



RAPORT STIINTIFIC FINAL

Ianuarie 2021 - Decembrie 2023

Website proiect: <https://lead7000.wixsite.com/lead7000>

Privind activitatea de cercetare si implementarea proiectului **PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 Consideratii geochimice si izotopice asupra amplitudinii poluarii cu metale in Europa central-estica in ultimii 7000 ani**, contract nr. PCE 82/2021.

Metodologia de lucru si implementarea proiectului au fost conturate in functie de o serie de obiective si activitati specificate in cererea de finantare. Obiectivele prevazute au urmat aspecte legate de:

1. *Organizarea infrastructurii analitice, achizitionarea de materiale si echipamente, ajustare metoda de cercetare*, care includ atat aspecte legate de mobilizarea resursei umane si managementul proiectului (1.1), cat si efectuarea de achizitii necesare realizarii proiectului (consumabile, aparatura, etc) (1.2), si initierea de colaborari cu tertii pentru a facilita accesul la infrastructura analitica inexistentă in institutia gazda/tara (1.3).

2. *Consolidarea strategiei de abordare si implementare*, care a cuprins aspecte legate de metodologia cercetării si metodologia stiintifica (analize, vizite de specializare).

3. *Diseminarea rezultatelor si realizarea indicatorilor de rezultat*, care s-a axat pe prezentarea rezultatelor obtinute si realizarea indicatorilor de rezultat conform cererii de finantare.

In urma abordarii noastre, obiectivele prevazute cat au fost realizate in totalitate. Acestea sunt evidentiate in detaliu mai jos, alaturi de exemplificarea indicatorilor de rezultat realizati, atat cei legati de resursa umana si achizitionarea de infrastructura analitica proprie, cat si a metodologiei de lucru si diseminarii rezultatelor. Astfel,

1. Resursa umana, organizarea infrastructurii analitice, achizitionarea de materiale si echipamente, ajustare metoda de cercetare

1.1 Implicare resursa umana si derularea activitatilor/managementului proiectului materializata prin renumerarea in proiect a activitatii de cercetare desfasurate in diferite etape de catre membri echipei Dr. Daniel Veres (director proiect), Dr. Aritina Haliuc (AC, postdoctorand), Dr. Vasile Ersek (CS III); Dr. Florin Gogiltan (CS I) si Dr. Calin G. Tamas (CS II). Pentru un mai bun management al resurselor proiectului am purces si la angajarea in grant a stud. Alexandra Stache, pe pozitia vacanta, iar Dr. Jack Longman (cetatean strain) a devenit cercetator asociat pe perioada implementarii proiectului.

1.2 Proceduri de achizitie materiale si echipamente

In cadrul acestui obiectiv am dispus realizarea achizitiilor necesare pentru derularea activitatilor de cercetare si implementare proiect, cuprizand materiale si consumabile de teren si de laborator, infrastructura IT si infrastructura analitica, alaturi de realizarea de masuratori geochimice, fizice, izotopice si cronologice in regim comercial, conform planului de realizare al proiectului. Obiectivele stipulate in cererea de finantare au fost indeplinite in totalitate, asa cum reiese din fisa documente detalii cheltuieli logistica arhivate si validate prin audit extern.

1.3 Colaborarea cu tertii si vizite pentru trasarea configuratiilor experimentale

In cadrul acestui obiectiv, am urmarit o serie de negocieri cu diversi colaboratori interni si externi pentru a beneficia de suport analitic preferential si/sau a initia cercetari comune cf. cadrului legal in vigoare referitor la achizitiile desfasurate din fonduri publice alocate proiectului PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

Astfel, am aprofundat contractul de colaborare cu M. Molnar si K. Hubay din cadrul laboratorului Isotoptech Debrecen al Academiei Ungare de Stiinte si care a dus la preturi preferentiale pentru analiza determinari de varsta cu metoda radiocarbonului (AMS ^{14}C). Am dezvoltat o colaborare stransa si cu colectivul laboratorului IFIN-HH din Romania, in urma careia au fost realizate determinari de varsta cu metoda radiocarbonului (AMS ^{14}C) fara cost, ceea ce a dus la suplimentarea numarului de situri investigate si la o rezolutie cronologica excelenta.

Am realizat deasemenea analize geochimice (metoda ICP-MS, concentratia de Hg, Pb, Ti, etc) comerciale la un pret preferential in cadrul laboratorului IsTerre din Grenoble (Franta) si celui de la Universitatea Northumbria din Newcastle, alaturi de analize izotopice plumb pe o serie de esantioane de turba si minereuri din Romania (colaboratori Dr. S Guedron). In urma unei prezentari a rezultatelor proiectului, am fost abordat de catre Dr A. Shiel (Universitatea din Oregon, SUA) care s-a oferit sa produca fara cost cateva zeci de analize izotopice plumb pe minereuri si esantioane de turba. Acest lucru a dus la dublarea numarului de analize izotopice realizate in cadrul proiectului, ceea ce ne-a oferit posibilitatea de a evalua bazele de date izotopice existente printr-o noua perspectiva.

Am definitivat si cadrul de colaborare analitica cu Prof. F Lehmkuhl (RWTH, Aachen) si Dr. U. Hambach (Universitatea din Bayreuth, Germania) pentru cercetari sedimentologice, cu Prof. C. Lane (Universitatea din Cambridge) pentru cercetari tefrocronologice pe siturile investigate in proiect.

Pentru analize fizice (MSCL logging) si geochimice de mare rezolutie (Avaatech xrf) am dezvoltat o colaborare de lunga cu laboratorul EDYTEM, Franta (colaboratori Dr. A-L Develle si Prof. F. Arnaud) prin care au fost scanate geochimic, la rezolutie milimetrica toate profilele sedimentare analizate in proiect. Componenta paleoecologica a fost urmarita prin colaborari de ansamblu cu Dr. W Finsinger (Universitatea din Montpellier) si Prof. E Magyari (ELTE, Ungaria) pentru analize carbune sedimentar si alte valente sedimentare paleoecologice.

2. Consolidarea strategiei de abordare si implementare

2.1. Carotarea siturilor propuse si esantionarea/prepararea probelor - aceasta activitate a avut drept scop investigarea siturilor cu potential pentru cercetarile propuse, si s-a materializat prin repetate cercetari geologice de teren si laborator, identificarea si prelevarea de probe, dupa cum urmeaza:

i. *Platoul inalt al Muntilor Ignis - Gutai (zona miniera Baia Mare - Baia Borsa, Maramures)*: in cursul etapelor de esantionare 2021 si 2022 au fost cercetate o serie de turbarii de platou (Iezerul Mare, Vlasinescu, Taurile Chendroaiei, Taul lui Ciumau), profile de sol, si roci din zona inalta a Muntilor Ignis si Gutai. Au fost extrase carote de turba din fiecare turbarie mentionata.

ii. *Muntii Metaliferi/Muntii Apuseni*: aici se gasesc dintre putinele turbarii ombrotrofice cu cel mai mare potential pentru a atinge obiectivele proiectului, ca urmare, am acordat acestor situri un interes stiintific special. In urma deplasarilor in teren a fost reesantionat un nou profil din coloanele de turba Mluha, Calineasa si Izbuce, si care a fost deja analizate pentru analize cronologice si geochimice.

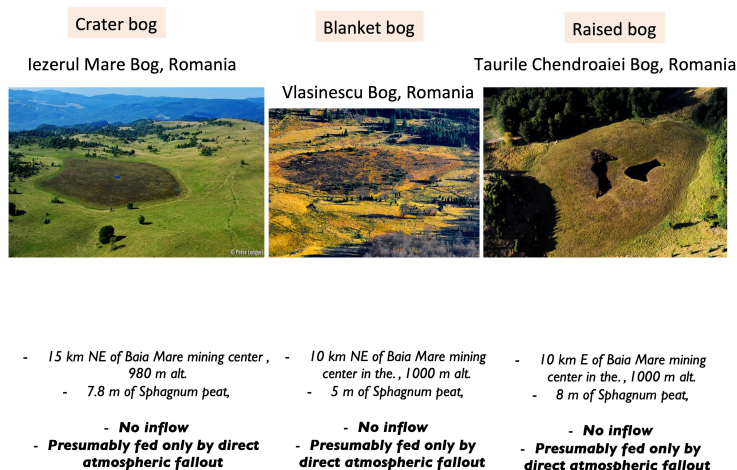


Fig. 1 – Exemplu de abordare multiproxy si interdisciplinara pe o serie de turbarii din aceeaasi locatie (zona miniera Baia Mare, Maramures) pentru a determina cu cat mai multa precizie fluxul geochimic pentru diferite elemente, in functie de schimbarile de mediu locale (ie, tipul de depozit turbos si dinamica lui hidrologica, eroziunea locala, etc) si regionale (variabilitatea circulatiei atmosferice) si care pot influenta validitatea reconstituirii activitatilor antropice din trecut.

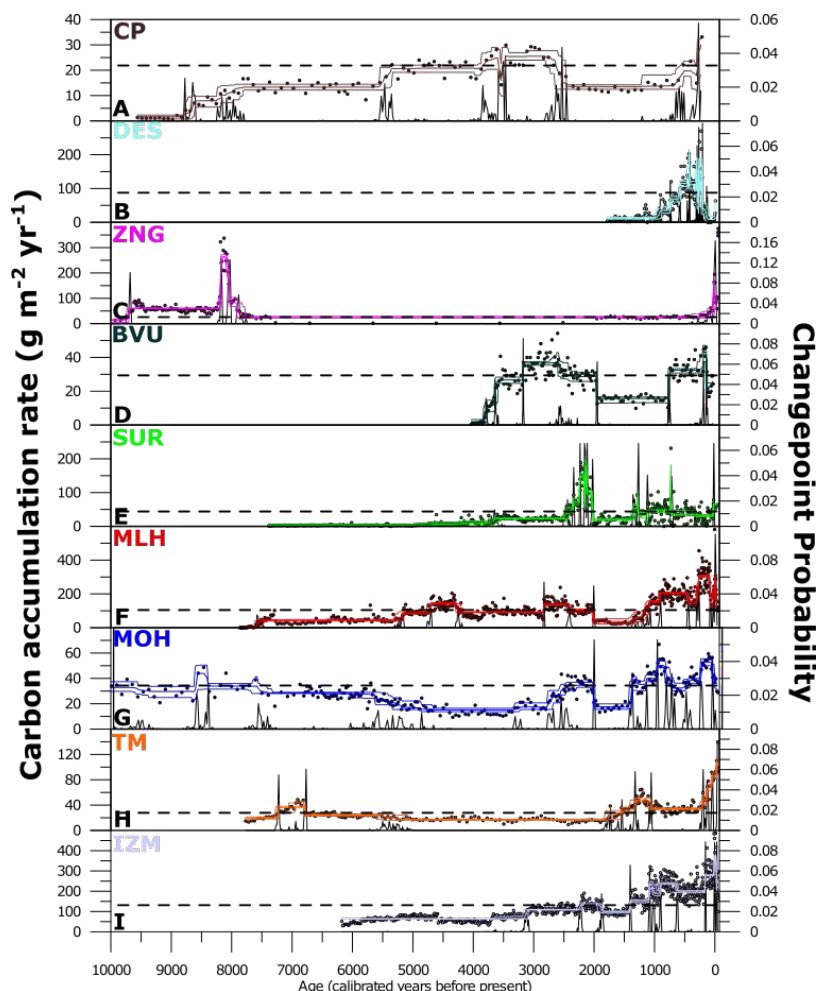


Fig. 2 – Exemplu de abordare multiproxy si interdisciplinara pe seturi de esantioane din turbariile analizate in cadrul proiectului pentru a determina rata de acumulare carbon in turba in functie de schimbarile de mediu locale si regionale evidentiata prin analiza statistica changepoint probability (din Longman et al., 2021).

