



**UNIVERSITATEA
BABEȘ-BOLYAI**

**Facultatea de Biologie și Geologie
Departamentul de Geologie**

**Schimbări de mediu din Pleistocenul superior
identificate în arhivele sedimentare de la Peștera
Muierilor, România**

Rezumat extins

Student-doctorand:

Ionuț-Cornel Mirea

Conducător de doctorat:

Prof. dr. ing. Vlad Aurel CODREA

Cluj-Napoca, 2020

Cuprins

Capitolul 1. Introducere	3
1.1. Scurt istoric al cercetărilor la Peștera Muierilor	4
Capitolul 2. Geologie.....	6
Capitolul 3. Zona carstică Polovragi-Cernădia.....	9
3.1. Peștera Muierilor.....	11
Capitolul 4. Materiale și metode.....	13
4.1. Analiza sedimentelor clastice.....	13
4.2. Datarea sedimentelor prin OSL.....	14
4.3. Datarea speleotemelor prin U-Th.....	15
4.4. Datarea resturilor fosile prin ¹⁴ C.....	15
4.5. Analiza polenului.....	16
4.6. Săpătura paleontologică din Galeria Urșilor.....	16
4.7. Analiza spațială a oaselor lungi din săpătura paleontologică.....	18
4.8. Analiza osteometrică a resturilor fosile, impactul carnivorelor, izotopii stabili și ADNmt	18
Capitolul 5. Rezultate și Discuții.....	19
5.1. Analiza sedimentologică.....	19
5.2. Datarea prin OSL a sedimentelor clastice.....	23
5.3. Datarea prin U-Th a speleotemelor.....	24
5.4. Datarea prin ¹⁴ C a resturilor fosile.....	27
5.5. Rezultatele palinologice.....	29
5.6. Rezultatele săpăturii paleontologice din Galeria Urșilor.....	30
5.7. Analiza spațială a oaselor lungi din săpătura paleontologică.....	32
5.8. Mamiferele mici.....	33
5.9. Structura populației fosile, analiza mortalității, rația sexelor, biocronologia, impactul carnivorelor, analiza izotopilor stabili și ADNmt.....	34
5.9.1. Structura populației, analiza mortalității și raportul sexelor.....	34
5.9.2. Biocronologie.....	37
5.9.3. Impactul carnivorelor asupra materialului osteologic.....	39
5.9.4. Analiza izotopilor stabili pe resturile fosile de <i>Ursus spelaeus</i>	41
5.9.5. Analiza ADNmt pe resturile fosile de <i>Ursus spelaeus</i>	41
Capitolul 6. Evoluția generală a Peșterii Muierilor din MIS 5 până în Holocen.....	42
6.1. Etapele de sedimentare a galeriilor de peșteră și implicațiile tafonomice ale resturilor fosile.....	45
Capitolul 7. Concluzii.....	47
Bibliografie.....	49

Cuvinte cheie: Pleistocen superior, faună fosilă, *Ursus spelaeus*, sedimente clastice, ultimul maxim glaciatic, deglaciere, paleoinundații, cronologie inversă, geocronologie, Carpații Meridionali.

Capitolul 1. Introducere

În ultimele decenii depozitele speleale au fost recunoscute ca fiind un element cheie în reconstrucțiile paleoclimatice din Cuaternar (Sasowsky și Mylorie, 2007; Ford și Williams, 2007; White, 2007; Bradley, 2015). Rolul umpluturilor endocarstice ca indicator paleoclimatic și stratigrafic a fost validat prin nenumărate studii arheologice, paleontologice și paleoclimatice realizate de-a lungul deceniilor în peșteri (Constantin, 2003), având rezultate deosebite în ce privește stabilirea cronologiei unui profil sau datarea unor evenimente climatice. Cu atât mai mult cu cât unele dintre cele mai importante situri arheologice și antropologice din lume au fost descoperite în mediul subteran.

Depozitele speleale sunt reprezentate prin depozite detritice (sedimente clastice, acumulări de resturi fosile, etc.) cât și prin cele de precipitare chimică (speleoteme). Cele din urmă sunt cele mai utilizate în stabilirea cronologiilor, ca urmare a vârstelor precise pe care le pot livra în urma datărilor prin metoda seriei uraniului (Constantin, 2003, McDermott, 2004; Fairchild et al., 2006; Obrecht et al., 2017; Hatvani et al., 2018; Rossi et al., 2018; Isola et al., 2019). Prin urmare, utilizarea depozitelor speleale ca indicatori cu semnificații stratigrafice, paleogeografice și paleoclimatice, reprezintă o etapă esențială în înțelegerea schimbărilor climatice și de mediu din trecut, atât la nivel regional cât și local.

Resturile fosile reprezintă un reper important în înțelegerea unui context paleontologic, atât în stabilirea unei cronologii prin datarea directă sau indirectă (Walker, 2005; Gale, 2009), dar și determinarea condițiilor climatice generale a unei regiuni, prin identificarea speciilor fosile care au existat în zona respectivă într-un anumit interval de timp (Lyman, 1994, 2017; Parmalee, 2005). Analiza sedimentelor clastice are un rol semnificativ în determinarea proceselor și evenimentelor hidrodinamice cu rol în modificarea morfologiei golurilor carstice. Prin analiza sedimentelor clastice se pot identifica etapele depozitiei sedimentului cât și magnitudinea evenimentelor cu importanță în transportul acestora (Sun et al., 2017; Arriolabengoa et al., 2018). Depozitele speleale au proprietatea de a conserva o gamă largă de informații cu privire la un context paleoclimatic și paleogeografic. Cu toate acestea, deseori intervin evenimente paleohidrologice cu magnitudini diferite care pot afecta atât morfologia unei cavități (în mod special umpluturile detritice) cât și cronologia unei secvențe sedimentologice prin remobilizarea

și remanierea acestora. Astfel de evenimente, cu amploare semnificativă în remanierea depozitelor speleale sunt paleoinundațiile sau evenimente hidrologice cu impact semnificativ. Unele dintre cele mai importante evenimente de acest fel au avut loc în timpul deglacierii, această perioadă fiind destul de bine documentată în Carpații Meridionali (Urdea, 2004; Reuther et al., 2007; Urdea și Reuther, 2009; Urdea et al., 2011; Kuhlemann et al., 2013; Gheorghiu et al., 2015). În acest context, studiile interdisciplinare asupra depozitelor speleale sunt necesare pentru a avea o imagine de ansamblu asupra evoluției unei peșteri sau a depozității sedimentelor.

În România, studiile interdisciplinare asupra depozitelor speleale au cunoscut o evoluție treptată încă de acum două decenii (Onac et al., 2002; Constantin, 2003; Tămaș et al., 2005; Petrea et al., 2006; Constantin et al., 2007, 2014; Drăgușin et al., 2014; Robu, 2015; Moldovan et al., 2016, Tîrlă et al., 2020), iar în prezent reprezintă un cadru de referință pentru studiile arheologice, paleontologice, paleoclimatice și paleogeografice. În Carpații Meridionali sunt câteva situri cu depozite speleale deosebit de importante pentru studiile paleoclimatice dar și pentru trasarea unor rute de migrație a oamenilor moderni (Riel-Salvatore et al., 2008; Doboș et al., 2010, Fu et al., 2016). Una dintre cavitățile importante din Carpații Meridionali, din punct de vedere științific cât și turistic, este Peștera Muierilor (sinonim: Peștera Muierii) – subiectul prezentului studiu - este unanim recunoscută pentru importanța arheologică, antropologică, paleontologică și mineralogică (Bombiță, 1954; Nicolăescu-Plopșor et al., 1957; Păunescu et al., 1982; Păunescu, 2001; Diaconu et al., 2008; Doboș et al., 2010).

1.1. Un scurt istoric al cercetărilor la Peștera Muierilor

Importanța științifică a depozitelor speleale de la Peștera Muierilor a fost recunoscută încă din 1870 (Alexandru Odobescu realizează un chestionar arheologic în zonă), în urma vizitei mai multor cercetători, care au subliniat importanța acumulărilor de resturi fosile din galeriile peșterii cât și a materialului arheologic descoperit la intrarea principală. Prima săpătură arheologică sub forma unui sondaj a fost efectuată în 1894 de către Alexandru Ștefănescu împreună cu Iuliu Moisil, Aurel Diaconovici și P. Rola Piekarski (Doboș et al., 2010). În 1897, Teohari Antonescu explorează noi galerii și descoperă importante acumulări de resturi fosile și material arheologic (Doboș et al., 2010), precizând specia *Ursus spelaeus*. Printre cele mai importante săpături arheologice sunt cele conduse de Constantin S. Nicolăescu-Plopșor, acesta demarând săpăturile arheologice sistematice în 1929, prin realizarea unei excavații la intrarea sudică în peșteră (denumită în documentele de săpătură “Gura Peșterii”). Rezultate acestor săpături preliminare sunt publicate parțial în teza de doctorat a lui C. S. Nicolăescu-Plopșor, unde descrie materialul arheologic descoperit. Deși rezultatele inițiale subliniau importanța Peșterii

Muierilor ca sit arheologic, următoarea campanie arheologică are loc abia în 1951, condusă de “Colectivul de antropologie al Academiei R.P.R.”, în colaborare cu C. S. Nicolăescu-Plopșor, în mai multe zone ale Galeriei Turistice și în Galeria Musteriană (Cosac, 2006-07). În August 1952 sunt descoperite resturile umane holocene în Galeria Turistică (Muierii 5) și atribuite culturii Coțofeni (Doboș et al., 2010). Resturile fosile umane pleistocene (fragmente de craniu, o mandibulă, o tibie și o scapulă) au fost descoperite către finalul lunii August 1952, în sectorul A din Galeria Musteriană împreună cu material litic (Cosac, 2006; Doboș et al., 2010). Resturile fosile de animale au fost studiate în detaliu de către Bombiță G., iar în 1954 acesta publică un studiu despre fauna fosilă din această peșteră. Cele mai reprezentative specii sunt: *Ursus spelaeus*, *Panthera spelaea*, *Panthera pardus*, *Lynx lynx*, *Felis silvestris*, *Canis lupus*, *Crocota crocuta spelaea*, *Vulpes vulpes*, *Gulo gulo*, *Lutra lutra*, *Martes martes*, *Saiga tatarica*, *Capra ibex*, *Rupicapra rupicapra*, *Cervus elaphus*, *Megaloceros giganteus*, *Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Alces alces*, *Equus caballus*, *Coelodonta antiquitatis* (= *Rhinoceros trichorhinus*) și *Mammuthus primigenius*.

O primă datare cu radiocarbon a resturilor fosile din Galeria Musteriană a fost realizată la Leningrad (Saint Petersburg) în 1963, la „V. I. Vernadsky” Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry (Cosac, 2006-07), dar rezultatul datării a apărut în revista *Radiocarbon* abia în 1968 cu numărul de inventar Mo-105 (Bayya-de-Fyer, Romania), cu vârsta de 29 ka BP (Vinogradov et al., 1968) și face referire la o probă de os aparținând unui urs, descoperit într-un context cu resturi fosile de om. Noi datări cu radiocarbon pe materialul osteologic de la Muierilor sunt realizate în 2001, de data aceasta pe resturile fosile de om, probe prelevate din scapulă și din tibie. Rezultate datărilor au fost publicate în Olariu et al., 2001, având o vârstă de 30.150 ± 800 BP (34.403 ± 805 cal BP; Doboș et al., 2010). Detalii referitoare la istoricul descoperirilor și analiza resturilor fosile umane de la Peștera Muierilor sunt descrise în Doboș et al. (2010). Cea mai recentă vârstă cu radiocarbon pe resturile fosile de om de la Peștera Muierilor a fost publicată în Fu et al., 2016, vârsta stabilită prin datarea cu radiocarbon pe fragmentul de temporal (Muierii 2) fiind de 33.300 ± 460 cal ka BP. În ultimele decenii, explorările au dus la descoperirea de noi galerii, implicit și noi resturi fosile și bioglife care au contribuit la o mai bună înțelegere a evoluției peșterii, dar și la dinamica populației de mamifere din această zonă.

În 1934, Vasile Panduru deschide prin dinamitare intrarea nordică, astfel descoperindu-se 700 m de galerii noi. În anul 1950, Margareta Dumitrescu, Traian Orghidan, Jana Tănăsachi împreună cu Valeriu Pușcariu descoperă în nivelul inferior, zona sudică, aproximativ 600 m de galerii și fac prima cartare a peșterii (1600 m cartăți). În 1956, Marcian Bleahu realizează o

scurtă descriere a galeriilor și a formațiunilor regăsite în peșteră. Între 1955 și 1959, Ilie Ion și Silvia Lup realizează un studiu detaliat asupra peșterii din punct de vedere morfogenetic și morfometric. Între anii 1971-1974, Gabriel Diaconu, Ioan Povară și Cristian Goran explorează sectorul nordic și cartează această zonă, lungimea totală a peșterii ajungând la 3560 metri. În anul 1981, membrii Clubului de speologie Hades Ploiești reiau explorările sistematice, descoperind astfel un nivel carstic inferior central, două nivele superioare și un altul inferior (Grigore Stelian, pers. comm., 2014). Explorările Clubului Hades au continuat mai bine de 20 de ani, una dintre cele mai importante descoperiri fiind galeria Hades, galerie unde sunt păstrate intact schelete de urs de peșteră, lup și vulpe în conexiune anatomică, numeroase bioglife dar și cuiburi de hibernare, resturi fosile și coprolite. Toate aceste investigații și decoperiri au avut un rol important în determinarea vârstei resturilor fosile de om, stabilirea asociației faunistice cât și sublinierea importanței științifice a depozitelor speleale de la Peștera Muierilor. Prin urmare, aceste rezultate plasează Peștera Muierilor între siturile importante din punct de vedere arheologic, antropologic și paleontologic atât din România (alături de peștera cu Oase, Cioclovina, Urșilor, etc.) dar și din Europa (Mirea et al., 2018).

De-a lungul timpului, în Peștera Muierilor au fost realizate o serie de studii științifice arheologice (Nicolăescu-Plopșor, 1935-36, Nicolăescu-Plopșor et al., 1957), geologice (Bleahu, 1956; Diaconu et al., 1975; Diaconu et al., 2008; Trifulescu, 2008), geomorfologice (Bleahu, 1956; Ilie and Lupu, 1962), mineralogice (Diaconu et al., 1975; Diaconu et al., 2008), paleontologice (Bombiță, 1954; Știucă et al., 2007), biologice (Dumitrescu et al., 1962) și paleoantropologice (Sofîcaru et al., 2006b Doboș; Sofîcaru și Trinkaus, 2010).

Capitolul 2. Geologie

Rocile predominante din arealul Peșterii Muierilor sunt reprezentate de formațiuni cristaline, aparținând atât Pânzei Getică cât și Autohtonului Danubian (Săndulescu, 1984), iar marginal se regăsesc formațiunile sedimentare al acestor structuri majore reprezentate prin depozite mezozoice (Fig. 1). Rocile magmatice se regăsesc în zonele cu altitudini ridicate în timp ce rocile metamorfice și sedimentare sunt distribuite în zonele marginale ale zonei studiate (în sudul-estul Munților Parâng și sud-vestul Munților Căpățâanii). Calcarele sunt de vârstă jurasică și aparțin învelișului sedimentar al Autohtonului Danubian (alături de gresii, conglomerate și marnocalcare), acestea apar la contactul dintre cele două structuri majore, depozitele fiind constituite în general din klippe calcaroase cu o dispunere generală NE-SV (Iancu și Seghedi, 2017). Rocile carbonatice sunt bine definite în partea sud a zonei Plovragi-Cernădia, fiind reprezentate prin formațiunea carbonatică Oslea-Polovragi (Brandabur și Brandabur, 2010).

Relieful carstic din această zonă a fost supus unei intense tectonizări, masa calcarelor fiind cutată și faliată sub influența forțelor tensionale din sud, fapt ce a favorizat dezvoltarea rețelelor carstice. Prin urmare, relieful carstic este mai dezvoltat în zona de sud a Munților Parâng și Căpățâanii, la contactul cu depresiunile subcarpatice. Aici procesul de carstificare a fost favorizat de prezența stratelor de calcar cu o grosime mare și de tectonizarea intensă. Aceste calcare sunt puternic fisurate și faliată, astfel, formându-se rețele carstice importante (e.g. Peștera Muierilor, Peștera Polovragi). Peștera Muierilor este situată în zona de sud-est a Munților Parâng, pe valea Galbenului. Calcarele sunt dispuse sub forma unei bare calcaroase, lungă de 11-12 km, cu orientarea NV-SE, grosimea acestora fiind între 150 - 250 m (mai ales în văile Galbenului și Oltețului). Lățimea benzii de calcar variază între 1.2 kilometri în Valea Oltețului, 1 kilometru în Valea Galbenului și 750 m în Valea Cernei.

