

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 decembrie 2018 – decembrie 2019 (faza a II-a)

A doua fază a proiectului GEORES a avut ca scop principal studiul cristalografic, cristalochimic și sub raport al proprietăților fizice al principalelor faze cu conținuturi de Mo și W din ocurențele de skarne din Munții Apuseni și Banat (Pietroasa, Budureasa, Băița Bihor, Cacova Ierii, Mașca Băișoara, Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Ciclova, și Mraconia), cât și punctarea unor detalii structurale legate de sulfosărurile de Bi și Sb.

După cum arătam în raportul științific din anul 2018, observațiile de teren sunt cele care certifică sau infirmă modul în care magmatismul Cretacic superior și metalogeneza asociată au fost generate și puse în loc. Într-o serie întreagă de situații contactele dintre unitățile mezo-cretacice sunt sigilate de banatite. Acest aspect îl întâlnim în Munții Apuseni - intruziunea de la Valea Cepelor (bazinul Arieșului Mare) sigilează contactele tectonice dintre unitățile Biharea/Poiana/Arieșeni; toate contactele dintre unitățile mezo-cretacice din cuprinsul masivului Biharea sunt străbătute de intruziuni banatitice de dimensiuni diferite: masivele Budureasa și Pietroasa sigilează sau traversează unități mezo-cretacice) și în Banat (de-a lungul văii Dognecea, intruziunile banatitice străbat linia de șariaj Dognecea care separă pânzele supragetice de Bocșa și Moniom; în bazinul văii Moravița, intruziunea de Ocna de Fier traversează falia inversă Ezeriș - Colțan, care separă seriile metamorfice de Bocșița-Drâmoxa și Buchin din pânza de Bocșa situație prezentată pentru prima dată de Nicolescu *et al.* (1999). La cele prezentate mai sus se adaugă și faptul că toate intruziunile sunt nedeformate, iar atunci când acest lucru se întâmplă, deformarea este în regim casant, larg spațiat, post intruziune. Un alt aspect speculat de susținătorii modelelor în care este invocată subducția este și distribuția, cel puțin în aria Carpato - Balcanică, a acestui magmatism și anume sub forma literei L. Numai că lucrurile nu stau așa nici în acest caz. În imaginea prezentată în anul 2018 se poate firesc observa că, doar cu excepția Banatului, în restul teritoriului (Munții Apuseni și Poiana Ruscă) ariile ocupate de banatite nu se subsumează unei centuri (belt), ci respectă geometria extensională, aspect relevat și de studiile de gravimetrie (Andrei *et al.*, 1989).

Alături de configurația geografică a banatitelor în spațiul Carpato-Balcanic apar unele aspecte legate de relația existentă între depozitele de tip Gosau din bazinele extensionale și

intruziuni sau/extruziuni. Sunt situații numeroase în Munții Apuseni și în Banat în care căile de acces ale magmatitelor de vârstă Cretacic superior sunt tocmai dislocațiile ce au favorizat dezvoltarea bazinelor extensionale de tip Gosau, și nu numai. La momentul Cretacic superior au existat o serie întreagă de fracturi profunde, unele litosferice, care au favorizat ascensiunea magmelor în domeniul superficial crustal. Însă, avem situații ca cea din Vlădeasa, și nu numai, în care depozitele sedimentare de tip Gosau se află “suspendate” la mare altitudine, în “spatele” intruziunilor granodioritice. Există două posibilități pentru a explica această situație din Cretacicul superior din Munții Apuseni și Banat potrivit autorilor mai sus menționați: (1) ablația convectivă mecanică a litosferei, așa cum Bird (1979) sugerează pentru cordilierele nord-americe, sau (2) detașarea unei bucăți mari din manta litosferică așa cum propune Houseman *et al.* (1981). Indiferent de modelul adoptat, așa se pot explica subțieri de crustă în context extensional care să faciliteze ascensiuni rapide ale unor magme generate prin detenta adiabatică la baza litosferei sau/și în astenosferă cât și aspectele particulare legate de prezența bazinelor de tip Gosau suspendate. Totodată avem astfel posibilitatea să explicăm o înălțare semnificativă și dezvoltarea de platouri, așa cum ar fi cel din Vlădeasa. În stadiul actual al cunoștințelor, considerăm că sunt necesare date geofizice suplimentare, cum ar fi tomografia seismologică, pentru a ajunge la o înțelegere satisfăcătoare a semnificației geodinamice a extensiei din Cretacicul superior în acest segment alpin.

Un alt aspect care susține modelul extensional post-colizional al formării bazinelor Gosau și de punere în loc a magmatismului banatic este însăși configurația și distribuția acestora în lungul unui așa-numit belt (Fig. 1).

Dacă analizăm doar situațiile din Banat (Romania), din Timok (Serbia), sau din Srednogorie (Bulgaria) observăm următoarele aspecte:

- bazinele și inclusiv magmatitele au un caracter discontinuu, neuniform și sunt controlate structural de fracturi de tip strike-slip în regim transtensiv-traspresiv caracteristic unei tectonici extensionale (Fig. 2);
- aceste tipuri de fracturi au urmărit, sau nu, traiectul dislocațiilor mezo-cretacice, în foarte multe cazuri, pe care le-am semnalat anterior; ele sigilează vechile contacte dintre unitățile tectonice;
- magmatitele intrusivă cât și cele extrusivă au o mare varietate compozițională care nu constituie polarități în raport cu o ipotetică axă a unui ipotetic arc, ca în cazul provinciilor magmatice legate de zonele de subducție;
- în același sens, nu există polarități de vârstă în raport cu aceeași presupusă geometrie;

- magmatismul, ținând cont de volumele implicate, de aria de distribuție și de faptul că fiecare masiv a cunoscut o evoluție de cca. 10 Ma (short-lived magmatism) și că în general, la scară continentală, evoluțiile banatitelor de la generare la punere în loc au fost extrem de scurte, are o semnătură puternic extensională (Fig.3) a unui magmatism post-colizional, anorogenic.

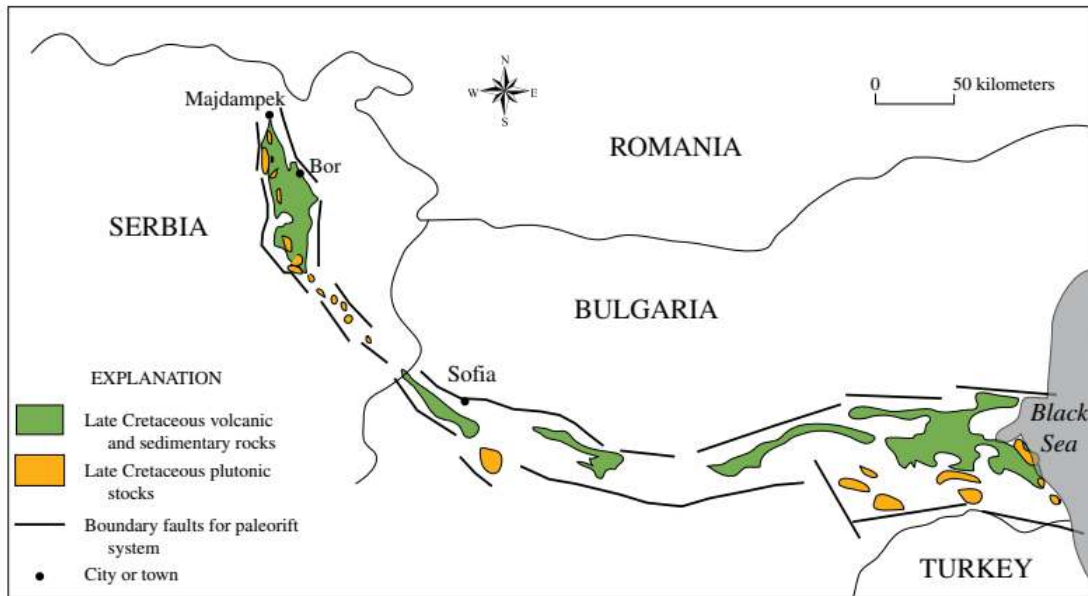


Fig. 1. Schiță de hartă cu banatitele din zona Timok – Srednogorie modificată în Drew (2006) după Antonijević *et al.* (1974).

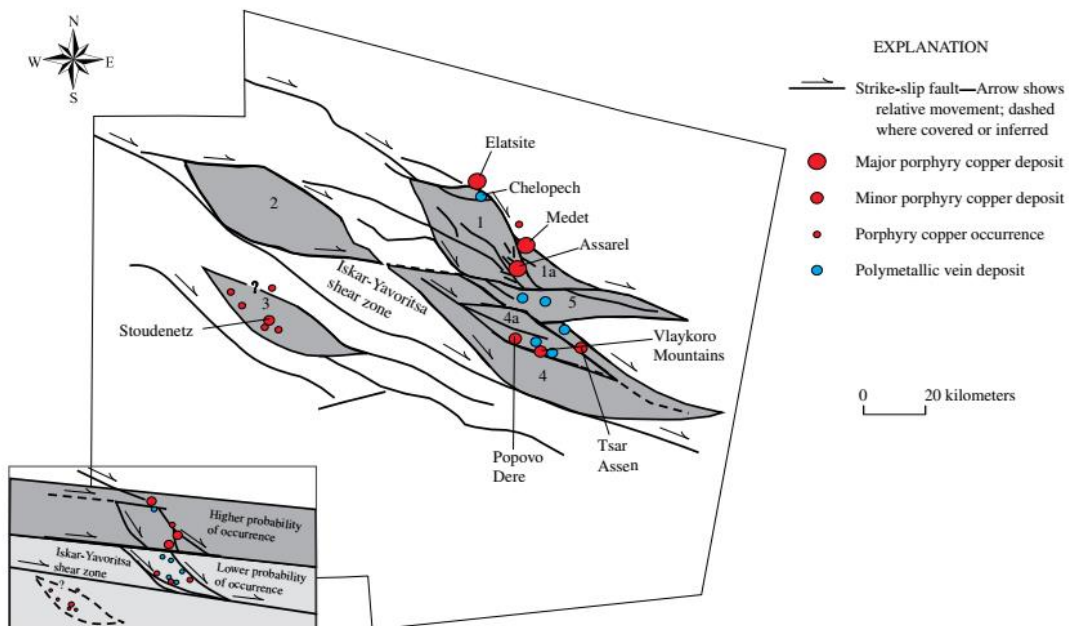


Fig. 2. Schiță de hartă cu relația dintre zacamintele porphyry Cu și faliile de tip strike-slip duplex din regiunea Srednogorie, Bulgaria (Drew, 2006).