iii. *Zona miniera Rosia Montana*: Rosia Montana este perimetrul minier cel mai renumit din Romania si una din zonele pentru care nu exista date paleoclimatice sau de poluare. Astfel, in urma unor deplasari in teren am identificat si esantionat o serie de bazine sedimentare care contin depozite turboase. Acestea au fost carotate si se afla in curs de pregatire pentru publicare(diverse proprietati fizice, chimice si izotopice).

iv. *Muntii Zarandului*: Intrucat din punctul nostru de vedere zona metalogenetica a Zarandului-Metaliferi a furnizat materie prima inca de la inceputul utilizarii metalelor in Neoliticul tarziu, ne-am axat in aceasta etapa pe analiza izotopica a mineralizatiilor prezente in zona. Astfel, au fost analizate cateva zeci de probe, iar o prima lucrare de sinteza a fost deja elaborata.

v. *Zona miniera Vitosha, Bulgaria*: Pentru a atinge toate obiectivele proiectului, au fost esantionate si doua turbarii din zona inalta a Platoului Iskar / Vitosha (Bulgaria), si care se afla in curs de publicare.

vi. *Zona miniera Muntii Metaliferi ai Slovaciei*: Pentru a atinge toate obiectivele proiectului, au fost esantionate si doua turbarii din zona Muntilor Metaliferi Slovaci si care au fost date si analizate. Rezultatele se afla in curs de publicare.

vii. *Zona miniera Mitterberg, Austria*: Pentru a atinge toate obiectivele proiectului, au fost esantionate si doua turbarii din zona Mitterberg (Austria) si care se afla in curs de analiza.

viii. *Alte situri cu potential*: asa cum este specificat in aplicatia de proiect, pentru a creste sansele unor rezultate de mare anvergura, am efectuat cateva sondaje si in alte depozite turboase din Romania, aproape de zonele miniere Rodna si Muntii Sureanu. Acestea se afla in curs de publicare pentru a aduce un aport stiintific considerabil proiectului PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

2.2 Analize si rezultate livrabile pe perioada implementarii proiectului

Pana la data raportarii;

2.2.1 Metoda pierderii prin calcinare a fost realizata pentru toate secventele sedimentare esantioanate, iar rezultatele respective au stat la baza lucrarii *Carbon accumulation rates of Holocene peatlands in central-eastern Europe document the driving role of human impact for the past 4000 years* (Longman et al., 2021) publicata in revista *Climate of the Past*. Datele similare realizate in cursul etapei 2022-2023 sunt in curs de procesare pentru publicare intr-o lucrare de sinteza pentru jurnalul *Quaternary Science Reviews* (Veres et al. in prep). In total au fost analizate 3500 de esantioane, rezultand o baza de date de anvergura.

2.2.2 Analize geochemice de metale-metaloizi-elemente urma (colaborare Universitatea Northumbria), si **2.2.3 Analizele izotopice** ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb (realizate comercial in cadrul laboratorului ISTERre, Franta, colaborare Dr. S. Guedron) alaturi de investigarea esantioanelor de sol si roca din perimetrul siturilor cercetate in zona Maramures si Apuseni pentru realizarea cadrului geochemic si izotopic de referinta. Rezultatele obtinute se afla in faza de evaluare jurnale stiintifice, sau in faza avansata de redactare (vezi Capitolul 3; Veres et al., (in prep); Tamas et al., (sub recenzie); Longman et al., (sub recenzie), Heredia et al., (in prep) pentru publicare in jurnale cu factor mare de impact.

2.2.3 Analize cronologice: pana in prezent au fost analizate toate mostrele contractate pentru determinari de varsta (vezi Fig. 4) cu metoda radiocarbonului (AMS ^{14}C) in cadrul laboratorului Isotopech Debrecen al Academiei Ungare de Stiinte. Probele analizate au fost colectate din profilele sedimentare Iezerul Mare, Vlasinescu si Taurile Chendroaiei (zona miniera Maramures), Mluha (Apuseni), Vitosha (Bulgaria), Sirok (Slovacia), iar rezultatele au permis constructia de modele de varsta si de acumulare sediment (prin metodele Bacon si Bpeat), aceste secvente sedimentare fiind in momentul de fata in curs de publicare.

2.2.4 Analize fizice de mare rezolutie (XRF Itrax, xrf, susceptibilitate magnetica, low field and high field susceptibility, ARM, IRM, SIRM dar si imaginerie digitala la scara milimetrica si submilimetrica) au fost realizate in special pe toate profilele investigate, rezultatele fiind in curs de publicare (vezi Capitolul 3; Veres et al., (in prep); Tamas et al., (sub recenzie); Longman et al., (sub recenzie), Heredia et al., (in prep) in jurnale cu factor mare de impact.

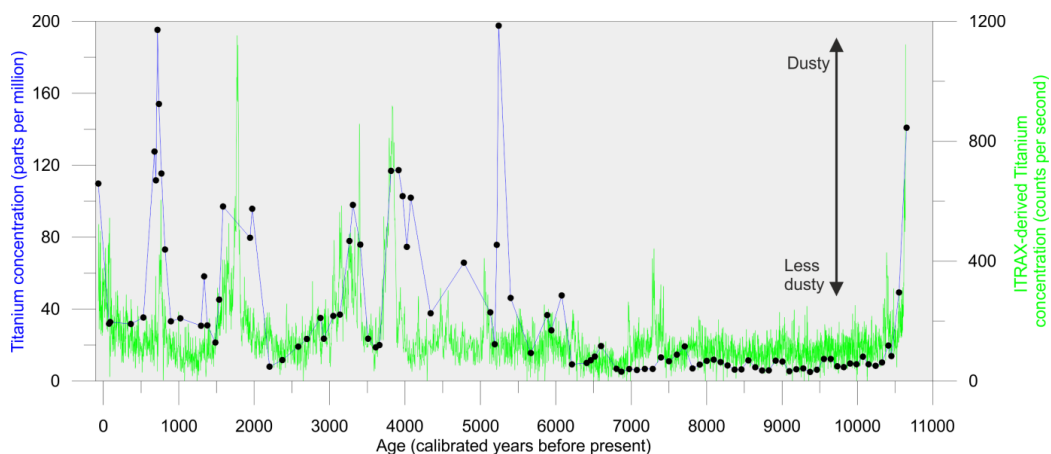


Figura 3. Variabilitatea curbei Ti in carota de turba Mohos, in functie de metoda de investigatie aleasa (dupa Longman et al. 2022). De notat asemenarile, dar si diferentele – ambele cu implicatii majore in calculul fluxului de metale (poluare).

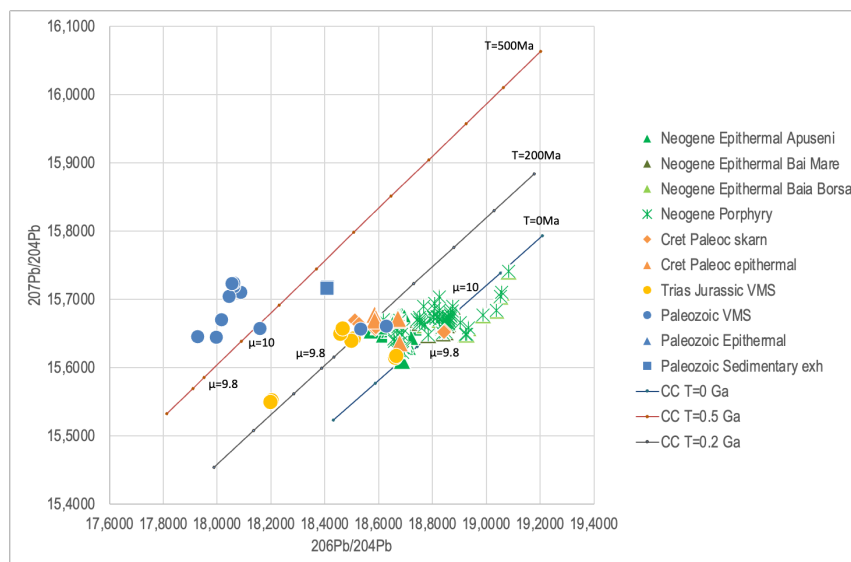


Figura 4. Modelarea matematica a datelor de izotopi plumb obtinute in cadrul proiectului pentru a evidentia diferitele perioade metalogenetice in vederea compararii datelor izotopice pe turba cu poluarea sursa (Tamas et al. sub recenzie)