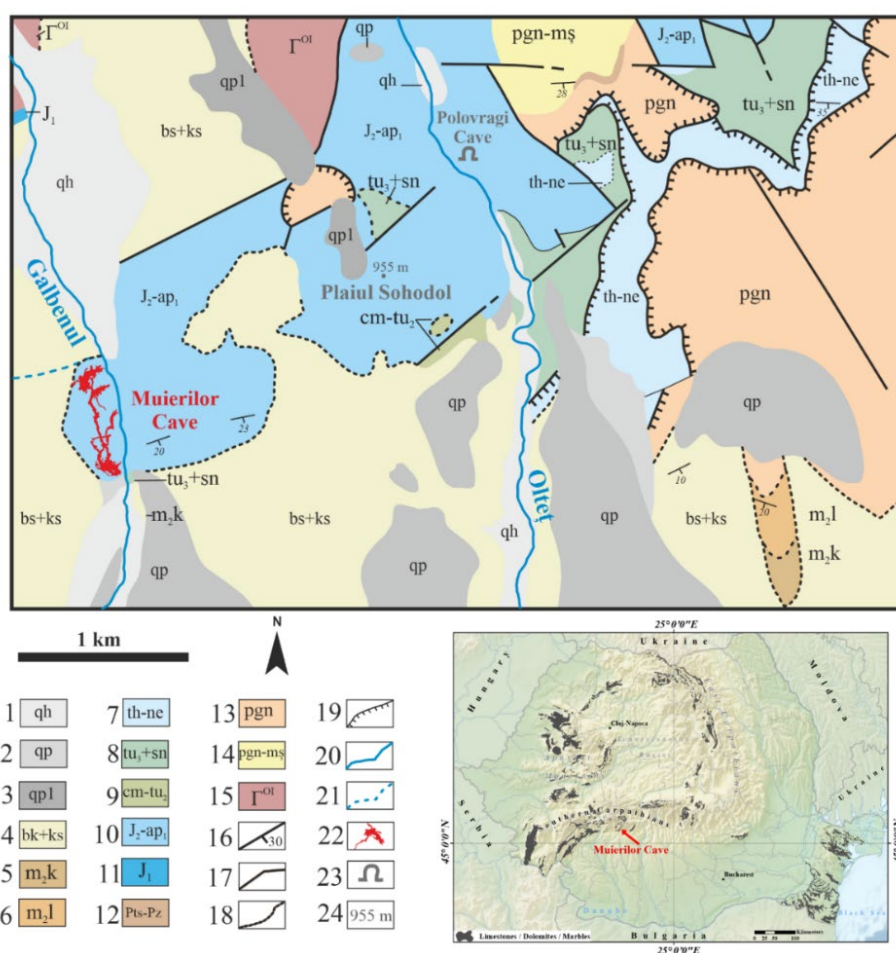


Figura 1. Harta geologică din arealul Peșterii Muierilor (după Hann et al., 1986). 1. Aluviuni holocene; 2. Depozite de terasă pleistocene; 3. Pietrișuri fluviatile (Pleistocen); 4. Pietrișuri și nisipuri (Bessarabian-Kersonian); 5. Argile, șisturi argiloase (șisturi cu radiolari- Miocen Mediu); 6. Argile marnoase, tufite fine cu *Orbulina* sp. (Miocen Mediu); 7. Gresii calcaroase, marno-calcare, calcare (Tithonic-Neocomian); 8. Argilo-siltite (Cretacic Superior); 9. Marno-calcare (Cenomanian-Turonian); 10. Calcare micritice

(Jurasic Mediu- Apțian Inferior); 11. Arcoze și subarcoze din Jurasic Inferior; 12. Amfibolite (Proterozoic Superior – Paleozoic); 13. Paragneise (Proterozoic superior); 14. Paragneise și micașisturi (Proterozoic superior); 15. Granitoide (Paleozoic); 16. Direcția și înclinarea stratelor; 17. Falie; 18. Formațiuni bazale transgresive;. 19. Șariaj; 20. Râuri; 21. Cursuri de apă temporare; 22. Galerii de peșteră; 23. Intrare în peșteră; 24. Altitudine (m); 25. Harta României cu localizarea Peșterii Muierilor a fost realizată și modificată după Onac și Goran, 2019.

Capitolul 3. Zona carstică Polovragi - Cernădia

În această zonă predomină suprafețele interfluviale netezite sau ușor vălurite, dominate de martori de eroziune. Cursurile de apă își au obârșia în zona cristalină, formând chei Cheile Galbenului, Oltețului, Tărăieci și Cernei). Cele mai importante chei din zona Polovragi – Cernădia sunt Cheile Oltețului și Cheile Galbenului. Văile sunt alohtone, tăind perpendicular bara de calcare, morfologia sectoarelor de chei fiind diferită față de văile principale din zonă (Ion și Lupu, 1962).

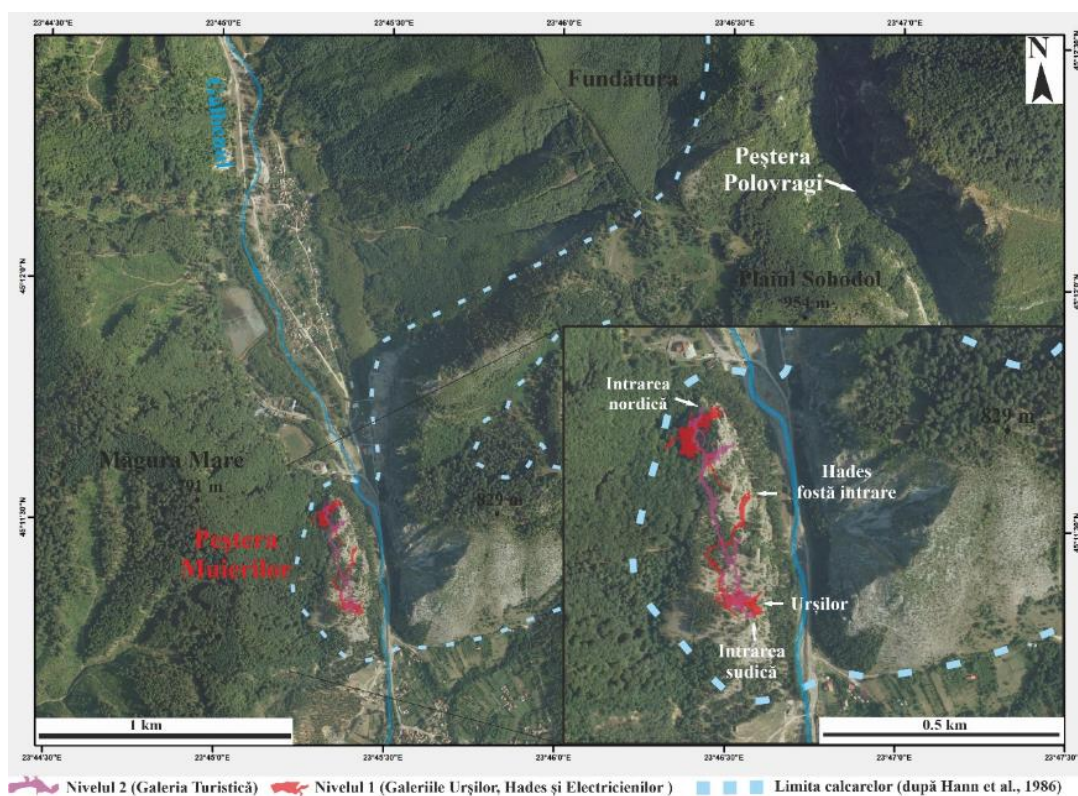


Figura 2. Zona carstică Polovragi-Cernădia

Cheile Oltețului sunt mai înguste în baza versantului (2-3 metri), față de cheile Galbenului (30-40 metri). În profilul longitudinal al acestor văi se regăsesc rupturi de pantă, fapt ce indică posibile captări ale cursurilor de apă în subteran (Ponta et al., 2019). Procesele geomorfologice (gravitaționale, torențiale și gelivale) din zona carstică au determinat formarea,

la baza abrupturilor, a conurilor și trenelor de grohotiș. Astfel de conuri de grohotiș pot fi văzute pe versanții Văii Galbenului, iar la o scară mai mare, aceste depuneri formează glacisul care marchează contactul dintre rama montană și Depresiunea Subcarpatică (Ion și Lupu, 1962). Râul Olteț își adună apele din zona de SE a Munților Parâng și din zona de vest a Munților Capățâni, având obârșiile în circuri glaciare. Oltețul secționează bara calcaroasă înainte de a intra în Depresiunea Subcarpatică Olteană, amonte de localitatea Polovragi. Cheile Oltețului au o lungime de aproximativ 3,5 km, în cadrul acestor chei fiind indentificate peste 45 de peșteri de dimensiuni medii și mari, cea mai importantă fiind Peștera Polovragi (Goran, 1982). Distanța redusă dintre versanți și înălțimea considerabilă a acestora reprezintă rezultatul inciziei rapide a Oltețului sub influența coborârii nivelului de bază local. Direcția de curgere este predominant nord-sudică iar panta este mai accentuată în zona subcarpatică, fapt ce demonstrează o dezvoltare recentă a Oltețului și implicit modificări în rețeaua hidrografică din cadrul Depresiunii Subcarpatice (Ponta et al., 2019).

Pârâul Galben este afluent de stânga al râului Gilort și izvorăște din sud-estul Munților Parâng, având obârșiile în circurile glaciare din zona alpină. Pârâul Galben s-a adâncit în calcare jurasice formând un sector de chei epigenetice cu o lungime de aproximativ 6 kilometri pe direcția nord-sud. Cheile sunt situate în zona de nord a regiunii subcarpatice (nordul comunelor Polovragi și Baia de Fier). Calcarele în care s-au format cheile apar la zi sub forma unor fâșii orientate NE-SV, relieful fiind vălurit, în anumite zone nivelat, iar apropierea față de Depresiunea Subcarpatică Olteană evidențiază contrastul unui relief accentuat. Condițiile lito-structurale au avut un rol determinant în modificarea și transformarea mediului din această zonă, mai ales asupra sedimentarului, cutarea și fisurarea calcarelor având un aport semnificativ asupra carstificării (Ion și Lupu, 1962).

Exocarstul din această zonă nu este evoluat, o mare parte din zona calcaroasă fiind acoperită cu vegetație. Forme exocarstice mai bine evidențiate se găsesc pe interfluviul dintre Galbenul și Tărăia (Plaiul Sohodol), predominând formele de dizolvare și structurale. Cele mai răspândite forme sunt lapiezurile, având o varietate foarte mare cu precădere pe interfluviile dintre Galbenul și Olteț, Tărăia și Galbenul. Dolinele nu sunt foarte numeroase, iar cele existente au la bază ca proces predominant dizolvarea. Deși zona carstică Polovragi-Cernădia este destul de restrânsă ca suprafață, endocarstul este dezvoltat, în bazinul Oltețului fiind identificate nu mai puțin de 45 de peșteri de diferite dimensiuni. În bazinul Galbenului sunt 26 de peșteri, 8 peșteri în bazinul Tărăia și 2 peșteri în bazinul Luncăvăț –Cerna Oltețului (Ion și Lupu, 1962; Goran, 1982). Peșterile din arealul studiat au avut o evoluție relativ asemănătoare. Astfel pot fi

identificate mai multe etape de speogeneză situate la nivele diferite. Peștera Iedului (Cheile Galbenului) și Peștera cu Oase (Cheile Oltețului) se află la 50-55 metri altitudine și fac parte din primul nivel. La 40 metri altitudine relativă s-a format etajul median al Peșterii Muierilor (Galeria Turistică). În urma activității tectonice cuaternare din arealul studiat, cursurile râurilor Galbenului și Oltețului s-au adâncit agresiv liniar, iar sistemele carstice au fost nevoite să se adapteze noului nivel de bază prin formarea puțurilor de legătură între diferitele nivele ale peșterii.

3.1. Peștera Muierilor

În Pleistocen, Valea Galbenului a format chei adânci în calcarele din sud – estul Munților Parâng, iar simultan cu incizarea calcarelor a fost formată Peștera Muierilor (reprezentând un meandru al pârâului Galbenul). Aceasta este o cavitate mare, multietajată, având o lungime de aproximativ 8000 m, formată în calcare Jurasice, pe versantul stâng al cheilor Galbenului, la altitudinea absolută de 650 m. Sistemul de galerii suprapuse care aparțin peșterii Muierilor (Fig. 3), are o direcție predominantă NNV- SSE, galeriile urmărind o fractură importantă de pe partea dreaptă a Cheilor Galbenului. Peștera reprezintă rezultatul dizolvării calcarului cu ajutorul apelor din pârâul Galbenul, galeriile evoluând în paralel cu segmentul de chei incizat de cursul principal.

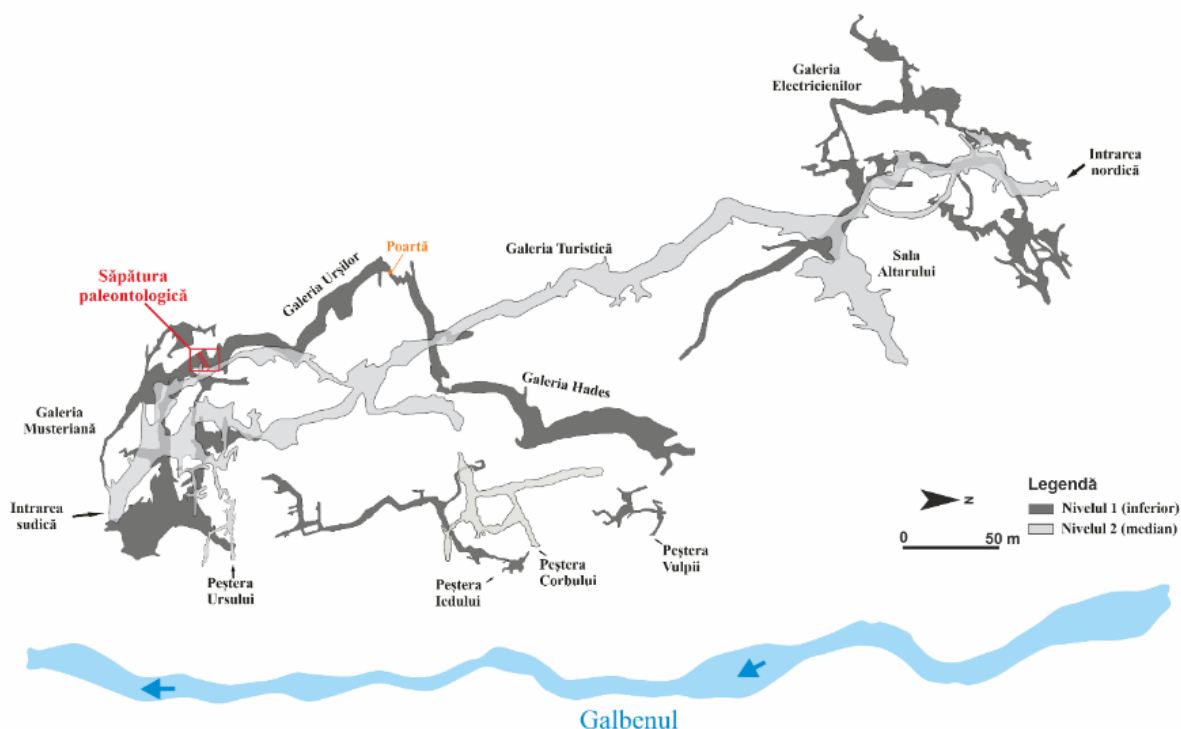


Figura 3. Harta Peșterii Muierilor (după Grigore Stelian, Clubul Speologic “Hades”)

Peștera Muierilor este compusă din două etaje principale:

Etajul median (Galeria Turistică) cu o lungime de aproximativ 900 metri și cu o altitudine relativă de aproximativ 40 metri față de talvegul Galbenului. În prezent reprezintă zona turistică a peșterii. Acest nivel are o galerie principală dezvoltată paralel cu segmentul de chei (nord - sud), unde apar diferite ramificații pe ambele părți.

Etajul inferior sau Rezervația Științifică (Galeria Urșilor, Hades și Electricienilor) are o lungime de peste 3600 m și cu o altitudine relativă de 20-25 metri față de talvegul râului. Acest nivel are o galerie principală orientată VNV-ESE. În prezent acest etaj nu comunică cu exteriorul, dar comunică cu etajul superior prin intermediul unor puțuri (unele de mari dimensiuni). Etajul inferior include în zona de sud Galeria Urșilor și Hades, acestea comunicând în prezent prin decolmatarea realizată de Clubul Speologic Hades. În zona de nord a etajului inferior se află Galeria Electricienilor, fără comunicare cu Galeria Hades și Urșilor, întrucât locul de joncțiune este prăbușit. Această prăbușire este foarte aproape de versantul cheilor și pare a fi o fostă intrare în etajul inferior (punct aflat în apropierea depresiunii de contact – Zăvoiul Băii), fapt susținut și de existența scheletelor în conexiune și a bioglifelor în Galeria Hades. Galeria Hades a fost sigilată la extremități (către nord spre Galeria Electricienilor prin prăbușirea menționată, iar spre sud către Galeria Urșilor prin colmatarea cu sedimente clactice). În prezent, peștera are trei intrări: intrarea nordică, intrarea sudică și intrarea prin Galeria Altarului (blocată artificial). Sectorul central este format din Galeria Hades unde sunt prezente resturi fosile, concrețiuni de calcit și aragonit, tot aici regăsindu-se și Sala Albă, reprezentativă prin formațiuni stalagmitice și de bazin. Un aspect foarte important este legat de prezența culcușurilor de urs bine conservate, cât și prezența a trei schelete în conexiune anatomică parțială sau completă (un urs, un lup și o vulpe).