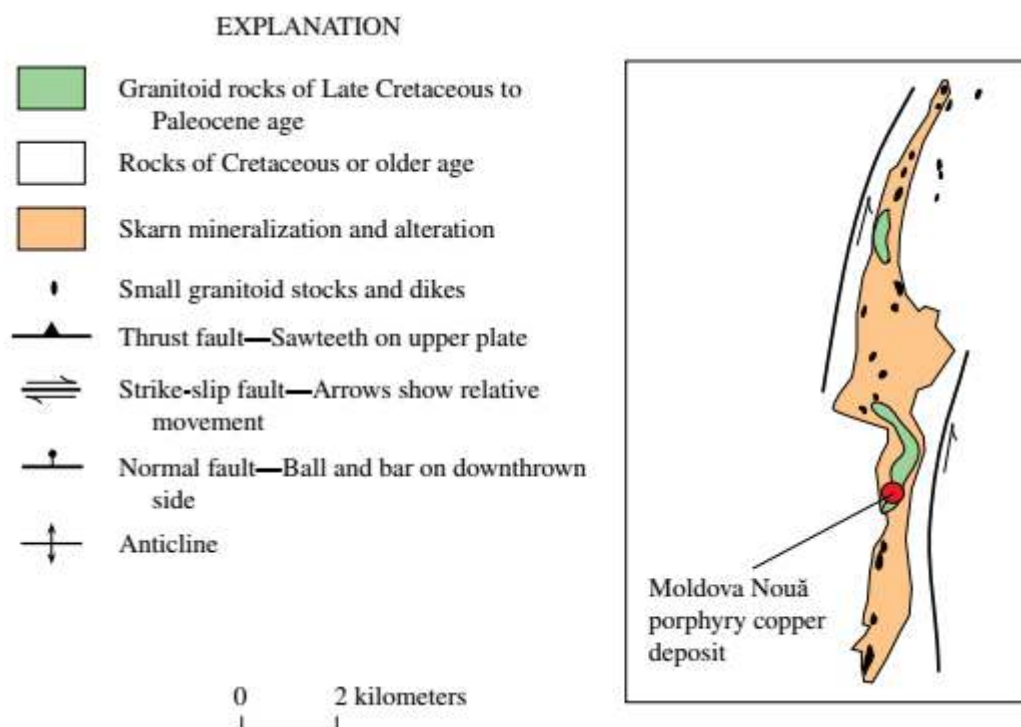


Fig. 3. Interpretarea duplexului extensional senestru de la Moldova Nouă (Drew, 2006).

În contextul geodinamic, extensia din prima parte a Cretacic-ului Superior a dus la formarea de grabene asociate cu depozite sedimentare sin și post-tectonice în Munții Apuseni (e.g. Lupu & Lupu 1962; Săndulescu 1988; Willingshofer *et al.* 1999; Csontos and Vörös 2004; Schuller 2004; Schuller & Frisch 2006; Schmid *et al.* 2008; Merten *et al.* 2011) care, așa cum am mai menționat, sunt cunoscute ca depozite sedimentare de tip Gosau (Schuller 2004; Schuller & Frisch 2006; Schuller *et al.* 2009). Depunerea formațiunilor sedimentare de tip Gosau în Cretacicul superior este contemporană cu activitatea magmatică banatică (calco-alkalină) (Ștefan *et al.*, 1992). Vârstele magmatismului banatic din Munții Apuseni sunt încadrate în intervalul 81 și 76 Ma (von Cotta 1865; Berza *et al.* 1998; Heinrich & Neubauer 2002; Zimmerman *et al.* 2008; Gallhofer *et al.*, 2015).

Relația timp-temperatură, modelarea fission-track (Kounov & Schmid 2013) și formarea sedimentelor sin- post-tectonice au permis aprecierea unei ridicării domitice în timpul Cretacicului superior. Caracteristicile ratei exhumării sugerează existența unor falii de detașare la unghi mic asociate cu zone milonitice. Prezența gnaiselor cu sillimanit în unitatea de Bihor caracterizează ridicarea post-metamorfică de-a lungul unor zone de detașare la unghi

mic (Hirtopanu & Hirtopanu 1986; Pană, 1998). Datele termocronologice indică o răcire rapidă a tuturor unităților tectonice în perioada Cretacicului Superior. Faliile normale direcționate, actual NE–SV, care sunt asociate cu sedimentele post-tectonice de tip Gosau au de obicei și o activitate magmatică asociată specifică blocului tectonic coborât. Datele termocronologice (vârste de răcire Rb–Sr pe biotite și date fission-track pe zircon), împreună cu depunerea sedimentelor de tip “Gosau-type” și a magmatitelor banatitice (~85–65 Ma; Schuller 2004; Reiser *et al.*, 2017; Gallhofer *et al.*, 2015) sunt specifice cadrului tectonic post-colizional. Extensia și formarea bazinelor de tip Gosau care se asociază cu generarea Domului Bihor, ca un dom de tip core-complex metamorfic, este deja recunoscută ca post-colizională (Merten *et al.*, 2011); cu toate acestea exhumarea acestuia este pusă de aceiași autori pe seama subducției zonei Sava în combinație cu subducția zonei Ceahlău-Severin.

Teritoriul României include așadar, o parte semnificativă a lanțului Alpino-Carpatic, aici desfășurându-se între Precambrian și Neogen, numeroase și complexe cicluri orogenice și metalogenetice materializate într-o cuprinzătoare gamă de roci magmatice, metamorfice de contact și acumulări de minerale metalice. Mineralele de bismut și stibiu reprezintă faze accesorii larg răspândite în numeroase zăcăminte de minereuri și corpuri mineralizate din România, *i.e.*: 1) zăcăminte de vârstă Cretacic superior din Banatul de Sud-vest și din Munții Bihor; 2) zăcăminte asociate vulcanismului neogen din Carpații Orientali și din Munții Apuseni; 3) zăcăminte asociate granitelor hercinice din Dobrogea de Nord și din Munții Highiș (Figura 4).

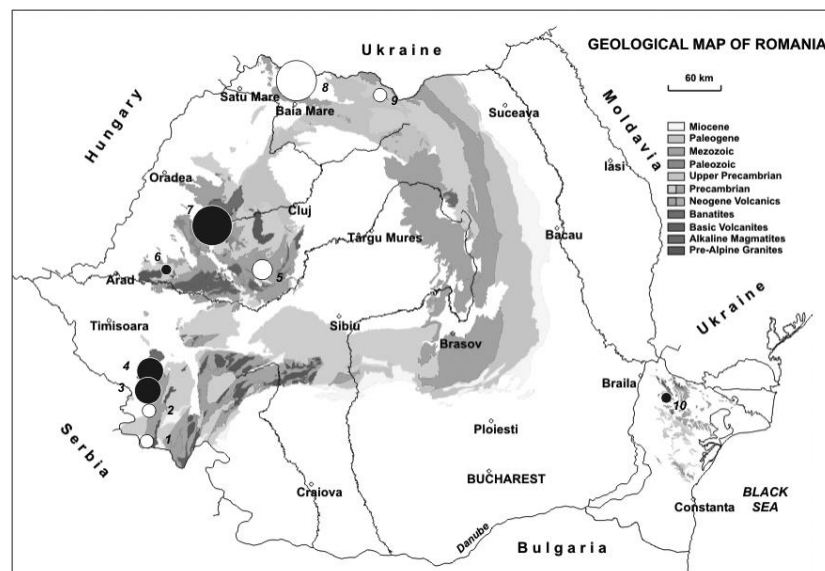


Figura 4.Harta(1) Moldova Nouă; (2) Sasca Montană; (3) Oravița – Ciclova; (4) Dognecea – Ocna de Fier; (5) Munții Metaliferi;(6) Munții Highiș; (7) Băița Bihor – Valea Seacă; (8) Baia Mare; (9) Baia Borșa; (10) Pricopan –Greci. Cercurile negre denotă predominanța mineralelor de Bi, iar cercurile albe, minerale de Sb(As). Diametrul cercurilor este proporțional cu frecvența/diversitatea mineralogică a speciilor minerale de Bi sau de Sb(As) (baza geologică după Institutul Geologic al României).

Cele mai multe minerale de Bi și Sb din România – ca de altfel, oriunde în lume – apar în granule de mici dimensiuni și în cantități reduse, sugerând o importanță aparent secundară în contextul proceselor metalogenetice. Un punct de vedere diferit poate argumenta faptul că raritatea acestor minerale reflectă condiții mineralogenetice restrictive, a căror cunoaștere și descifrare sunt importante.

De asemenea, mineralele de Bi și Sb sunt caracterizate printr-o mobilitate stereochemică neegalată de alte specii minerale. Izomorfismul acestor minerale permite includerea în structurile cristaline a unor domenii extreme de variație chimică, ceea ce face ca fazele bismutifere și antimonifere să poată absorbi oricare reziduu chimic existent în mediul mineralogenetic, neîncadrabil într-un regim stoichiometric strict.

Un alt motiv posibil al unei tendințe de ignorare sistematică a fazelor minerale de Bi și Sb îl reprezintă dificultățile legate de inițierea unui program de cercetare științifică având drept obiect aceste specii, în raport cu prioritățile cercetării contemporane. Cu toate acestea, una dintre cele mai semnificative trăsături mineralogice ale fazelor de Bi și Sb, este aceea că ele reprezintă ilustrările de maximă generalitate ale principiilor moderne de clasificare și cristalochimie. Multe dintre conceptele fundamentale ale mineralogiei: polisomatismul, omologia, plesiotipia, merotipia, clasificarea ierarhică a structurilor cristaline, înțelegerea rolului pe care îl joacă constrângerile impuse de structura cristalină asupra variabilității chimice a mineralelor, își găsesc o bună și relevantă ilustrare în mineralele de Bi și Sb.

Cele mai multe minerale de bismut și de stibiu din Provincia Banatitică sunt *sulfosăruri* – un grup de compuși ai sulfului (mai rar seleniuri și telururi) având formula generală $A_xB_yC_z$ unde A reprezintă de obicei Pb, Ag, Cu și mai rar Hg, Tl, Fe, Mn, Cd, Sn^{2+} , Sn^{4+} , Na, K *etc.*. B este reprezentat de As, Sb or Bi (metaloide) cu o sarcină convențională $3+$ și o coordinare fundamentală de tip trigonal, (ne)planar $[BS_3]$. Poziția C este ocupată de S^{2-} și/sau Se^{2-} , rareori Te^{2-} . Cristalele de sulfosăruri au în general, o culoare cenușie-argintie, cu un habitus preponderent acicular, datorat prezenței unor lanțuri periodice de legături (PBC) cu periodicități scurte de 4 Å. Din perspectiva unor studii istorice, sulfosărurile se pot divide în trei grupuri majore: minerale (ocurențe naturale, procese genetice fără intervenție antropogenă), produși de sinteză echivalenți din punct de vedere chimic și structural cu mineralele, precum și produși de sinteză fără echivalenți naturali descoperiți până în prezent.