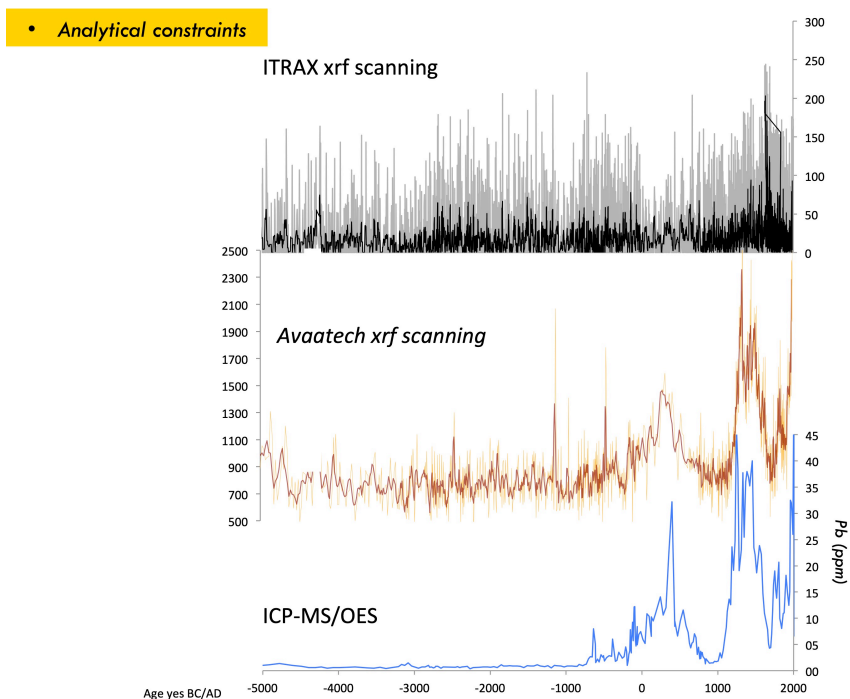


Figura 5. Exemplu de abordare multi-proxy in determinarea metodei optime in cercetarea secventelor investigate din prisma poluarii cu metale din trecut. Comparatii calitative si cantitative intre metodele ICP-MS/OES, Avaatech si ITRAX pe aceiasi secventa (din Veres et al. in prep). De notat asemenarile clare intre ICP-MS si Avaatech xrf scanner, dar si diferenta dintre ele si metoda Itrax care nu captureaza un semnal clar al concentratiei Pb. Abordarea noastra arata implicatii majore in alegerea metodologiei de lucru in studii similare.

2.2.5 Analizele paleoecologice si de impact antropoc care cuprind printre altele analizele de carbune sedimentar (Iezerul Mare, Mluha) au fost realizate de catre membrii echipei de cercetare. Cărbunele analizat pe coloanele sedimentare Mluha și Iezerul Mare a fost procesat la rezoluție de 1 cm pentru primii 300 cm, secvență ce acoperă ultimii 2600 de ani (cal BP) rezultând o curbă de cărbune ce poate fi folosită pentru reconstituirea regimului incendiilor de vegetație și a impactului antropoc prin prelucrarea metalelor.

Pe întreaga coloana sedimentară din Mluha fost procesat cărbunele (fragmente de cărbune $>150 \mu\text{m}$) la rezoluție de 1 cm. Cu ajutorul acestei analize a rezultat o curbă ce va fi folosită la reconstituirea regimului incendiilor de vegetație. Probele de 1 cm^3 au fost colectate în tuburi eppendorf și procesate chimic cu 10 ml de clor (concentrație 5%) pentru a dezintegra materia organică. Probele au fost tratate în grupuri de câte zece și lăsate cu produsul chimic pentru 24h. După tratamentul chimic probele au fost sitate și pregătite pentru analiza microscopică.

Rezultatele obținute pe întreaga coloană (reprezentând numărul particulelor de cărbune identificate per cm^3 de sediment) au fost tratate statistic cu software-ul CharAnalysis versiunea 1.1 (<https://sites.google.com/site/charanalysis/>). Înainte de analiza statistică, seriile de cărbune au fost interpolate la un interval de timp egal de 10 ani (valoarea medie de eșantionare a probelor). Folosind o regresie polinomială ponderată (lowess) pentru o perioadă de 500 de ani, valorile cărbunelui au fost divizate în semnal de fond (CHARback) ce corespunde cu modificări în producția și transportul cărbunelui și semnal de tip eveniment (CHARpeak) reprezentând incendii locale de vegetație. Concentrația de cărbune din probele analizate variază între 0 și 50 bucăți per cm^3 . În ceea ce privește rata de sedimentare, rata de acumulare a cărbunelui (CHARacc) variază între 0 și $2,4 \text{ bucăți pe cm}^2/\text{an}^{-1}$. Tratamentul statistic a fost aplicat pe două secvențe, atât pe întreg profilul cât și pe secvența ce acoperă ultimii 2600 ani. Dacă ne uităm la întreaga secvență sedimentară, observăm că CHARacc prezintă valori mai ridicate între 5500 cal BP și prezent cu ușoare creșteri între 5500 și 4250 cal BP, 4000 și 3500 cal BP, 3000 și 2000 cal BP și în ultimii 2000 de ani și mai scăzute între 5500 și 7600 cal BP. Magnitudinea vârfurilor (peak magnitude), reprezentând incendii locale de vegetație, atinge valori cuprinse între 50 și 1 bucăți de cărbune pe $\text{cm}^2/\text{vârf}^{-1}$. Cele mai ridicate valori sunt înregistrate în jurul anilor 5000, 4000, 3500, 2000 cal BP sugerând incendii locale puternice ce au ars suprafețe mari de vegetație.

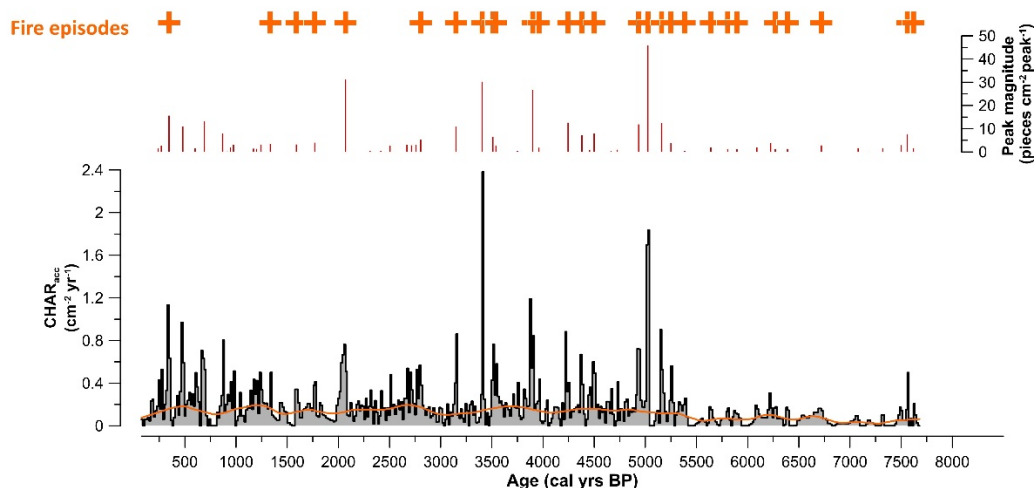


Fig. 6 Rata de acumulare a cărbunelui (CHARacc), magnitudinea vârfurilor (peak magnitude) și evenimentele (Fire episodes) cu mai multe incendii de vegetație

Pentru ultimele două milenii, activitatea incendiilor a fost împărțită în patru intervale caracterizate de regimuri de incendii diferite, după cum urmează:

- i. 2600-2000 cal BP - rata de acumulare a cărbunelui prezintă valori scăzute, frecvența și magnitudinea incendiilor este scăzută, apare un singur eveniment local (Fig. 3). Între 2600 și 2000 cal BP, CHARacc prezintă valori relativ scăzute întrerupte de valori mai mari între 2100 și 2000 cal BP. În jurul anului 2075 cal BP apare un eveniment ce atinge magnitudinea maximă

de 40 de particule/episod. CHARback are valori relativ scăzute iar frecvența incendiilor prezintă o tendință în ușoară creștere. Valorile ratei de acumulare a microcarbunelui sugerează o creștere ușor mai mare, probabil periodică, a activității regionale a incendiilor.

- ii. 2000-1400 cal BP - rata de acumulare a cărbunelui prezintă valori scăzute, frecvența incendiilor prezintă valori crescute, magnitudine incendiilor prezintă valori intermediare, apar trei episoade cu incendii. În intervalul cuprins între 2000 și 1400 de ani cal BP, valorile CHARacc rămân scăzute, dar sunt întrerupte de trei episoade plasate în jurul anilor 1775, 1605 și 1445 cal BP, în contrast cu semnalul de incendii regionale (microcărbune) care arată o scădere a incendiilor regionale (Fig. 3). CHARback este caracterizat de valori scăzute, prezentând o tendință monotonă. Frecvența incendiilor începe să crească de la 2 incendii la 5 incendii la 1000 de ani, în timp ce magnitudinea vârfurilor arată >8 bucăți pe $\text{cm}^{-2}/\text{vârf}^{-1}$.
- iii. 1400-200 cal BP - rata de acumulare a cărbunelui prezintă valori ridicate, frecvența incendiilor și magnitudinea vârfurilor prezintă valori ridicate, apar șapte episoade cu incendii. O creștere în CHARacc este vizibilă între 1400 și 800 cal BP, întreruptă de valori scăzute între 800 și 700 cal BP urmate de o altă creștere după această dată. Șapte episoade cu incendii apar în jurul anilor 1345, 1245, 975, 875, 685, 485 și 345 cal BP. Rata de acumulare a (micro)cărbunelui prezintă o tendință de creștere, ceea ce indică arderea continuă a vegetației la scară regională (Fig. 3). Cu toate acestea, se observă o ușoară scădere a ratei de acumulare a microcarbunelui în jurul a 515-400 cal BP. Acest lucru este urmat de o creștere spre valori mai mari care continuă spre partea superioară a profilului, întreruptă de două creșteri episodice în jurul anilor 390 și 200 cal BP. CHARback arată cele mai mari valori ale întregii secvențe, atingând un maxim între 1400 și 1000 cal BP.



Fig. 7 Fragmente de (macro)cărbune din profilul sedimentar Mluha (Apuseni)

Elementele terigene, Ti și K, sunt indicatori de materie siliciclastică, în mare parte asociate cu fracțiunea fină, argiloasă, reflectând activitatea erozională sau depozitarea prafului (Fig. 8). Ti și K prezintă o curbă similară pe întreg profilul Mluha. Ti arată valori scăzute în intervalul cuprins între 2600-2100 cal BP, cu o tendință de creștere în intervalul următor până la 1200 cal BP. După 1200 cal BP, valorile Ti și K scad, prezentând o curbă stabilă, întreruptă ocazional de perioade cu valori mai ridicate în special, între 800-700 și 400-200 cal BP.

Pb este folosit aici a indicator al activității umane, prezentând valori mai scăzute în partea inferioară a secvenței, între 2600 și 2100 cal BP, urmată de o creștere până la 1100 cal BP. Un vârf în Pb apare în jurul anului 1700 cal BP. Un al doilea interval cu valori mai mari este vizibil între 800 și 350 cal BP. O ușoară creștere este vizibilă în jurul anul 150 cal BP, urmată de valori mai scăzute spre partea superioară a secvenței (Fig. 8).

