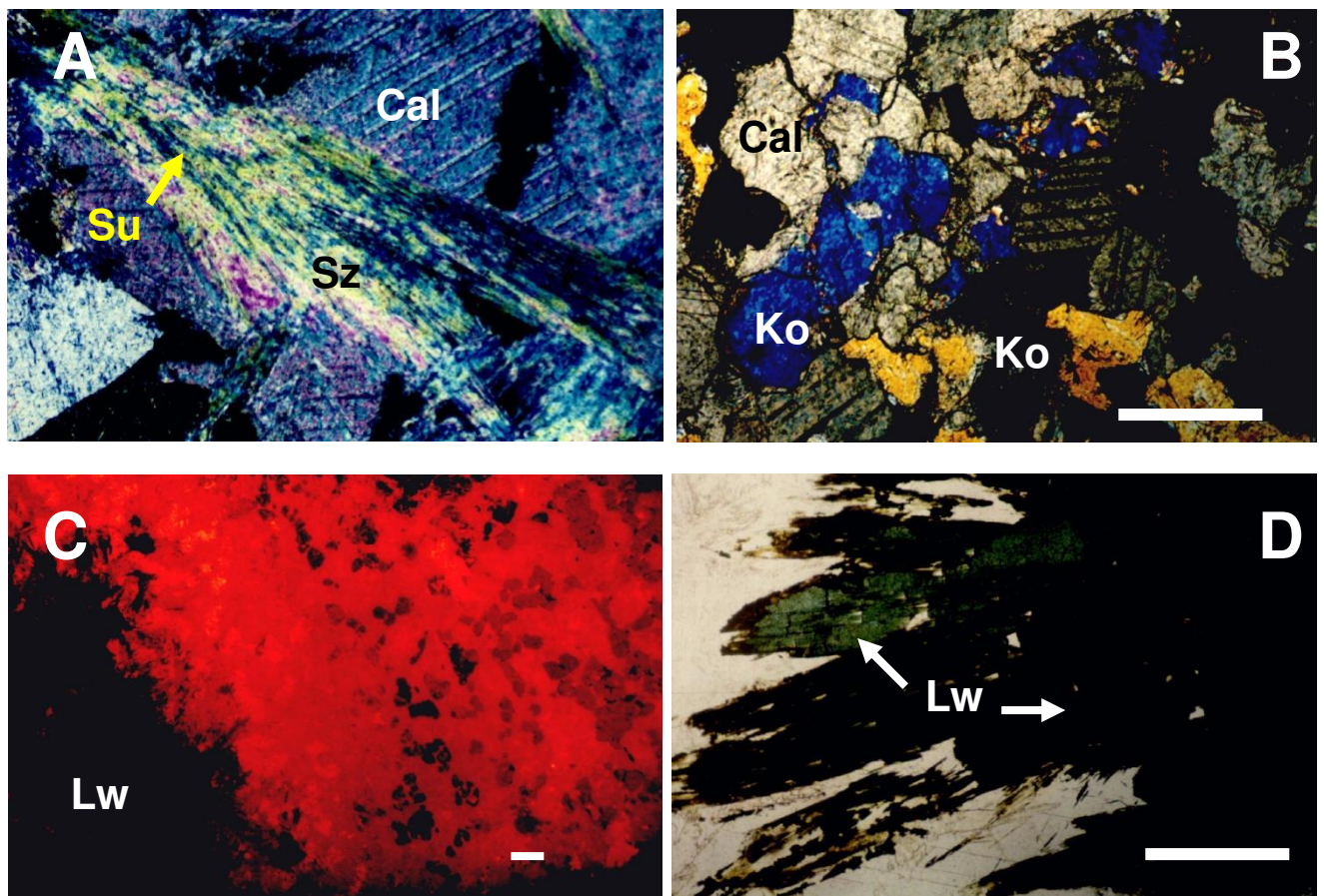
| Occurrence n ⁽¹⁾ | Băița Bihor | | Pietroasa | | Cacova Ierii | | Mașca Băișoara | | Ocna de Fier | |
|---|-------------|------|-----------|-------|--------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| | 1 | | 2 | | 5 | | 7 | | 8 | |
| | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. |
| B ₂ O ₃ | 17.36 | - | 17.51 | 0.36 | 17.50 | 0.13 | 17.39 | 0.34 | 17.63 | 0.12 |
| TiO ₂ | 0.09 | - | 0.25 | 0.17 | 0.24 | 0.04 | 0.18 | 0.10 | 0.20 | 0.21 |
| Al ₂ O ₃ | 0.62 | - | 6.28 | 0.05 | 1.15 | 0.30 | 1.59 | 1.36 | 0.46 | 0.14 |
| Fe ₂ O ₃ | 39.29 | - | 32.18 | 1.17 | 37.84 | 0.48 | 37.00 | 1.63 | 38.85 | 0.35 |
| FeO | 6.86 | - | 6.87 | 0.52 | 6.09 | 0.60 | 5.88 | 2.71 | 4.74 | 1.30 |
| MgO | 35.31 | - | 36.51 | 0.07 | 36.79 | 0.40 | 37.43 | 2.35 | 37.77 | 1.10 |
| MnO | 0.37 | - | 0.28 | 0.02 | 0.39 | 0.14 | 0.42 | 0.25 | 0.21 | 0.10 |
| CaO | 0.10 | - | 0.14 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.04 | 0.14 | 0.10 |
| Total | 100.00 | - | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| Number of atoms on the basis of 5 (O) | | | | | | | | | | |
| B | 1.003 | - | 0.983 | 0.017 | 1.002 | 0.005 | 0.994 | 0.007 | 1.006 | 0.008 |
| Ti | 0.002 | - | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.005 |
| Al | 0.024 | - | 0.241 | 0.001 | 0.045 | 0.012 | 0.061 | 0.052 | 0.018 | 0.005 |
| Fe ³⁺ | 0.990 | - | 0.788 | 0.031 | 0.945 | 0.013 | 0.922 | 0.056 | 0.967 | 0.009 |
| Fe ²⁺ | 0.192 | - | 0.187 | 0.014 | 0.169 | 0.017 | 0.164 | 0.079 | 0.131 | 0.037 |
| Mg | 1.763 | - | 1.771 | 0.002 | 1.820 | 0.015 | 1.846 | 0.084 | 1.861 | 0.045 |
| Mn | 0.010 | - | 0.008 | 0.001 | 0.011 | 0.004 | 0.012 | 0.007 | 0.006 | 0.003 |
| Ca | 0.004 | - | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.003 |
| Isomorphism in the M1-M3 sites (mol.%) ⁽⁴⁾ | | | | | | | | | | |
| ludwigite | 90.18 | - | 90.45 | 0.66 | 91.50 | 0.83 | 91.84 | 3.94 | 93.41 | 1.87 |
| vonsenite | 9.82 | - | 9.55 | 0.66 | 8.50 | 0.83 | 8.16 | 3.94 | 6.59 | 1.87 |
| Isomorphism in the M4 sites (mol.%) ⁽⁴⁾ | | | | | | | | | | |
| ludwigite | 97.44 | - | 76.12 | 1.12 | 94.90 | 1.17 | 93.31 | 5.42 | 97.70 | 0.42 |
| Mg ₂ AlBO ₅ | 2.36 | - | 23.30 | 0.70 | 5.52 | 2.31 | 6.23 | 5.28 | 1.82 | 0.53 |
| azoproteite | 0.20 | - | 0.58 | 0.42 | 0.58 | 0.08 | 0.46 | 0.25 | 0.48 | 0.53 |