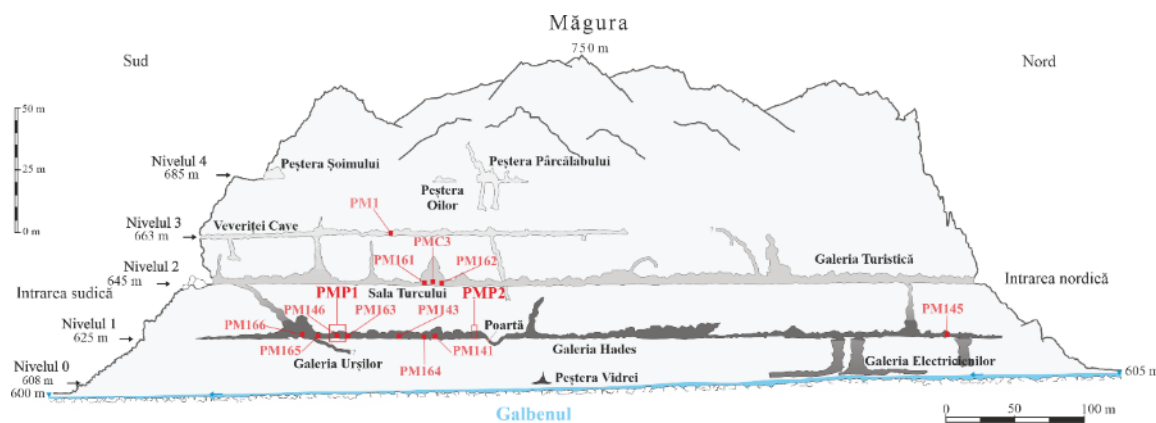


Figura 4. Profilul simplificat al Peșterii Muierilor (modificată după Grigore Stelian, Clubul Speologic "Hades")

O descoperire importantă este legată de resturile fosile de *Canis lupus*, destul de numeroase, mai ales în zona cu prăbușiri a galeriei Hades. Galeria Hades se termină printr-o prăbușire de mari dimensiuni, iar din cartările realizate în studiul de față, s-a dedus faptul că prăbușirea respectivă se află foarte aproape de versantul în care s-a format peștera. Prin urmare, se poate sugera faptul că această prăbușire a obturat o fostă intrare în această galerie, în care animalele aveau acces direct.

Sectorul Nordic al nivelului inferior este reprezentat de Galeria Electricienilor, Excentritelor, Craniilor și Galeria cu Bazine. Acest sector este labirintic, resturile fosile nu sunt foarte numeroase, în schimb, sedimentele sunt reprezentative. Din punct de vedere morfologic, merită menționate formele de tip horn-puț, acestea fiind formate direct în sedimente. Un alt aspect foarte important este legat de episoadele de colmatare și decolmatare a etajului inferior, acesta fiind inițial colmatat aproape complet cu sedimente, decolmatat ulterior, rezultând astfel un labirint de galerii săpate în sedimente (Grigore Stelian, pers. comm., 2014).

Capitolul 4. Materiale și metode

4.1. Analiza sedimentelor clastice

Măsurătorile granulometrice și anizotropia susceptibilității magnetice au fost realizate pentru două profile sedimentologice localizate în nivelul inferior al Peșterii Muierilor (Rezervația Științifică – Galeria Urșilor). Primul profil (PMP1) este reprezentat de săpătura paleontologică din Galeria Urșilor, iar al doilea profil (PMP2) este localizat în zona terminală a aceleiași galerii, lângă intrarea în Hades. Profilul PMP2 a reprezentat principalul punct de studiu pentru analiza sedimentologică, deoarece în acest profil au putut fi identificate structuri complexe cu nivele bine definite de nisip, silt și argilă. Astfel, au fost prelevate 31 de probe de sedimente, din 15 în 15 cm, pe 480 cm adâncime. Analiza sedimentelor a fost realizată cu ajutorul Laserului Horiba Partica LA - 950V2 Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer. Analiza s-a realizat în soluție apoasă, după tratamentul probelor cu un agent dispersant (Polifosfat de sodiu cu concentrația 2% - $\text{Na}(\text{PO}_3)_n$, $n \approx 25$), în vederea eliminării materiei organice. Procesarea statistică a rezultatelor a fost executată prin intermediul aplicației Microsoft Excel - GRADISTAT, version 8 (Blott și Pye, 2001). Parametrii statistici au fost obținuți prin metoda grafică logaritmică (Folk și Ward, 1957). Viteza de decantare a particulelor a fost evaluată cu ajutorul aplicației Microsoft Excel - FallVel (Dietrich, 1982 Parker, 2004). Măsurătorile anizotropiei susceptibilității magnetice au fost realizate pe profilul PMP2 ca o tehnică complementară a analizelor sedimentologice, în vederea înțelegerii proceselor

hidrodinamice care au avut loc în Galeria Urșilor. Anizotropia susceptibilității magnetice oferă informații despre structura magnetică și poate clarifica procesele implicate în hidrodinamica transportului sedimentelor clastice. Interpretarea anizotropiei susceptibilității magnetice se bazează pe orientarea statistică a cristalelor paramagnetice sau feromagnetice din sedimentele clastice care au susceptibilitate magnetică pozitivă. Anizotropia susceptibilității magnetice a fost realizată pe 41 de probe din PMP2 (-480 cm) și doar 3 probe din PMP1 (între -220 și -240 cm). Pentru PMP1 au fost efectuate mai puține măsurători ale susceptibilității magnetice deoarece profilul este format din sedimente grosiere, bolovani și resturi fosile afectate de remaineri. Probele au fost colectate în cilindri de plastic (11 cm³), special concepuți pentru a evita rotirea în timpul prelevării, aceștia fiind presați în sedimentele din profil, la intervale de prelevare de aproximativ 10 cm. În laborator, probele au fost păstrate la temperaturi mici pentru a păstra umiditatea inițială a sedimentului. Măsurătorile au fost efectuate folosind aparatul MFK1A Kappabridge (Agico) cuplat cu un rotator 3D Rotor pentru determinarea automată a anizotropiei susceptibilității magnetice. Datele rezultate în urma măsurătorilor au fost procesate folosind Anisoft 5.1.01 (AGICO). Ambele tipuri de măsurători, atât granulometria cât și anizotropia susceptibilității magnetice au fost realizate în laboratoarele Facultății de Geologie, Universitatea din București.

4.2. Datarea sedimentelor clastice prin luminiscentă stimulată optic (OSL)

Sedimentele clastice pentru datare prin luminiscentă stimulată optic (OSL) au fost prelevate utilizând tuburi opace de plastic (20 cm lungime), prin presarea acestora în sediment, atât în PMP1 cât și în PMP2. Prelevarea probelor a fost realizată în lipsa surselor de lumină. Pentru datarea prin luminiscentă au fost prelevate în total 9 eșantioane, patru din PMP1, începând cu ultimul strat al săpături paleontologice (-10 cm) și până la la -240 cm adâncime. Din profilul PMP2 au fost prelevate cinci probe, de la suprafață până la -460 cm adâncime. Din total de 9 probe, doar șapte au înregistrat valori relevante. Datările prin luminiscentă stimulată optic (OSL) au fost realizate utilizând un aparat Risø TL/OSL-DA-20, echipat cu diode cu lumină albastră și infraroșie, emițând la 470 ± 30 nm și respectiv la 875 ± 80 nm. Deoarece conținutul de apă din sediment are efecte puternice asupra estimărilor vârstelor (conform Zander și Hilgers, 2013), am calculat vârstele luând în considerare un conținut de apă de 30%. Acest fapt a permis o aproximare mai bună atât a condițiilor de umiditate cât și stabilirea precisă a momentului când sedimentele clastice au fost transportate de la exterior în rețeaua carstică. Toate probele prezintă incertitudini tipice de 1σ . Datarea prin OSL a fost realizată în cadrul Centrului de Radioactivitatea Mediului și Datare Nucleară, Laboratorul de Datare și Dozimetrie prin

Luminiscentă (Institutul de Cercetări Interdisciplinare în Bio-Nano-Științe), urmărind același protocol utilizat în Constantin et al., (2014).

4.3. Datarea speleotemelor prin U-Th

Mai multe speleoteme din nivele Peșterii Muierilor au fost selectate și prelevate în vederea datării prin metoda Uraniu-Thoriu. Speleotemele au fost prelevate din principalele galerii ale Peșterii Muierilor, în vederea stabilirii unei geocronologii a depozitelor speleale (Galeria Melcilor - Nivelul Superior, Galeria Turistică - Nivelul Median, Galeria Hades - Nivelul Inferior, zona sudică și Galeria Electricienilor - Nivelul inferior, zona nordică). Au fost prelevate 15 eșantioane în vederea datării cu U-Th, dintre care 13 stalagmite și două carote. Dintre acestea, doar 11 stalagmite și o carotă au fost datate, celelalte eșantioane dovedindu-se a fi contaminate încă din etapa de verificare (screening). Una dintre probe (PM1) a fost datată folosind metoda U-Th în spectrometrie alfa (eroare 1σ) în cadrul Laboratorului de datări cu seria uraniului al Universității din Bergen, procedurile analitice fiind detaliate în Constantin et al. (2007). Celelalte eșantioane au fost analizate și măsurate folosind un aparat ThermoFisher –Neptune Plus MC-ICP-MS, în cadrul Neptune Isotope Laboratory, Department of Marine Geoscience, Universitatea din Miami (Miami, SUA). Pentru datare au fost prelevate aproximativ 0.2 g calcit, atât din bază cât și vârful stalagmitelor prin extragerea manuală a calcitului. Pentru acest studiu au fost folosite în general doar vârste obținute pe bazele de stalagmite, doar în două cazuri sunt discutate și rezultatele obținute pe vârful acestora (PM1 și respectiv PM146), acestea din urmă având importanță în stabilirea cronologiei evenimentelor hidrodinamice din galeriile de peșteră. Procedurile detaliate utilizate pentru obținerea vârstelor cu metoda U-Th pot fi consultate în Pourmand et al., (2004).

4.4. Datarea resturilor fosile prin metoda radiocarbonului (^{14}C)

Resturile fosile probate în vederea realizării de datări prin metoda radiocarbonului, au fost prelevate din Galeria Urșilor (de pe suprafața sedimentelor cât și din săpătura paleontologică) și din Galeria Hades. Toate probele au fost analizate în cadrul laboratorului Poznan Radiocarbon Laboratory (Poznan, Polonia). Prin urmare, procedura de extragere a colagenului este descrisă în detaliu în Longin (1971), cu modificările ulterior aduse de Czernik și Goslar (2001), Piotrowska și Goslar (2002), Goslar (2004). Tratatamentul resturilor fosile a fost implementat utilizând procedurile descrise de Brock et al. (2010), inclusiv extracția colagenului și purificarea acestuia. Calibrarea vârstelor obținute prin metoda ^{14}C a fost efectuată folosind

programul OxCal versiunea 4.2 (Ramsey și Lee, 2013), folosind curba de calibrare INTCAL13 (Reimer et al., 2013).

4.5. Analiza polenului

Patru coprolite de hiena (cu greutate cuprinse între 16 și 95 grame) din Galeria Hades au fost probate pentru analiza polenului, dintr-un context tafonomic din care face parte un schelet de urs de peșteră juvenil, parțial articulat și cu urme severe de mușcătură. Probele au fost analizate în cadrul Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme (LAMPEA – UNR 7269 Laboratory). Dintre cele patru probe doar două au înregistrat date relevante. Pregătirea probelor pentru analiză a presupus curățarea suprafeței coprolitelor în vederea eliminării materialului contaminant. Conținutul coprolitelor a fost analizat prin decarbonatarea cu acid clorhidric și desilificarea cu acid fluorhidric (concentrație 40%). Eliminarea materiei organice în exces a fost realizată prin încălzirea în soluție de hidroxid de potasiu timp de 10 minute și apoi concentrată într-o soluție densă (soluție Tholuet, idomercurat de potasiu, $d = 2$). Pentru identificarea polenului, probele obținute au fost încorporate în glicerină, acestea fiind spălate cu apă distilată după fiecare etapă. Procedurile integrale și detaliate sunt descrise în Argant și Philippe (2011) și Argant (2018).

4.6. Săpătura paleontologică din Galeria Urșilor

Nivelul inferior al Peșterii Muierilor reprezintă Rezervația Științifică a sistemului carstic, Galeria Urșilor fiind una dintre cele mai importante galerii din acest nivel, datorită resturilor fosile, a speleotemelor și mineralelor care se găsesc aici. Având în vedere abundența resturilor fosile din acest nivel, noua săpătură paleontologică a fost organizată în această galerie. Săpătura paleontologică este situată în zona sudică a galeriei, aceasta fiind compusă din 9 camere a câte 1m^2 , acestea fiind transpuse transversal pe galerie. Excavația a fost proiectată pentru a cuprinde întreaga lățime a galeriei și pentru a oferi informații cât mai detaliate legate de condițiile paleohidrodinamice, acumularea resturilor fosile și procesele implicate în geneza depozitului de oase. Săpătura efectivă a fost realizată prin implementarea tehnicilor microstratigrafice (1-5 cm/strat, în anumite situații 10 cm), folosind instrumente fine în procesul de excavare, pentru a putea documenta în întregime resturile fosile. De asemenea, resturile fosile descoperite pe fiecare nivel și în fiecare cameră, au fost fotografiate în detaliu, au fost realizate schițe ale ampalsării lor și localizate *in situ* utilizând stația totală Leica. Ulterior, materialul recoltat a fost etichetat, inventariat și parțial determinat încă din procesul de excavare. Toate resturile fosile excavate au fost transportate la exterior, au fost curățate și pregătite pentru etapa de laborator. De asemenea,

sedimentele clastice rezultate în urma excavării au fost prelevate, etichetate și transportate la exterior, în vederea sitării umede a acestora, pentru identificarea resturilor fosile de mici dimensiuni și a resturilor de mamifere mici. Până în prezent au fost identificate la nivel de gen și specie aproximativ 70% din resturile fosile extrase (excluzând resturile fosile neidentificabile), astfel încât datele generate pot fi folosite pentru evidențierea statisticilor generale ale asociației faunistice din săpătura paleontologică.

Încă din faza de excavare au fost prelevate probe de os fosil, pentru stabilirea unei cronologii, cât și pentru analiza izotopilor stabili și a ADNmt. Astfel, eșantioanele resturilor fosile au fost prelevate din puncte-cheie ale stratigrafiei săpăturii, în vederea corelării datelor obținute pe sedimente și speleoteme. Adâncimea maximă atinsă în cadrul campaniilor de săpătură a fost -260 cm (mai mult de 25 de nivele) în careul T6, față de suprafața săpăturii, celelalte caree având adâncimi diferite, deoarece săpătura a fost proiectată în trepte. În multe din careele de săpătură au fost descoperite blocuri de prăbușire, provenite din tavanul galeriei, de diferite dimensiuni, practic anumite caree fiind “sigilate” de către acestea. Acest lucru s-a întâmplat și în careul T6 unde excavarea a fost oprită de prezența unui bloc de calcar prăbușit, de mari dimensiuni care nu a putut fi îndepărtat. Până în prezent au fost descoperite aproximativ 10.000 de resturi fosile, fragmente și oase întregi, majoritatea resturilor fosile aparținând ursului de peșteră, lupilor, hienelor și leului de peșteră, urmate cu procente mai scăzute de erbivore și micromamifere. Cele mai multe resturi fosile au fost descoperite în primii 60 cm ai săpăturii paleontologice, după această cotă resturile fosile fiind din ce în ce mai rare.

Săpăturile paleontologice în peșteri reprezintă adevărate provocări și presupun eforturi suplimentare față de săpăturile realizate la exterior, deoarece mediul subteran reprezintă un mediu mult mai dificil, care implică tehnici și abordări diferite, de la protejarea suprafețelor din jurul unei săpături și până la tehnicile folosite în transportul sedimentului sau a resturilor fosile către exterior cât și siguranța participanților la săpătură. Prin urmare, realizarea săpăturii paleontologice din nivelul inferior al Peșterii Muierilor a presupus o continuă îmbunătățirea a tehnicilor de excavare cât și implementarea infrastructurii suplimentare necesare pentru desfășurarea în siguranță a activităților de săpătură.