Pe 71 de probe prelevate din secvența superioară a profilului Mluha a fost analizat polenul și microcărbunele (fragmente de cărbune $< 125 \mu\text{m}$). Pentru a contura istoria schimbărilor de vegetație, s-a folosit suma arborilor, arbuștilor, plantelor și indicatorilor antropogenici, incluzând *Poaceae*, *Secale*, *Zea mays*, *Avena*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major-media*, *Rumex acetosa/acetosella*, *Achillea*, *Ambrosia*, *Centaurea cyanus*, *Chaerophyllum*, *Ranunculus sp*, *Potentilla*,

Cruciferae nedefinită, *Scrophularia*, *Echium*. Secvența a fost împărțită în cinci zone polinice (M-1 – M-5) (Fig. 8):

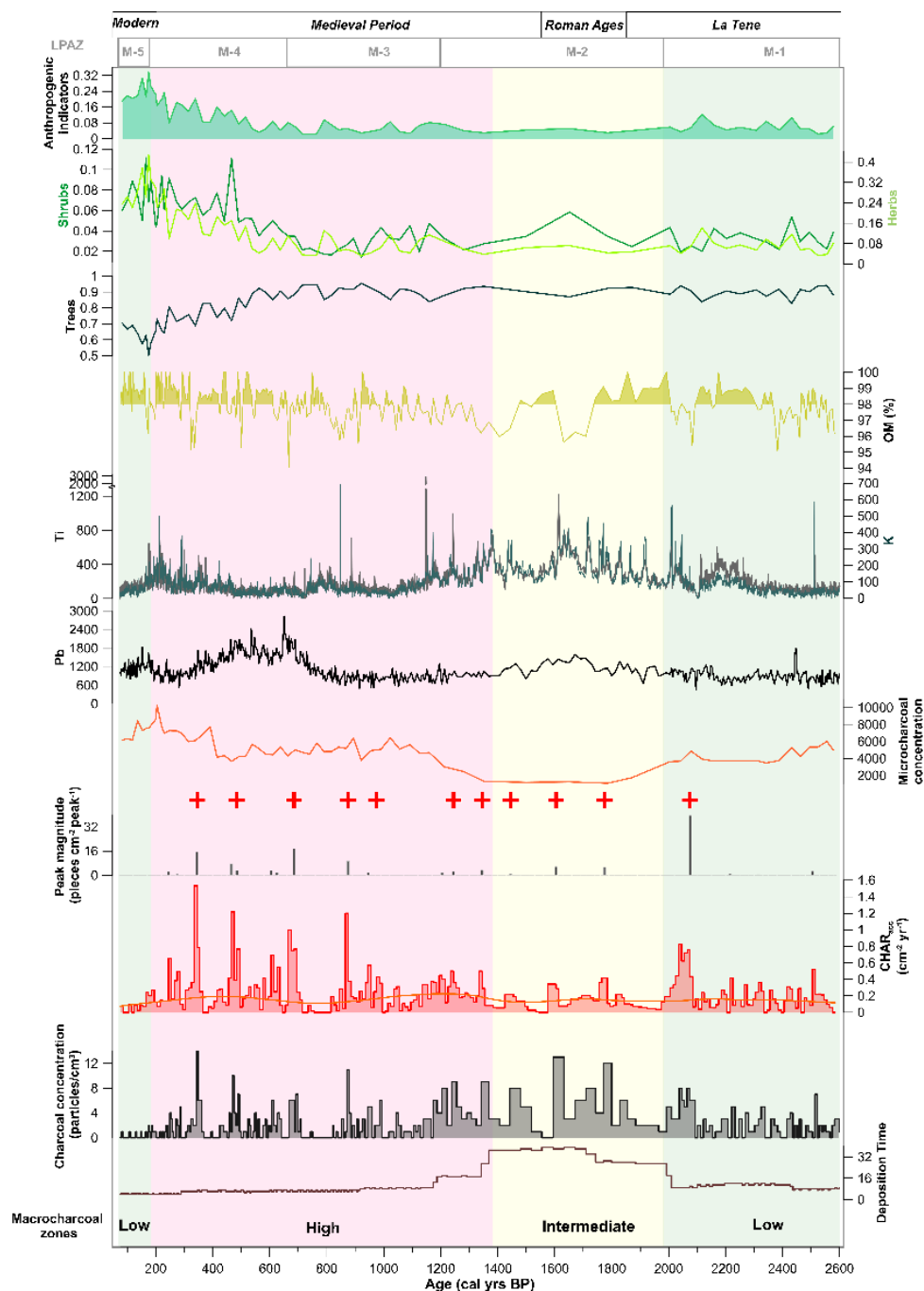


Fig. 8 Rezultatele multi-proxy din secvența Mluha (Haliuc et al. in prep). Figura exemplifică de asemenea importanța analizelor multi-proxy în reconstituirea impactului antropic prin minerit și metalurgie, fiind unul dintre rezultatele de anvergură ale proiectului.

- i. în intervalul cuprins între 2550-2050 cal BP (M-1), polenul ne arată predominanța arborilor și arbuștilor, sugerând un peisaj împădurit în jurul Mluha. Molidul norvegian (*Picea abies*) și bradul argintiu (*Abies alba*) sunt arbori predominanți în această perioadă. Se observă două episoade de defrișare a pădurii, primul dintre acestea, care a avut loc în jur de 2450 cal BP, este însoțit și de arderea biomasei, iar al doilea este plasat în jurul anului 2100 cal BP. Al doilea

- eveniment este însoțit de o creștere a indicatorilor antropogenici, sugerând nu numai defrișarea pădurii, ci și pășunatul și producția agricolă la altitudini mai joase, pe văi.
- ii. între 2050 și 1200 cal BP, (M-2) polenul arată o scădere a utilizării terenurilor și regenerarea pădurii din zona montană. Zona Mluha era încă împădurită, dar în această perioadă între 1700-1800 cal BP, este evidentă o reorganizare majoră a pădurii.
 - iii. intervalul cuprins între 1200 și 650 cal BP este caracterizat de mai multe episoade de defrișare plasate între 1220-1120 cal BP și 1060-990 cal BP, însoțite de creșteri ale indicatorilor antropogenici și ale (micro)cărbunelui, sugerând că pădurile au fost incendiate și înlocuite cu pășuni și terenuri agricole. Defrișarea pădurii între 1060 și 990 cal BP (M-3/2) a dus la pierderea pădurii de brad (*P. abies*), care nu s-a mai regenerat după această perioadă, sugerând pășunat continuu.
 - iv. între 650 și 560 cal BP (M-4), creșterea procentului de plante și scăderea procentului de polen arboreol sugerează defrișare continuă, stabilizarea pășunilor montane și deschiderea peisajului. Creșterea continuă a indicatorilor antropogenici sugerează o intensificare treptată a utilizării terenurilor.
 - v. cele mai scăzute valori în procentul de polen arboreol este atins în jurul anului 170 cal BP (M-5), sugerând o scădere majoră a acoperirii pădurii, însoțită de creșterea plantelor, arbuștilor și a indicatorilor antropici.

Probele de cărbune colectate din profilul Iezerul Mare (IZM) (Maramureș) au fost analizate la laboratorul de la Institut des Sciences de l'Évolution (ISEM, CNRS/UM/IRD/EPHE), Montpellier (Franța) de către Aritina Haliuc. Din partea superioară a profilului IZM ce acoperă perioada de interes, adică ultimii 2000 de ani, au fost colectate 100 de probe la o rezoluție de 4 cm. Probele de 1 cm³ au fost colectate în tuburi falcon de 50 ml și procesate chimic cu 5 ml de clor (concentrație 5%) pentru dezagregarea materiei organice. În cazul probelor mai compacte s-a folosit un amestec de 10 ml de metafosfat (concentrație 5%), acesta are rolul de a dezintegra proba, urmat de 5 ml de clor. Probele au fost tratate chimic secvențial, în grupuri de câte douăzeci și lăsate cu produsul chimic pentru 24h. După tratamentul chimic probele au fost sitate și pregătite pentru analiza microscopică. Fiecare probă a fost plasată într-un vas de evaporare pentru analize. Mai întâi, s-a efectuat un screening manual pentru a evalua fragmentele de cărbune și a pregăti proba pentru analize pe imagine. După identificarea fragmentelor acestea au fost fotografiate. Cu ajutorul programului Windseedle au fost efectuate măsurători precum aria, lungime, raport lățime:lungime etc. Datele obținute au fost procesate cu programul CharAnalysis pentru a identifica frecvența și magnitudinea incendiilor de-a lungul timpului. Scopul identificării și cuantificării cărbunelui este construirea unui curbe a incendiilor de vegetație precum și evaluarea tipului de vegetație ce a ars (tip combustibil vegetal) și caracterizarea regimului incendiilor.



Fig. 9 Fragmente de cărbune văzute sub lupa microscopului. Acestea au fost identificate la suprafață (20.5 cm adâncime) fiind rezultatul unui incendiu puternic de foioase în zona Iezerul Mare, Maramureș

2.2.5 Analizele integrative arheometrice și arheologice. Sub acest aspect am urmărit să abordăm componenta des neglijată în studii de poluare ambientală, și anume, raportarea dintre datele chimice

care denota poluare si dovezile arheometrice si arheologice directe. Astfel, analiza noastra s-a axat pe doua zone miniere cunoscute din Romania, zona miniera Baia Mare si zona miniera Apuseni (in jurul Rosiei Montane).

Pentru Apuseni, datele arheologice au fost extrase manual din repertoriul arheologic național (<http://ran.cimec.ro/>). Analiza noastră spațială s-a desfășurat pe un radius de 100 km în jurul sitului Mluha – Rosia Montana (Fig. 10). În urma analizei au rezultat 1313 intrări reprezentând urme de locuire, structuri de cult, necropole etc incepand cu Neoliticul tarziu si pana recent. Datele arheologice arata activitati legate de minerit incepand cu Epoca Bronzului si in special in perioadele romana si medievala, fapt ce concursa pe deplin datele chimice (Pb etc) din turbaria Mluha.