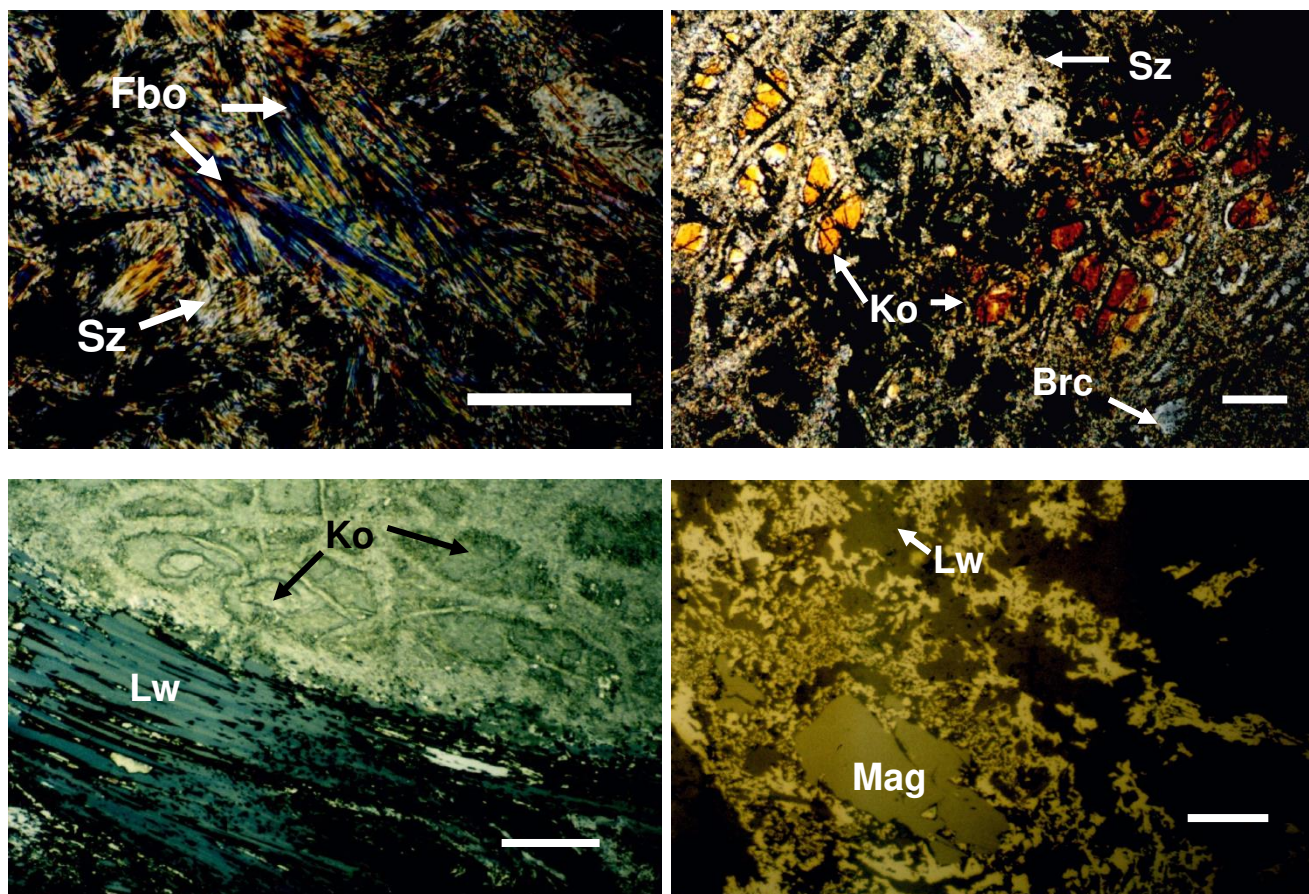
5b. Electron-microprobe analyses (average of „N” analyses in wt.%)

| Occurrence n ⁽¹⁾ | Băița Bihor | | Pietroasa | | Cacova Ierii | | Mașca Băișoara | | Ocna de Fier | |
|---|-------------|-------|-----------|-------|--------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| | 2 | | 9 | | 11 | | 8 | | 12 | |
| N ⁽²⁾ | 16 | | 55 | | 119 | | 76 | | 109 | |
| | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. | mean | s.d. |
| B ₂ O ₃ | 17.94 | 0.02 | 18.57 | 0.35 | 17.17 | 0.39 | 17.33 | 0.48 | 17.59 | 0.30 |
| TiO ₂ | 0.04 | 0.03 | 0.89 | 1.09 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | 0.17 | 0.04 | 0.02 |
| Al ₂ O ₃ | 0.91 | 0.50 | 6.43 | 0.93 | 0.28 | 0.37 | 1.90 | 1.16 | 0.73 | 0.51 |
| Fe ₂ O ₃ ⁽³⁾ | 37.55 | 0.39 | 29.78 | 2.18 | 38.70 | 1.34 | 36.30 | 1.62 | 37.86 | 1.12 |
| FeO ⁽³⁾ | 4.11 | 0.13 | 2.72 | 1.36 | 9.08 | 5.01 | 9.37 | 4.45 | 6.66 | 1.43 |
| MgO | 38.92 | 0.00 | 41.29 | 1.30 | 34.58 | 3.71 | 34.72 | 3.56 | 36.88 | 1.27 |
| MnO | 0.37 | 0.03 | 0.27 | 0.04 | 0.13 | 0.04 | 0.24 | 0.18 | 0.20 | 0.07 |
| CaO | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 |
| Total | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |
| Number of atoms on the basis of 5 (O) | | | | | | | | | | |
| B | 1.016 | 0.000 | 1.011 | 0.010 | 1.001 | 0.006 | 1.003 | 0.007 | 1.010 | 0.011 |
| Ti | 0.001 | 0.001 | 0.021 | 0.025 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.001 | 0.001 |
| Al | 0.036 | 0.019 | 0.239 | 0.033 | 0.011 | 0.015 | 0.074 | 0.044 | 0.029 | 0.020 |
| Fe ³⁺ | 0.927 | 0.011 | 0.707 | 0.058 | 0.984 | 0.016 | 0.916 | 0.055 | 0.948 | 0.032 |
| Fe ²⁺ | 0.113 | 0.004 | 0.072 | 0.036 | 0.260 | 0.150 | 0.266 | 0.132 | 0.186 | 0.041 |
| Mg | 1.903 | 0.004 | 1.941 | 0.040 | 1.739 | 0.153 | 1.732 | 0.134 | 1.827 | 0.049 |
| Mn | 0.011 | 0.001 | 0.007 | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.007 | 0.005 | 0.006 | 0.002 |
| Ca | 0.006 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Isomorphism in the M1-M3 sites (mol.%) ⁽⁴⁾ | | | | | | | | | | |
| ludwigite | 90.02 | 6.07 | 96.42 | 1.80 | 87.01 | 7.51 | 86.70 | 6.63 | 90.78 | 2.08 |
| vonsenite | 9.98 | 6.07 | 3.58 | 1.80 | 12.99 | 7.51 | 13.30 | 6.63 | 9.22 | 2.08 |
| Isomorphism in the M4 sites (mol.%) ⁽⁴⁾ | | | | | | | | | | |
| ludwigite | 96.27 | 2.02 | 73.07 | 4.40 | 98.80 | 1.52 | 92.27 | 4.73 | 97.00 | 2.04 |
| Mg ₂ AlBO ₅ | 3.68 | 1.95 | 24.74 | 3.52 | 1.14 | 1.50 | 7.50 | 4.49 | 2.93 | 2.04 |
| azoproteite | 0.05 | 0.07 | 2.19 | 2.73 | 0.05 | 0.05 | 0.23 | 0.41 | 0.08 | 0.06 |

(1) number of samples; (2) number of point analyses; (3) as calculated; (4) structural sites after Irvin and Peterson (1999).