4.7. Analiza spațială și estimarea densității oaselor lungi din săpătura paleontologică

Orientarea spațială, estimarea densității și resturilor fosile cât și gradul de degradare ale oaselor lungi au fost realizate pe primele 3 nivele (-30 cm față de *datum*) ale săpăturii paleontologice. Această metodă a fost implementată pentru a identifica o posibilă orientare

preferențială a oaselor lungi, fapt ce ne poate indica direcția și sensul paleo-scurgerii din Galeria Urșilor. Resturile fosile analizate aparțin speciei *Ursus spelaeus (sensu lato)*, acestea fiind documentate în detaliu prin realizarea de schițe și fotografii *in situ*, utilizând ca referință un grid de 1m² cu celule formate din 10 x 10 cm. Pentru orientarea oaselor lungi au fost analizate 105 specimente (humerus=34, ulnă=20, tibie=20 și femur=31) cu un grad bun de conservare, măsurând azimutul cu o busolă geologică (ST=5), rezultatele fiind plotate pe diagrame bidirecționale. Pentru estimarea densității resturilor fosile degradate au fost analizate 291 de specimente cu diferite grade de degradare, acestea fiind clasificate în 3 categorii. Primul tip include oasele lungi cu epifize și diafiză (degradare vizibilă), cel de-al doilea tip reprezentate prin oase fără epifize (cu un grad mediu de degradare), iar cel de-al treilea tip constă numai din fragmente determinabile de resturi fosile dar într-un stadiu avansat de degradare (Kos, 2003; Mirea et al., 2017).

4.8. Analiza osteometrică a resturilor fosile, impactul carnivorelor, izotopii stabili și ADNmt

Analiza osteometrică a fost aplicată pe resturile fosile cele mai relevante (canini inferiori, canini superiori, molari superiori și inferiori și premolari superiori și inferiori), în vederea determinării dinamicii populației de urs de peșteră. Pentru o bună înțelegere a datelor au fost realizate comparații cu alte situri importante unde au fost identificate populații de urside Gammsulzen (Pacher, 2004a, b, Withalm, 2004), Oase (Quiles et al., 2006) și Urșilor (Robu, 2015). Impactul carnivorelor asupra materialului osteologic a fost cuantificat analizând mai mult de 100 de specimente, prin numărarea și calsificarea tipurilor de mușcături situate pe diferite elemente ale scheletului. De asemenea, profilul dietetic al populației de urside de la Peștera Muierilor a fost stabilit prin analiza izotopilor stabili din resturile fosile, fiind analizate specii de erbivore, omnivore și carnivore.

Pentru a determina cărei sub/specii aparțin ursidele de la Peștera Muierilor, a fost realizat analize ale ADN-ul mitocondrial pentru mai multe probe din săpătura paleontologică. Pentru aceasta au fost folosite protocoalele descrise în Hofreiter et al. (2002). De asemenea, pentru o înțelegere mai bună a populației de urside au fost realizate analize în vedere identificării de agenți patogeni care au fi putut induce modificări în dinamica populației de urside și care ar fi putut avea legătură cu rata de mortalitate.

Capitolul 5. Rezultate și discuții

5.1. Analiza sedimentologică

În săpătura paleontologică din Galeria Urșilor (PMP1, Fig. 5) au fost identificate 10 strate distincte formate din sedimente clastice. În primii 30 cm ai săpăturii paleontologice (Level1, L2 și L3) sedimentele sunt foarte bogate în resturi fosile, fără o sortare evidentă. Pe măsură ce adâncimea crește, abundența resturilor fosile scade. L1 și L2 sunt stratele excavate cu cele mai multe oase (aproximativ 200 oase/m²) și fragmente de oase, fiind alcătuite aproape în totalitate din acestea. În L3, L4 și L5 fragmentele fosile sunt slab evidențiate, fiind reprezentate în special de oase cu dimensiuni mici (dentiție izolată, metacarpine), amestecate cu fragmente de calcar de incaziune, galeți și argilă. Stratul L6 cu o grosime de aproximativ 40 cm, corespunde unui stadiu de sedimentare caracterizat prin fluctuații în hidrodinamica agentului de transport, cu succesive specifice faciesului de tip canal. În stratele L7, L8, L9 și L10, densitatea materialului paleontologic scade treptat, dar pot fi identificate blocuri de incaziune, acestea ocupând areale importante din suprafața careurilor de săpătură. Tipul clastelor alogene și dimensiunea lor sugerează transportul pe distanțe scurte, în timp ce abundența resturilor fosile de mari dimensiuni indică evenimente cu energie hidraulică mare. Susceptibilitatea magnetică (MF) a fost realizată doar pe 3 probe din PMP1 (între -220 – -240 cm), deoarece restul profilului a fost afectat de remobilizarea sedimentului, putând duce astfel la o interpretare greșită a rezultatelor.

Profilul PMP2 (localizat în zona finală a Pasajului Urșilor, lângă intrarea în Pasajul Hades, Fig. 6) a fost principalul punct de studiu în analiza sedimentologică. Spre deosebire de PMP1, sedimentele din PMP2 au o structură complexă cu strate de nisipuri, silturi și argile bine evidențiate.

Susceptibilitatea magnetică (MF) a fost efectuată pe 41 de probe, astfel de la baza coloanei litologice, profilul începe din bază cu primii 100 cm (faza IV), în care sedimentarea se produce într-un regim stagnant al apei, indicând, cel mai probabil, un mic lac lateral, format în raport cu curentul principal. Următorii 240 cm sunt caracterizați (faza III) de un curent rapid. Acest tip de sedimentare produce o grupare a axelor de susceptibilitate maximă perpendicular pe direcția curentului și o distribuție alungită a axelor de susceptibilitate minimă pe direcția curentului. În profilul studiat, direcția curentului obținută din MF este orientată paralel cu axa segmentului de galerie. Următorii 50 cm (faza II), sunt caracterizați de o sedimentare într-un regim cu apă stagnantă. Partea finală a profilului (faza I), indică un regim de curent rapid, într-o direcție similară cu faza de sedimentare anterioară. Prin urmare, presupunem că direcția de

curgere a fost NE-SV cu posibile inversări, cum ar fi cele generate de curgerea/fluxul de tip vortex influențate de morfologia pereților peșterii.

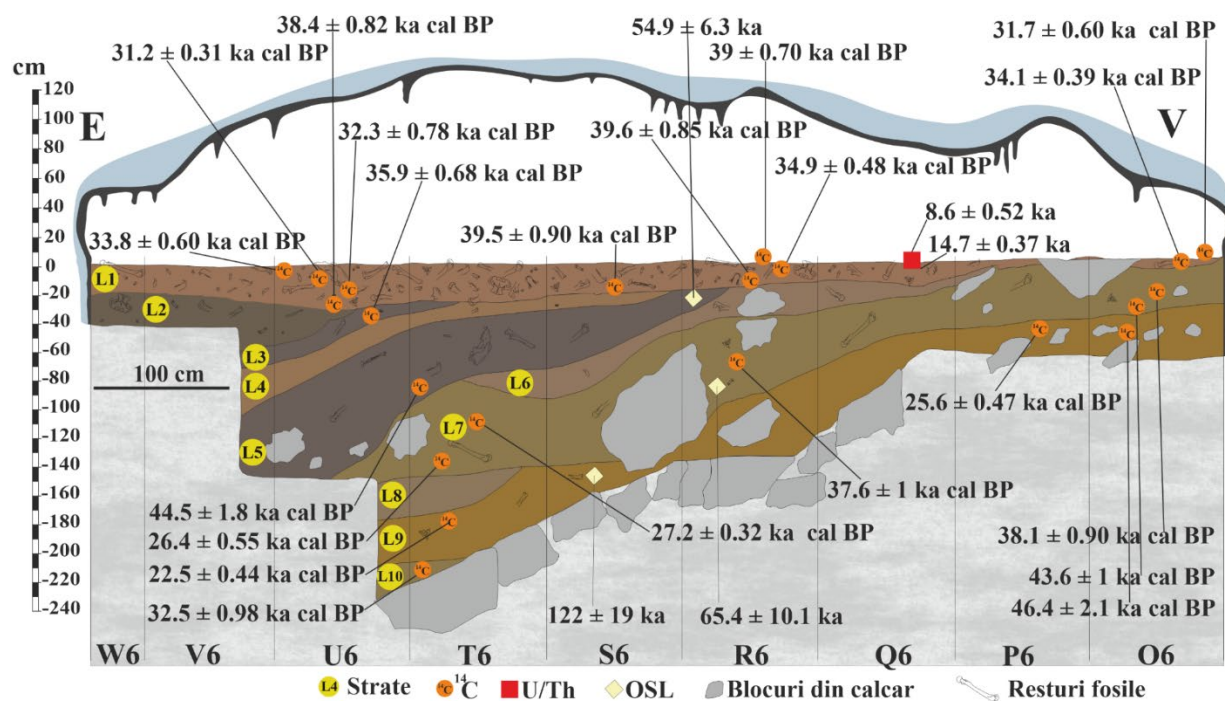


Figura 5. Săpătura paleontologică din Galeria Urșilor (PMP1)

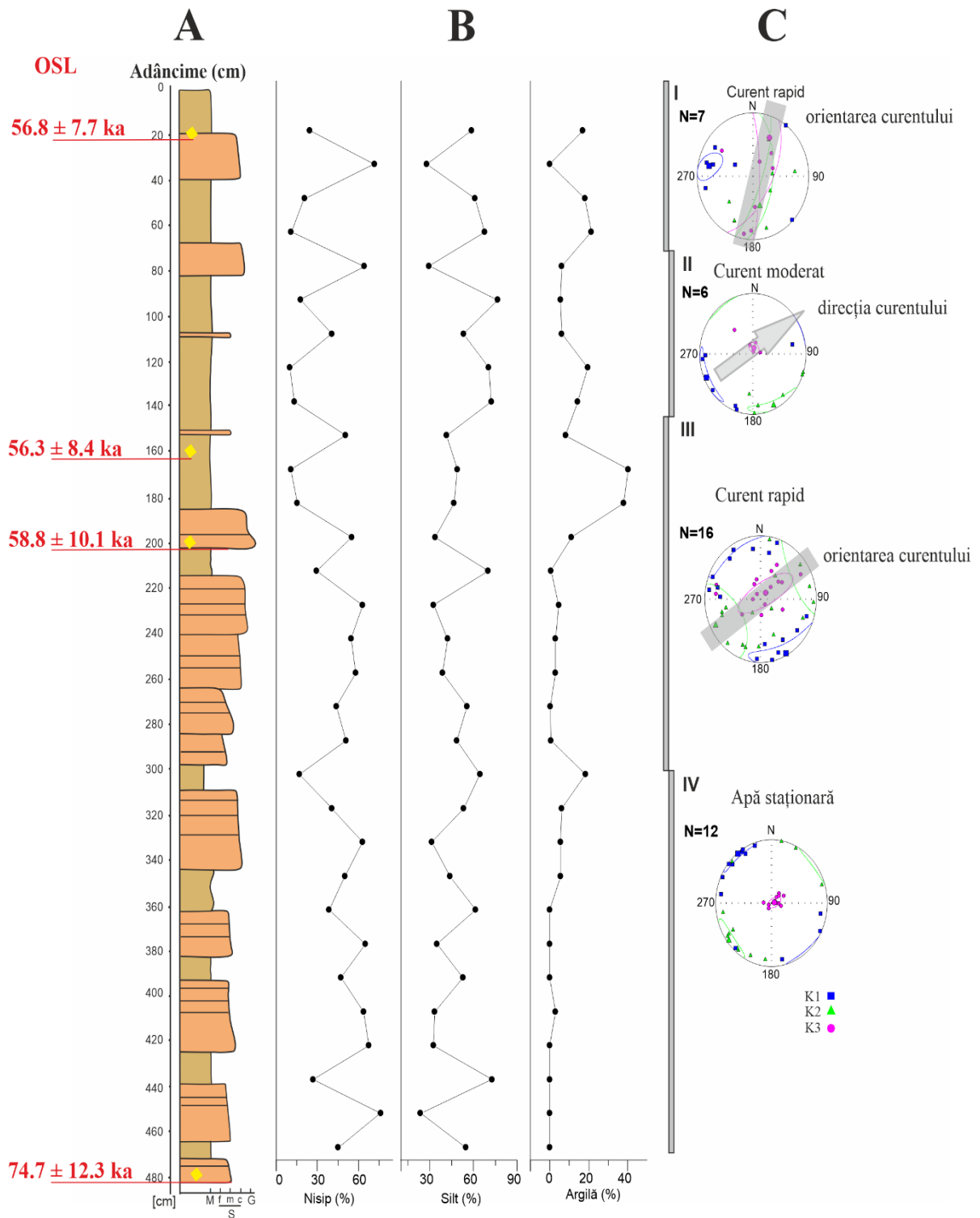


Figura 6. Profilul sedimentologic PMP2

5.2. Datarea prin OSL a sedimentelor clactice

Rezultatele obținute utilizând datarea prin luminiscentă a sedimentelor clactice sunt prezentate în Figura 7 (diamantele galbene). Din nouă probe (OSL1 - OSL9), șapte au înregistrat valori relevante. Vârstele obținute pentru cele două profile se încadrează în intervalul de timp: $122 \pm 19 - 54.9 \pm 6.3$ ka. Majoritatea vârstelor obținute din PMP1 sunt grupate în jurul perioadei 58-54 ka, cu doar o probă mai mare decât acest interval fiind proba OSL3 (din baza săpăturii paleontologice) cu vârsta de 122 ± 19 ka. Toate probele prezintă incertitudini tipice de $>10\%$ (1σ). La profilul PMP1, din patru probe datate, trei dintre ele au înregistrat valori relevante. Proba din PMP1, situată la 20 cm adâncime are o vârstă de 54.9 ± 6.3 ka, sugerând o remobilizare a sedimentelor, întrucât acestea conțin oase cu o vârstă mult mai recentă (între 22 - 46 cal ka BP, cu precizarea că anumite vârste ^{14}C pot fi discutabile). Aceeași observație și pentru proba OSL2 cu o vârstă de 65.4 ± 10.1 ka. Pentru proba OSL3, am obținut o vârstă de 122 ± 19 ka, ceea ce sugerează remobilizarea unui sediment mult mai vechi din galeriile de peșteră, deoarece acest sediment conține resturi fosile mult mai recente. Considerăm că umplutura din acest profil indică o remaniere a sedimentelor mai vechi din nivelele superioare ale peșterii, ca urmare a viiturilor succesive. Diferența semnificativă a vârstelor OSL față de vârstele obținute cu radiocarbon pe resturile fosile, sugerează o rămânere multiplă a sedimentelor clactice și determinarea unei cronologii inverse în săpătura paleontologică.

Din cinci probe analizate în PMP2, patru au înregistrat valori relevante. Intervalul de timp cuprins de cele patru probe pe cei 480 cm este de 72 - 56 ka, dintre care, probele din partea superioară și mediană indică același interval de vârstă (ca. 56 ka). Prin urmare, acestea sugerează faptul că sedimentele depuse în acest interval au aceeași sursă (doar proba din baza profilului având o vârstă mai mare) dar aparțin mai multor etape. Perioada remobilizării acestor sedimente a fost stabilită între 22 ka și 14.7 ka, având în vedere că *terminus post-quem* este reprezentat prin vârsta obținută pe un canin de *Ursus spelaeus* și *terminus ante-quem* fiind reprezentat prin baza stalagmitei PM146, datată cu seria uraniului.