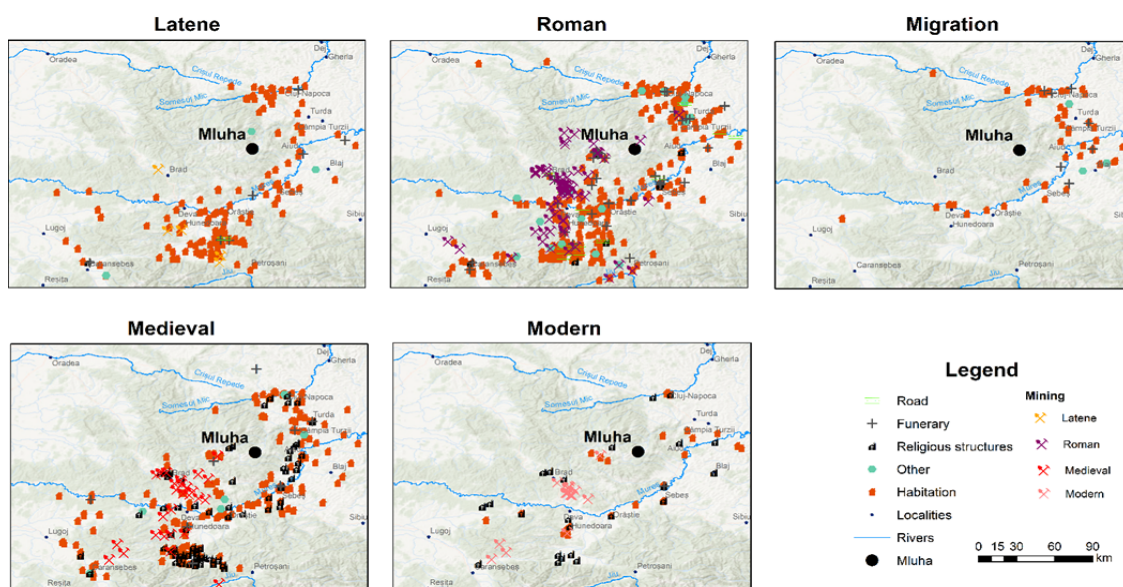


Fig. 10 Sinteza situri arheologice în zonele miniere din Apusenilor

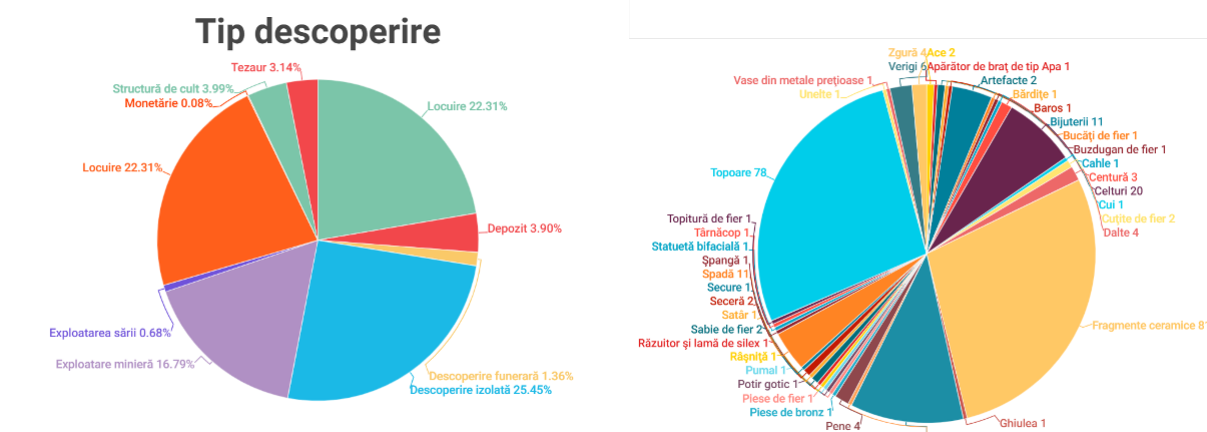


Fig. 11 Sinteza situri arheologice în zona miniera Baia Mare (stanga), si tipuri de unelte si ustensile ce denota activitati de minerit in trecut.

Pentru zona miniera Baia Mare, o bună parte a cercetării desfășurate este analiza rezultatelor statistice obținute în urma construirii unei baze de date a tuturor descoperirilor arheologice din județul Maramureș. Sursele pe care le-am folosit sunt Repertoriul Arheologic Național (RAN) și volumul I al lui Carol Kacso, ediția din anul 2015 al *Repertoriului arheologic al județului Maramureș* în urma cărora am adunat 923 de descoperiri arheologice. În câteva cazuri am folosit publicații mai recente, în scopul clasificării precise a descoperirilor arheologice, deoarece acestea au reactualizat informațiile publicate,

schimbând în anumite cazuri proprietățile unor descoperiri arheologice descrise anterior pe baza informațiilor premature. Așadar acest studiu de cercetare demonstrează faptul regiunea maramureșeană a fost și este o zonă bogată pentru activitatea minieră, validat atât din perspectiva culturii materiale, a mișcării grupurilor de oameni, a studiului de mediu pe resursele vegetale, a comparației rezultatelor deja confirmate din alte feluri de surse, al analizei concentrației plumbului și mai ales a rezultatelor statistice a tuturor descoperirilor arheologice din Maramureș.

2.2.6 Analizele tefrocronologice: pentru a îmbunătăți cadrul cronologic pentru secvențele analizate în proiect, am inițiat o serie de analize tefrocronologice la mare rezoluție împreună cu colaboratorii de la Universitatea din Cambridge, Marea Britanie. Rezultatele sunt foarte încurajatoare, până în prezent au fost identificate câteva nivele de cenuri vulcanice – rezultate în curs de analiză.

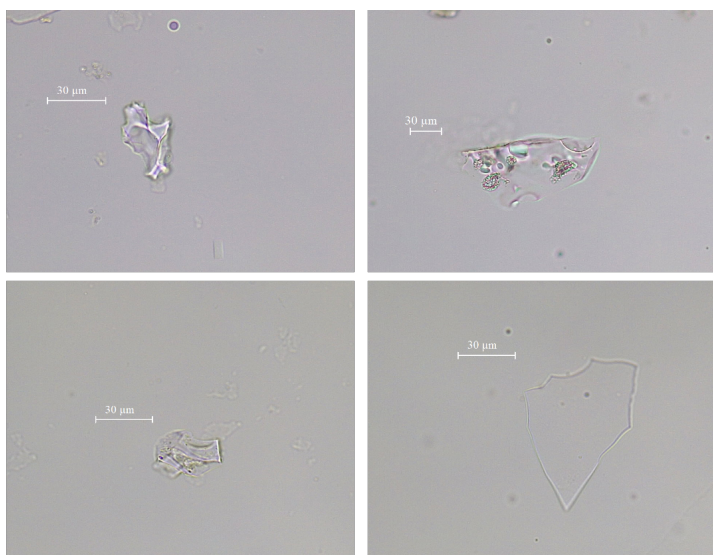


Figura 8. Exemple de sticla vulcanica (cenuri vulcanice) identificata in diverse orizonturi din carota Iezerul Mare.

2.2.7 Alte analize cu potential pentru a crește vizibilitatea rezultatelor proiectului

Din coloana sedimentară Tăul Bagău (TBG) au fost colectate probe din 40 în 40 de cm pentru a testa dacă acestea se pretează pentru analize biogeochimice (brGDGTs - branched glycerol dialkyl glycerol tetraethers) și a efectua o reconstituire a modificărilor din comunitățile bacteriene și implicit, modificări în ecosistem și o reconstituire (cantitativă) a temperaturii medii anuale și a pH-ului. GDGT-urile sunt o clasă de lipide membranare sintetizate de arhee și unele bacterii și sunt utilizate ca bioindicatori deoarece răspund la modificările de temperatură și pH din mediul în care trăiesc și se dezvoltă.

Cele 10 probe colectate din coloana sedimentară TBG au fost analizate în laboratorul de geochimie organică de la ETH Zurich (Elveția). După prepararea probelor și extragerea diferitelor fracții (polar, keto, apolar), fracția polară a fost analizată cu HPLC-MS rezultând o cromatogramă cu diferiți compuși, acești compuși sunt integrați pentru a obține aria și a calcula concentrația (per gram de sediment). Pentru probele rulate din TBG concentrațiile au fost foarte mici și nu au putut fi folosite pentru reconstituiri cantitative de temperatură și pH dar intenționăm să rulăm analize pentru celelalte fracții pentru a reconstitui vegetația.

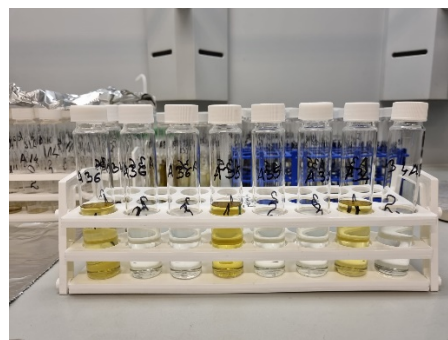


Fig. 9 Prepararea probelor și extragerea fracțiilor pentru analiza GDGT-urilor

2.3. Efectuarea de stagii de cercetare /documentare /specializare in laboratoare externe si nationale

2.3.1 Stagii de cercetare/documentare/specializare:

- 31.05.2021 – 18.06.2021 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Veres, D.**) in cadrul laboratorului IsTerre – Universitatea Joseph Fourier, Grenoble, Franta pentru analize izotopice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 16.08.2021 – 19.08.2021 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Veres, D.**) in cadrul Laboratorului Edytem, Franta, pentru analize fizice si sedimentologice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 04.10.2021 – 16.10.2021 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Veres, D.**) in cadrul laboratorului IsTerre – Universitatea Joseph Fourier, Grenoble, Franta pentru analize izotopice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 09.10.2021 – 23.10.2021 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Haliuc, A.**) in cadrul Universitatii din Montpellier, Franta pentru analize paleoecologice si geochimice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- Noiembrie 2021 - Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Gogiltan, F.**) in cadrul Deutsches Archäologisches Institut cu tema de cercetare Die Beziehungen zwischen Siebenbürgen und dem Schwarzmeerraum. Die bronzzeitliche Kontakte (ca. 2500-900/800 v. Chr.) si fara implicarea financiara a proiectului.
- 03.01.2022 – 08.01.2022 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Veres, D.**) in cadrul Laboratorului Edytem, Franta, pentru analize fizice si sedimentologice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 25.03.2022 – 07.04.2022 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Veres, D.**) in cadrul Laboratorului de sedimentologie RWTH Aachen, Germania, pentru analize sedimentologice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 17.04.2022 – 24.04.2022 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Veres, D.**) in cadrul Laboratorului de sedimentologie RWTH Aachen, Germania, pentru analize sedimentologice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 04.06.2022 – 03.07.2022 Stagiul de cercetare si vizita de lucru (**Haliuc, A.**) in cadrul ETH Zurich pentru analize paleoecologice si geochimice. Cheltuielile cu diurna, cazarea si transportul au fost asigurate de catre institutia gazda.