FIG. 2. Photomicrographs showing characteristic relationships between minerals in the B-bearing magnesian skarns from Romania. A, B, E, F: transmitted light, crossed polars. C: cathodoluminescence image; D: transmitted light, parallel polars; G: reflected light, parallel polars; H: reflected light, crossed polars. The scale bars represent 100 μm . (A) Sheaf-like aggregate of fibrous szaibelyite (Sz) crystals with suanite (Su) relics in the calcite (Cal) mass. Sample 179, Pietroasa. (B) Grains of kotoite (Ko), part of them showing simultaneous extinction, in the mass of carbonate (Cal). Sample 1055, Băița Bihor. (C) Cathodoluminescence microphotograph showing the reciprocal relations between kotoite (orange-brown), dolomite (orange-red) calcite (orange) and ludwigite (black). Sample 2185, Băița Bihor. (D) Semitransparent crystals of ludwigite (olive green) at the periphery of an opaque radiating aggregate. Sample 1027, Pietroasa. (E) Detail of a vein of flouborite (Fbo) associated with szaibelyite (Sz) crosscutting the kotoite marble. Sample 2226 A, Băița Bihor. (F) Classical mesh texture of szaibelyite (Sz) + brucite (Brc) on kotoite (Ko) from Mg-Fe-B deposits. The kotoite cores are clearly visible. Sample 2198, Cacova Ierii. (G) Contact between fibrous ludwigite (olive-grey) and a szaibelyite + kotoite mesh textured aggregate. Sample 2198, Cacova Ierii. (H) Crystal of magnetite (Mag) surrounded by a symplectite magnetite - szaibelyite at the periphery of a ludwigite (Lw) crystal (dark grey). Sample 2198, Cacova Ierii.





Următoarea provincie, provincia metalogenetică a Carpaților Meridionali cuprinde patru subprovincii metalogenetice diferențiate pe criterii de ordin structural major și având fiecare o specificitate metalogenetică: Subprovincia Getică, Subprovincia Danubiană, Subprovincia Platoului Mehedinți și Subprovincia Banatitică (Popescu, 1986). Subprovincia metalogenetică asociată banatitelor din Carpații Meridionali, este reprezentată prin acumulări metalifere doar în partea vestică-nord-vestică a acestora (Banat-Poiana Ruscă). Și în cadrul acestei unități cu caracter convergent, metalogeneza se dispune de-a lungul unor aliniamente care pot constitui districte. Cel mai important este aliniamentul vestic-districtul Moldova Nouă-Ocna de Fier-Tincova. În spațiul său metalogeneza este în relație cu intruziuni de monzonite și diorite-granodiorite sau granite-granodiorite. Caracteristică acestui district este metalogeneza complexă asociată skarnelor: Fe, Pb, Zn, Cu, Mo, W, Au la Ocna de Fier, Dognecea, Oravița-Ciclova, Sasca, Tincova, Nădrag, în sud-estul Munților Poiana Ruscă. În plus a fost evidențiată metalogeneza “porphyry copper” cu caracter Cu-Mo – la Moldova Nouă.

Ultimul aliniament, cel mai estic și el tot un district, cuprinde un câmp metalogenetic cu mineralizații rentabile, Mraconia (Cu, Mo, W) și două ocurențe neeconomice la Lăpușnicul Mare și Turnu Ruieni, în vestul Muntelui Mic (Popescu, 1986).

Subdiviziunile subprovinciei banatitice la nivel de district au caracter liniar. În corelație cu dispunerea corpurilor eruptive și a ocurențelor de mineralizații, se pot contura trei districte metalogenetice (Popescu, 1986):

- Districtul Moldova Nouă – Ocna de Fier – Tincova
- Districtul Bozovici – Rușchița
- Districtul Mraconia – Teregova – Turnu Ruieni.

Tabelul 7 sumarizează, în acest fel, datele obținute în urma activităților geologice de teren și de laborator interpretate în prima etapă a prezentului proiect.

TABEL 7. BAZA DE DATE CU SECIILE MINERALE DESCRISE PENTRU ZĂCĂMINTELE STUDIATE

| Nr | Zăcământ | Tip zăcământ | Litologie și alterații | Morfologie mineralizație | Specii minerale descrise | Geochimie |
|----|-------------|--|---|-------------------------------------|--|--|
| 1 | Băița Bihor | Metasomatic de contact si hidrotermal Pb, Zn, Cu; Mo±Bi; W; B; | Depozite sedimentare mezozoice; roci filoniene laramice (bazalte, lamprofire). Calcare, quartite triasice, calcare jurasice, roci filoniene laramice. Silicifiate, argilizate, carbonatate, alterate pirometasomatic cu formare de skarne calcice si magneziene | Corpuri de substitutie, rar filoane | Molibdenit ^{1,2} Bismutina ¹ Scheelit ^{1,2} Wollastonit ¹ Vezuvian ¹ Diopsid ¹ Ludwigit ^{1,10} Szaibelit ^{1,4} Kotoit ¹ Fluoborit ¹ Sulfosaruri de Bi: Aikinit ¹ Diopsid ¹ Chondrodit ¹ Clinohumit ¹ Forsterit ^{1,10} Phlogopit ¹ Gratiatit ⁷ Galena ^{1,2,10,11} Sfalerit ^{1,2,10} Calcopirita ^{1,2,10} Ilvait ¹⁰ Pirotina ¹⁰ Magnetit ¹⁰ Pirita ¹⁰ Scheelit ^{1,2} Bornit ^{2,11} Talc ¹ Min serpentinice ¹ | Pb, Zn, Cu; Mo, Bi, B, W ± Au, Ag; Cd, Mn, Ni, Co, Te |

| | | | | | | |
|---|----------------|--|---|--|---|---|
| | | | | | Cerveleite ¹¹ Hessit ¹¹ Wittichenit ¹¹ Cupromakovickyite ¹² Makovickyite ¹² Hammarite ¹² Krupkaite ¹² Kupčikite ¹² Bismut nativ ¹² | |
| 2 | Budureasa | Metasomatic de contact si hidrotermal Pb, Zn, Cu, Au, Ag; Fe | Roci carbonatice si grezoase triasice si cretacice la contactul cu magmatitele cretacice superiorpaleogene (banatite). Calcare dolomitice si siltite triasice, calcare barremian-aptiene, skarne granatopiroxenice, corneene | Corpuri neregulate, impregnatii | Granati ^{1,10} Piroxeni ^{1,10} Magnetit ^{1,10} Calcopirita ^{1,10} Piritita ^{1,10} Forsterit ^{1,10} Spinel ^{1,10} Ludwigit ^{1,10} Ilvaitita ^{1,10} Pirotina ^{1,10} Magnetit ^{1,10} | Fe, Pb, Zn, Cu, Au, Ag, Bi, Sb, Mo, Cd, W |
| | | | | | Galena ^{1,10} Blenda ^{1,10} Calcopirita ^{1,10} Pirotina ^{1,10} | |
| | | Metasomatic de contact; Brucit | Roci carbonatice triasice la contact cu monzogranite cretacice superiorpaleogene. Calcare dolomitice si dolomite | Corpuri neregulate si impregnatii | Brucit ¹ | Mg |
| 3 | Cacova Ierii | Metasomatic de contact, Fe | Formatiunea carbonatica a grupului Baia de Aries din aureola de contact termic si metasomatic de pe marginea sudica a corpului granodioritic MieiCacova. Skarne calcice si magneziene, in special apocarbonatice uneori partial transformate hidrotermal; rar in calcare si dolomite cristalizate | Corpuri compacte, neregulate, cu dimensiuni variabile, cu forme complexe; lenticulare, benzi, cuiburi, impregnatii | Ludwigit ^{1,3} Magnetit ^{1,3} Hematit ¹ Pirotina ¹ Piritita ¹ Sfalerit ¹ Calcopirita ¹ Galena ¹ Marcasita ¹ Goethit ¹ Calcit ³ Dolomit ³ Magnezit ³ Forsterit ³ Kotoit ³ Clinohumit ³ Szaibelyit ³ Lizardit ³ Brucit ³ | Fe ± S; Cu, Zn, Mn, B |
| 4 | Mașca Băișoara | Metasomatic de contact, Fe | Formatiunea carbonatica a grupului Baia de Aries in aureola de contact termic si | Filoane vmetasomatic e, cuiburi, impregnatii | Ludwigit ^{1,10} Magnetit ^{1,10} Maghemit ¹ Hematit ^{1,10} Pirotina ^{1,10} | Fe ± S, B; Zn, Cu, Mo, Bi, Mn |