Sulfosărurile de Bi și Sb sunt recunoscute pentru semnificația lor mineralogică, geologică și din punct de vedere al studiilor de fizică a materialelor solide. Acest grup de minerale a stârnit un interes deosebit în ultimele decenii, prin beneficiile tehnologice potențiale legate de efectul fotoelectric și de superconductibilitate. Interesul crescând acordat

sulfosărilor de Bi și Sb este în egală măsură generat de lipsa de date în domeniul proprietăților fizice macroscopice, *i.e.*: comportamentul elastic, dielectric, proprietățile spectroscopice Raman și în infraroșu, menite să servească drept constrângeri în simulările computerizate de tip *ab-initio*. Determinările de detaliu ale structurii cristaline, precum și datele de măsurare a proprietăților fizice sunt de o importanță deosebită în astfel de determinări.

Ocurențele naturale de minerale constituie adesea surse singulare și valoroase de sulfosăruri destinate studiului structurii cristaline și proprietăților materialelor, deoarece numai puține astfel de faze pot fi reproduse prin tehnici experimentale de laborator. În ciuda unui progres considerabil înregistrat de mineralogia experimentală, numeroase faze rămân dincolo de posibilitățile concrete ale sintezei minerale. Este cazul sulfosărilor cu supercelule ordonate din seria bismutină - aikinit: $\text{Bi}_2\text{S}_3 - \text{CuPbBiS}_3$, a căror sinteză necesită timpi de reacție de ordinul a 28 - 30 de luni, în condițiile păstrării unei temperaturi de cel puțin 175°C (Pring, 1995). Un alt exemplu este dat de omologii 4, 7 and 8 din seria omoloagă a pavonitului, de omologul 5 din seria lilianitului, precum și de unele faze din seria cuprobismutinei (padèrait, hodrushit), care nu au putut fi sintetizate în laborator. Cercetările cristalografice asupra fazelor minerale naturale sunt adesea influențate de descoperirea unor compuși rari sau necunoscuți în natură. Astfel, în măsura în care se descoperă sau sunt descrise noi faze minerale, se pot deschide noi oportunități pentru predicția unor structuri cristaline sau pentru găsirea unor căi, încă neprevăzute, în studiul sulfosărilor.

Structurile cristaline specifice unui mare număr de sulfosăruri pot fi descrise ca fiind compuse din fragmente columnare, blocuri sau straturi simple, structuri arhetipale sudate în diverse moduri, prin acțiunea unuia sau a mai mulți operatori de simetrie. Structurile pot fi descompuse în mai multe module care permit o descriere și o clasificare specifică (*e.g.*, Makovicky, 1981, 1989, 1997a,b).

La scară redusă, cristalochimia structurilor de sulfosăruri este determinată de combinații diverse ale poliedrelor fundamentale de coordinare care alcătuiesc blocuri arhetipale cu configurații marginale specifice. Cationii de tip B^{3+} din sulfosăruri adoptă o coordinare piramidal-trigonală cu tranziții către coordinări bipiramidale sau piramidal-tetragonale. În cazul Bi, sunt frecvente cazurile de coordinări neregulate, cvasi-octaedrice $\text{BiS}_{(3+2)+1}$ cu treceri gradate la coordinări octaedrice regulate de tip BiS_6 . În cazul Pb, este tipică o coordinare trigonal-prismatică cu anioni adiționali dispuși pe trei, două sau una din fețele prisme.

Structurile arhetipale apar ca unități independente cu configurații care se dezvoltă și în porțiuni ale structurilor parentale complexe. În cazul existenței unei activități sterice slabe a perechilor de electroni neparticipanți ai Bi^{3+} sau Pb^{2+} , structura internă a blocurilor constituie un arhetip puțin deformat, de tip PbS. Dimpotrivă, în structurile cu micelii de electroni neparticipanți puternic activi din punct de vedere stereochemic (structuri care conțin As, Sb și Bi), acest arhetip este înlocuit de cel de tip SnS, cu coordinări $\text{BS}_{(3+2)+1+1}$ sau TII, cu coordinări BS_{5+2} . Coloanele, blocurile sau straturile arhetipale sunt limitate de suprafețe care pot fi indexate în funcție de structura gazdă. Aceste suprafețe sunt $(100)_{\text{PbS}}$, $(100)_{\text{SnS}}$, precum și $(111)_{\text{PbS}}$, împreună cu planele analoge $(210)_{\text{SnS}}$ și $(301)_{\text{SnS}}$. Suprafețele mai complicate de tip $(501)_{\text{SnS}}$ sau $(311)_{\text{PbS}}$ pot fi interpretate drept combinații de benzi cu două suprafețe fundamentale. În ciuda acestei aparente simplități, domeniul de elemente structurale create astfel, este practic infinit de divers.

Tabelul 1. Principalele ocurențe de minerale de bismut și stibiu din Provincia Banatică

Mineral	Formulă chimică	Băița Bihor	Ocna de Fier	Oravița-Ciclova	Moldova Nouă
aikinit	PbCuBiS_3	•	•		
aleksit	$\text{PbBi}_2\text{Te}_2\text{S}_2$	•			
benjaminit	$(\text{Ag,Cu})_3(\text{Bi,Pb})_7\text{S}_{12}$	•			
berryit	$\text{Pb}_3(\text{Ag,Cu})_5\text{Bi}_7\text{S}_{16}$	•			
bismit	Bi_2O_3	•		•	
bismut nativ	Bi	•	•	•	
bismutină	Bi_2S_3	•	•		
derivați ai bismutinei	$\text{Bi}_2\text{S}_3 - \text{CuPbBiS}_3$	•	•	•	
bohdanowiczit	AgBiSe_2		•		
boulangerit	$\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$				•
bournonit	CuPbSbS_3				•
cannizzarit	$\text{Pb}_4\text{Bi}_6\text{S}_{13}$	•		•	
cosalit	$\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$	•	•	•	
cuprobismutină	$\text{Cu}_8\text{AgBi}_{13}\text{S}_{24}$	•	•		
cupromakovickyit*	$\text{Cu}_4\text{AgPb}_2\text{Bi}_9\text{S}_{18}$	•	•	•	

cuproneyt*	$\text{Cu}_7\text{Pb}_{27}\text{Bi}_{25}\text{S}_{68}$	•			
emplectit	CuBiS_2	•	•	•	
enargit	Cu_3AsS_4			•	
felbertalit	$\text{Cu}_2\text{Pb}_6\text{Bi}_8\text{S}_{19}$		•	•	
friedrichit	$\text{Cu}_5\text{Pb}_5\text{Bi}_7\text{S}_{18}$		•		
galenobismutină	PbBi_2S_4	•	•	•	
geocronit	$\text{Pb}_{14}(\text{Sb},\text{As})_6\text{S}_{23}$				•
gladit	$\text{CuPbBi}_5\text{S}_9$		•		
gratianit*	MnBi_2S_4	•			
hammarit	$\text{Pb}_2\text{Cu}_2\text{Bi}_4\text{S}_9$	•			
hedleyit	Bi_7Te_3		•		
heyrovskyit	$\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$	•	•		
hodrushit	$\text{Cu}_4\text{Bi}_6\text{S}_{11}$	•	•		
ingodit	Bi_2TeS	•		•	
jamesonit	$\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$		•		
joseit A	Bi_4TeS_2	•			
joseit B	$\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$	•			
junoit	$\text{Cu}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_8\text{S}_{16}$	•		•	
kawazulit	$\text{Bi}_2(\text{Te},\text{Se},\text{S})_3$		•		
krupkait	$\text{PbCuBi}_3\text{S}_6$		•		
kupčikit	$\text{Cu}_{3.4}\text{Fe}_{0.6}\text{Bi}_5\text{S}_{10}$	•		•	
lillianit	$\text{Pb}_{3-2x}\text{Ag}_x\text{Bi}_{2+x}\text{S}_6$	•	•	•	
lindströmit	$\text{Pb}_3\text{Cu}_3\text{Bi}_7\text{S}_{15}$		•		
luzonit	Cu_3AsS_4	•		•	
makovickyit*	$\text{Cu}_{1.12}\text{Ag}_{0.81}\text{Pb}_{0.27}\text{Bi}_{5.35}\text{S}_9$	•	•	•	
maldonit	Au_2Bi	•			
matildit	AgBiS_2		•		
miharait	$\text{PbCu}_4\text{FeBiS}_6$	•			
neyit	$\text{Ag}_2\text{Cu}_6\text{Pb}_{25}\text{Bi}_{26}\text{S}_{68}$		•		
nuffieldit	$\text{Cu}_{1.4}\text{Pb}_{2.4}\text{Bi}_{2.4}\text{Sb}_{0.2}\text{S}_7$		•		
paderait	$\text{Cu}_7(\text{Cu},\text{Ag})_{0.33}\text{Pb}_{1.33}\text{Bi}_{11.33}\text{S}_{22}$	•	•		
pekoit	$\text{PbCuBi}_{11}(\text{S},\text{Se})_{18}$	•			
proudit	$\text{Cu}_2\text{Pb}_{16}\text{Bi}_{20}\text{S}_{47}$			•	

stibină	Sb_2S_3			•	
tellurobismutit	Bi_2Te_3			•	
tetradymit	Bi_2Te_2S	•	•	•	•
tetraedrit	$Cu_{12}Sb_4S_{13}$	•	•	•	•
vikingit	$Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$	•		•	
volynskit	$AgBiTe_2$		•		
wittichenit	Cu_3BiS_3	•	•	•	

*) Minerale descrise pentru prima dată pe teritoriul României

În arealul metalogenetic vizat se pot contura mai multe familii importante de sulfosăruri:

- seria omoloagă a lillianitului (lillianit, vikingit, heyrovskyit; analiza schemelor de substituție);
- seria omoloagă a pavonitului (makovickyit, cupromakovickyit; analiza mobilității cuprului la temperaturi ridicate și concreșterile regulate complexe ale unor straturi PbS de ordine N diferite);
- seria omoloagă a cuprobismutinei (hodrushit, kupcikit; identificarea de noi omologi, mobilitatea cuprului la temperaturi înalte);
- seria omoloagă a meneghinitului (derivații bismutinei: bismutină, pekoit, gladit, krupkait, friedrichit, lindstromit, hammarit, aikinit);
- seria omoloagă a junoitului (junoit, felbortalit, neyit, cuproneyt și schemele de supra-substituție cu cupru);
- diverse familii de sulfosăruri cu structuri stratiforme sau columnare, de Pb-Cu-Ag-Bi (cannizarit, padèrait, proudit; definirea de noi principii structurale în alcătuirea acestor minerale).