- 08.06.2022 – 11.07.2022 Stagiul de cercetare și vizita de lucru (**Veres, D.**) în cadrul Laboratorului de Tefrocronologie al Universității din Cambridge, Marea Britanie, pentru analize cenuri vulcanice. Cheltuielile cu diurna, cazarea și transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 25.09.2022 – 12.10.2022 Stagiul de cercetare și vizita de lucru (**Veres, D.**) în cadrul Laboratorului de sedimentologie RWTH Aachen, Germania, pentru analize sedimentologice. Cheltuielile cu diurna, cazarea și transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 12.12.2022 – 19.12.2022 Stagiul de cercetare și vizita de lucru (**Veres, D.**) în cadrul Laboratorului EDYTEM, Franța, pentru analize geochimice. Cheltuielile cu diurna, cazarea și transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 20.02.2023 – 28.02.2023 Stagiul de cercetare și vizita de lucru (**Veres, D.**) în cadrul laboratorului IsTerre – Saint Martin d’Heres, Franța pentru analize izotopice. Cheltuielile cu diurna, cazarea și transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.
- 04.04.2023 – 15.04.2023 Stagiul de cercetare și vizita de lucru (**Veres, D.**) în cadrul laboratorului IsTerre – Saint Martin d’Heres, Franța pentru analize izotopice. Cheltuielile cu diurna, cazarea și transportul au fost asigurate din fondurile proiectului.

3. Diseminarea rezultatelor și realizarea indicatorilor de rezultat

Până la momentul raportării au fost publicate sub egida proiectului 4 articole în reviste ISI (punctul 3.2), 4 manuscrise sunt sub recenzie la reviste cotate ISI (3.3), alte 3 manuscrise destinate unor reviste ISI se afla în stadiu avansat de redactare cu data de trimitere spre recenzie decembrie 2023 - ianuarie 2024 (3.4). Deasemenea, avem publicate 4 articole BDI (3.5), 2 cărți și 7 capitole carte (3.6), 1 teză licență (3.7), iar rezultatele cercetării au fost comunicate prin 35 de prezentări orale și poster la conferințe și simpozioane (3.1). Luând în vedere cele de mai sus, indicatorii de rezultat propuși inițial în cadrul cererii de finanțare au fost realizați în totalitate. Mai mult, date fiind rezultatele consistente produse în cadrul proiectului, estimăm că în perioada post-implementare (12-24 de luni), un număr de ca. 10 alte articole ISI vor aduce mulțumiri proiectului PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1. Participare la conferințe și seminarii în domeniu

3.1.1 Workshop: Archeoclimate BP - Interactions between climatic and environmental conditions and human societies during the Holocene in SE Europe, Cluj-Napoca, România, 16-17 februarie 2021

- Prezentare orală: **Veres, D.**

Titlul: *Environmental legacy of 7000 yr of Pb pollution over southeastern Europe*

Cu mulțumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.2 Conferința: EGU General Assembly Conference, Vienna, 2021

- Prezentare orală: E. Magyari

Titlul: *Late Glacial and Holocene multi-proxy paleoecology in the Southern Carpathian Mountains: quantitative reconstructions and promising new molecular research directions.*

Autori: Magyari E., Korponai J., Tóth M., Braun M., Hubay K., Szabó Z., Darabos G., Pálfi I., Bálint M., Pató Zs., **Veres D.**, Buczkó K.,

Rezumatul publicat în volumul *EGU General Assembly Conference Abstracts, EGU21-16242.*

Cu mulțumiri și proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru activitatea D. Veres

3.1.3 Conferința: EGU General Assembly Conference, Vienna, 2021

- Prezentare poster: Pálfi I.,



Titlul: *Geochemical survey of Lake Balaton sediments: Holocene paleoenvironment and paleoclimate*
Autori: *Pálfi I., Pósfai M., Kristály F., Veres D., Arnaud F., Szalai Z., Gresina F., Szabó Z., Darabos G., Korponai J., Czuppon Gy., Demény A., Magyari E.*

Rezumat publicat in *EGU General Assembly Conference Abstracts, EGU21-15654.*

Cu multumiri si proiectului de cercetare *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru activitate D. Veres*

3.1.4 Conferinta: Joint Scientific Assembly IAGA-IASPEI 2021, 21-27 august 2021, Virtual Conference

□ Prezentare poster: *Laag, C.*

Titlul: *Tephra hunt in loess-paleosol sequences – towards an interdisciplinary approach for tephra detection and characterization.*

Autori: *Laag C., Guyodo Y., Lagroix F., Veres D., Wacha L., Hambach U.*

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru activitate D. Veres*

3.1.5 Conferinta: Carpathian-Balkan Paleoscience Workshop 2021 (CBPW 2021), Cărlibaba, Suceava County, Romania, 5-9 Octombrie 2021

□ Prezentare orală: ***Haliuc, A.***

Titlul: *Deciphering recent climatic and environmental changes from a short-term sediment record.*

Autori: ***Haliuc A., Buczko K., Hutchinson S.M., Acs E., Magyari E.K., Korponai J., Begy R.C., Vasilache D., Zak M., Veres D.,***

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri pr *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.*

3.1.6 Conferinta: Geokarlsruhe 2021 Sustainable Earth – from processes to resources, 19–24 septembrie 2021, Karlsruhe.

□ Prezentare plenară (invited talk): ***Veres D.,***

Titlul: *Short-term terrestrial climate variability through MIS 3 and Termination 1*

Autori: *Veres, D., Obreht, I.*

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.*

3.1.7 Conferinta: DEUQUA Annual Meeting 2021, 30 septembrie - 1 octombrie, 2021

□ Prezentare poster: *Schmidt C.*

Titlul: *Occupation of a Middle Palaeolithic cave site in the Romanian Carpathians during MIS 6–5 2021.*

Autori: *Schmidt C., Veres D., Cosac M., Hambach U., Muratoreanu G.*

Rezumatul publicat in volumul de rezumate.

Cu multumiri si proiectului de cercetare *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru activitate D. Veres.*

3.1.8 Seminar: BayCEER Seminar Series WS 2021/22, 28 octombrie 2021, Universitatea din Bayreuth, Germania.

□ Invited seminar: ***Veres D.***

Titlul: *High levels of lead pollution in the Balkans from the Early Bronze Age to the Industrial Revolution.*

Autori: ***Veres D.***

Cu multumiri proiectului de cercetare *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.*

3.1.9 Conferinta: AGU Fall Meeting, 13 - 17 decembrie 2021

□ Prezentare poster: ***Haliuc, A.***

Titlul: *Variability in distal dust fallout over central-eastern Europe during the Holocene*

Autori: ***Haliuc A., Veres D., Longman J., Develle A.-L., and the LEAD7000 team***

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.*

3.1.10 Conferinta: 17th Carpathian Basin Conference for Environmental Sciences, 6-9 April 2022, Cluj-Napoca



- Prezentare orală: *E. Magyari*

Titlul: *Ecosystem shifts in South Carpathian terrestrial and aquatic environments during the Late Glacial and Anthropocene: quantitative climate and environmental reconstructions, promising new molecular research directions and the safe operating space of alpine lakes.*

Autori: *Magyari E.K., Korponai J., Haliuc A., Veres D., Tóth M., Braun M., Hubay K., Szabo Z., Darabos G., Pálfi I., Bálint M., Pató Zs., Buczkó K.*

Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru activitate D. *Veres si A. Haliuc.*

- 3.1.11 *Workshop*: PGG colloquium, Department of Geography, RWTH Aachen, 05 April 2022

- Prezentare orală (invited talk): **Veres D.**

Titlul: *Legacy of 7000 years of Pb pollution over southeastern Europe*

Autori: **Veres D. and the LEAD7000 team**

Cu multumiri si proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914

- 3.1.12 *Conferinta*: International Conference on Radiation Applications (RAP), 6th-10th of June 2022, Aristotle University's Research Dissemination Center (KEDEA), Thessaloniki, Greece

- Prezentare orală: *Begy R.-C.,*

Titlul: *Last 150 years of human impact on high altitude lakes in Eastern and Southern Carpathians, Romania.*

Autori: *Begy R.-C., Savin C.-F., Vereş D., Kelemen S., Magyari E.K.,*

Rezumat publicat in *Conference Abstracts.*

Cu multumiri si proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru activitate D. *Veres*

- 3.1.13 *Conferinta*: PAGES 6th Open Science Meeting, Learning from the past for a sustainable future, 16-20 May, Agadir, Morocco.

- Prezentare orală: **Veres D.**

Titlul: *Environmental evidence of metal smelting activities before, during, and post Roman period in the Carpathian borderlands.*

Autori: **Veres D., Tamas C.-G., Haliuc A., Longman J., Develle A.-L., Gogâltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

- 3.1.14 *Workshop*: Antichități preromane și romane. Arheologie și istoriografie - In memoriam Alexandri Diaconescu, 26-27 mai 2022

- Prezentare orală: **Gogâltan F.**

Titlul: *Războiul în epoca bronzului. Asediul mega-fortului de la Sântana-Cetatea Veche*

Autori: **Gogâltan F.**

Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

- 3.1.15 *Seminar*: Invited seminar at Climate and Environmental Dynamics, University of Cambridge, 15 June 2022

- Prezentare orală: **Veres D.**

Titlul: *Unravelling the legacy of 7000 years of metal pollution in south-eastern Europe.*

Autori: **Veres D.**

Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

- 3.1.16 *Conferinta*: 28th EAA Annual Meeting in Budapest, Hungary, 31 August - 3 September 2022

- Prezentare orală: **Gogâltan F.**

Titlul: *Material evidence of violent armed conflicts in Bronze Age Lower Mureş Valley*

Autori: *Sava V., Gogâltan F.*

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

- 3.1.17 *Conferinta*: 28th EAA Annual Meeting in Budapest, Hungary, 31 August - 3 September 2022

- Prezentare orală: **Veres D.**



Titlul: *The rise of metallurgy and direct evidence of 7000 years of anthropogenic metal pollution in southeastern Europe*

Autori: **Veres D., Longman J., Chauvel C., Tamas C.-G., Haliuc A., Gogâltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.18 Conferinta: 28th EAA Annual Meeting in Budapest, Hungary, 31 August - 3 September 2022