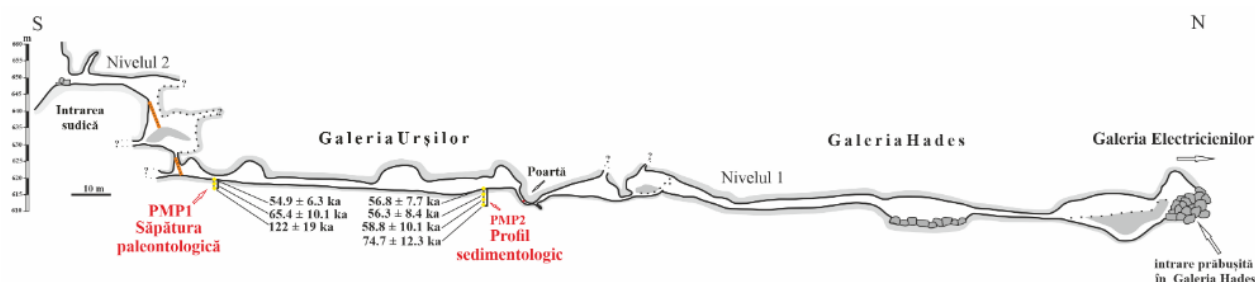


Figura 7. Profilul longitudinal al Galeriei Urșilor și al Galeria Hades

5.3. Datarea prin metoda U-Th a speleotemelor

Speleotemele prelevate din galeriile de peșteră au fost datate utilizând metoda U/Th și au înregistrat vârste cuprinse între 119 ± 5 și 6.5 ± 0.09 ka (Fig. 8). Probele au un conținut de uraniu ce variază de la 0.2 ppm până la 0.9 ppm. Erorile asociate datării prin spectrometrie alfa au fost scăzute, ca urmare a conținutului ridicat de uraniu (0.3 - 0.5 ppm) și nivelului scăzut de contaminare cu thoriu. Majoritatea speleotemelor datate au vârste cuprinse între 6 ka și 19 ka, puține dintre ele sunt mai vechi, cuprinzând vârste din Stadiul Izotopic 3 și doar 2 probe se situează într-un interval mai vechi cuprins între 82 ± 5 ka și 119 ± 5 ka (corespunzând Stadiului Izotopic 5). Stalagmita **PM1/1** (ca. 65 cm, 0.3-0.6 ppm) a crescut pe sedimentele din nivelul superior al Peșterii Muierilor (Peștera Veveriței –Galeria Melcilor, Nivelul 3 al peșterii). Stalagmita a înregistrat o vârstă de 119 ± 5 ka în bază, ceea sugerează faptul că sedimentele din acest nivel superior al peșterii sunt mai vechi decât vârsta obținută și indică faptul că în Stadiul Izotopic 5 nivelul superior la peșterii a devenit fosil. Probele **PM161** (cca. 20 cm, 0.3 ppm) și **PM162** (cca. 30 cm, 0.3 ppm) sunt stalagmite de mici dimensiuni din nivelul median al peșterii (Galeria Turistică sau Nivelul 2), din Sala Minunilor, ambele crescând pe planșeul stalagmitic din această sală, cu vârste în bază între 28 ± 0.2 ka și respectiv 19 ± 0.2 ka. A treia probă (**PMC3**) din Nivelul 2 este o carotă (cca. 30 cm, 0.25) din baza unei stalagmite încorporate în planșeul stalagmitic, baza carotei având o vârstă de 10.3 ± 0.74 ka. Din nivelul inferior al peșterii au fost prelevate șapte eșantioane. Stalagmita **PM141** (cca. 21 cm; 11.7 ± 1 ka) are un conținut de uraniu de 0.25 ppm cu un raport $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ relativ scăzut (cca. 3). Aceasta a fost prelevată din stratul superior de argilă și poate furniza informații importante despre ultimele evenimente hidrodinamice din Galeria Urșilor. Eșantionul **PM143** (cca. 120 cm, 0.37 ppm) este proba care a înregistrat cea mai veche vârstă în bază din Galeria Urșilor (82.1 ± 5.7 ka), aceasta fiind prelevată de pe suprafața sedimentului, cu precizarea că aceasta nu a fost descoperită în poziția inițială. Este posibil ca stalagmita să fi crescut pe terasa de calcar din apropiere locului unde a fost găsită și nu direct pe sediment. Proba prelevată din baza prezintă urme de contaminare cu thoriu detritic (cca. 2.7) iar conținutul de uraniu este de cca. 0.37 ppm, acest fapt sugerând o posibilă activitate hidrologică în timpul perioadei de creșterea a acesteia. Pentru eșantionul **PM146** (ca. 5 cm, 0.5 ppm) am obținut date atât din bază (14.7 ± 1 ka) cât și din partea superioară (8.6 ± 0.52 ka), această stalagmită de mici dimensiuni (cca. 6 cm) a crescut deasupra stratului 1 (L1) din săpătura paleontologică. Conținutul de uraniu din această probă este 0.5 ppm și iar raportul $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ este de cca. 3. **PM146** a fost înglobată în primul strat al săpăturii paleontologice, sugerând că acest strat de argilă (L1) a fost depozitat înainte de 14.7 ± 0.37 ka. Partea superioară a stalagmitei a fost încrustată în panșeul calcitic care acoperea o parte din

paleosuprafață suprapusă săpăturii paleontologice. Celelalte probe au fost prelevate din apropierea săpăturii paleontologice. Stalagmita **PM163** (cca. 60 cm, 0.6 ppm), a fost prelevată de la câțiva metri de săpătură, baza eșantionului fiind încrustată în planșeul calcitic (cca. 15 cm), oferind o vârstă de 31.2 ± 0.19 ka. Eșantionul **PM164** (cca. 35 cm, 0.4 ppm) a fost prelevat de pe o terasă de calcar oferind o vârstă de 6.5 ± 0.08 ka, aceasta fiind cea mai recentă vârstă determinată dintre toate probele prelevate din baza. Eșantionul **PM165** (cca. 65 cm, 1.0 ppm) este una dintre probele curate, având un conținut de uraniu de cca 1.0 ppm iar raportul $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ de aproximativ 12, înregistrând o vârstă în bază 10.2 ± 0.19 ka. Această stalagmită a fost prelevată din apropierea săpăturii spre intrarea sudică a peșterii, dintr-o sală de mici dimensiuni, aceasta având legătură directă cu nivelul median al peșterii (Galeria Turistică) printr-un puț de aproximativ 10 m înălțime. Eșantionul **PM166** (cca. 25 cm, 0.85 ppm), are un conținut de uraniu de cca. 0.85 ppm iar raportul $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ de aproximativ 15, oferind astfel o vârstă în bază de 8.1 ± 0.11 ka. Această probă a fost prelevată de pe sedimentul din Galeria Urșilor, aproape de locul unde PM165 a fost găsită. Din Galeria Electricienilor a fost realizată o singură datare pe un singur eșantion (**PM145** cca. 25 cm, 0.20 ppm) obținând o vârstă în bază de 12.1 ± 0.10 ka.

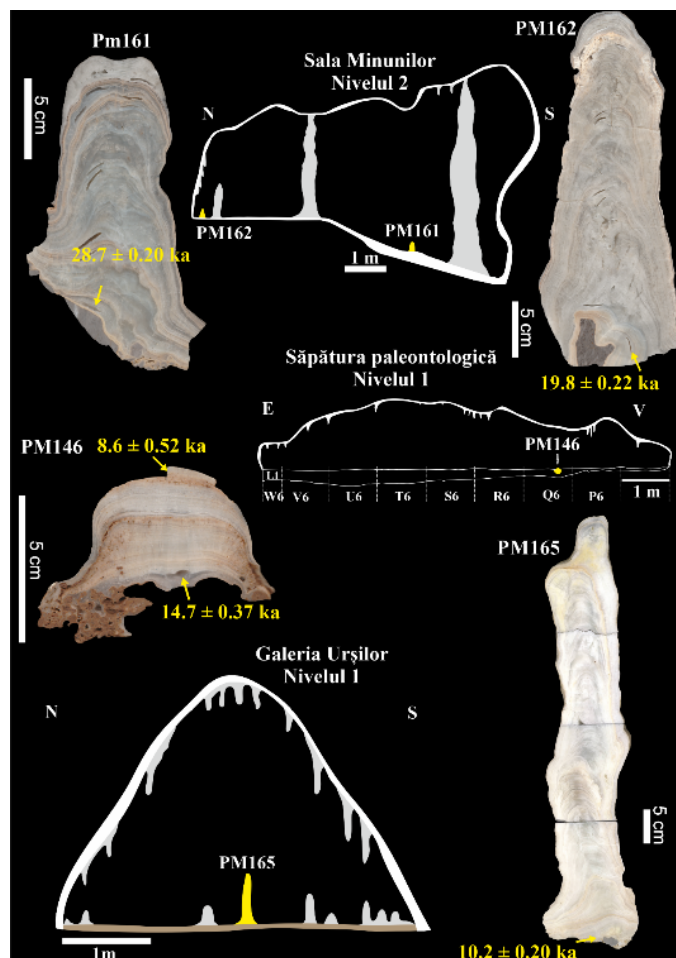


Figura 8. Eșantioane prelevate și datate prin metoda U-Th din galeriile Peșterii Muierilor

5.4. Datarea prin radiocarbon (^{14}C) a resturilor fosile

Rezultatele dătarii cu radiocarbon (^{14}C) a probelor din săpătura paleontologică sunt redate în Figura 9. Probele investigate se încadrează temporal în Stadiul Izotopic 3 și începutul Stadiului Izotopic 2. Din totalul de 45 de probe trimise la laborator, 31 au livrat valori relevante. Vârstele obținute prin metoda radiocarbonului din Galeria Urșilor (26 de probe), colectate atât de pe suprafață, cât și din săpătura paleontologică, variază de la cca. 46 la 22 cal ka BP (valori mediane). Probele ale căror rezultate arată o concentrație mai scăzută de colagen (<0.5%) au fost analizate în context, cu precauție, iar unele dintre ele au fost eliminate din procesul de interpretare a contextului paleontologic. Unele probe datate prin metoda ^{14}C au înregistrat o concentrație scăzută a colagenului, din cauza faptului că acestea au fost expuse o perioadă îndelungată pe suprafața sedimentului și abia recent au fost incorporate în masa de sedimente clastice remobilizată în mai multe etape și depusă în Galeria Urșilor. Prin urmare, în săpătura paleontologică a fost identificată o cronologie inversă, unde vârstele mai recente au fost depozitate în baza săpăturii, în timp ce unele cu o vârstă mai veche au fost depuse aproape de suprafață. Această inversare a fost posibilă ca urmare a viiturilor succesive declanșate de încălzirea climatului cuplată cu topirea zăpezii și a gheții din zona alpină a Munților Parâng în perioada deglacierii. Resturile fosile din Galeria Urșilor au surse diferite, atât din etajele superioare ale peșterii cât și din galerii sau chiar alte cavități care erau conectate cu această galerie în perioada depozitării sedimentelor. Vârstele obținute pe probele din Galeria Hades sunt cuprinse între 48 și 33 cal ka BP și sunt mai vechi decât în cele din Galeria Urșilor, indicând o sigilare a acestei galerii după cca. 33 ka cal BP. În același timp, probele din Galeria Hades indică valori mai scăzute ale colagenului față de probele din Galeria Urșilor (-0.64; -0.04), sugerând astfel atât o expunere mai îndelungată pe suprafață cât și faptul că acestea nu au suferit remanieri considerabile. Acest fapt este confirmat și de prezența scheletelor în conexiune anatomică și existența numeroaselor bioglife identificate pe întreaga galerie.

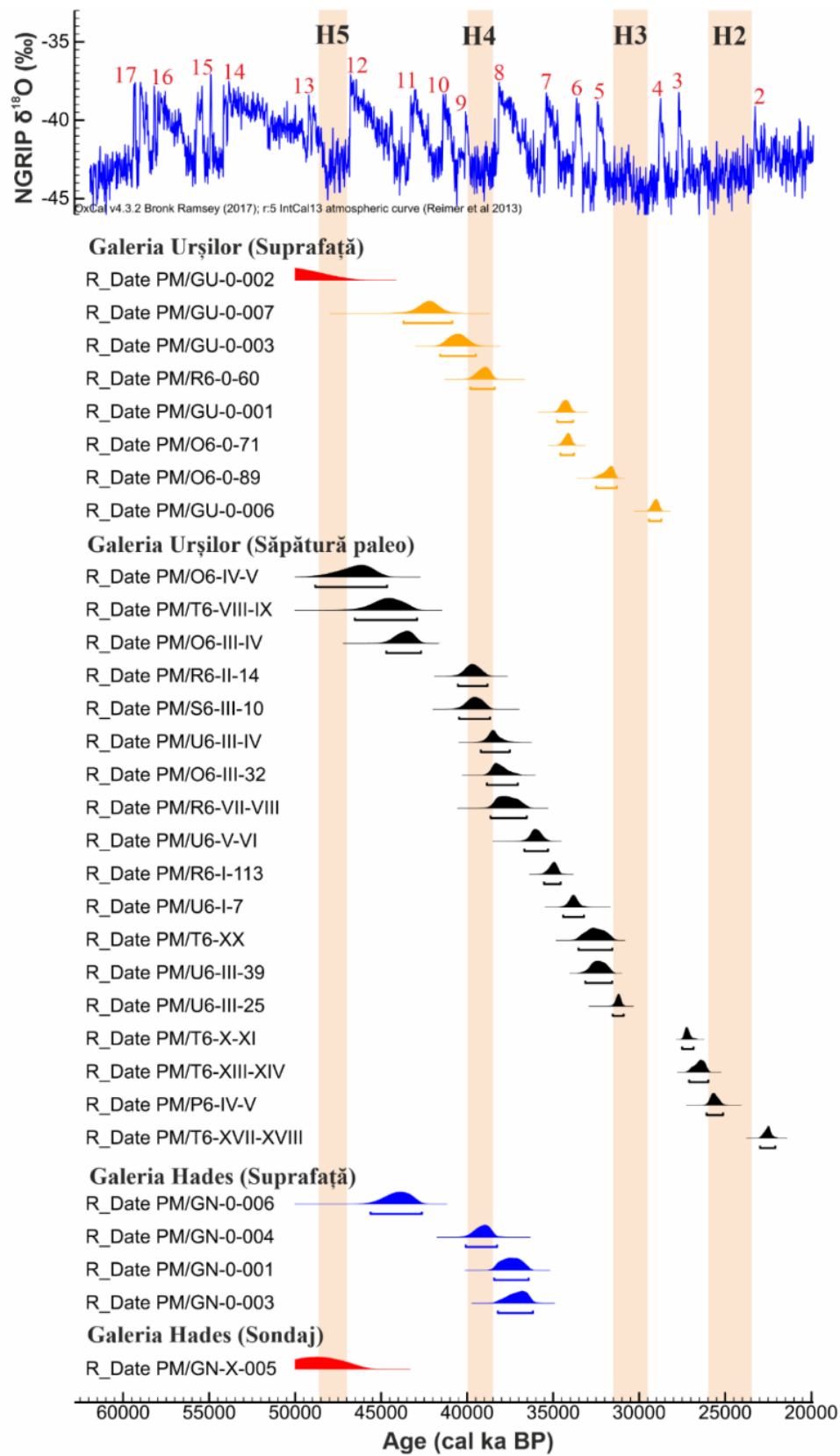


Figura 9. Rezultatele datărilor prin ^{14}C

5.5. Rezultatele palinologice

Rezultatele palinologice obținute pe probele de coprolit din Galeria Hades sunt considerate preliminară având în vedere conținutul scăzut de polen identificat, gradul de degradare a probelor și datarea cu ^{14}C , care indică o vârstă mult mai recentă față de contextul în care au fost descoperite probele. Coprolitele au fost descoperite în apropierea unui schelet în conexiune anatomică parțială de *Ursus spelaeus*, cu o vârstă de aproximativ 33 ka BP, în timp ce datarea cu ^{14}C pe unul dintre coprolite sugerează o vârstă mult mai recentă de 18 ka BP. Analizând topografia și morfologia locului unde au fost găsite coprolitele, am descoperit că acestea au fost expuse pe suprafață o perioadă îndelungată de timp și faptul că acestea au fost supuse unor perioade de precipitare a calcitului, ca urmare a existenței unor bazine de calcit care puteau acumula apă. Prin urmare, contaminarea probelor prin aportul de carbon mai recent este principalul motiv al diferenței de vârstă dintre probele de coprolit și contextul paleontologic mai vechi unde au fost descoperite acestea. Probele mai puțin degradate sunt Cop2 și Cop4, dar au fost identificați diverși taxoni și în celelalte probe. Prin urmare în cele 4 probe analizate au fost identificate 162 de granule de polen sugerând faptul că plantele ierboase dominau peisajul (83.9%), acestea fiind reprezentate prin: *Poaceae* (14.8%) și *Asteraceae* (47.5%). În această analiză preliminară, nu au fost identificate plante higrofile sau acvatică. În schimb, dintre copaci, o prezență semnificativă a fost înregistrată de genul *Pinus* (7.4%), printre ceilalți taxoni fiind prezente și genuri de foiase precum: *Corylus*, *Tilia* care apar în trei probe din patru, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus* și *Quercus* în două probe, *Fraxinus*, *Buxus* și *Platanus* într-o singură probă. Având în vedere informațiile sumare obținute în urma analizei coprolitelor, este greu de caracterizat tipul vegetației și structura acesteia la exteriorul peșterii. Cu toate acestea, rezultatele obținute indică posibilitatea existenței unei vegetații deschise, reprezentate prin erbacee cu o densitate scăzută a copacilor. Aceste prime rezultate și rolul important pe care îl are studiul palinologic în acest context ne sugerează că viitoare analize pe aceste probe sunt absolut necesare. Rezultatele obținute sunt preliminară având în vedere gradul de degradare a materialului analizat. Prin urmare, pentru a avea o imagine de ansamblu a structurii vegetației în Stadiul Izotopic 3 și 2 în zona Polvrăgi-Cernădia, sunt necesare mai multe analize pe coprolitele din Galeria Hades și totodată noi datări cu ^{14}C pentru a stabili un cadru cronologic cât mai precis.