| | | | | | | |
|---|-----------|--|---|---|---|--|
| | | | metasomatic a corpurilor banatitice; Skarne calcice si magnezice in special apocarbonatice; subordonat marmure si dolomite recristalizate | | Mispikel ^{1,10} Pirita ^{1,10} Sfalerit ^{1,10} Calcopirita ^{1,10} Marcasita ^{1,10} Hidrogoethit ¹ Bornit ¹ Covelina ¹ Molibdenit ¹⁰ Goethit ¹⁰ | |
| 5 | Pietroasa | Skarne metasomatice de contact, calcice si magneziene; corpuri intruzive | Paleosomul – dolomite anisiene, calcare de Roşia, calcarele și dolomitele Formaţiunii de Codru | Corpuri neregulate, impregnații | Szaibelyit ¹⁰ Ludwigit ¹⁰ Magnetit ¹⁰ Diopsid ¹⁰ Wollastonit ¹⁰ | Fe, B |
| | | granodioritice; Fe, B. | | | | |
| 6 | Ciclova | Metasomatic de contact si hidrotermal Cu, Mo, | Roci carbonatice jurasice la contact cu magmatite cretacice superior-paleogene. Skarne granatopiroxenice, calcare recristalizate, granodiorite | Corpuri neregulate | Pirita ^{1,2} Calcopirita ^{1,2} Molibdenit ^{1,2} Scheelit ¹ Pirotina ² | Cu, Mo, Bi, Pb, Zn, W, Au, Ag, Te, Se |
| | | Porphyry copper Cu | Magmatite banatitice. Monzodiorite cuarțifere si diorite cuarțifere | Diseminari | Pirita ^{1,2} Calcopirita ^{1,2} Molibdenit ^{1,2} Scheelit ^{1,2} Hydroxyllestadit ⁶ | Cu ± W, Mo, Co, Au |
| 7 | Dognecea | Metasomatic de contact si hidrotermal Pb, Zn, Cu; Fe | Roci carbonatice urgoniene (barremian-aptiene), mai rar roci metamorfice, la contact cu magmatite laramice (granodiorite) Skarne, calcare recristalizate, epidotite | Corpuri neregulate, cuiburi, benzi, impregnații | Mn-diopsid ¹ Mn-ferrosalit ¹ Mn-hedembergit ¹ Mn-ilvait ¹ Wollastonit ¹ Epidot ^{1,10} Hematit ^{1,2,10} Magnetit ^{1,10} Pirotina ^{1,10} Calcopirita ^{1,10} Pirita ^{1,2,10} Sfalerit ^{1,2,10} Galena ^{1,2,10} Mispichel ^{1,10} Bismutina ^{1,10} Cosalit ¹ Dognacskaït ^{1,10} Tetradimit ¹ Tetraedrit ^{1,10} Molibdenit ² Dolomit ^{1,10} Ankerit ^{1,10} | Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Fe; As, Bi, Sb, Mn |

| | | | | | | |
|----|--------------|--|--|---|---|-----------------------------------|
| | | | | | Calcit ^{1,10} Cobalt-pentlandit ⁹ Carrollite ⁹ Wittichenite ⁹ Mawsonite ⁹ Electrum ⁹ Argint ⁹ Kawazulite ⁹ Bohdanowiczite ⁹ Hessite ⁹ Volynskite ⁹ | |
| 8 | Mraconia | Porphyry copper, Mo | Seria de Neamtu strabatuta de corpuri granitice; | Volburi si impregnatii | Molibdenit ^{1,8} Scheelit ¹ Calcopirita ^{1,8} Granati (andradit) Wollastonit ⁸ | Mo, W, Cu |
| | | | Granite alterate in facies potasic, filic si argilic | | Magnetit ⁸ Blenda ⁸ Galena ⁸ | |
| 9 | Ocna de Fier | Metasomatic de contact; Fe; Pb, Zn, Cu; B; | Roci carbonatice tithonic-neocomiene la contact cu magmatitele laramice(granodiorite). Skarne, calcare recristalizate | Corpuri neregulate, cuiburi, benzi, impregnatii | Granati ^{1,10,11} Piroxeni (diopsid) ^{1,10,11} Phlogopit ^{1,10} Tremolit ^{1,10} Paligorschit ^{1,10} Ludwigit ^{1,10} Wolframit ^{1,10} Magnetit ^{1,2,10,11} Hematit ^{1,2,10,11} Sfaleric ^{1,10} Galena ^{1,9,10,11} Pirit ^{1,10,11} Calcopirita ^{1,2,9,10,11} Bismutina ^{1,10} Cosalit ¹ Pirotina ^{1,9,10} Tetradimit ^{1,5,11} Tetrahedrit ^{1,10} Warthait ^{1,10} Veszelyit ¹ Bornit ^{2,9,11} Seria aikinitbismuthinit ⁵ Pavonit ⁵ Lillianite ⁵ Cervelleit ¹¹ Matildit ¹¹ Petzit ¹¹ Hessit ¹¹ Berrit ¹¹ | Fe, Cu, Pb, Zn; B; Bi, Ag, Cd |
| 10 | Oravița | Metasomatic de contact si hidrotermal Cu, Mo | Roci carbonatice jurasice la contact cu magmatite cretacice superior-paleogene. | Cuiburi, benzi, impregnatii | Calcopirita ^{1,2,10} Magnetit ^{1,10} Pirit ^{1,2,10} Bornit ¹ | Cu, Mo, Zn, Sb, Au, Co, W, As, Bi |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|-------------------------------|
| | | | Skarne granatopiroxenice, brecii tectonice, calcare, roci dioritice cuartifere silicifiate | | Molibdenit ^{1,2} |
| | | | | | Scheelit ² |
| | | | | | Diopsid ^{1,10} |
| | | | | | Granat ^{1,10} |
| | | | | | Amfiboli ^{1,10} |
| | | | | | Anthophylit ^{1,10} |
| | | | | | Tremolit ^{1,10} |
| | | | | | Pirotina ^{1,2,10} |
| | | | | | Sfalerit ^{1,10} |
| | | | | | Hematit ^{1,10} |
| | | | | | Tetraedrit ^{1,10} |
| | | | | | Monticellit ⁶ |
| | | | | | Hydroxyllestadit ⁶ |
| | | | | | Gehlenite ⁶ |

¹Borcos et al., 1984. Harta substantelor minerale utile, editia a doua.

¹Ciobanu, C. L., Cook, N. J. & Stein, H., 2002. Regional setting and geochronology of the Late Cretaceous banatitic magmatic and metallogenic belt. *Mineralium Deposita*, 37:541-567

³Marincea S., 2001. Magnesian borates and associated minerals in the Cacova Ierii skarn deposit (Apuseni Mountains, Romania). *GEONOMOS* 8 (1): 1-7

⁴Marincea, Ș., 2001. New data on szaibelyite from the type locality, Băița Bihor, Romania. *Canadian Mineralogist*, 39, 1, 111-127

⁵Ciobanu, C.L. & Cook, N.J., 2000. Intergrowths of bismuth sulphosalts from the Ocna de Fier Fe-skarn deposit, Banat, Southwest Romania.