Omologii lillianitului formează una din seriile arhetipale tipice, implicând mai ales sulfosăruri complexe de Pb-Ag-Bi cu formula generală $Pb_{N-1-2x}Ag_xBi_{2+x}S_{N+2}$ unde N este numărul de octaedri care pot fi acomodați în nivelele de tip PbS (Makovicky & Karup-Møller, 1977a, 1977b), adică ordinul de omologie (N = 4, 5.5, 6, 7 and 11), iar x este gradul de substituție ($x_{max} = (N-2)/2$). Elementul principal al structurilor din seria omoloagă a lillianitului (Makovicky & Karup-Møller, 1977a, 1977b) îl constituie module derivate din arhetipul PbS, dispuse perpendicular pe axa cristalografică lungă. Modulele sunt constituite din lanțuri de octaedri de coordinare formați în jurul unor atomi metalici sau semimetalici: *e.g.*, Pb, Bi(Sb), Ag *etc.*

Seria omoloagă a pavonitului este constituită din structuri similare, dar asimetrice, în cadrul cărora regulile de coordinare pentru Ag și Cu, precum și coordonarea cvasi-octaedrică a Bi, joacă un rol decisiv. În lipsa unor cantități importante de Cu, formula generală a seriei este $Ag_{(N-1)/2-x}Pb_{2x}Bi_{(N+7)/2-x}S_{N+5}$, unde N reprezintă numărul de octaedri care încap pe diagonala unui strat de tip galenă (integral octaedric), adică ordinul de omologie, iar x reprezintă gradul de substituție cu Pb (Karup-Moller & Makovicky, 1979).

Asociația omologilor pavonitului (e.g. (Cu-Pb-)makovickyitul) cuprinde: hodrushit, padèrait, friedrichit (Figura 5), krupakit, wittichenit, emplectit, tetradymit, hessit, Bi-tetraedit și calcopirită. Fenomenele de reacție marginală sau înlocuire care afectează makovickyitul sunt rare. Se pot observa spre exemplu, înlocuiri preferențiale ale makovickyitului cu calcopirită fin granulară, dispusă în șiraguri de-a lungul unor fisuri (Figura 6).

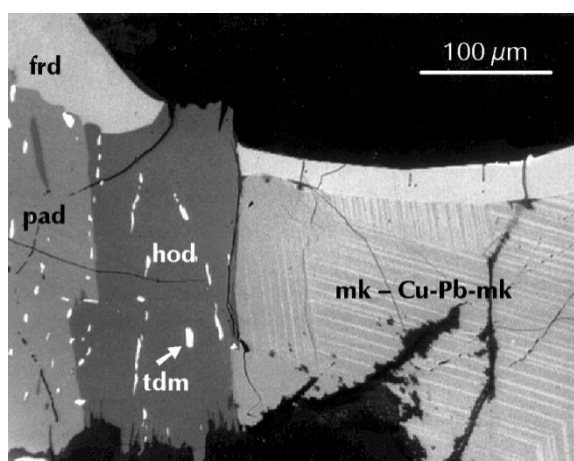


Figura 5. Minerale din asociația (Cu-Pb)-makovickyitului de la Băița Bihor: friedrichit (frd); padèrait (pad), hodrushit (hod) și tetradymit (tdm) (imagine BSE).

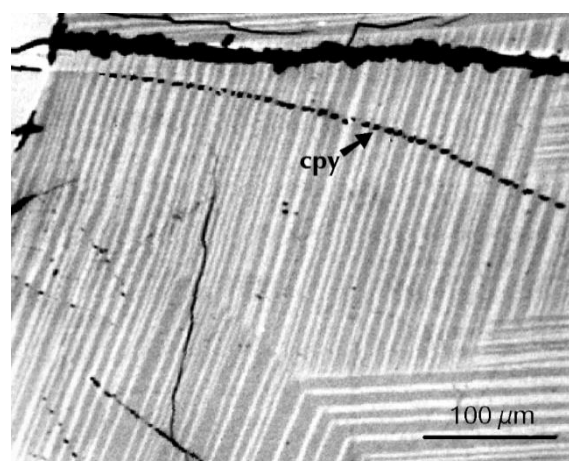


Figura 6. Incluziuni de calcopirită (cpy) în agregatele de (Cu-Pb)-makovickyit de la Băița Bihor, formate probabil prin procese de înlocuire selectivă localizată mai ales în lamelele de makovickyit sărac în Cu-Pb (alb, cenușiu deschis)(imagine BSE).

Derivații bismutinei i.e., seria izomorfă de miscibilitate limitată bismutină Bi_2S_3 – aikinit $CuPbBiS_3$, sunt foarte răspândiți în ocurențele metalice din Provincia Banatică. Familia cuprobismutinei este reprezentată de sulfosăruri de Cu-Bi; structurile sunt reprezentate de concreșteri la nivel de celulă elementară a două tipuri de blocuri structurale (Makovicky, 1989). Existența unor membri adiționali depinde în mod fundamental de substituția unei mici cantități de metal (Ag, Fe) și de substituția Cu pentru Bi.

Termenii grupului cuprobsimutinei identificați în ocurențe din Provincia Banatitică pot fi atribuiți hodrushitului, padèraitului și kupcikitului. Singura modalitate de abordare cantitativă a acestor faze o constituie analiza chimică cu microsonda electronică. În ciuda unor diferențe de chimism extrem de subtile între aceste minerale, diagnosticarea lor este facilitată de faptul că ele apar deseori împreună, oferind contrastul BSE și chimic necesar distingerii lor (Figurile 7 și 8). Confuziile posibile între termenii ai grupului cuprobismutinei — în special padèrait — și minerale ale seriei pavonitului, având câmpuri compoziționale învecinate, pot fi rezolvate parțial sau total prin analiza proiecțiilor de analize chimice în diagrama Ag – Cu – Pb.

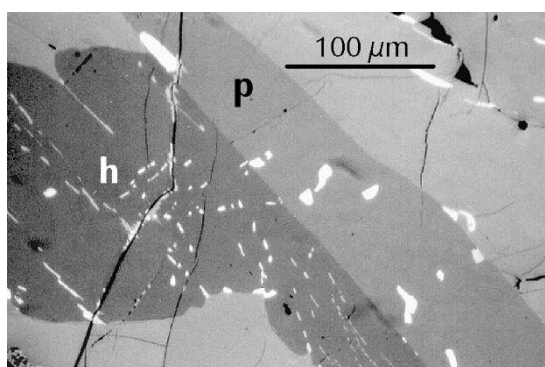


Figura 7. Hodrushit (h) asociat cu padèrait (p). Se remarcă abundența și caracterul filiform al incluziunilor de tetradymit (culoare albă) în hodrushit (imagineBSE).

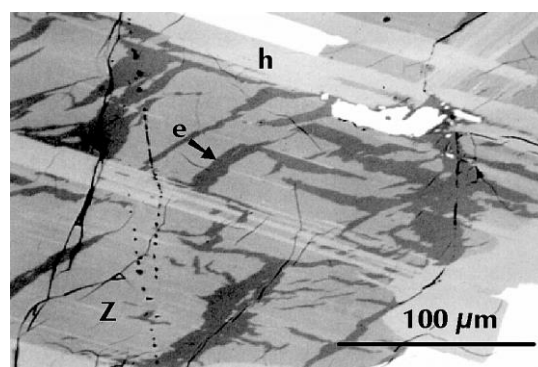


Figura 8. Hodrushit (h) asociat cu kupcikit (Z) și emplectit (e). (imagineBSE).

Seria omoloagă a junoitului constă din module alternante de tip PbS și respectiv SnS, dispuse după un plan de reflexie-translație și având grosimi diferite în nivelele PbS (1, 2 sau 3 octaedri – Figurile 9, 10 și 11). În aceste reprezentări perpendiculare pe axa cristalografică b, umbrirea indică două nivele de atomi situate la 2Å unul de celălalt. În ordinea descrescătoare a cercurilor, sunt reprezentate: S, Pb, Ag, Bi și Cu. Felbertalitul este omologul N=2 al unei serii acreționale pe care o formează cu junoitul (N=1) și având formula generală $Cu_2Pb_{3N}Bi_8S_{3N+13}$. Ambele minerale au structuri cu straturi $(100)_{PbS}$ identice (hașura gri), acestea fiind periodic forfecate și formând astfel poziții vacante care pot fi ocupate de Cu. Procesul de acreție din cadrul seriei se produce în nivelele deformate de tip $(111)_{PbS}$ și care, în junoit, au un octaedru grosime, iar în felbertalitul, doi octaedri grosime. Aceste straturi, sunt de asemenea forfecate periodic. Aceste două structuri mențin aceeași distanță de forfecare, de grosimea unui octaedru, dar diferă în ceea ce privește lungimea porțiunii drepte din stratul

$(111)_{\text{PbS}}$ – un octaedru lungime în junoit, zero octedri, în felbertalit. Structura cristalină a neyitului și cuproneyitului poate fi descrisă ca o alternanță de straturi $(111)_{\text{PbS}}$ triplu-octaedrice cu straturi de tip $(100)_{\text{PbS}}$ având o grosime de două straturi atomice. Ambele seturi de straturi sunt (1) forfecate, generând poziții structurale pentru Cu și (2) trunchiate de straturi complexe de tip $(001)_{\text{ney}}$ cu o grosime de trei straturi atomice. Structura rezultată poate fi descrisă ca un complex de blocuri sau ca un eșafodaj complex, alcătuit din trei elemente diferite. Neyitul și cuproneyitulnu aparțin propriu-zis seriei omoloage a junoitului, fiind numai înrudite cu aceasta prin faptul că includ elemente corespunzătoare unui omolog ipotetic de ordinul 3.