5.6. Rezultatele săpăturii paleontologice din Galeria Urșilor

Săpătura paleontologică a fost proiectată astfel încât să cuprindă întreaga galerie în profil transversal, pentru a evidenția condițiile paleo-hidro dinamice ce au contribuit la procesul de sedimentare precum și dispunerea spațială a resturilor fosile (Fig. 10). Pentru a documenta

poziția în plan a resturilor fosile din cadrul fiecărui micronivel a fost folosit un caroiaj mobil cu latura de 1/1m și subdiviziuni de 10/10 cm. De asemenea au fost realizate fotografiile cu rezoluție ridicată pe verticala fiecărui careu, pe fiecare nivel. Pentru stabilirea precisă a poziției spațiale (3D) în cadrul săpăturii, raportată la punctul de referință (“datum”, punctul 0), a fost folosită o stație totală Leica. Pentru documentarea nivelelor de săpătură au fost realizate schițe, scara 1:10 și fotografiile martor în vederea stabilirii poziției și orientării resturilor fosile. În paralel, s-a urmărit alcătuirea biocronostratigrafiei depozitului. Excavația a atins cota - 240 m față de “datum”, excavarea fiind încetinită de descoperirea unor blocuri de calcar de mari dimensiuni la această adâncime. Prin urmare, cele mai multe resturi fosile au fost extrase din primii 60 de cm de la suprafață (primele șase nivele), restul de 20 de nivele scoțind la iveală un număr mai mic de resturi fosile. Din analiza resturilor fosile până în prezent au fost identificate trei specii de erbivore, cinci de carnivore și nouă de mamifere mici. Din punct de vedere al numărului resturilor fosile, au fost identificate în special oase lungi dar și cranii și fragmente de craniu precum și elemente de dentiție. Până în prezent nu au fost identificate resturi fosile în conexiune anatomică definitivă, dar au fost descoperite câteva cazuri în care elemente excavate indicau o posibilă conexiune anatomică. Din punct de vedere al resturilor fosile, până în prezent au fost prelevate și analizate un număr de peste 10.000 de fragmente fosile aparținând mamiferelor mari, majoritatea (70%) aparținând ursului de peșteră, leului de peșteră, hienei de peșteră, lupului și *Vulpes vulpes* – aproximativ 27%, precum și unor specii de erbivore (*Bos*, *Cervus elaphus* și *Capra ibex*) dar și mamifere mici. Rezultatele obținute asupra tafonomiei depozitului de oase din această galerie corelată cu studiul mamiferelor mici, a particularităților fizice și chimice ale sedimentelor și a vârstelor absolute ale sedimentelor și oaselor, ne indică existența a cel puțin patru etape paleoclimatice și paleohidrologice (cuprinse în intervalul 46-22 ka BP).

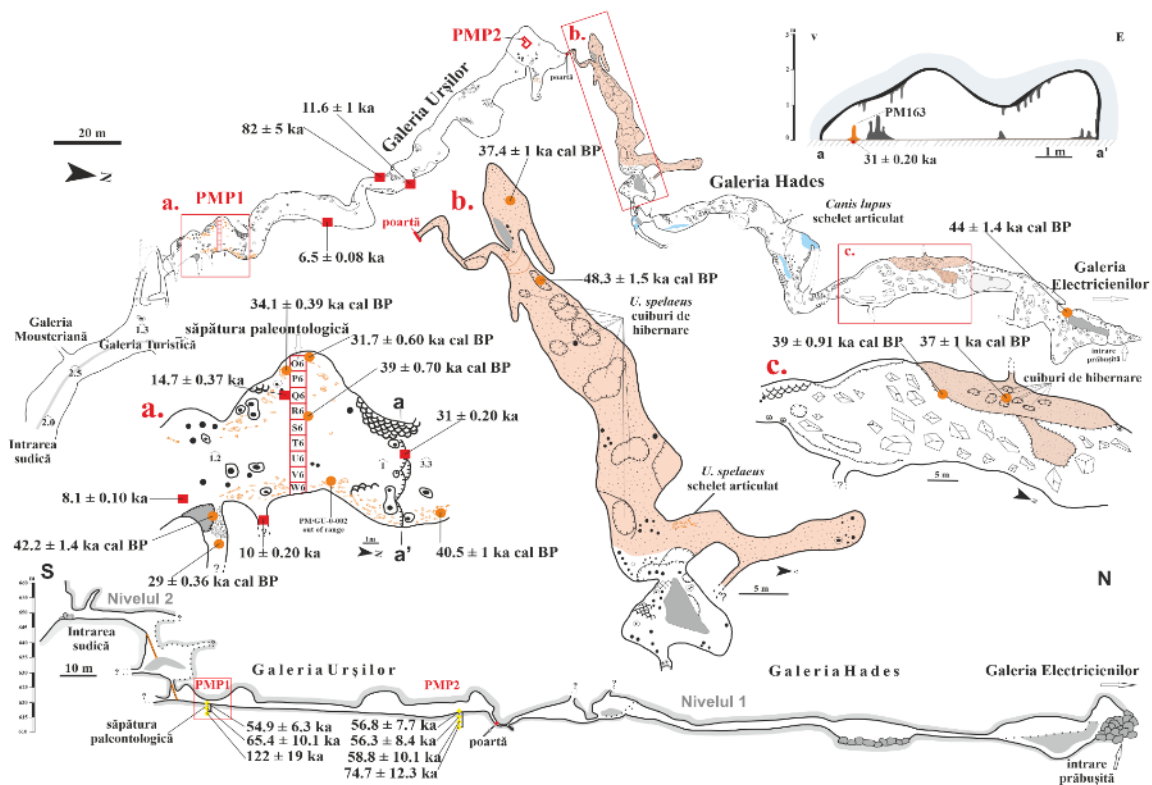


Figura 10. Localizarea profilurilor sedimentologice (PMP1 și PMP2; pătrat roșu-U/Th; diamant galben- OSL; cerc portocaliu- ^{14}C).

5.7. Analiza spațială, estimarea densității oaselor lungi și a gradului de degradare

Analiza a fost realizată pentru primii 30 de cm ai săpăturii paleontologice din Galeria Urșilor, în toate cele nouă caree, pentru a identifica dacă există o dispunere preferențială a oaselor lungi raportate la o posibilă direcție de curgere și acumularea acestora într-un anumit perimetru din cadrul săpăturii (Fig. 11). Analiza densității a fost realizată pentru a verifica dacă numărul de oase și gradul de degradare a acestora se corelează cu un posibil paleo-talveg. Această analiză a presupus cartarea resturilor fosile din săpătură folosind un cadru de 1 m^2 cu celule de 10 cm^2 , fotografii de mare rezoluție și raportarea acestora la cota "0" a săpăturii (*datum*) folosind stația totală Sokkia PowerSet Set2010. Pentru a realiza această analiză au fost investigate 291 de oase lungi (humerus, ulnă, radius și tibie) și au fost identificate 191 de oase lungi în diferite stadii de degradare. Astfel, din cele 191 de oase lungi, distribuția în cadrul careelor de săpătură a fost după cum urmează: O6 =20, P6 =23, Q6=28, R6=24, S6=24, T6=29, U6=22, V6=17 și W6=4, observându-se încă din primele analize o concentrație mai mare de oase lungi către centrul săpăturii (în careele T6 și S6). Orientările au fost măsurate folosind o busolă și programul Corel Draw X8, având ca punct de plecare epifiza proximală a fiecărui tip de os. Au fost măsurate orientările a doar 105 oase lungi (Fig. 10), deoarece pentru restul de 186 de oase nu a fost posibilă

identificarea epifizelor proximale sau distale, prin urmare, orientarea nu a fost măsurată pentru a nu exista erori în calcule. Acest lucru, dar și faptul că anumite oase lungi aparțineau juvenililor, au reprezentat motive de a nu implica aceste elemente în studiul de față. Astfel, oasele lungi degradate au fost ierarhizate în trei categorii: 1 – oase întregi, 2 - oase având diafiza prezentă și 3 – prezentă doar epifiza, în această analiză fiind implicate oasele care prezentau condițiile minime pentru a fi identificate respectând caracterele morfologice de determinare (n=191). După ierarhizarea oaselor degradate, a fost utilizat instrumentul Kernel Density din ArcGis 10.7 pentru a realiza modelul de distribuție a celor trei categorii de oase degradate.

Orientarea oaselor lungi a fost calculată pentru 105 resturi fosile (humerus = 34, ulnă=20, tibie =20 și femur =31) din cele 291 identificate din cauza gradului mare de degradare și imposibilitatea de a determina epifizele distale sau proximale, elemente importante în analiza orientării. Datele obținute au fost plotate cu ajutorul programului GeoRose, diagramele bi-direcționale având ca interval de clasă 10 °, iar metoda de calcul raportată la frecvență. Astfel, femurele analizate (n=31) au o direcție predominantă ESE-VNV (120-300 ° N), cu o direcție secundară de E - V (90 - 270 ° N). Humerusurile măsurate (n=34) nu arată o direcție preferențială, vectorul mediu indicând o direcție NNE-SSV (33-213 ° N) și o direcție secundară NNV-SSE (331-151 ° N). Tibiile analizate (n=20) au o direcție preferențială E-V (90-270 ° N), iar ulnele (n=20) indică o direcție asemănătoare cu humerusurile, respectiv având direcția principă de NNE-SSV (54-234 ° N) și o direcție secundară ENE- VSV (60-250 ° N) (Fig. 11).

Densitatea ridicată a oaselor degradate din zona centrală a săpăturii, mai exact în careele T6, S6 și R6, este reprezentată printr-un procent de 40,3 % din numărul total al elementelor investigate (Fig. 10), acest fapt, corelat cu orientarea generală a oaselor și coroborat cu rezultatele sedimentologice, sugerează prezența unui paleo-talveg în această zonă.

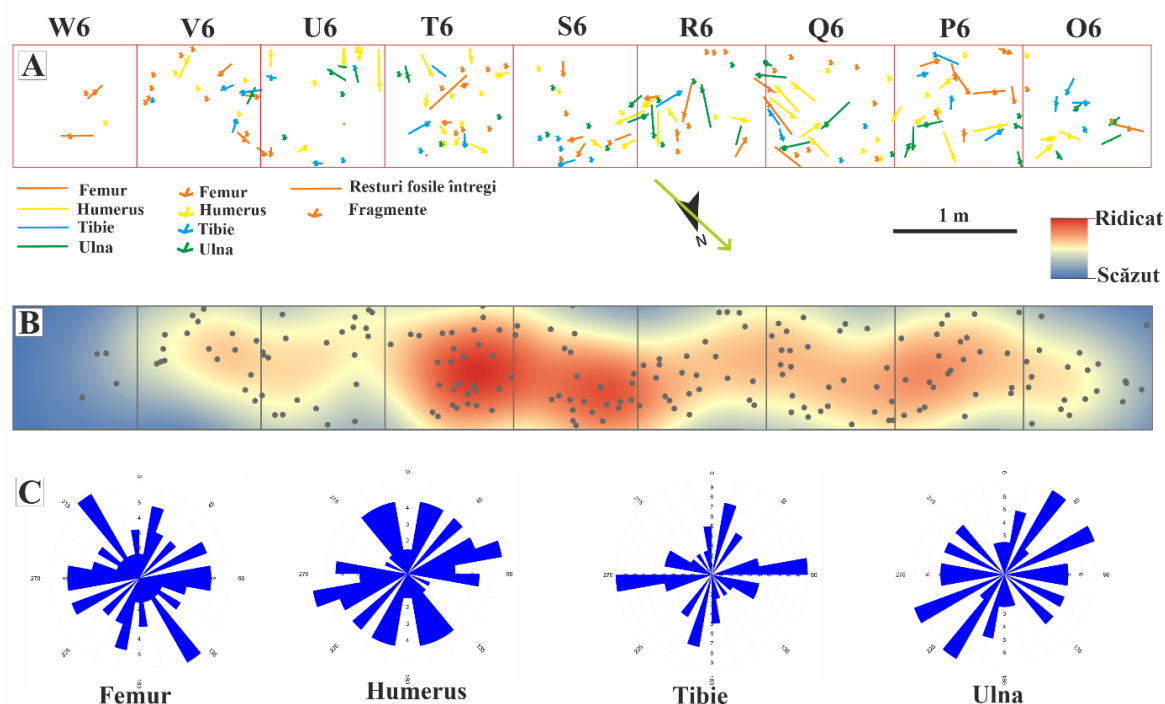


Figura 11. A. Săpătura paleontologică cu reprezentarea resturilor fosile utilizate în analiză; B. Gardul de degradare și densitatea resturilor fosile; C. Orientarea resturilor fosile.

5.8. Mamiferele mici

Din punctul de vedere al asociației de mamifere mici (rozătoare) au fost identificate până în prezent un număr de nouă specii de mamiferele mici, cu un număr minim de indivizi (pentru M1 sin = 62). Asociația faunistică este dominată de speciile înrudite *Microtus arvalis* - *M. agrestis* (cca. 40%). Grupul *arvalis-agrestis* este mai puțin frecvent în fazele climatice reci, numărul acestora crescând odată cu îmbunătățirea condițiilor de mediu și creșterea umidității din cadrul interstadialelor. Astfel de frecvențe ridicate au mai fost citate în literatura în Stadiul Izotopic 3 pentru siturile din Dobrogea Centrală (Petculescu, 2013). Prezența unui climat blând în timpul acestei faze este confirmată și de prezența speciilor cu preferințe pentru un habitat forestier sau în apropierea cursurilor de apă permanente (*Clethrionomys glareolus*, *Sorex araneus*, *Arvicola terrestris*). Pentru *Arvicola terrestris*, specie cu valoare biocronologică deosebită, a fost calculat un indice SDQ = 98,5 (N = 6), fapt ce confirmă că asociația de mamifere descoperită în Galeria Urșilor din Peștera Muierilor aparține Stadiului Izotopic 3. Acest fapt este susținut și de valoarea indexul morfodinamic $P_4/4$, obținut pentru populația de urs de peșteră și de vârstele obținute prin datarea cu radiocarbon.

5.9. Structura populației fosile, analiza mortalității, rația sexelor, biocronologia, impactul carnivorelor, analiza izotopilor stabili și ADNmt

5.9.1. Structura populației fosile, analiza mortalității, rația sexelor

Pe baza aplicării metodei Numărului Minim de Indivizi, rezultă că din săpătura realizată în Galeria Urșilor, pe cei 9 m² au fost identificați aproximativ 99 de indivizi (*Ursus spelaeus, sensu lato*), plus circa alți 35 indivizi aparținând altor specii. Analiza parametrilor tanatocenozei studiate a fost realizată pe populația de urside.

Pentru estimarea numărului de indivizi ai paleo-populației din săpătura paleontologică a fost utilizată metoda Numărului Minim de Indivizi (MNI) aplicată pe caninii inferiori (C_{inf}), premolarul 4 (P4/4) și molarul 1 superior (M^1). În urma analizei MNI din săpătura paleontologică (Galeria Urșilor), pentru premolarul patru superior (P^4 : partea stângă și dreaptă, 69, respectiv, 64 indivizi) și inferior (P_4 : 37 de indivizi pentru partea stângă și dreaptă) au fost înregistrate cele mai mici valori. Pentru caninii inferiori, partea stângă și dreaptă, au fost înregistrați 72, respectiv 82 indivizi. Cele mai mari valori au rezultat în urma analizei molarului M^1 , stânga și dreapta, 84, respectiv, 99 de indivizi. Structura populației paleo-faunistice, pe specii, a carnivorelor, s-a realizat pe baza analizei caninilor inferiori. Astfel, specia dominant este *Ursus spelaeus*, având un procent de 69.5%, următoarea specie ca reprezentativitate este *Canis lupus* (19.5%), urmată de *Crocuta crocuta spelaea* (7.6%), *Vulpes vulpes* (2.5%) și *Panthera spelaea* (0.8%).

Pentru înțelegerea structurii și dinamicii populației de urside din săpătura paleontologică din Galeria Urșilor au fost realizate o serie de analize. Prin urmare, analiza curbei de mortalitate a fost realizată pe molarul 1 inferior (M_1 : de pe ambele părți anatomice; MNI: 45 de specimene pentru partea stângă, și 67 pentru partea dreaptă).

Curba mortalității calculată pentru M_1 stânga (Fig. 12) indică o pondere dominantă a juvenililor și a subadulților (66.7 %) din totalul populației de urside analizate. Atât nou-născuții, cât și adulții foarte bătrâni au cele mai mici ponderi (7%, respectiv 2.2%). Astfel, avem de a face cu o curbă bimodală, foarte bine exprimată în cazul juvenililor dar în care sunt prezente și elementele adulte. Tipul de mortalitate este normal, tip „U” sau atrițional, fapt ce sugerează existența unui sit de hibernare, în care elementele cele mai vulnerabile sau susceptibile de a muri în timpul hibernării sunt juveniții și adulții bătrâni (senili).