Eur. J. Mineral. 2000, 12, 899-917

⁶Marincea, Ș., Dumitraș, D.G., 2003. Monticellite and hydroxyllestadite in high-temperature skarns from Romania. *Acta Mineralogica-Petrografica*, Abstract Series, 1, Szeged, 68

⁷Brugger, J., Ciobanu, C.L., Mills, S.J., Cook, N.J., Damian, G., Damian, F. und Elliott, P. (2013) Grațianite, IMA 2013-076. *CNMNC Newsletter* No. 18, December 2013, page 3252; *Mineralogical Magazine*, 77, 3249-3258.

⁸Anason Maria Angela 2012. Studiul mineralogic al skarnelor cu mineralizații asociate din bazinul Mraconia, Munții Almaj. Teza de doctorat. ⁹Cook, N. J. & Ciobanu, C. L., 2001. Paragenesis of Cu-Fe ores from Ocna de Fier-Dognecea (Romania), typifying fluid plume mineralization in a proximal skarn setting. *Mineralogical Magazine* 65, 351-372. ¹⁰Aniță Nicoleta, Ghineț Cristina, 2008.

Skarnele din România. *GEO-ECO-MARINA* 14/2008 – Supliment NR. 1 Științele Pământului, Cunoaștere și Mediu – Sesiune anuală de comunicări științifice.

¹¹Cook NJ, Ciobanu CL (2003) Cerveleite, Ag₄TeS, from three localities in Romania, substitution of Cu, and the occurrence of the associated phase, Ag₂Cu₂TeS. *N Jb Miner Mh* 7:321–336

¹²Topa, D. & Paar, W.H. (2008): Cupromakovickyite, Cu₈Pb₄Ag₂Bi₁₈S₃₆, a new mineral species of the pavonite homologous series. *Can. Mineral.* 46, 503-514.

Bibliografie:

Aleksandrov, S.M., 1982. Geochemistry of boron and tin in magnesian skarn deposits. Nauka Ed., Moscow, pp. 1-272 (in Russian).

Aleksandrov, S.M., 1998. The geochemistry of skarn and ore formation in dolomites. VSP Ed., Amsterdam, the Netherlands, pp. 1-301.

Aleksandrov, S.M., 2007. Endogenous transformation of kotoite in calciphires at magnesian-skarn deposits of boron. *Geochem. Internat.* 45, 666-684.

Anovitz L.M., Grew E.S., 2002. Mineralogy, petrology and geochemistry of boron: an introduction. In: Grew ES, Anovitz LM (eds), *Boron: mineralogy, petrology and geochemistry*. *Rev Mineral* 33, 2nd printing. Mineralogical Society of America, Washington, pp 1–40, 115–116.

- Bleahu M., Soroiu M., Catilina R. 1984. On the Cretaceous tectonic-magmatic evolution of the Apuseni Mountains as revealed by K-Ar dating. *Revue Roumaine de Physique*, 29, 123–130.
- Borcoş M., Vlad, S., 1994. Plate tectonics and metallogeny în the East Carpathians and Apuseni Mts., Field trip guide, Inst. Geol. Rom., 43 p., Bucuresti.
- Ciobanu C.L., Cook N.J., Stein H. 2002. Regional setting and geochronology of the Late Cretaceous Banatitic Magmatic and Metallogenic Belt. *Mineralium Deposita*, 37, 541– 567.
- Cioflica, G., Vlad, S. and Stoici, S., 1971. Repartition de la mineralisation dans les skarns de Băiţa Bihorului. *Revue Roumaine de Geologie, Geophysique et Geographie, Serie de Geologie*, 15, 43–58.
- Gallhofer D. 2015. Magmatic geochemistry and geochronology in relation to the geodynamic and metallogenic evolution of the Banat Region and Apuseni Mountains of Romania. Diss. ETH no 22888, 145pp.
- Giuşcă D., Cioflica G., Savu H. 1966. Caracterizarea petrologică a provinciei banatitice. *An. Com. Stat Geol.*, XXXV, 13-45, Bucureşti.
- Ghergari L., Ionescu C., 2000. The hydrograndite and magnesioferrite în the Budureasa Area (Apuseni Mountains, Romania): genetical implications. *N. Jb. Miner. Mh.*, 11, 481-495.
- Handy M. R., Ustaszewski K., Kissling E. 2014. Reconstructing the Alps-Carpathians-Dinarides as a key to understanding switches in subduction polarity, slab gaps and surface motion. *Int. J. Earth Sci. (Geol Rundsch)* DOI10.1007/s00531-014-1060-3.
- Irvin, M.B., Peterson, R.C. (1999): The crystal structure of ludwigite. *Can. Mineral.* 37, 939-944.
- Jankovic S. 1997. The Carpatho-Balkanides and adjacent area: a sector of the Tethyan Eurasian metallogenic belt. *Mineralium Deposita* 32(5), 426-433.
- Karamata S., Knezevic V., Pecskay Z., Djordjevic M. 1997. Magmatism and metallogeny of the Ridanj-Krepoljin belt (eastern Serbia) and their correlation with northern and eastern analogues. *Mineralium Deposita* 32(5), 452-458.
- Kissling, A., 1967. Mineralogical and petrological studies in the exoskarn zone at Ocna de Fier (Banat). *Academiei Ed.*, Bucharest, pp. 1-129 (in Romanian).
- Lemne M., Vâjdea E., Borcoş M., Tănăsescu A., Romanescu O. 1984. Des datations K-Ar concernant surtout les magmatites subséquentes alpines des Monts Apuseni. *Anuarul Institutului Geologic al României* LXI, 375–386.
- Lupulescu M., 1998. Zăcămintele de minereuri. 201 p. Editura Universităţii din Bucureşti.
- Marincea S., 2001. Magnesian borates and associated minerals în the Cacova Ierii skarn deposit (Apuseni Mountains, Romania). *GEONOMOS* 8 (1): 1-7.

- Mârza I., 1992. Geneza zăcămintelor de origine magmatica. Volumul III. 382 p. Editura Dacia, Cluj Napoca.
- Meinert, L.D., Dipple, G.M., Nicolescu, Ș., 2005. World skarn deposits. *Econ. Geol.* 100th Anniversary Volume, 299-336.
- Nicolescu, Ș., 1998. Skarn genesis at Ocna de Fier - Dognecea, South-West Romania. Unpubl. Ph. D. thesis, University of Göteborg, Sweden, pp. 1-112.
- Nicolescu S., Cornell D. H., Bojar A. V. 1999. Age and tectonic setting of Bocșa and Ocna de Fier–Dognecea granodiorites (southwest Romania) and of associated skarn mineralisation. *Miner. Deposita* 34, 743–753.
- Pavelescu L., Pop G., Ailenei G., Ene I., Soroiu M., Popescu G. 1975. K-Ar age determinations from the Apuseni and the Banat Mountains. *Revue Roumaine de Géologie*, 19: 67–79.
- Popescu Gh., 1986. Metalogenie aplicată și prognoza geologică. Partea a II-a. 316 p. Tipografia Universității București.
- Pertsev, N.N., 1991. Magnesian skarns. In: *Skarns. Their genesis and metallogeny.* Theophrastus Publications, Athens, pp. 299-324.
- Petruțian, N., Steclaci, L., 1966. Raportul Re:Mo în molibdenitele din România. *St.Cerc. Geol. Geofiz. Geogr.*, vol. 11, p. 71-75.
- Rădulescu D. 1974. Observații asupra magmatismului alpin în teritoriile carpatice. *D. S. Inst. Geol. Geof.*, LX/5 (1972-1973), 105-117, București.
- Soroiu M., Catilina R., Strutinski C. 1986. K-Ar ages on some igneous rocks from the southwestern end of the South Carpathians (Banat Hills). *Revue Roumaine de Physique*, 31: 849–854.
- Stoici, S.D., 1974. Geological and petrographical study of the upper basin of Crișul Negru - Băița Bihor, with special look on the boron mineralization and magnesian skarns. *St. Tehn. Econ. Inst. Geol. Geofiz.*, ser. I, 7, pp. 1-199 (in Romanian).
- Stoicovici E., Sălăgean, I., 1970. Contribuții la cunoașterea magmatismului banatitic din Munții Bihor. *Studia Univ. Babeș-Bolyai Cluj*, XV, 2, 3-16, Cluj-Napoca.
- Ștefan A., Lazăr C., Berbeleac I., Udubașa Gh. 1988. Evolution of banatitic magmatism in the Apuseni Mts. and associated metallogenesis. *D. S. Inst. Geol. Geof.*, 72-73 /2 (1985, 1986), 195-213, București.
- Vlad N. S. 1997. Calcic skarns and transversal zoning in the Banat mountains, Romania: indicators of an Andean-type setting. *Mineralium Deposita* 32(5), 446-451.
- Vlad S., Borcoș M., 1997. Alpine metallogenesis of the Romanian Carpathians. *Romanian Journal of Mineral Deposits*, 1997, 78, 5-21.