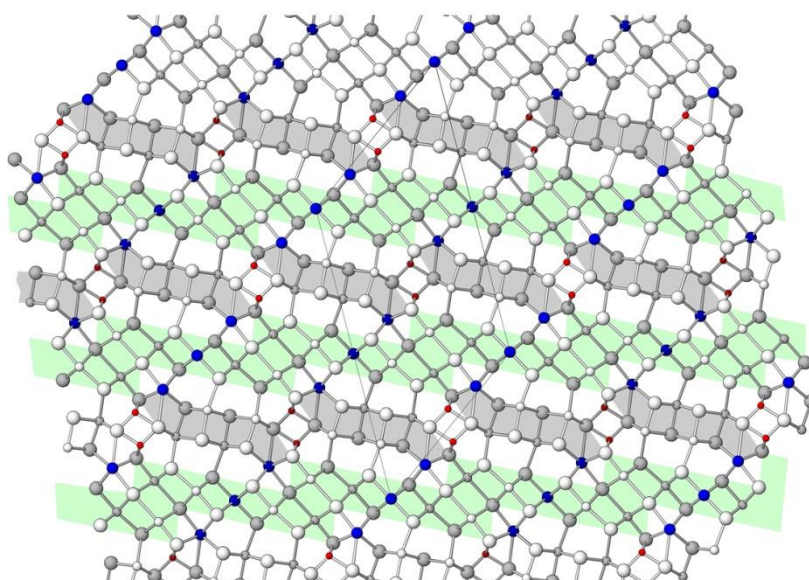


Figura 9. Structura cristalină a junoitului $\text{Cu}_2\text{Pb}_6\text{Bi}_8(\text{S,Se})_{16}$. Reprezentare modulară.

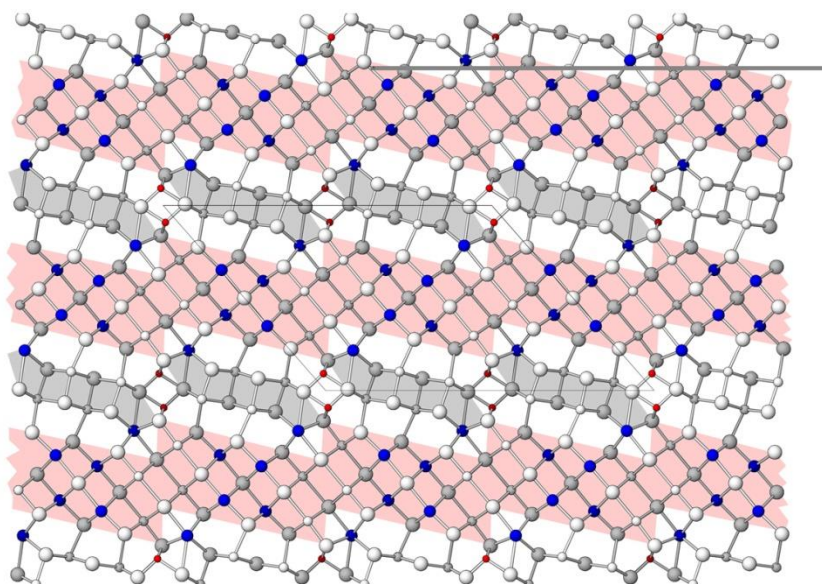


Figura 10. Structura cristalină a felbertalitului $\text{Cu}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_6\text{S}_{19}$. Reprezentare modulară.

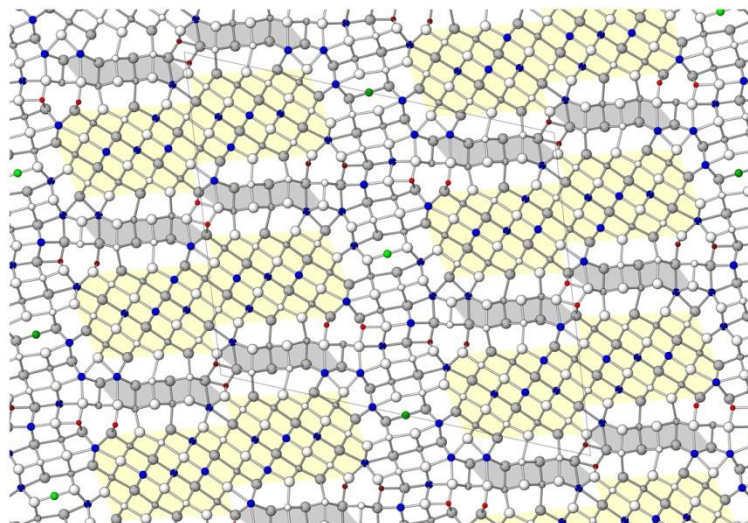
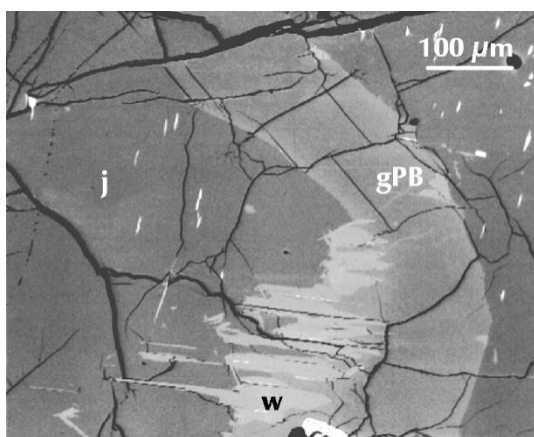


Figura 11. Structura cristalină a neyitului $\text{Ag}_2\text{Cu}_6\text{Pb}_{25}\text{Bi}_{26}(\text{S,Se})_{68}$. Reprezentare modulară

Alte sulfosăruri cu structuri planare sau columnare de Cu-Ag-Pb-Bi sunt exemple de organizare la nivel superior a unor elemente arhetipale, rezultând în formarea unor suprastructuri complexe. Acestea prezintă de asemenea o puternică dezvoltare a unor principii de incomensurabilitate, deosebit de răspândite în rândul sulfosărurilor (și mai rar al oxizilor sau fluorurilor). Astfel de exemple sunt reprezentate de cannizzarit - $\text{Pb}_4\text{Bi}_6\text{S}_{13}$, mineral întâlnit frecvent în paragenezele de la Băița Bihor și Oravița-Ciclova (Figura 12), nuffieldit - $\text{Cu}_{1,4}\text{Pb}_{2,4}\text{Bi}_{2,4}\text{Sb}_{0,2}\text{S}_7$ și proudit - $\text{Cu}_2\text{Pb}_{16}\text{Bi}_{20}\text{S}_{47}$.

Figura 12. Cannizzarit(w) dezvoltat la contactul dintre junoit (j) și un agregat de gladit și fază BP (bismutină – pekoit), notat cu gPB;



Proiectul a urmărit de asemenea investigarea mineralogică preliminară a patru ocurențe (depozite) de skarn cu conținuturi de W și Mo din România, anume Valea Mraconia,

Ciclova, Oravița și Băița Bihor. Analizarea acestora în vederea identificării particularităților mineralizațiilor de W și Mo a condus la:

(1) Substanțierea cunoștințelor privind ocurența de scheelit, molibdenit și sulfuri complexe din skarnul de la Băița Bihor. S-a confirmat predilecția scheelitului pentru skarnele magneziene cu diopsid, dar și prezența sa în skarnele cu borați. Confirmarea prezenței scheelitului nucleat pe blendă în skarnele magneziene de la Baia Roșie (Băița Bihor), alături de pertsevit, kotoit, szaibelyit, norbergit și chondrodit, constituie una dintre realizările principale ale proiectului. După culoarea de fluorescență UV în lungimi de undă scurte ($\lambda = 254$ nm), scheelitul identificat în paragenezele de borați magnezieni este asimilabil scheelitului III descris de Cioflică *et al.* (1976) în skarnele magneziene de la Băița Bihor. Este de asemenea de notat prezența hidrotungstitului pe fisuri care afectează cristale de scheelit din skarnul diopsidic (scheelit I în sensul lui Cioflică *et al.*, 1976).

(2) Identificarea cuprotungstitului ca hallou al scheelitului în greisenul skarnificat de la Oravița, alături de calcopirită, arsenopirită și o paragenză interesantă de sulfuri de Ni și Co (gersdorfit, cobaltit, glaucodot) semnalată de Constantinescu *et al.* (1988). Pe baza datelor de analiză la microsonda electronică în sistem dispersiv de energie, scheelitul în sine s-a dovedit a conține între 0 și 18,13 mol.% powellit în soluția solidă (tabelul 2).

(3) Analiza cristalochimică și cristalografică de detaliu a asociației de minerale din skarnele andraditice cu scheelit din bazinul superior al Văii Mraconia. Analiza la microsonda electronică, în sistem dispersiv de lungimi de undă, a scheelitului în sine, a condus la identificarea unor termeni cu conținuturi minore de powellit în soluția solidă, situate între 1,20 și 3,31 mol.% (tabelul 3).

Tabelul 2. Compoziții reprezentative ale scheelitului de la Oravița*

Proba N ⁽¹⁾	2560 3	2561 4	2565 5	2568 3	2569 3	2572 4	2573 4	2574 6	2575 5
WO ₂	79,97	80,31	79,47	79,90	79,66	71,91	71,12	69,36	76,83
MoO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,35	8,31	9,55	2,88
SeO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00
CaO	20,03	19,69	20,53	20,10	20,34	20,74	20,57	20,79	20,29

Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Număr de cationi raportat la baza de 8 (O)									
W apfu	0,991	0,997	0,983	0,990	0,986	0,854	0,840	0,813	0,936
Mo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,141	0,158	0,180	0,057
Se	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
Ca	1,026	1,010	1,050	1,030	1,041	1,018	1,005	1,007	1,022
Σ cationi	2,018	2,007	2,033	2,020	2,027	2,012	2,003	2,007	2,015
Compoziție în termeni extremi (mol.%)									
Sch	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	85,83	84,17	81,87	94,26
Pow	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,17	15,83	18,13	5,74

* Rezultate ale analizelor la microsonda electronică în sistem dispersiv de energie (oxizi exprimați în procente); (1) Număr de analize punctuale.

Tabelul 3. Compoziții reprezentative ale scheelitului de la Mraconia *

Proba	2540	2546	2557	2558	medie	Mo-low	Mo-high
N ⁽¹⁾	31	25	15	39	110	1	1
WO ₃	79,05	78,16	78,51	78,74	78,66	80,61	78,61
MoO ₃	0,66	1,27	1,19	1,00	0,99	0,63	1,66
Bi ₂ O ₃	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,06	0,05
CuO	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00
FeO ⁽²⁾	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,08
MnO	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,09	0,00
PbO	0,04	0,04	0,03	0,06	0,05	0,05	0,00
CaO	19,92	20,00	19,83	19,83	19,89	19,71	19,92
Total	99,77	99,58	99,69	99,76	99,69	101,17	100,32
Număr de ioni în baza de 4(O)							
W	0,979	0,966	0,970	0,974	0,973	0,986	0,963
Mo	0,013	0,025	0,024	0,020	0,020	0,012	0,033
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
Cu	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
Fe ²⁺	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003
Mn	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,004	0,000
Pb	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000
Ca	1,020	1,022	1,013	1,014	1,017	0,997	1,009
Compoziții în termeni extremi (mol.%)							
scheelite	98,69	97,48	97,59	97,99	97,99	98,80	96,69
powellite	1,31	2,52	2,41	2,01	2,01	1,20	3,31

* Rezultate ale analizelor la microsonda electronică în sistem dispersiv de lungimi de undă (oxizi exprimați în procente); (1) Număr de analize punctuale; (2) Fe_{total} ca Fe²⁺.