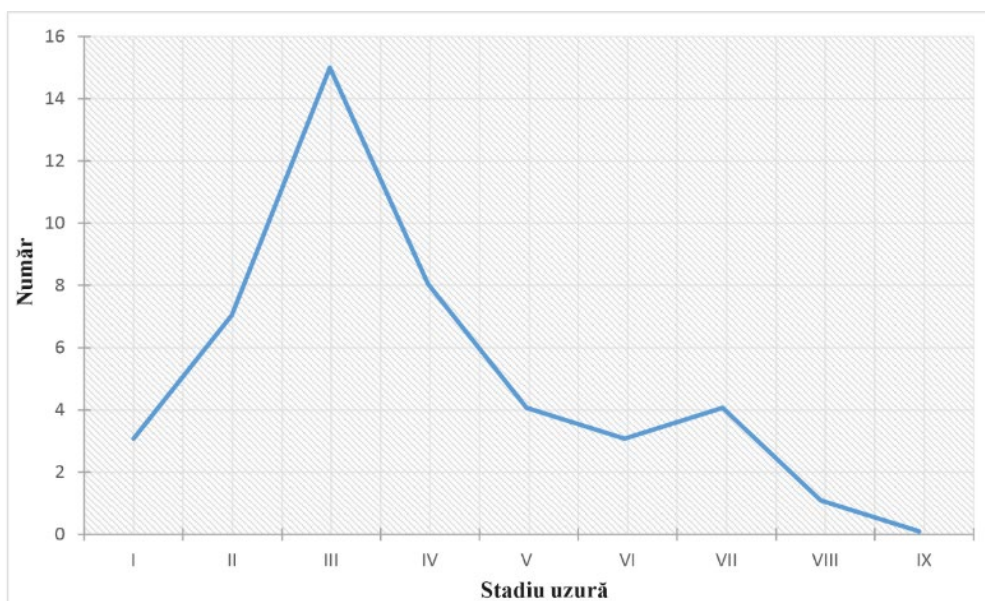


Figura 12. Curba mortalității pentru M₁ stânga.

Curba mortalității calculată pentru M₁ dreapta (Fig. 13) indică o pondere dominantă a juvenililor și a subadulților (61%) din totalul populației de urside analizate. De asemenea, și adulții sunt bine reprezentați (grupele de uzură V-VII au un procent de 26,8%). Atât nou-născuții, cât și adulții foarte bătrâni au cele mai mici ponderi (6% pentru ambele categorii). Astfel, avem de a face cu o curbă bimodală, foarte bine exprimată în cazul juvenililor și adulților, cu un aport semnificativ pentru grupa adulților bătrâni. Tipul de mortalitate este normal, tip „U” sau atrițional, însă ponderea mare a adulților sugerează o moarte violentă în timpul hibernării, cauzată, cel mai probabil, de prezența speciilor de carnivore: leu, hienă, lup.

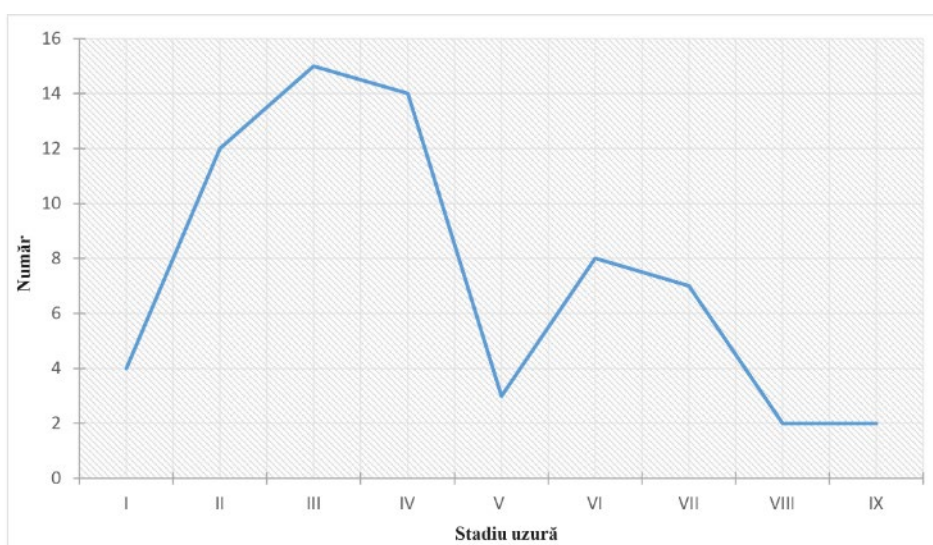


Figura 13. Curba mortalității pentru M₁ dreapta.

Rația sexelor pentru populația de urside din săpătura de la Peștera Muierilor, a fost calculată utilizând caninii inferiori (izolați și în alveole). Doar caninii adulților (Adult Sex Ratio – ASR) au fost utilizați pentru reprezentarea grafică, pentru a evidenția mai bine caracterul dimorfic al celor două sexe. De asemenea, au fost reprezentate și celelalte specii de carnivore prezente în depozitul de oase fosile. Rația totală a sexelor (Total Sex Ratio – TSR) a fost calculată prin luarea în analiză a caninilor aparținând tuturor grupelor de vârstă. Toți caninii analizați au fost examinați morfologic și au avut o determinare independentă a sexului cărora au aparținut. Lățimea și lungimea coroanei caninilor inferiori analizați indică o slabă separare a celor două sexe, femelele suprapunându-se cu masculii (la partea lor inferioară). Examenul morfologic al caninilor ne-a permis atribuirea sexelor fără echivoc. Figura 14 indică faptul că femelele depășesc ca număr masculii într-o manieră categorică (33 femele: 9 masculi; ASR = 3.7:1), situație comună a siturilor de hibernare cu urși de peșteră din Stadiul Izotopic 3 din Carpații Românești.

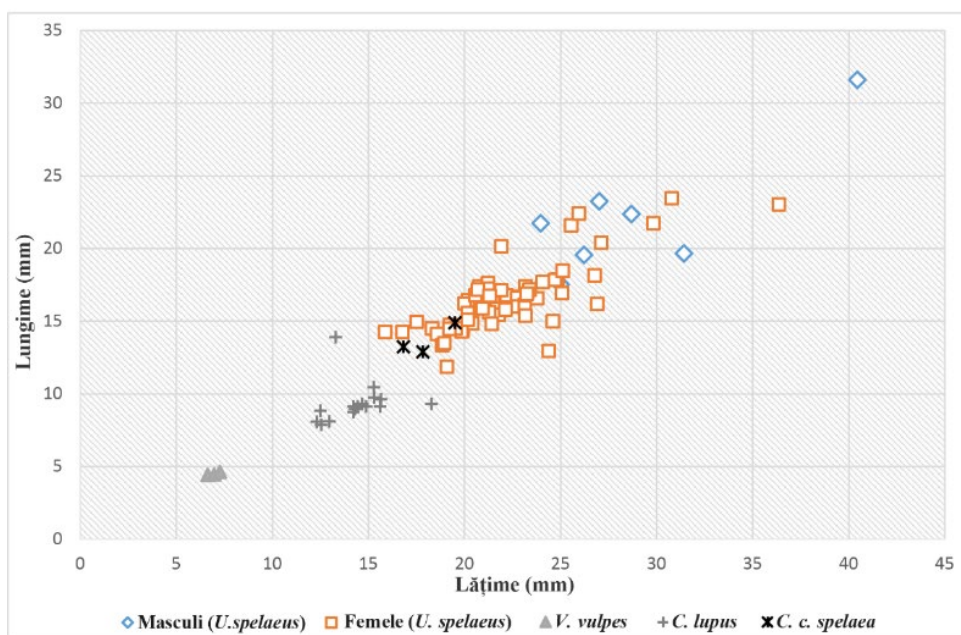


Figura 14. Reprezentarea lungimii și lățimii caninilor inferiori dreapta a speciilor de carnivore din săpătura paleontologică

Valorile curbelor de mortalitate (calculate pentru M_1), rația sexelor (obținută prin analiza caninilor inferiori) coroborate cu Numărul Minim de Indivizi, ne indică un sit tipic de hibernare pentru ursidele din Pleistocen superior, bogat în indivizi ce acoperă toate grupele de vârstă, cu un raport normal între sexe și cu o dominanță juvenilă (preponderent). Cu toate acestea, atât ponderea destul de mare a adulților din totalul populației (înregistrată pentru ambele părți

anatomice ale M₁), coroborată cu lista faunistică sugerează raporturi antagonice destul de intense între urside și celelalte carnivore tipice.

5.9.2. Biocronologie

Una dintre metodele folosite pentru fundamentarea biocronologiei populației de *Ursus spelaeus* de la Peștera Muierilor, a fost realizată aplicând metoda indicelui morfodinamic pe premolarul patru, inferior și superior (P_{4/4}). Această metodă se bazează pe trendul evolutiv al planului ocluzal al P_{4/4}: cu cât este mai recent un specimen de urs de peșteră, cu atât este mai complexă suprafața de masticație a premolarului patru. Prin urmare determinarea indicelui morfodinamic a fost calculat folosind ecuația:

$$\frac{MphtProduct}{P4/4amount} \times 100\% \quad [1]$$

Pentru care: *MphtProduct* este produsul tuturor morfotipurilor P_{4/4}, în timp ce *P4/4amount* reprezintă numărul total de premolari patru analizați;

Standardizarea indicelui P_{4/4} cu valoarea obținută pentru Peștera Gamssulzen, situl reper pentru populația de *Ursus ingressus*, (indice P_{4/4} = 225.12). Ecuația folosită este:

$$\frac{P4index\ Urșilor}{P4index\ Gamssulzen} \times 100\% \quad [2]$$

Morfotipurile dominante ale P₄ pentru populația de urși analizată sunt C2 (protoconid, paraconid, metaconid, hipoconid) și C3 (protoconid, paraconid, metaconid, entoconid, hipoconid și un cuspid adițional), având o proporție de circa 74% din totalul analizat. Indicele morfodinamic obținut este 237.87, o valoare care indică o populație de urside evoluată din punctul de vedere al complexității suprafeței ocluzale.

Morfotipul dominant al P⁴ pentru populația de urși analizată este D (protocon, metacon, hipocon, metastil și mici cuspidi adiționali), acesta având o pondere de circa 66% din totalul speciemenelor. Indicele morfodinamic obținut este 255.22, o valoare care indică o populație de urside evoluată din punctul de vedere al complexității suprafeței ocluzale.

Indexul P4/4 calculat global pentru cele două părți anatomice (inferioară și superioară) este 245.04. În urma standardizării cu valoarea obținută pentru Peștera Gamssulzen, indexul morfodinamic standardizat pentru Peștera Muierilor este 108.85, una dintre cele mai ridicate valori obținute pentru un sit european cu urs de peșteră. Corelația între indicele P4/4 și scara radiometrică, indică faptul că vârsta populației de urși de la Peștera Muierilor se plasează în partea superioară a Stadiului Izotopic 3 (Fig. 15) și că speciemenele de urside din acest sit sunt susceptibile de a aparține unei populații de *Ursus ingressus*.

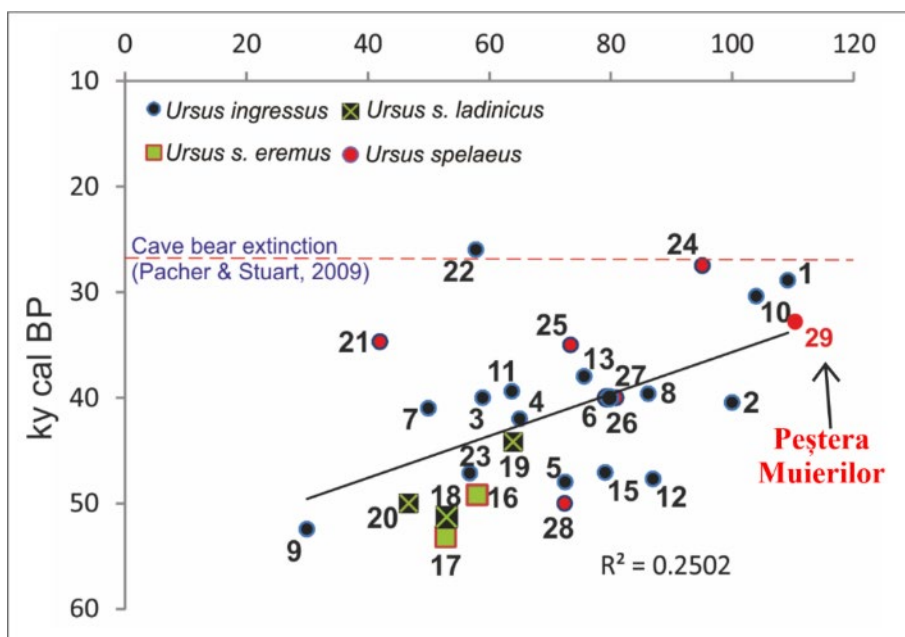


Figura 15. Reprezentarea indexului P4/4 al Peșterii Muierilor.

5.9.3. Impactul carnivorelor asupra materialului osteologic

În cadrul tanatocenozei cu *Ursus spelaeus* de la Peștera Muierilor au fost identificate numeroase resturi fosile cu urme ale impactului de carnivore (urme de roadere, puncturi și perforații ale țesutului osos). Examenul morfologic și metric al modificărilor induse de speciile prădătoare a fost realizat în vederea stabilirii taxonilor responsabili și a stabilirii raporturilor paleoecologice dintre ursul de peșteră și speciile carnivore/necrofage.

Pentru analiza modificărilor asupra țesutului osos fosil au fost identificate 125 de specimene (oase și fragmente de os), de pe ambele părți anatomice ale scheletului (NISP_{stânga și dreapta} = 125). Au fost analizate împreună atât oasele aparținând elementelor juvenile cât și ale celor adulte de *Ursus spelaeus*. În prima etapă a analizei, impactul carnivorelor a fost stabilit prin identificarea resturilor osoase cu urme de mușcătură (perforații și punctură). În a doua etapă, au fost dissociate urmele realizate în țesut spongios de cele realizate în țesut cortical. A treia etapă a constat în măsurarea diametrelor mușcăturilor. A patra etapă a constat în reprezentarea grafică a mușcăturilor de la Peștera Muierilor, alături de valori ale unor mușcăături cu prădător cunoscut din Europa (urs brun actual, hienă de peșteră) și Africa (hienă actuală) pentru a avea indicii asupra taxonilor responsabili cu modificarea resturilor fosile din situl analizat.

Au fost identificate și măsurate 279 de puncturi și perforații în țesut spongios și 50 în țesut cortical. Date fiind diferențele de densitate structurală ale celor două tipuri de țesuturi, acestea au fost analizate și reprezentate grafic separat.

Cele mai multe urme de mușcătură au fost identificate pe oasele lungi (ex. humerus, femur, ulna, radius, etc.), urmate de vertebre, coaste și oasele bazinului. Zonele cel mai puternic afectate sunt epifizele oaselor lungi.

În Figura 16 sunt reprezentate urmele de mușcătură realizate în țesut spongios, (atât de la Peștera Muierilor cât și din alte situri) acestea având ocurența cea mai ridicată dintre cele două categorii de țesuturi, ca urmare a densității structurale mai reduse a acestuia și a predilecției carnivorelor pentru terminațiile epifizale ale oaselor. Analiza morfologică a mușcăturilor, cât și distribuția metrică a acestora, ne indică prezența a cel puțin două specii de carnivore/necrofage cu comportament similar: *C. lupus* și *C. c. spelaea*. Nu este exclus ca printre valorile cele mai ridicate ale perforațiilor de pe materialul osteologic de la Peștera Muierilor, unele să aparțină și leului de peșteră, *P. spelaea*.

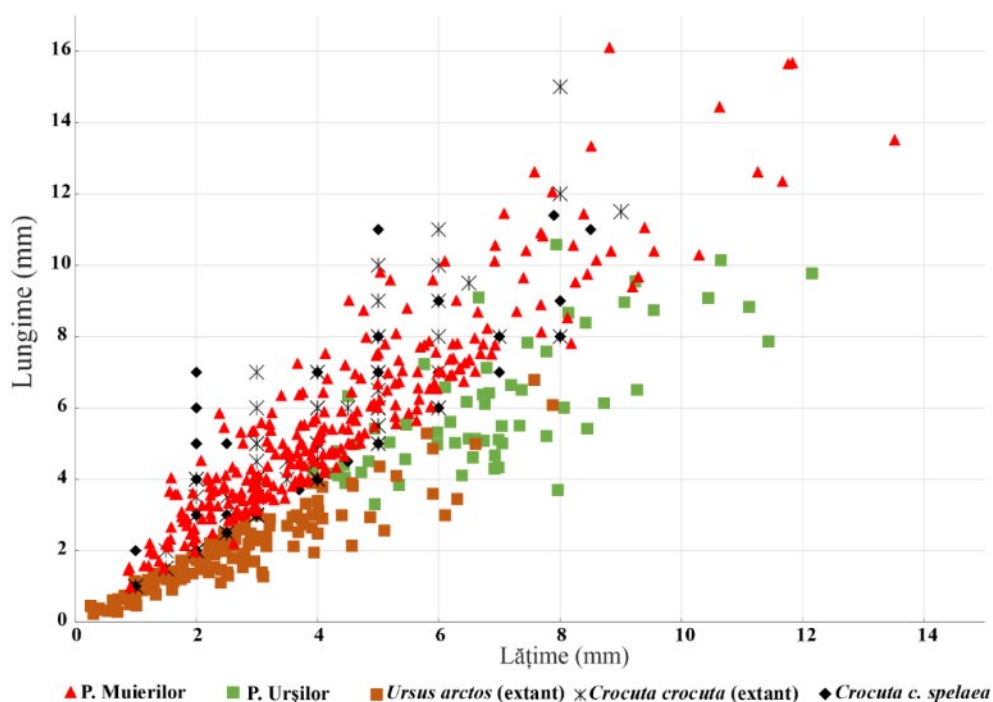


Figure 16. Impactul carnivorelor asupra țesutului spongios

Analiza mușcăturilor situate în țesut cortical (Fig. 17) mult mai dur decât cel spongios, relevă un comportament similar cu cel înregistrat pentru țesutul spongios. Practic, norul de puncte înregistrat pentru Peștera Muierilor se înscrie, în marea lui parte, peste mușcăturile de *C. c. spelaea*. Nu trebuie neglijate nici valorile mai mici obținute, care, foarte probabil aparțin speciei *C. lupus*. De asemenea, ca și în cazul mușcăturilor realizate în țesut spongios, valorile cele mai ridicate indică prezența unui carnivore de talie mare, foarte probabil, *P. spelaea*.