Zimmermann A., Stein H., Hannah J., Koželj D., Bogdanov K., Berza T. 2008. Tectonic configuration of the Apuseni–Banat—Timok–Srednogorie belt, Balkans–Southern Carpathians, constrained by high precision RE–OS molybdenite ages. *Mineralium Deposita*, 43, 1–21.

În cadrul instituției coordonatoare, proiectul a beneficiat, la nivel de execuție, de sinergia cu o serie de alte proiecte în a căror realizare este implicat Institutul Geologic al României, anume:

(1) proiectul cu titlul „Registrul național al rezervelor secundare de materii prime cu importanță economică rezultate din reziduurile miniere” (9 PS/2017) finanțat de Planul Sectorial al Ministerului Cercetării și Inovării;

(2) proiectul Orizont 2020 cu titlul „Combined Heat, Powder and Metal Extraction from ultra-deep ore bodies”, și acronim CHPM 2030 (grant nr. 654100/03.12.2015), finanțat de Comisia Europeană;

(3) proiecte componente ale grantului Orizont 2020 Cofund cu numărul 731166 având titlul „Establishing the European Geological Surveys Research Area to deliver a Geological Service for Europe” și acronim Geo-ERA dar mai ales proiectul „Forecasting and Assessing Europe's Strategic Raw Materials Needs” cu acronim FRAME;

(4) proiectul de cooperare bilaterală România – Regiunea Wallonă din Belgia cu titlul „Depozite majore de W și Mo din depozite de greisen și skarn din România: de la geneză la preparare prin studiu mineralogic” și acronim RO-W-Mo, finanțat, în cadrul programului Capacități, de Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, Cercetării, Dezvoltării și Inovării (contract 114/BM/2017);

(5) proiectele de mobilități cu codurile PN-III-P1-1.1-MC-2018-3163 (contract 804/31.10.2018), PN-III-P1-1.1-MC-2018-3199 (contract 805/31.10.2018), PN-III-P1-1.1-MC-2018-3211 (contract 806/31.10.2018), și respectiv PN-III-P1-1.1-MC-2018-3199 (contract 805/31.10.2018), finanțate de UEFISCDI pentru trei dintre membrii echipei de realizare a proiectului.

Aceste proiecte au avut arii de studiu apropiate și în parte identice cu cele ale proiectului de față și au implicat, ca parte a realizării unora dintre activitățile propuse, membri ai echipei de realizare a proiectului PCCDI. Sinergia dintre proiecte a permis economisirea de fonduri, prin finanțarea unor deplasări destinate unor scopuri analitice, formaționale sau de prelevare a probelor. Activitățile concrete executate la nivelul coordonatorului pentru realizarea proiectului s-au concretizat, pe parcursul acestei prime faze, cu următoarele rezultate:

(A) Participarea directorului de proiect la întâlnirile de lucru ocazionate Workshopul de strategie 2018 al directorilor serviciilor geologice europene grupate în EuroGeoSurveys (30 ianuarie - 3 februarie 2018) desfășurate la Kiev (Ucraina), având drept principal obiectiv strângerea relațiilor de cooperare internațională și lansarea unor noi proiecte de cercetare științifică.

(B) Participarea a 4 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu și tehn. Cristinel Iordache) la o scurtă excursie de teren derulată în perioada 15 – 18 martie 2018, destinată prelevării de probe din ariile de skarn de la Mraconia și Moldova Nouă. Deplasarea a fost acoperită din fonduri exterioare proiectului.

(C) Participarea a doi membri din echipa de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea și Dr. Delia-Georgeta Dumitraș) la o reuniune de lucru cu parteneri spanioli și portughezi, destinată depunerii unei propuneri de proiect comune în cadrul programului EIT Kic Raw Materials. Reuniunea s-a desfășurat la Barcelona (Spania) pe data de 26.03.2018 și a fost acoperită parțial din fonduri ale altor proiecte.

(D) Participarea unui membru din echipa de realizare a proiectului (tehn. Adina Iorga-Pavel) la un stagiul analitic, de documentare și de etalonare de aparatură la Université de Saint Etienne (Franța), în perioada 7 – 14 aprilie 2018. Stagiul, finanțat în bună parte din fonduri exterioare proiectului, a permis realizarea unei părți a analizelor la microsonda electronică necesare proiectului de față.

(D) Participarea a patru membri din echipa de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu) la un stagiul de perfecționare, analitic și de documentare în Belgia, la laboratoarele partenere de la Université de Liège, în perioada 3 aprilie – 3 mai 2018. O serie de analize și documentări externe, plătite din bugetul laboratorului gazdă, au fost efectuate la laboratoare aparținând Université Libre de Bruxelles, Maastricht Universitiet, Université Paris VI, Institut für Kristallographie - Aachen, Ruhr Universität - Bochum, Antwerp Universitiet. Deplasarea a fost acoperită în cea mai mare parte din fonduri exterioare proiectului.

(E) Participarea a 4 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu și tehn. Cristinel Iordache) la un scurt stagiul de teren, desfășurat în perioada 11 – 15 mai 2018, destinat prelevării de probe și studierii relațiilor spațiale din ariile de skarn de la Mraconia, Ocna de Fier, Ciclova, Oravița și Dognecea. Deplasarea a fost finanțată din fonduri exterioare proiectului.

(F) Participarea a patru membri din echipa de realizare a proiectului la un stagiul de teren,

desfășurat în perioada 21 – 27 mai 2018, destinat prelevării de probe și studierii relațiilor spațiale din ariile de skarn de la Dealul Cornet, Măgureaua Vaței, Pietroasa, Budureasa și Băița Bihor. Deplasarea a fost finanțată din fonduri exterioare proiectului.

(G) Participarea a 4 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu și tehn. Cristinel Iordache) la un scurt stagiul de teren, desfășurat în perioada 1 – 8 iunie 2018, destinat prelevării de probe și studierii relațiilor spațiale din ariile de skarn de la Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Cacova Ierii și Mașca Băișoara.