Tabelul 4. Parametrii celulelor elementare ale unor eşantioane de scheelit din skarnul de la Mraconia

Proba	Grup spațial	a (Å)	c (Å)	V (Å ³)
2540	$I4_1/a$	5,239(3)	11,370(9)	312,15(5)
2542	$I4_1/a$	5,259(1)	11,379(2)	314,71(2)
2543	$I4_1/a$	5,259(3)	11,342(3)	313,69(4)
2546	$I4_1/a$	5,236(3)	11,367(4)	311,63(3)
2547	$I4_1/a$	5,238(2)	11,364(3)	311,79(2)
2548	$I4_1/a$	5,240(1)	11,371(1)	312,22(1)
2554	$I4_1/a$	5,239(4)	11,362(5)	311,84(4)
2555	$I4_1/a$	5,246(1)	11,374(2)	313,01(2)
2557	$I4_1/a$	5,250(4)	11,384(9)	313,77(6)
2558	$I4_1/a$	5,248(2)	11,371(1)	313,17(1)
2559	$I4_1/a$	5,254(2)	11,370(4)	313,86(4)

Parametrii celulelor elementare calculați pentru un număr de 11 eşantioane reprezentative de scheelit de la Mraconia, rafinați prin metoda celor mai mici pătrate pe baza datelor de difracție de raze X în pulberi, sunt dați în tabelul 4.

Studiul difractometric al eşantioanelor de molibdenit a dovedit că suntem în prezența politipului $2H$ (hexagonal). Parametrii celulelor elementare ai molibdenitului de la Mraconia, rafinați prin metoda celor mai mici pătrate, pe baza datelor de difracție de raze X în pulberi, în ipoteza apartenenței la grupul spațial $P6_3/mmc$, reflectă variații minore de chimism. Valorile determinate pentru un număr de 17 eşantioane reprezentative sunt $a = 3,141(2) - 3,169(2)$ Å și $c = 12,259(2) - 12,549(1)$ Å.

Rezultatele obținute au o valoare academică importantă (au fost semnalate două noi ocurențe tungstați, unul dintre ei nesemnalat anterior în România) și pot ajuta la caracterizarea unor depozite de materii prime critice pentru Europa.

Bibliografie

- Andrei, J., Cristescu, T., Calotă, C., Proca, A., Romanescu, D., Russo-Săndulescu, D., Ștefan, A., Suceavă, M., Bradu, M., Hannich, D., Albaiu, M. (1989): Spatial distribution and structural images of banatites from Romania deduced from gravity and magnetic data. *Revue Roumaine de Géologie, Géophysique, Géographie, s. Géophysique*, **33**, 79–85.
- Antonijević, I., Grubić, A., Djordjević, M. (1974): The Upper Cretaceous paleorift in eastern Serbia, in Janković, Slobodan, ed., *Metallogeny and concepts of the geotectonic development of Yugoslavia*: Belgrade, University of Belgrade, 315–339.

- Berza, T., Constantinescu, E., Vlad, S. N. (1998): Upper Cretaceous Magmatic Series and Associated Mineralisation in the Carpathian – Balkan Orogen. *Resource Geology*, **48(4)**, 291-306.
- Bird, P. (1979): Continental delamination and the Colorado plateau. *J. Geophys. Res.*, **84**.
- Cioflică, G., Vlad, Ș., Iosof, A. and Panican, A. (1976): Scheelite occurrences in the Bihor Massif. *Rev. Roum. Géol., Géoph., Géogr.*, **20, 2**, 169-177.
- Constantinescu, E., Ilinca, G. and Ilinca, A. (1988): Laramian hydrothermal alteration and ore deposition in the Oravița - Ciclova area, South-Western Banat. *D.S.I.G.G.*, **72-73/2**, 13-26.
- Csontos, L., and Vörös, A. (2004): Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **210(1)**, 1-56.
- Drew, L.J. (2006): A tectonic model for the spatial occurrence of porphyry copper and polymetallic vein deposits—Applications to central Europe: U.S. Geological Survey Scientific Investigations, Report 2005–5272, **36**.
- Gallhofer, D. (2015): Magmatic geochemistry and geochronology in relation to the geodynamic and metallogenic evolution of the Banat Region and the Apuseni Mountains of Romania. Doctoral Thesis, 158 pp., ETH-Zürich.
- Hirtopanu, I. & Hirtopanu, P. (1986): Intersecting Isogrades - a possible way to find out the polymetamorphism. An example: the Somes, *series. D.S. Inst. Geol. Geofiz.*, **70 –71(1)**, 291–299.
- Heinrich, C. A. & Neubauer, F. (2002). Cu-Au-Pb-Zn-Ag metallogeny of the Alpine-Balkan-Carpathian-Dinaride geodynamic province. *Miner. Depos.*, **37(6-7)**, 533-540.
- Houseman, G., Mckenzie, D.P., Molnar, P. (1981): Convective instability of a thickened boundary layer and its relevance for the thermal evolution of continental convergent belts. *J. Geophys. Res.*, **86**, 6115-6132.
- Karup-Møller, S. & Makovicky, E. (1979): On pavonite, cupropavonite, benjaminite and "oversubstituted" gustavite. *Bulletin de Minéralogie*, **102**, 351–367.
- Kounov, A. & Schmid, S. M. (2013). Fission-track constraints on the thermal and tectonic evolution of the Apuseni Mountains (Romania). *Int. J. Earth Sci.*, **102(1)**, 207-233.
- Lupu, M. & Lupu, D. (1962): Notă asupra cretacicului superior din regiunea vidra-sohodol (Munții Apuseni). *Dări de Seamă*, 43.
- Makovicky, E. (1981): The building principles and classification of bismuth-lead sulphosalts and related compounds. *Fortschritte der Mineralogie*, **59**, 137–190.

- Makovicky, E. (1989): Modular classification of sulphosalts — current status. Definition and application of homologous series. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, **160**, 269–297.
- Makovicky, E. (1997a): Modular crystal chemistry of sulphosalts and other complex sulphides. În: S. MERLINO (editor), "Modular aspects of minerals". *EMU Notes in Mineralogy*, **1**, 237–271, Eötvös University Press, Budapest.
- Makovicky, E. (1997b): Modularity — different types and approaches. În: S. MERLINO (editor), "Modular aspects of minerals". *EMU Notes in Mineralogy*, **1**, 237–271, Eötvös University Press, Budapest.
- Makovicky, E. & Karup-Møller, S. (1977a): Chemistry and crystallography of the lillianite homologous series. Part I: General properties and definitions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, **130**, 264–287.
- Makovicky, E. & Karup-Møller, S. (1977b): Chemistry and crystallography of the lillianite homologous series. Part II: Definition of new minerals: eskimoite, vikingite, ourayite and treasurite. Redefinition of schirmerite and new data on the lillianite – gustavite solid solution series. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, **131**, 56–82.
- Merten, S., Matenco, L., Foeken, J.P.T., Andriessen, P.A.M. (2011): Toward understanding the post-collisional evolution of an orogen influenced by convergence at adjacent plate margins: Late Cretaceous–Tertiary thermotectonic history of the Apuseni Mountains, *Tectonics*, **30**.
- Nicolescu, S., Cornell, D. H., Bojar, A. V. (1999): Age and tectonic setting of Bocşa and Ocna de Fier–Dognecea granodiorites (southwest Romania) and of associated skarn mineralisation. *Miner. Deposita*, **34**, 743–753.
- Pană, D. (1998): Petrogenesis and tectonics of the basement rocks of the Apuseni Mountains, significance for the Alpine tectonics of the Carpathian–Pannonian region. PhD thesis, University of Alberta.
- Pring, A. (1995): Annealing of synthetic hammarite, $\text{Cu}_2\text{Pb}_2\text{Bi}_4\text{S}_9$, and the nature of cation-ordering processes in the bismuthinite – aikinite series. *American Mineralogist*, **80**, 1166–1173.
- Reiser, M.K., Schuster, R., Spikings, R., Tropper, P., Fügenschuh, B. (2017): From nappe stacking to exhumation: Cretaceous tectonics in the Apuseni Mountains (Romania). *Int. J. Earth Sci. (Geol Rundsch)*, 106-659.
- Săndulescu, M. (1984): Geotectonica României (GeoTectonics of Romania). Ed. Tehnică, Bucureşti, 450 pp.

- Săndulescu, M. (1988): Cenozoic tectonic history of the Carpathians. *AAPG Mem.*, **45**, 17–25.
- Schmid, S. M., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M., Ustaszewski, K. (2008): The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: Correlation and evolution of tectonic units. *Swiss J. Geosci.*, **101**, 139–183.
- Schuller, V. (2004): Evolution and geodynamic significance of the Upper Cretaceous Gosau basin in the Apuseni Mountains (Romania). Ph.D. thesis, 112 pp., Inst. für Geowissenschaften, Univ. of Tübingen, Tübingen, Germany.
- Schuller, V. & Frisch, W. (2006): Heavy mineral provenance and paleocurrent data of the Upper Cretaceous Gosau succession of the Apuseni Mountains (Romania). *Geol. Carpathica*, **57(1)**, 29–39.
- Schuller, V., Frisch, W., Danišík, M., Dunkl, I., Melinte, M. C. (2009): Upper Cretaceous Gosau deposits of the Apuseni Mountains (Romania)—Similarities and differences to the Eastern Alps. *Aust. J. Earth Sci.*, **102**, 133–145.
- Ștefan, A., Roșu, E., Andar, A., Robu, L., Robu, N., Bratosin, I., Grabari, G., Stoian, M., Vijdea, E., Colios, E. (1992): Petrological and geochemical features of Banatitic magmatites in Northern Apuseni Mountains. *Romanian Journal of Petrology*, **75**, 97–115.
- Von Cotta B. (1864): Erzlagerstätten im Banat und in Serbien. W Braumüller, Vienna.
- Willingshofer, E.F., Neubauer, F., Cloetingh, S. (1999): The significance of Gosau-type basins for the Late Cretaceous tectonic history of the Alpine–Carpathian Belt. *Phys Chem Earth.*, **24**, 687–695.
- Zimmerman, A., Stein, H.J., Hannah, J.L., Kozelj, D., Bogdanov, K., Berza, T. (2008): Tectonic configuration of the Apuseni–Banat—Timok–Srednogorie belt, Balkans–South Carpathians, constrained by high precision Re–Os molybdenite ages. *Miner Depos.*, **43(1)**, 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 „Studiul resurselor secundare de pulberi tehnogene din România în vederea identificării potențialului de minerale industriale și materii prime critice și high-tech” (PN 19-45-02-02) finanțat de Programul Nucleu 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 proiectele „Forecasting and Assessing Europe's Strategic Raw Materials Needs” cu acronim FRAME și „Hydrological processes and Geological settings over Europe controlling dissolved geogenic and anthropogenic elements in groundwater of relevance to human health and the status of dependent ecosystems” cu acronim HOVER.