□ Prezentare orala: **Veres D.**

Titlul: *The mines of Dacia – environmental evidence of mining activities pre and post Roman period*

Autori: **Veres D., Tamas C.-G., Haliuc A., Longman J., Develle A.-L., Gogâltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.19 Conferinta: The 22nd Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association in Plovdiv, Bulgaria (CBGA2022)

□ Prezentare orala: **Tamas C.-G.**

Titlul: *New Pb isotopic data for Romanian ore deposits – A new step for paleopollution assessment and metal tracing in the Carpathian - Balkan region*

Autori: **Tamas C.-G., Veres D., Chauvel C.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.20 Conferinta: 7th Edition of Landscape Archaeology Conference Iași-Suceava, Romania, 10-15 September, 2022

□ Prezentare orala: **Sava V.**

Titlul: *Before the Rise of the Late Bronze Age Mega Forts*

Autori: **Sava V., Gogâltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.21 Conferinta: The International Scientific Communications Session of the “Țării Crișurilor” Museum Complex, Oradea. Interferences. Past, Present, Future, 12-14 October 2022

□ Prezentare orala: **Gogâltan F.**

Titlul: *Archaeological research at Sântion “Dealul Mănăstirii” site*

Autori: **Gogâltan F., Fazecaș G., Demjén A.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.22 Conferinta: Climate and Environmental Changes in Central-Eastern Europe Past, Present and Future (CECCEE-2022), 24-27 November 2022, Vatra Dornei, Romania

□ Prezentare orala: **Haliuc A.**

Titlul: *Impacts of climate change and human activities over the Holocene using multi-proxy analysis from lake sediment records*

Autori: **Haliuc A.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.23 Conferinta: XXI INQUA Congress, 13-20 iulie 2023, Roma, Italia

□ Prezentare poster: **Haliuc A.**

Titlul: *Two millennia of fire activity: influence of climate and people in a peat-bog from Western Romanian Carpathians*

Autori: **Haliuc A., Bonk A., Magyari E., Korponai J., Gogaltan F., Stache A., Longman J., Veres D.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.24 Conferinta: XXI INQUA Congress, 13-20 iulie 2023, Roma, Italia

□ Prezentare poster: **Veres D.**

Titlul: *The rise of pyrometallurgy and 7000 years of continuous anthropogenic metal pollution in southeastern Europe*

Autori: **Veres D., Longman J., Guedron S., Heredia Aguilar C., Shiel A., Tamas C.G., Haliuc A., Develle A.-L., Gogaltan F.**



Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.25 Conferinta: XXI INQUA Congress, 13-20 iulie 2023, Roma, Italia

□ Prezentare orala: **Veres D.**

Titlul: *Lower Danube paleoclimate records and rapid climate variability during the last glacial cycle*

Autori: **Veres D.**, Hambach U., Zeeden C., Obreht I., Nett J.J., Potter S., Timar-Gabor A., Markovic S., Lehmkuhl F.

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.26 Conferinta: XXI INQUA Congress, 13-20 iulie 2023, Roma, Italia

□ Prezentare orala: **Magyari E.**

Titlul: *Stable isotope, biogenic calcite crystal structure and biotic proxy based low stands of Lake Balaton at 8.2 and 5.3 kyr BP, the largest shallow lake of Central Europe*

Autori: **Magyari E.**, Palfi I., Posfai M., Buczko K., Demeny A., Czuppon G., Szabo Z., Szalai Z., **Veres D.**, Arnaud F., Falus G.,

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri si PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.27 Workshop: KarstHives 2 – Climate Archives in Karst: Understanding past climates and environments from karst deposits, April 20-22, 2023, Sudrigiu, Romania

□ Prezentare orala: **Veres D.**

Titlul: *Middle Palaeolithic cave sequences in Eastern Transylvania, Romania*

Autori: **Veres D.**, Cosac M., Muratoreanu G., Vasile S., Petculescu A., Dumitrascu V., Robu M., Nita L. Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.28 Conferinta: First Kings of Europe Leadership and Inequality in Prehistoric Southeast Europe, Budapesta, Ungaria, 26-28 aprilie 2023

□ Prezentare orala: **Gogaltan F.**

Titlul: *From Tell-Settlements to Mega-Sites/Forts. The Bronze Age Social Landscape of the Southeastern Carpathian Basin (2200–1200/1000 BC)*

Autori: **Gogaltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.29 Workshop: The International Scientific Communications Session of the “Țării Crișurilor” Museum Complex. Past, Present, Future, Oradea, 12-13 octombrie 2023

□ Prezentare orala: **Gogaltan F.**

Titlul: *The 2023 archaeological campaign from Sântion (Borș, Bihor county)*

Autori: **Gogaltan F.**, Fazecas G., Katocz Z., Porsztner K., Demjen A., Sfrengu F.

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.30 Workshop: De la Casă la Acasă. Despre organizarea internă a așezărilor, gospodăriilor și caselor, Zalau, Romania, 19-21 octombrie 2023

□ Prezentare orala: **Sava V.**

Titlul: *De la tell-uri la mega-forturi. Așezările epocii bronzului (aprox. 2200-900 BC) din Bazinul Mureșului Inferior și cel al Crișului Alb*

Autori: Sava V., **Gogaltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.31 Conferinta: Archaeological Heritage between Carpathians and Caucasus, Iasi, Romania, 21-23 noiembrie 2023

□ Prezentare orala: **Gogaltan F.**

Titlul: *Metallurgical innovations of the 3rd millennium BC in the Eastern Carpathian Basin*

Autori: **Gogaltan F.**

Rezumatul publicat in volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.



3.1.32 Workshop: Impact of Copper and Bronze Age Metallurgy on the Environment and Human Health, Vilnius, Lituania, 16 noiembrie 2023 (on-line)

□ Prezentare orală: **Gogaltan F.**

Titlul: *The Potential of the Late Bronze Age Mega-Fort at Sântana in Establishing the Impact of Metallurgy on the Environment and Human Health*

Autori: **Gogaltan F.**, Sava V.

Rezumatul publicat în volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.33 Workshop: Impact of Copper and Bronze Age Metallurgy on the Environment and Human Health, Vilnius, Lituania, 16 noiembrie 2023 (on-line)

□ Prezentare orală: **Veres D.**

Titlul: *7000 Years of Anthropogenic Metal Pollution in Southeastern Europe?*

Autori: **Veres D.**

Rezumatul publicat în volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.34 Workshop: PAGES Working group, Human Traces workshop, Liverpool, UK, 20-23 septembrie 2023

□ Prezentare orală: **Veres D.**

Titlul: *Where it all started: 7000 years of anthropogenic metal pollution in southeastern Europe*

Autori: **Veres D.**, Longman J.

Rezumatul publicat în volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.1.35 Workshop: PAGES Working group, Human Traces on-line workshop 'Holocene scale lake sediment Pb records: a database and review - meeting notes', 4 aprilie 2023

□ Prezentare orală: **Veres D.**

Titlul: *Pb pollution - Eastern European lake and peat bog records*

Autori: **Veres D.**

Rezumatul publicat în volumul de rezumate. Cu multumiri PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.2. Lucrari publicate in reviste ISI cu factor de impact

3.2.1.: Longman J., Veres D., Haliuc A., Finsinger W., Ersek V., Pascal D., Sava T., Begy R., 2021. Carbon accumulation rates of Holocene peatlands in central-eastern Europe document the driving role of human impact for the past 4000 years. *Climate of the Past* 17, 2633–2652. <https://cp.copernicus.org/articles/17/2633/2021/cp-17-2633-2021.html>. Factor de impact: 4,295. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.2.2: Haliuc A., Bonk A., Longman J., Hutchinson S.M., Zak M., Veres D., 2022. Challenges in interpreting geochemical data: an appraisal of analytical techniques applied to a karstic lake sediment record. *Water* 14 (5), 806. <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/5/806>. Factor de impact: 3,530. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.2.3: Ramos-Román M.J., De Jonge C., Magyari E., Veres D., Ilvonen L., Develle A.-L., Seppä H., 2022. Lipid biomarker (brGDGT)- and pollen-based reconstruction of temperature change during the Middle to Late Holocene transition in the Carpathians. *Global and Planetary Change* 215, 103859. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103859>. Factor de impact: 5,114. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.2.4: Szabó Z., Buczkó K., Korponai J., Luoto T., Begy R.-C., Haliuc A., Veres D., Hamerlík L., Csorba R., Zsigmond A.R., Darabos G., Méhes N., Kövér C., Magyari E.K. (acceptat). Two chironomid-inferred mean July air temperature reconstructions in the South Carpathian Mountains over the last 2000 years. *The Holocene* (acceptat). <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103859>. Factor de impact: 3,092. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.3 Lucrari sub recenzie in reviste ISI cu factor de impact



3.3.1: Tămaș C.G., Veres D., Chauvel C. (sub recenzie). *Lead (Pb) Isotopic Compositions of the Major Carpathian Ore Fields in Romania - a Regional Synthesis*. Sub recenzie la revista **Ore Geology Reviews** (Numar manuscris ORGEO-D-23-00765), Factor de impact: 3,71. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.3.2: Longman J., Veres D., Ersek V., Tamas C.-G., Haliuc A., Magyari E., Gogaltan F., Sampson P., Papadopoulou M. (sub recenzie). *Central-Eastern Europe as a center of Middle Ages extractive metallurgy*. Sub recenzie la revista **Science Advances** (Numar manuscris Numar manuscris adn0088), Factor de impact: 14,98. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.3.3: Kearney R.J., Albert P.A., Staff R.A., Magyari E.K., Pal I., Veres D., Lane C.S., McGuire A., Bronk Ramsey C. (sub recenzie). *At an important tephrastratigraphic crossroads: a detailed Late Glacial to Early Holocene cryptotephra stratigraphy from two lake records in the Carpathian Mountains, Romania*. Sub recenzie la revista **Quaternary Science Reviews**. Factor de impact: 4,46. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.3.4: Bormann M., Veres D., Papadopoulou M., Wulf S., Klasen N., Hubay K., Rethemeyer J., Wennrich V., Haliuc A., Magyari E., Panagiotopoulos K., Karátson D., Schäbitz F. (sub recenzie). *Multi-method chronological assessment of the 40 ka Mohos paleolake record from Eastern Carpathians (Romania)*. Sub recenzie la revista **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Factor de impact: 3,00. Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.4 Lucrari in pregatire pentru reviste ISI cu factor de impact

(Nota: sunt trecute aici doar acele manuscrise aflate intr-o stare avansata de concepie si pentru care vom respecta grafica de trimitere spre publicare pana la sfarsit de decembrie 2023-ianuarie 2024).