(H) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu, Diana Perșa și tehn. Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 23 – 30 iulie 2018, destinată prelevării de probe din ariile de skarn de la Budureasa, Pietroasa, Băița Bihor și Măgureaua Vaței. Excursia de teren, conexată cu un workshop al Proiectului Orizont 2020 cu acronim CHPM 2030, a beneficiat de o numeroasă participare internațională, incluzând parteneri de la Universitatea din Miskolc (Prof. Éva Hartai și Dr. Norbert Németh), British Geological Survey (Dr. Christopher Rochelle, Dr. Alicija Lacinska), Tamás Miklovicz (Las Palmas - Spania) și Andrea Kolencsikné Tóth (Federația Europeană a Geologilor).

(I) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu și tehn. Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 31 iulie - 7 august 2018, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de skarn din ariile de la Măgureaua Vaței și Dealul Cornet, ca și a unor relații ale unor enclave enalogene cu natură carbonică cu rocile subvulcanice din aria de la Colibița.

(J) Participarea a patru dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, Dr. Cristina Sava Ghineț și Dr. Aurora Măruța Iancu) la lucrările celei de-a 22-a Conferințe a Asociației Internaționale de Mineralogie, desfășurată la Melbourne (Australia) în perioada 10 - 20 august 2018. Cu această ocazie au fost prezentate 7 comunicări științifice care au implicat membri ai echipei de realizare a proiectului, ale căror referințe bibliografice sunt:

DUMITRAȘ, D.G, HAITĂ, C., TALMATCHI, C., BUGOI, R.N., MARINCEA, Ș. (2018): Preliminary mineralogical and physico-chemical study of Byzantine pottery from Hârșova, Dobrogea, Romania. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 537.

DUMITRU, A.G., DUMITRAȘ, D.G. & MARINCEA, Ș. (2018): The National Museum of Geology – a mineralogical treasure. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 478.

IANCU, A.M., MARINCEA, Ș., DUMITRAȘ, D.G., SAVA GHINEȚ, C., CĂLIN, N. (2018): Comparative mineralogical and geochemical study on four phosphogypsum deposits in Romania. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 476.

HÎRTOPANU, P., SCOTT, W.P. & CĂLIN, N. (2018): New data on johannsenite and its mineral associations in Bistrița Mts., Romania. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 461.

MARINCEA, Ș., DUMITRAȘ, D.G. & SAVA GHINEȚ, C. (2018): Szaibelyite within five occurrences of magnesian skarns from Romania: New mineralogical data. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 465.

SEBE RĂDOI, O.G., DUMITRAȘ, D.G., MARINCEA, Ș., CĂLIN, N., BÎRGĂOANU, D., BARBU, O.C. (2018): Preliminary mineralogical study of the diatomites from Miniș, Zarand Basin. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 397.

TALMATCHI, C., DUMITRAȘ, D.G., HAITĂ, C., BUGOI, R.N., MARINCEA, Ș. & DUMITRU, A.G. (2018): Byzantine pottery from Oltina, Dobrudja, Romania - preliminary mineralogical study. 22nd General Meeting of IMA, Melbourne, 2018, Abstract Volume, 409.

(K) Participarea directorului de proiect ca membru al juriului la susținerea și evaluarea unui memoriu de licență (Master en Sciences Géologiques à finalité approfondie) prezentat la Université de Liège (Belgia), susținut de Olivier Ludovicy, și având o tematică apropiată tematicii proiectului. Titlul memoriului este „Etude minéralogique et géochimique du gisement de Mănăila” și, în partea de eșantionare, a fost realizat cu sprijinul logistic furnizat de proiectul 114/BM/2017. Ceilalți membri ai comisiei de evaluare a memoriului au fost Prof. Dr. Frédéric Hatert, Prof. Dr. Jacqueline Vander Auwera, ambii de la Université de Liège, și Dr. Simon Philippo, de la Musée National d’Histoire Naturelle de Luxembourg. Susținerea în ședință publică a memoriului a avut loc pe data de 7 septembrie 2018.

(L) Participarea cu o lucrare a unuia dintre membrii echipei de realizare a proiectului (CS I Dr. Delia-Georgeta Dumitraș) la cel de-a 11-lea Simpozion Internațional de Geologie Economică “Resurse Minerale în secolul al XXI-lea”, desfășurat la Iași, în perioada 6 – 9 septembrie 2018. Referința bibliografică este:

TONCO, A.T., NEACȘU, A. & DUMITRAȘ, D.G. (2018): Evaluation of the present demand and supply of gems, minerals and rocks of aesthetic value in the exhibitions organized by the Geological Institute of Romania – National Museum of Geology. Rom. J. Mineral Deposits, 91, 97 – 102.

(M) Susținerea de către unul dintre membrii personalului nou angajați în cadrul proiectului (ACS Adrian Pantia) a colocviului de admitere la teza de doctorat, care se va derula în cadrul Universității din București (partener 2 al proiectului). Titlul tezei („Mineralogeneza skarnelor și corneenelor magneziene din aria de contact a corpurilor banatitice de la Budureasa și Pietroasa - Munții Apuseni”) este concordant cu tematica și obiectivele proiectului. Din comisie au făcut parte: Prof. dr. abil. ing. Mihai Emilian Popa, Prof. dr. ing. Daniel Scărădeanu, Prof. dr. ing. Gheorghe Popescu (care este coordonator al lucrării), dr. ing. Marin Palcu și drd. Florin Nache.

(N) Participarea a 6 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu, ACS Adrian Pantia, tehn. Paula Ivan și tehn. Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 22 septembrie - 2 octombrie 2018, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de la Mraconia, Moldova Nouă, Ciclova, Oravița, Ocna de Fier, Dognecea, Pietroasa, Budureasa și Băița Bihor. La excursia de teren, conexată cu o acțiune din cadrul proiectului 114/BM/2017, au participat parteneri de la Universitatea din Liège: Prof. Dr. Frédéric Hatert, Asistent Yannick Bruni și Corentin Amor del Valle. Deplasarea a permis prelevarea de probe pentru fundamentarea lucrării de master a studentului belgian (Corentin Amor del Valle), având în principal ca obiectiv eșantionarea depozitelor de skarn de la Mraconia, Oravița și Băița Bihor, în vederea realizării unui studiu comparativ, care va sta la baza fundamentării memoriului de licență având titlul „Dépôts majeurs de W et Mo dans les skarns et les greissens de Roumanie: de génèse au traitement de minerais par l’entremis de l’étude minéralogique”. Juriul de prezentare a lucrării va fi alcătuit din: Prof. Dr. Frédéric Hatert (coordonator), Prof. Dr. Jacqueline Vander Auwera, Dr. Simon Philippo (custode al Muzeului de Științe ale Naturii din Luxembourg) și CS I Dr. Ștefan Marincea. Memoriul este programat spre susținere în laboratorul partener, în cursul anului 2019.

(O) Participarea a 4 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu, tehn. Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 8 - 12 octombrie 2018, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de la Mraconia și

Moldova Nouă. Deplasarea a permis prelevarea unor probe pentru completarea unei colecții care va fi expusă la Muzeul Național de Geologie, ca indicator propus de realizare a proiectului. Deplasarea a fost finanțată în bună parte din fonduri exterioare proiectului.

(P) Participarea directorului de proiect la a 45-a Adunare Generală a Serviciilor Geologice Europene, desfășurată la Bratislava, în perioada 15 - 19 octombrie 2018. În cadrul sesiunii de comunicări aferente acestei importante reuniuni a fost organizată o masă rotundă aferentă lansării cărții „Critical Raw Materials for the EU countries – potential in the Slovak Republic” (autori Pavel Bačo, Zuzana Bačová și Zoltán Németh, ISBN 978-80-8174-031-2), în care au putut fi discutate date privind ocurențele de minerale critice din depozitele de skarn din România studiate în cursul proiectului. Deplasarea a fost finanțată din fonduri exterioare proiectului.