Activitățile concrete executate la nivelul coordonatorului pentru realizarea proiectului s-au concretizat, pe parcursul acestei prime faze, cu următoarele rezultate:

(A) Participarea a doi membri din echipa de realizare a proiectului (Dr. Delia-Georgeta Dumitraș și tehnician Iordache Cristinel), la un stagiul de teren destinat etalonării aparaturii din dotarea laboratorului de mineralogie folosită pentru măsurători în cadrul proiectului, la Dorna Arini, în perioada 5 – 10 februarie 2019.

(B) Participarea unui membru din echipa de realizare a proiectului (tehnician Paula Ivan) la un stagiul de reetalonare a aparaturii din dotare, la Dorna Arini, în perioada 3 – 6 martie 2019.

(C) Participarea a 2 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea și tehnician Paula Ivan) la o excursie de teren derulată în perioada 14 – 17 martie 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de la Mraconia și Moldova Nouă.

(D) Participarea a trei membri din echipa de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, 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 22 martie – 26 aprilie 2019. 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 parțial din fonduri exterioare proiectului.

(E) Participarea a 2 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (ACS Drd. Adrian Pantia și ACS Cătălin Simion) la Adunarea Generală a European Geological Union, la Viena, în perioada 6 – 13 aprilie 2019. Participarea la acest prestigios congres s-a soldat cu prezentarea a două comunicări, expuse sub forma de poster. Referințele bibliografice ale acestora sunt:

Pantia, A.-I., Dumitraș, D.G. & Marincea, Ș. (2019): Preliminary mineralogical data on the magnesian skarns from Sârca Valley, Budureasa area, Romania. *Geophysical Research Abstracts*, **21**, EGU2019-5654.

Simion, C. & Marincea, Ș. (2019): 3D Structural Model in Beius, Basin and its adjacent areas, Romania; a study to propose a potential location for the installation of a CHPM system. *Geophysical Research Abstracts*, **21**, EGU2019-13061.

(F) Participarea a 6 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava Ghineț, Dr. Aurora Măruța Iancu, ACS Cătălin Simion, tehn. Paula Ivan și tehn. Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 01 mai - 07 mai 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de la Mraconia, Moldova Nouă, Oravița, Ocna de Fier, Dognecea și Buzău. La excursia de teren au participat partenerii de la Universitatea din Liège: Prof. Dr. Frédéric Hatert, Asistent Yannick Bruni și 6 studenți aflați în anul I de master (T.J. Beleme, A. Bodard, Martin Depret, Timothy Hillewaere, Antoine Jacquemin și A. Rys). Deplasarea a permis prelevarea de probe pentru fundamentarea unor viitoare lucrări din ariile de greisen și skarn din provincia banatică.

(G) Participarea a doi dintre membri echipei de realizare a proiectului (ACS Pantia Adrian și ACS Filiuță Andra) la a XV-a Ediție a Sesiunii Naționale de Comunicări Științifice, desfășurată la Bârlad în cadrul Muzeului "Vasile Pârvan", în perioada 10 – 11 mai 2019. Cu această ocazie au fost susținute două prezentări orale:

1. Andra Filiuță: "Resurse critice în Uniunea Europeană. Studiu de caz - skarnele magneziene cu borați de la Pietroasa";

2. Adrian Pantia: "Educația geologică în cadru muzeal".

(H) Participarea a 3 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Diana Perșa și masterand Simion Cătălin) la o întâlnire de lucru ocazională de organizarea unui workshop al Proiectului Orizont 2020 cu acronim CHPM 2030 în perioada 22 – 25 mai 2019 la Delft (Olanda). Întâlnirea a beneficiat de o numeroasă participare internațională, incluzând parteneri de la Universitatea din Miskolc (Prof. Éva Hartai și Dr. Madarasz Tamás), British Geological Survey (Dr. Christopher Rochelle), Johnson Magnus (American Institute of Professional Geologists) și Correia Victor (Federația Europeană a Geologilor).

(I) Participarea a 6 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, tehnician Paula Ivan, tehnician Cristinel Iordache, CS Aurora-Măruța Iancu, ACS Cătălin Simion, CS Cristina Sava) la o excursie de teren derulată în perioada 28 iunie – 6 iulie 2019, destinată etalonării de aparatură pentru detecția de Ba, respectiv Li, și analizei relațiilor

spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de la Dorna Arini (Ostra) și Rășinari (Valea Conțu).

(J) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, tehnician Emilian Tănăsioiu, CS Aurora-Măruța Iancu, ACS Cătălin Simion, CS Cristina Sava) la o excursie de teren derulată în perioada 20 – 29 iulie 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de la Oravița, Ocna de Fier, Dognecea, Mașca Băișoara și Cacova Ierii. Deplasarea a fost acoperită parțial din fonduri exterioare proiectului.

(K) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, Dr. Cristina Sava, Dr. Măruța-Aurora Iancu, tehnician Emilian Tănăsioiu și tehnician Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 6 – 14 august 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de roci și mineralizații din ariile de skarn de la Măgureaua Vaței și Dealul Cornet. Deplasarea a fost acoperită parțial din fonduri exterioare proiectului.

(L) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (CS I Dr. Ștefan Marincea, CS I Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, CS Aurora-Măruța Iancu, CS Cristina Sava și ACS Cătălin Simion) la meetingul anual al European Association of Geochemistry and Geochemical Society (Goldschmidt 2019) desfășurat în perioada 17 – 24 august la Barcelona (Spania). Această participare a condus la elaborarea și prezentarea a 7 comunicări științifice pe tematica proiectului și pe tematici conexe. Reperere bibliografice sunt următoarele:

Călin, N., Dumitraș, D.-G., Marincea, Ș., Iancu, A.-M., Sava, C. (2019): Metasomatic replacements in the phosphate mineral association from the Li-bearing pegmatites in Conțu, Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 454.

Dumitraș, D.-G., Marincea, Ș. (2019): Hydroxylapatite in few fossil bat-guano deposits from caves in Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 867.

Iancu, A.M., Dumitraș, D.-G., Marincea, Ș., Sava, C. (2019): The impact on the environment of the phosphogypsum stacks in Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 1459.

Marincea, Ș., Dumitraș, D.-G., Sava, C. (2019): Ludwigite within five occurrences of magnesian skarns from Romania: New mineralogical data. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 2152.

Pantia, A.-I., Filiuță, A.-E., Lörincz, S., Dumitraș, D.-G., Ion, A., Marincea, Ș. (2019): The REE and trace elements potential of the Albești Granite, Argeș County, Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 2569.

Sava, C., Marincea, Ș., Dumitraș, D.-G., Iancu, A.M., Vanheyste, J., Dal Bo, F. (2019): Vesuvianite from the high-temperature skarn occurrences from Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 2974.

Simion, C., Dumitraș, D.-G., Baltreș, A., Perșa, D., Ghinescu, E. (2019): Geochemical and mineralogical characteristics of the thermal mineral waters from Hârșova, Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 3115.

(M) Apariția, în revista „Journal of Optoelectronics and Advanced Materials” (factor de impact în 2018: 0,588) a unui articol tematic, suportat parțial, la nivelul cheltuielilor analitice, de proiect. Referința bibliografică pentru acest articol este:

Ciobotea-Barbu, O.-C., Ciobotaru, I.-A., Văireanu D.I., Dumitraș, D.G. & Călin, N. (2019): XRD, Raman and SEM surface analysis on Ni-Cu electrodeposited layers. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, **21**, 7-8, 536-540.

(N) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava, Dr. Măruța-Aurora Iancu, tehnician Paula Ivan și tehnician Cristinel Iordache) la o excursie de teren derulată în perioada 3 – 8 septembrie 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de skarne și mineralizații din ariile de la Măgureaua Vaței, Dealul Cornet și Rușchița (Dealul Boul, Pârâul cu Raci).

(O) Participarea directorului de proiect ca membru al juriului la susținerea și evaluarea unui memoriu de licență (Master en Sciences Géologiques) prezentat la Université de Liège (Belgia), susținut de Corentin Amador del Valle, și având o tematică apropiată tematicii proiectului. Titlul memoriului este „Cristalochimie des minéraux W-Mo des skarns de haute température des Monts Banat et Apuseni (Ouest de la Roumanie)” și, în partea de eșantionare, a fost realizat cu sprijinul logistic furnizat de proiect. 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, dublată de videoconferință, a memoriului, a avut loc pe data de 5 septembrie 2019.

(P) Participarea a 3 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Monica Macovei, Drd. Adrian Iulian Pantia, Masterand Andra Elena Filiuță) la a 26-a ediție a conferinței internaționale „The Museum and scientific research”, desfășurată la Craiova, în perioada 12 – 14 septembrie 2019. Au fost prezentate două comunicări științifice, care vor apărea în extenso în revista „Oltenia. Studii și Comunicări. Științele Naturii”. Referințele celor două lucrări prezentate de membrii echipei de realizare a proiectului sunt:

Macovei M., Grigore, D., Sebe-Rădoi, G., Dumitraș D.-G., Crușoveanu-Rusu, S. (2019): Degradation of paleontological samples which contain pyrite and/or marcasite - considerations on their conservation. „*Oltenia. Studii și Comunicări. Științele Naturii*”. In press.

Pantia, A., Filiuță, A. (2019): Blue quartz around the globe. „*Oltenia. Studii și Comunicări. Științele Naturii*”. In press.

(Q) Apariția, în revista „*Ore Geology Reviews*” (scor relativ de influență 3,094 în luna iunie 2018, factor de impact în 2018: 3,387) a unui articol tematic, în care se mulțumește proiectului. Referința bibliografică pentru acest articol este:

Marincea, Ș. & Dumitraș, D.-G. (2019): Contrasting types of boron-bearing deposits in magnesian skarns from Romania. *Ore Geology Reviews*, **112**, 1-20.