3.4.1: Veres, D., Longman, J., Chauvel, C., Haliuc, A., Tămaș, C.G., Ersek, V., Gogiltan, F., Magyari, E.: *7000 years of sustained anthropogenic metal pollution in southeastern Europe*. In pregatire pentru jurnalul **Science**. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.4.2 Haliuc A., Veres D., Stache A., et al. *Shaping the landscape: Land-use and mining activities drove 2,600 years of fire activity in Western Romanian Carpathians*. In pregatire pentru jurnalul **Communications Earth & Environment**. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.4.3 Heredia C., Veres D., Guédron S., Longman J., Gourlan A., Sabatier P., Campillo S., Develle A.-L., Telouk P. *3000 years of mining history in Central-Eastern Europe as derived from elemental and isotopic composition of Hg and Pb*. In pregatire pentru jurnalul **PNAS**. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.5 Lucrari publicate/acceptate in reviste cotate BDI

3.5.1: Gogăltan F., 2021. *The Transition from the Late Bronze Age to the Early Iron Age in the Eastern Carpathian Basin. A Chronological Perspective*, în E. Kaiser, W. Schier (eds.), *Time and Materiality. Periodization and Regional Chronologies at the Transition from Bronze to Iron Age in Eurasia (1200-600 BCE)*, PAS, 31, Rahden/Westf., Verlag Marie Leidorf, 2021, 403-430. ISBN 978-3-89646-688-4. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.5.2: Gogăltan F., 2021. *Bronzul timpuriu și mijlociu la frontiera estică a Bazinului Carpatic (cca. 2700/2600-1600/1500 BC)*. I. Despre mediul ambiant și istoricul cercetărilor, în *Terra Sebus. Acta Musei Sabesiensis* 13, 9-43. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.5.3: Gogâltan F., 2021. *Transylvania and the of Indo-European Migration Problem. The Romania Paradigm*. Lietuvos Archeologija 47, 187–207. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.5.4: Sava V., Gogâltan F., 2022. *Before the Rise of the Late Bronze Age Mega Sites/Forts in the Lower Mureș Basin (20th – 15th centuries BC)*. Ziridava. Studia Archaeologica 36, 85-164. Cu multumire proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

3.6 Carti / Capitole carti

3.6.1: Longman J., Veres D., Haliuc A., Ersek V., 2022. *Hydroclimate variability and pollution history of the Mohoš Peatbog*. In: Karátson, D., Veres, D., Gertisser, R., Magyar, E.K., Jánosi, C., Hambach, U. (eds) Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89140-4_12, ISBN 978-3-030-89139-8, Paginile 187-195.

3.6.2: Cosac M., Veres D., Niță L., Murătoareanu G., Vasile Ș., Dumitrașcu V., Petculescu A., Buzea D.L., 2022. *The Palaeolithic in the Karst Area of Vârghiș (Vargyas) Gorges*. In: Karátson D., Veres D., Gertisser R., Magyar E.K., Jánosi C., Hambach U. (eds): Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-89140-4_14, Pages 205-216.

3.6.3: Magyar E.K., Vincze I., Tóth M., Hubay K., Veres D., Haliuc A., Molnár M., Jakab, G., Braun M., Schäbitz F., Máthé I., Buczkó K., 2022. *Palaeoenvironmental Changes During the Last Glacial Period in the Ciomadul Hills*. In: Karátson D., Veres D., Gertisser R., Magyar E.K., Jánosi C., Hambach, U. (eds): Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-89140-4_9, Paginile 145-158.

3.6.4: Magyar E.K., Vincze I., Tóth M., Hubay K., Veres D., Haliuc A., Molnár M., Jakab, G., Braun M., Schäbitz F., Máthé I., Buczkó K., 2022. *Palaeoenvironmental Changes During the Last Glacial Period in the Ciomadul Hills*. In: Karátson D., Veres D., Gertisser R., Magyar E.K., Jánosi C., Hambach, U. (eds): Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-89140-4_9, Paginile 145-158.

3.6.5: Veres D., Karátson D., Wulf S., Hambach U., Novothny Á., Gertisser R., Magyar E.K., Lehmkuhl F., 2022. *Palaeogeography: Syn- and Post-eruptive Landscape Evolution Around Ciomadul*. In: Karátson D., Veres D., Gertisser R., Magyar E.K., Jánosi C. Hambach U. (eds): Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-89140-4_6, Paginile 95-110.

3.6.6: Wulf S., Veres D., Gertisser R., Hambach U., Magyar E.K., Karátson D., 2022. *Gone with the Wind: Dispersal of Ciomadul Tephra*. In: Karátson D., Veres D., Gertisser R., Magyar E.K., Jánosi C., Hambach U. (eds) Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-89140-4_5, Paginile 81-93.

3.6.7: Karátson D., Veres D., Lahitte P., Telbisz T., Wulf S., Gertisser R., Dibacto S., Kiss B., Magyar E.K., Novothny Á., Jánosi C., 2022. *Evolution of the Ciomadul Volcanic Field—Lava Domes and Explosive Eruptions*. In: Karátson D., Veres D., Gertisser R., Magyar E.K., Jánosi C., Hambach U. (eds) Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians. Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-89140-4_3, Paginile 39-63.

3.6.8: Activitati editoriale sub egida proiectului pentru volumul Ciomadul (Csomád), The Youngest Volcano in the Carpathians - Volcanism, Palaeoenvironment, Human Impact; cu David Karatson, **Daniel Veres**, Ralf Gertisser, Eniko Magyar, Csaba Jánosi, Ulrich Hambach editori principali pentru Springer Nature Switzerland AG, Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland (in press; ISBN: 978-3-030-89139-8). Cu multumiri proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-89140-4>, 282 pagini.

3.6.9: Activitati editoriale sub egida proiectului pentru volumul in limba maghiara editat de Dávid Karátson, **Daniel Veres**, Ralf Gertisser, Enikő K. Magyar, Csaba Jánosi, Ulrich Hambach (eds), 2023. A Kárpátok legfiatalabb tűzhányója, a Csomád Vulkanosság, öskörnyezet, ember és táj. Editura Tortoma, Baraolt, ISBN 978-606-9716-47-2, 288 pagini.

3.7 Alte activitati diseminare rezultate proiect

3.7.1 Stache A., 2023. *Dinamica activității metalurgice în Preistorie. Studiu de caz: Maramureș.* Lucrare de Licenta, Universitatea Babeș - Bolyai, Cluj-Napoca, 2023, 72 pagini. Indrumator: **F. Gogaltan.** Lucrare realizata in totalitate in cadrul proiectului de cercetare PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

4. Alte aspecte legate de diseminare rezultate si vizibilitatea in comunitatea stiintifica nationala/internationala a proiectului

Pentru o mai buna vizibilitate internationala a proiectului PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914, am initiat urmatoarele colaborari/actiuni de popularizare rezultate proiect:

4.1 Afilierea temei de cercetare in cadrul initiativei stiintifice Human Traces - Synthesizing human traces in the stratigraphic record

<https://pastglobalchanges.org/science/wg/human-traces/intro>

4.2 Afilierea temei de cercetare in cadrul initiativei stiintifice C-PEAT - Carbon in peat on Earth through time

<https://pastglobalchanges.org/science/wg/peat-carbon/intro>

4.3 Colaborare cu IFIN-HH Bucuresti pentru sustinerea unor analize cronologice aditionale celor preconizate in proiectul PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 pentru a sustine noi directii de cercetare.

4.4 Protocol de colaborare individual cu colegi arheologi de la Muzeul Alba Iulia si Muzeul din Baia Mare pentru analize izotopice Pb pe oseminte umane (fara implicare financiara proiect) in vederea deschiderii de noi directii de cercetare conexe celor raportate in cadrul proiectului PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914.

4.5 Afilierea temei de cercetare in cadrul initiativei stiintifice Developing Country Palaeoscience Network: Palaeo-DCN

<https://palaeo-dcn.org>

4.6 Afilierea temei de cercetare in cadrul initiativei stiintifice regionale The ERC grant Nr. ERC-2023-ADG - Proposal n° 101142755 HeavyMetal.

4.7 Afilierea temei de cercetare in cadrul initiativei stiintifice Human Traces Pb project (PAGES Group), in cadrul careia rezultatele chimice pe siturile investigate in centrul-estul Europe dar si abordarile metodologice dezvoltate prin proiectul PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 stau la baza a doua lucrari de sinteza majore (la nivel global) care vor fi trimise spre publicare in anul 2024.

4.8 În ultimele zile ale lunii septembrie din anii 2022 și 2023, **Aritina Haliuc** a fost implicata în evenimentul *Noaptea Cercetătorilor*, ocazie cu care a oferit publicului larg explicații și informații despre proiectul nostru de cercetare. În intervalul 18-20 octombrie 2023, **Aritina Haliuc** a fost prezentă la *Summitul privind Schimbările Climatice 2023: Soluții pentru viitor*, desfășurat la București. Scopul acestui eveniment a fost de a aduna experți pentru a discuta despre modalități de combatere a schimbărilor climatice, oportunități în economia ecologică și acțiuni climatice. De asemenea, Aritina Haliuc a luat parte la o sesiune de discuții organizată la sediul Guvernului României, unde a interacționat



cu specialiști din domeniu pentru a împărtăși rezultatele cercetării noastre și a explora modurile în care acestea pot fi integrate în procesul de luare a deciziilor la nivel local și regional.

Din cele trecute în vedere mai sus, obiectivele științifice ale proiectului au fost atinse în totalitate. Am realizat o bază de date semnificativă, cu un impact major în studiile de poluare ambientală din România și din Europa – iar aceasta prin faptul că am evidențiat pentru prima oară istoria poluării cu metale în Europa central-estică care din multe puncte de vedere este complet diferită de cea a Europei vestice. Lipsa datelor din zona noastră a făcut ca regiunea carpatică să fie ignorată complet în studiile de poluare și reconstituiri de impact antropogenic prin poluare și minerit – eforturile susținute în cadrul proiectului PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914 prin abordarea multidisciplinară urmărită au fost percepute în urma diseminării rezultatelor ca excelente de către comunitatea științifică internațională.

Cu mulțumiri adresate în numele echipei de cercetare *PN-III-P4-ID-PCE-2020-0914* către reprezentanții *Autorității Contractante* și ai *Academiei Române Filiala Cluj* pentru implementarea cu succes a proiectului de cercetare.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel Veres'.

Dr. Daniel Veres, director proiect

Data în Cluj-Napoca, 27 noiembrie 2023