(Q) Participarea a trei dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș și tehn. Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 31 octombrie – 3 noiembrie, destinată în parte studiului unor anclave calcaroase din corpul subvulcanic de la Colibița. Deplasarea a fost finanțată integral din fonduri exterioare proiectului..

(R) Participarea a trei dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu) la stagii analitice și de documentare finanțate prin granturile de mobilități PN-III-P1-1.1-MC-2018-3163 (contract 804/31.10.2018), PN-III-P1-1.1-MC-2018-3199 (contract 805/31.10.2018), PN-III-P1-1.1-MC-2018-3211 (contract 806/31.10.2018), și respectiv PN-III-P1-1.1-MC-2018-3199 (contract 805/31.10.2018), în cadrul Laboratorului de Mineralogie ale Universității din Liège (Belgia). În cadrul acestor stagii, derulate în perioada 12 noiembrie – 12 decembrie 2018, au fost analizate o serie de probe prelevate în cursul campaniilor de teren aferente proiectului.

La nivelul Partenerului 1 (Institutul de Geodinamică al Academiei Române) lucrările privind investigarea skarnelor asociate magmatismului de vârstă Cretacic superior din Munții Apuseni și Banat s-a concretizat, la nivel de execuție, cu următoarele rezultate:

(A) În perioada 9 – 20 iunie 2018, 5 membri ai echipei de realizare a proiectului au participat la o misiune de teren în Banat în vederea efectuării de observații mineralogice și petrografice în ariile de aflorare a magmatismului de vârstă Cretacic superior – Paleogen și a mineralizațiilor asociate. Au fost vizate ocurențele de la Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Ciclova Montană dar și ocurența de la Neamțu (bazinul superior al văii Mraconia). Pe

parcursul acestei misiuni au fost prelevate 120 de probe geologice destinate studiilor mineralogice și petrografice.

(B) În perioada 11 – 21 iulie 2018, 4 membri ai echipei de realizare a proiectului au participat la o misiune de teren în Munții Apuseni în vederea efectuării de observații mineralogice și petrografice în ariile de aflorare a magmatismului de vârstă Cretacic superior și a mineralizațiilor asociate. Pe parcursul acestei misiuni au fost prelevate 140 de probe geologice destinate studiilor mineralogice și petrografice. Au fost vizate ocurențele de la Budureasa, Pietroasa, Băița Bihor, Mașca Băișoara și Cacova Ierii.

(C) În perioada 05 – 19 octombrie 2018, 3 membri ai echipei de realizare a proiectului au participat la o misiune de teren în Munți Apuseni și în Banat în vederea completării observațiilor mineralogice și petrografice efectuate în precedentele misiuni de teren în ariile de aflorare a magmatismului de vârstă Cretacic superior și a mineralizațiilor asociate. Pe parcursul acestei misiuni au fost prelevate 110 de probe geologice destinate studiilor mineralogice și petrografice. Au fost vizate ocurențele de la Budureasa, Pietroasa, Băița Bihor, Baia de Arieș, și din bazinele văilor Moravița și Mraconia.

(D) Participarea a doi dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Elena Luisa Iatan și Dr. Lucica Niculae) la elaborarea și prezentarea în cadrul celui de-al 11-lea Simpozionului Internațional de Geologie Economică desfășurat la Iași, în intervalul 5 – 9 septembrie 2018, a trei comunicări științifice, cu rezumate publicate, după cum urmează:

PINTEA, I., NUȚU-DRAGOMIR, M.-L., UDUBAȘA, S.S., BÎRGĂOANU, D., IATAN, L.E., BERBELEAC, I. & BARBU, O.C. (2018): Hydrosilicate aqueous - and vapor - “melt” inclusions in some specific rocks and minerals from Romania. *Rom. J. Mineral Deposits*, 91, 13 - 18, ISSN 1220-5648.

IATAN, L.E. & BERBELEAC, I. (2018): Neogene mineralizations of Bucium Rodu - Frasin Au-Ag deposits, South Apuseni Mountains, Romania. *Rom. J. Mineral Deposits*, 91, 25-30, ISSN 1220-5648.

NICULAE, L. (2018): The dynamics, geomorphology and the relationship of the mass movement with the geology in the Subcarpathian Area, between the Buzău and the Călnau Rivers. *Rom. J. Mineral Deposits*, 91, 85 - 90, ISSN 1220-5648.

Participarea a fost suportată din fondurile proiectului destinate mobilităților și a permis difuzarea unor rezultate obținute în cursul derulării acestuia.

La nivelul Partenerului 2 (Universitatea din București) lucrările din cadrul proiectului s-au concretizat prin diseminarea rezultatelor obținute în cadrul a două manifestări științifice:

Simpozionul Internațional de Geologie Economică desfășurat la Iași, în intervalul 5 – 9 septembrie 2018 (cu referința bibliografică menționată mai-sus: Tanco et al. 2018) și Conferința Internațională de Geochimie – Goldschmidt 2018, care a avut loc la Boston (SUA) în perioada 12 – 17 august 2018.

Referințele bibliografice sunt următoarele:

PETRESCU L., JIANU DENISA, UDUBAȘA, S. S. (2018): Impact of an Historic Mercury Mine and Hg Processing Plant on the Surrounding Surface Soils (Apuseni Mts., Romania). Goldschmidt Abstracts 2018; Goldschmidt2018 Conference, session 13g; Boston, USA, 12 – 19 august 2018.

UDUBAȘA S. S., PETRESCU L., UDUBAȘA G., (2018): Micro-Inclusions in Ag-Bearing Sulpho-salts Assemblages – Possible Key to Estimate the Ore Fluid Evolution in Dealul Crucii Ore Deposit, Romania. Goldschmidt Abstracts 2018; Goldschmidt2018 Conference, session 06b; Boston, USA, 12 – 19 august 2018.

PINTEA, I., UDUBAȘA, S. S., BÎRGĂOANU, D., IATAN, L.E. & BARBU, O.C. (2018): Micro-thermometry and Raman Spectroscopy of Fluid and Melt Inclusions in the Alpine Porphyry Copper Deposits from Romania: Insights on Micrometallogeny. Goldschmidt Abstracts 2018; Goldschmidt2018 Conference, session 05d; Boston, USA, 12 – 19 august 2018.

La nivel de impact social direct, instituția coordonatoare, respectiv Institutul Geologic al României, a avut ca obiectiv atragerea și integrarea de resursă umană nou angajată. Prin prisma problematicei propuse s-a reușit surescitarea interesului și atragerea unei noi forțe de muncă în domenii de cercetare esențiale. Este vorba de ocuparea a trei poziții vacante a listei de personal implicat în realizarea proiectului, doi asistenți de cercetare (ACS Adrian Pantia și ACS Ingrid Poll) și a unui cercetător științific (CS Monica Macovei) în domeniul mineralogie – metalogenie, care beneficiază atât de training în laboratoarele deja existente, cât și de susținerea logistică și materială pentru finalizarea studiilor de doctorat (ACS Pantia Adrian și ACS Ingrid Poll), a căror subiecte propuse sunt apropiate cu cele ale prezentului proiect. Oportunitățile de training sunt cu atât mai deschise, cu cât instituția coordonatoare participă la două consorții europene finanțate în sistem de grant operațional de Institutul European de Tehnologie (KIC Raw Materials), respectiv de Comisia Europeană – GeoERA („Establishing the European Geological Surveys Research Area to deliver a Geological Service for Europe”), acestea fiind dublate de parteneriate bilaterale cu entități academice din Europa, deschise

pentru colaborări academice de tipul doctoratelor în cotutelă și a masteratelor cu dublă coordonare și pentru parteneri străini din consorțiul KIC Raw Materials.

Director Proiect Complex,
CSI dr.ing. ȘtefanMarincea

Șt. Marincea