(R) Participarea a 5 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava, Drd. Adrian Iulian Pantia, masterand Andra Elena Filiuță și tehnician Iordache Cristinel) la o excursie de teren derulată în perioada 24 – 30 septembrie 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de skarne și mineralizații din ariile de la Măgureaua Vaței, Dealul Cornet, Băița Bihor, Pietroasa și Budureasa. Deplasarea a fost acoperită din fonduri exterioare proiectului.

(S) Participarea directorului de proiect la a 47-a Adunare Generală a Serviciilor Geologice Europene, desfășurată la Praga, în perioada 7 - 12 octombrie 2019. În cadrul sesiunii de comunicări aferente acestei importante reuniuni a fost organizată o masă rotundă aferentă situației materialelor critice în republica Cehă și Europa Centrală și de Est, în care au putut fi discutate date privind ocurențele de minerale critice din depozitele de skarn din România studiate în cursul proiectului. De asemenea, în cadrul excursiei de teren aferente simpozionului, pe data de 10 octombrie 2019, a putut fi vizitată ocurența de skarne borostanifere cu magnetit de la Zlatý Kopec, unică în Europa și importantă pentru documentarea în cadrul proiectului. Deplasarea a fost finanțată din fonduri exterioare proiectului.

(T) Participarea cu lucrări a unui număr de 9 membri ai echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș, Dr. Cristina Sava, Dr. Măruța-Aurora Iancu, Dr. Nicolae Călin, Dr. Monica Macovei, ACS Eduard Ghinescu, ACS Adrian Iulian Pantia, ACS Andra Elena Filiuță) la simpozionul dedicat aniversării a 80 de ani a Prof. Emil Constantinescu, intitulat „Geoștiințele în secolul XXI”. Referințele bibliografice ale celor 7 lucrări prezentate sunt:

- Călin, N., Dumitraș, D.-G., Marincea, Ș., Ghinescu, E. (2019): Minerals indicated for the first time in Conțu pegmatite field, Cindrel Mountains, Romania. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 26-27.
- Dumitraș, D.-G., Marincea, Ș., Iancu, A.-M. & Constantina, C. (2019): Brushite from several caves in Southern Romania: Crystallographic and infrared data. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 54-57.
- Macovei, M., Grigore, D., Barbu, I. & Danciu, I. (2019): Museum geoconservation – primary assessment on the condition of mineralogical samples containing pyrite/marcasite within the National Museum of Geology – Bucharest. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 108-111.
- Marincea, Ș. & Dumitraș, D.-G. (2019): Ludwigite in magnesian skarns from Romania: A review. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 118-122.
- Pantia, A.-I., Filiuță A.-E. & Lőrincz, S. (2019): Blue quartz in Romania – a preliminary mineralogical study. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 153-157.
- Sava, C. & Marincea, Ș. (2019): Vesuvianite in high-temperature skarns from Romania: a review. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 192-195.
- Szabo, R., Popescu, G.C., Dumitraș, D.-G. & Constantina, C. (2019): New mineral occurrences on the north side of Vâlcan Mountains. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 212-216.
- (U) Participarea a 6 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava, Dr. Măruța-Aurora Iancu, CS Diana Perșa, ACS Cătălin Simion și tehnician Emilian Tănăsioiu) la o excursie de teren derulată în perioada 23 – 28 octombrie 2019, destinată prelevării de probe și analizei relațiilor spațiale dintre diferitele tipuri de skarne și mineralizații din ariile de la Mraconia, Moldova Nouă, Ocna de Fier, Dognecea, Oravița, Ciclova, Sasca Montană. Deplasarea a fost acoperită în cea mai mare parte din fonduri exterioare proiectului.
- (V) Participarea a 4 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Dr. Ștefan Marincea, Dr. Cristina Sava, Dr. Măruța-Aurora Iancu, Dr. Delia-Georgeta Dumitraș) la stagii de perfecționare, analitice și de documentare în Belgia, la laboratoarele partenere de la Université de Liège, în perioada 9 noiembrie – 9 decembrie 2019. O serie de analize și documentări externe, plătite din bugetul laboratorului gazdă, au fost efectuate la laboratoare

aparținând Université Libre de Bruxelles, Université Catholique de Louvain, Université de Namur, Maastricht Universiteit, Institut für Kristallographie - Aachen, Ruhr Universität - Bochum, Goethe Universität Frankfurt am Main, Antwerp Universiteit. Deplasarea a fost acoperită parțial din fonduri exterioare proiectului, pentru trei dintre membrii echipei ea fiind parțial acoperită din cecurile de mobilități (deplasarea s-a făcut pentru utilizarea difractometrului cu patru cercuri al laboratorului, în fapt un sistem de tip Agilent X Calibur EOS, care permite determinările de structuri ale fazelor cristaline, sistem inexistent în România).

La nivelul Partenerului 1 (Institutul de Geodinamică al Academiei Române), activitățile la nivel de execuție s-au concretizat prin:

(A) Participarea unuia dintre membrii echipei de execuție a proiectului, Dr. Elena-Luisa Iatan, la Simpozionul Național Bianual de Mediu, “Țara Abrudului – Aur și Oameni” (Ediția a III-a) desfășurat la Abrud, în perioada 1 – 3 februarie 2019. Cu această ocazie, participanta a prezentat lucrarea având ca referință:

Iatan, E.-L. (2019): Probleme de mediu asociate activităților miniere din partea de nord a Munților Metaliferi. Simpozionul Național Bianual de Mediu “Țara Abrudului – Aur și Oameni” (Ediția a III-a); februarie 2019, Abrud, România.

(B) Participarea a trei dintre membrii echipei de realizare a proiectului la o excursie de teren în Munții Apuseni în vederea efectuării de observații mineralogice și petrografice în ariile de aflorare a magmatismului de vârstă Cretacic superior – Paleogen și a mineralizațiilor asociate, în perioada 7 – 20 iunie 2019. Pe parcursul acestei deplasări au fost prelevate 130 de probe geologice destinate în această etapă, și în cele ce urmează, studiilor mineralogice și petrografice asupra unor ocurențe de skarn și roci magmatice din zonele Budureasa, Pietroasa, Băișoara, Mașca, Cacova Ierii și din bazinul văii Arieșului.

(C) Participarea a trei dintre membrii echipei de realizare a proiectului la o excursie de teren în Munții Apuseni, derulată în perioada 28 iulie – 10 august 2019 și destinată 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 110 de probe geologice destinate, în aceasta etapă și în cele ce urmează, studiilor mineralogice și petrografice asupra unor ocurențe din bazinele văilor Arieș și Crișul Alb.

(D) Participarea a trei dintre membrii echipei de realizare a proiectului la o excursie de teren în Banat, în perioada 14 – 27 septembrie 2019, destinată 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 deplasări au fost prelevate 150 de probe geologice destinate, în aceasta etapă și în cele ce urmează, studiilor mineralogice și petrografice asupra unor ocurențe din zonele localităților Bocșa, Ocna de Fier, Oravița, Ciclova Montană și Moldova Nouă.

(E) Participarea cu lucrări a unui număr de 2 membri ai echipei de realizare a proiectului (Dr. Mihai Tatu și Dr. Elena-Luisa Iatan) la simpozionul dedicat aniversării a 80 de ani a Prof. Emil Constantinescu, intitulat „Geoștiințele în secolul XXI”, desfășurat la București, pe data de 22 octombrie 2019. Referințele bibliografice ale celor 2 lucrări prezentate sunt:

Iatan, E.-L. (2019): Environmental problems associated with the mining activities in the Apuseni Mountains, Romania. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, 82-86, ISBN 978-606-94742-7-3.

Tatu, M. & Iatan, E.-L. (2019): New approaches on crystallization pressure of some Late Cretaceous granitoids from Romania. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, 217-222, ISBN 978-606-94742-7-3.

La nivelul Partenerului 2 (Universitatea din București, Facultatea de Geologie și Geofizică), activitățile la nivel de execuție s-au concretizat prin:

(A) Participarea a 2 dintre membrii echipei de realizare a proiectului (Prof. Dr. Lucian Petrescu, și Prof. Dr. Mihai Ducea) la meetingul anual al European Association of Geochemistry and Geochemical Society (Goldschmidt 2019) desfășurat în perioada 17 – 24 august la Barcelona (Spania). Această participare a condus la elaborarea și prezentarea a 2 comunicări științifice pe tematica proiectului și pe tematici conexe. Repererele bibliografice sunt următoarele:

Grădinaru, M., Petrescu, L., Lazăr, I. & Ducea, M. (2019): Evidence of microbial and chemical signatures in Middle Jurassic ferruginous stromatolites from the Southern Carpathians, Romania. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 1192.

Pintea, I., Udubașa, S.S., Nuțu-Dragomir, M.L., Iatan, E.-L., Berbeleac, I., Petrescu, L. & Ghinescu, E. (2019): Clathrasil compound evidence in fluid and brine inclusions by microthermometry and Raman spectroscopy. *Goldschmidt Abstracts*, 2019, 2672.

(B) Participarea unui membru al echipei de realizare a proiectului (Prof. Dr. Gheorghe Popescu) la cea de-a 15-a Bienală a Societății Geologice a Angliei, desfășurată la Glasgow, în perioada 25 august – 1 septembrie. Cu această ocazie a fost prezentată lucrarea având ca referință bibliografică:

Dincă, G., Popescu, G., Bargăoanu, D. & Ciobotea-Barbu, O.C. (2019): Pb-Sb/As sulfosalts from Săcărâmb Au-Ag-Te ore deposit (Romania). *Life with Ore Deposits on Earth - 15th SGA Biennial Meeting 2019*, Vol. 4, 1800-1803.

(C) Participarea cu lucrări a unui număr de 6 membri ai echipei de realizare a proiectului (Prof. Dr. Gheorghe Popescu, Prof. Dr. Lucian Petrescu, Conf. Dr. Gheorghe Ilinca, Conf. Dr. Antonela Neașu, Conf. Dr. Sorin Silviu Udubașa, Drd. George Dincă) la simpozionul dedicat aniversării a 80 de ani a Prof. Emil Constantinescu, intitulat „Geoștiințele în secolul XXI”, desfășurat la București, pe data de 22 octombrie 2019. Referințele bibliografice ale celor 3 lucrări prezentate sunt:

Dincă, G. & Popescu, G. (2019): New minerals from Săcărâmb ore deposit. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 35-38.

Ilinca, G. & Topa, D. (2019) Cannizzarite in Romanian occurrences. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, 87-90, ISBN 978-606-94742-7-3.

Popescu, G. & Neașu, A. (2019): The odyssey of mineral resources vs. necessities, possibilities and requirements. *Geosciences in the 21-st Century. Extended Abstracts volume*, ISBN 978-606-94742-7-3, 181-185.

Director proiect complex,

CS I Dr. Ștefan Marincea