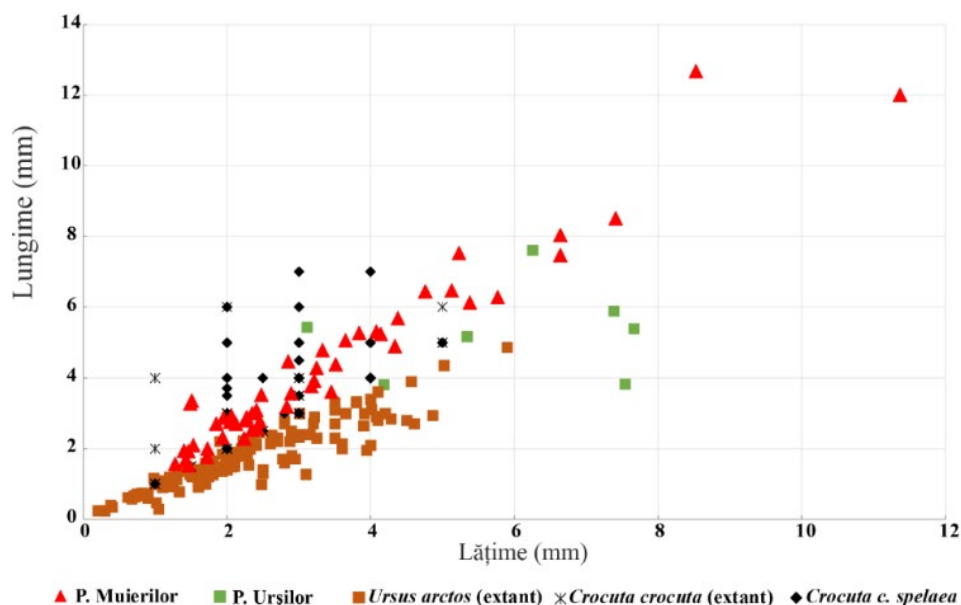


Figure 17. Impactul carnivorelor asupra țesutului cortical

Coroborând lista faunistică identificată până în prezent, la Peștera Muierilor, cu valorile puncturilor și perforațiilor, rezultă faptul că antagonismul speciilor de carnivore pleistocene a fost unul destul de pronunțat, în sensul că cel puțin trei specii de păsători sunt susceptibile de a fi indus modificări pe oasele analizate: *C. lupus*, *C. c. spelaea* și *P. spelaea*. Atât multitudinea de mușcături analizate, cât și gradul ridicat de fragmentare a resturilor fosile de urs indică o presiune ridicată asupra urșilor de peșteră în Stadiul Izotopic 3, în situl analizat. Mai mult, presiunea ridicată a carnivorelor tipice asupra speciei ursului de peșteră, corelată cu schimbările climatice rapide din această perioadă și cu apariția omului modern, ar fi putut influența într-o manieră dramatică diversitatea genetică a acestei specii de urs, rezultând, către sfârșitul MIS 3 la extincția timpurie acestei specii.

5.9.4. Analiza izotopilor stabili pe resturile fosile de *Ursus spelaeus*

Analiza izotopilor $\delta^{13}\text{C}$ și $\delta^{15}\text{N}$ permite identificarea tipului dietei anumitor specii și totodată poate clarifica tendințele carnivore sau erbivore unor specii cu profil omnivor. Pentru studiul de față au fost realizate analize ale izotopilor de carnivore, erbivore și omnivore din Stadiul Izotopic 3.

Au fost prelevate 54 de eșantioane în vederea analizei izotopilor, din care doar 44 de probe au înregistrat valori relevante. Din cele 44 de eșantioane care au furnizat date conforme, 28 aparțin speciei *Ursus spelaeus* (*sensu lato*), 15 probe aparțin carnivorelor iar erbivorele au înregistrat date relevante pentru 8 eșantioane. Așa cum era de așteptat, carnivorele sunt diferențiate categoric de speciile de erbivore prin aportul ridicat de azot cât și valori mai mari ale carbonului. În ce privește specia *Ursus spelaeus*, se observă o delimitare clară a indivizilor

studiați prin reprezentarea unui profil dietetic vegetetarian. Acest fapt, plasează populația de urside de la Peștera Muierilor într-un cadru special, având în vedere că celelalte situri studiate în România au populații cu un profil omnivor.

5.9.5. Analiză ADNmt a resturilor fosile de *Ursus spelaeus*

Analiza ADN-ului din resturile fosile de urside de la Peștera Muierilor a reprezentat un pas important în înțelegerea dinamicii populației dar și identificarea sub/speciei căreia îi aparțin ursidele din această zonă. Amplificarea și secvențierea au fost realizate cu succes utilizând primerii: CB 2558 (3R), CB 2620 (3F), CB 2670a (1F), CB 2671d (2R), CB 2718a (2F), CB 2719 (1R). Implementând protocoalele descrise de Hofreiter et al. (2002), rezultatele au confirmat apartenența indivizilor studiați la populația ursidelor de peșteră dar nu a fost reușită identificarea clară a subspeciei. Din cele șase probe analizate, o singură probă a înregistrat rezultate notabile, celelalte fiind contaminate din cauza expunerii îndelungată pe suprafața sedimentului din peșteră și apoi remainate prin multiple evenimente hidrologice în galeriile de peșteră. Pe lângă analiza ADN-ului au fost realizate analize paleopatologice prin care pot fi identificate anumite patologii la care au fost expuși indivizi din această populație și care ar putea evidenția o legătură între frecvența anumitor tipuri de patologii și rata de mortalitate. Prin urmare, această primă etapă de identificare a protocoalelor necesare extracției și secvențierii ADN-ului fosil și identificarea unor paleopatologii, reprezintă un prim pas în înțelegerea populației de urside din Stadiul Izotopic 3 în Carpații Meridionali, atât dinamica acestora, cât și posibile dovezi ale extincției.

Capitolul 6. Evoluția generală a Peșterii Muierilor din MIS 5 până în Holocen.

Un scenariu general al evoluției Peșterii Muierilor în ultimii 120 ka a fost posibil ca urmare a cercetărilor interdisciplinare a depozitelor speleale. Prin urmare, au fost schițate cinci episoade-cheie (din Stadiul Izotopic 5 și până în Holocen, Fig. 18) în evoluția peșterii:

MIS 5 (cca. 130 - 80 ka). În Stadiul Izotopic 5 Carpații Meridionali au trecut printr-o serie de oscilații climatice importante, de la perioade de optim climatic (MIS 5e) cu condiții interglaciare până la episoade mai restrictive (reci și uscate), cu condiții stadiale (precum MIS 5d) (Rasmussen et al., 2014). La Peștera Muierilor la cca. 119 ± 5 ka (sfârșitul lui MIS 5e), stalagmita PM1/1 a început să crească pe suprafața sedimentelor clactice, în nivelul superior (Nivelul 3, Galeria Melcilor), sugerând că înainte de această dată, în nivelul superior sedimentarea s-a încheiat, galeria devenind fosilă. Această stalagmită înregistrează episoade de

creștere rapidă (1.2 și 1.4 cm/ka) în această perioadă și o fază de creștere lentă spre sfârșitul lui MIS 5. Vârful stalagmitei PM1/1 a livrat o vârstă de 90 ± 6 ka, depunerea calcitului încetând spre sfârșitul lui MIS 5c sau la începutul lui MIS 5b. Vârstele OSL, mai exact proba OSL3 (122 ± 19 ka) indică faptul că în timpul Eemian-ului aportul de sedimente în nivelul median (Nivelul 2) a fost considerabil, depozitând cantități foarte mari de sedimente clastice, care au fost remobilizate (între MIS3 și MIS 2) la mult timp după depunerea lor, împreună cu oase mult mai recente. În nivelul inferior al peșterii (Nivelul 1), stalagmita PM143 a început să crească pe o terasă de calcar, între sfârșitul lui MIS 5a și începutul lui MIS 4 (cca. 82 ka). Vârsta obținută sugerează că înainte de această perioadă, în acest nivel al peșterii, are loc o modificare în regimul hidrologic, debitul râului subteran fiind redus în acea perioadă, permițând precipitarea calcitului în anumite zone. Prin urmare, în această perioadă, procesele implicate în transportul și depunerea sedimentelor clastice cât și formarea speleotemelor, indică faptul că galeriile de peșteră se aflau sub influența pulsurilor climatice ale MIS 5, reprezentate prin optim climatic cât și condiții mai restrictive (dar care au permis precipitarea calcitului).

MIS 4 (ca. 80 – 60 ka). Această perioadă cuprinde evenimentele climatice din MIS 4 care reflectă în general un climat continental rece cu temperaturi joase și evapotranspirație scăzută (Woronko et al., 2019). Din datele OSL știm că în această perioadă am avut un aport constant de sedimente în galeriile inferioare ale peșterii. La începutul acestei faze stalagmita PM143 (găsită pe o terasă de calcar de cca. 60 cm înălțime), a început să crească în nivelul inferior al peșterii (Nivelul 1) sugerând posibilitatea existenței unui regim hidrologic cu curgere liberă. Mai mult decât atât, vârstele OSL din acest nivel susțin scenariul nostru deoarece una din etapele de sedimentare a avut loc între cca. 74 și 56 ka, iar remobilizarea acelor sedimente nu s-a întâmplat fără a fi transportate de un râu subteran.

MIS 3 (cca. 60 – 27 ka). Climatul din MIS 3 s-a caracterizat printr-o încălzire bruscă urmată de o răcire treptată (majoritatea episoadelor de răcire fiind legate de evenimentele Heinrich) (Rasmussen et al., 2014; Staubwasser et al., 2018). Din analiza resturilor fosile știm că MIS 3 a fost una dintre cele mai dinamice perioade din evoluția peșterii, deoarece mamiferele mari și primii oameni moderni au folosit galeriile de peșteră. Datele pe care le-am colectat până acum sugerează că aportul de apă în Nivelul 1 a fost bidirecțional (de la Nord la Sud în primele etape de sedimentare, și de la Sud la Nord mai târziu luând în considerare posibilitatea inundării Nivelului 1 prin cavități conectate cu acest nivel - Peștera Iedulului de exemplu). În ceea ce privește nivelul median (Nivelul 2), vârstele pe radiocarbon din cercetările anterioare (vechile săpături arheologice) sunt cuprinse între 46 cal ka BP (205 cm adâncime) și 34 cal ka BP (90 cm

adâncime), ceea ce sugerează că procesele de sedimentare erau active la sfârșitul lui MIS 4 și începutul lui MIS 3. Această ipoteză este susținută de datările U-Th efectuate pe eșantioanele noastre care nu sunt mai vechi de 34 ka (stalagmitele din Sala Minunilor și carota din baza stalagmitei - Sala Turcului). În această perioadă, vârstele OSL se situează între cca. 65 și 54 ka pentru PMP1 și între cca. 58 și 56 ka pentru PMP2. Intervalul de timp înregistrat de vârstele OSL sugerează că în jurul a cca. 58 și 56 ka aportul de sediment în sistemul carstic a fost considerabil. Vârstele OSL din PMP2 indică un interval de timp cuprins între 70 și 50 ka (cu incertitudini tipice de >10%) pe un profil de aproape 5 m adâncime, sugerând că transportul sedimentelor din această perioadă a avut loc în același timp și a fost depus în același loc. Prin urmare, remobilizarea acestora a fost declanșată de viiturile episodice ulterioare, la intervale diferite de timp, rezultate în urma proceselor de deglaciere. 5 stalagmite din nivelul inferior și cel superior al peșterii s-au format în această perioadă. Majoritatea datărilor cu ^{14}C efectuate pe resturi fosile aparțin acestui interval de timp. Depozitul de resturi fosile din Galeria Urșilor sugerează o biodiversitate foarte mare formată din: urs de peșteră, hienă de peșteră, leu de peșteră, lup pentru această perioadă, fiind mai amplă și mai diversificată decât alte acumulări de resturi fosile din situri importante din România, precum Peștera cu Oase (Quilès et al., 2006) și Peștera Urșilor (Constantin et al. 2014; Robu et al. 2016), care includ aproape exclusiv urși de peșteră.

MIS 2 (cca. 27 - 14 ka). În această perioadă sunt cuprinse evenimente climatice din LGM dar și din post-LGM. Pentru această perioadă, în Peștera Muierilor putem observa o abundență mai scăzută a resturilor fosile cât și o diminuare a precipitării calcitului, acest fenomen fiind surprins și în alte studii asupra speleotemelor din România în decursul Stadiului Izotopic 2 (e.g. Constantin et al., 2007). În ceea ce privește remobilizarea sedimentelor clastice, se observă o perioadă intensă atât prin relocarea sedimentelor cât și a resturilor fosile, din galeriile de peșteră, în perioada post-LGM, fapt determinat de efectele deglacierii. O parte din analizele anizotropiei susceptibilității magnetice împreună cu granulometria sugerează faptul că aceste evenimente hidrologice au fost rapide și scurte ca interval de timp, remobilizând sedimente cu vârste mai vechi dar încorporând în același timp resturi fosile cu vârste mai recente. Prin urmare, geneza depozitelor speleale din Galeria Urșilor este complexă și este rezultatul unor viituri succesive. Astfel, pentru această perioadă, evenimentele hidrologice cu intensitate ridicată și de scurtă durată sunt definatorii pentru aportul de sedimente clastice în rețele carstice cât și principalul element în remobilizarea sedimentelor mai vechi. Astfel de evenimente au fost întâlnite în mai multe cazuri în Europa în această perioadă (eg. Menot et al., 2006; Soulet et al., 2011; Sanchi et al., 2014; Gheorghiu et al., 2015), conturând astfel importanța evenimentelor hidrologice post-LGM în modificarea morfologică a elementelor de la exterior cât și remobilizările importante

din mediul subteran. Un element important în constrângerea evenimentelor hidrologice din această perioadă este reprezentat prin stalagmita PM146 cu o vârstă în bază de 14.7 ± 0.4 ka, aceasta fiind prelevată din primul strat al săpăturii paleontologice (careul Q6). Prin urmare, perioada remobilizării extensive a sedimentelor clactice și a resturilor fosile în galeriile de peșteră a fost stabilită între 22 ka și 14 ka, având în vedere că *terminus post-quem* este reprezentat prin vârsta obținută pe un canin de *Ursus spelaeus* și *terminus ante-quem* fiind reprezentat prin baza stalagmitei PM146. După aceste evenimente, procesul de sedimentare din nivelele inferioare ale peșterii se incheie.

MIS 1 (<14 ka). În ciuda condițiilor climatice mai aspre și restrictive din partea finală a lui MIS 2, speleotemele sunt mai abundente întrucât formarea speleotemelor în Holocen a fost foarte rapidă și extinsă, tipic perioadei post-LGM, la fel ca și în cazul mai multor peșteri din România (Constantin, 2003; Constantin et al., 2004; Constantin et al., 2007, 2013; Drăgușin et al., 2014). Nouă stalagmite din Peștera Muierilor au în bază vârste de <14 ka, ceea ce sugerează o depunere masivă a calcitului, indicând o perioadă optimă din punct de vedere climatic. Prin urmare, în această fază nu au avut loc evenimente hidrologice importante, fiind legată de perioada stabilă dar umedă Bølling – Allerød. Una dintre cele mai importante speleoteme din Nivelul 1 este stalagmita PM146 cu o vârstă în bază de 14.7 ka crescută deasupra primului strat de sediment al săpăturii în careul Q6. Această probă indică finalul procesului de sedimentare din nivelele inferioare ale peșterii.

6.1. Etapele de sedimentare a galeriilor de peșteră și implicațiile tafonomice ale resturilor fosile

Reconstituirea contextului sedimentologic al peșterii și tafonomia depozitelor fosile au condus la o mai bună înțelegere a evoluției peșterii începând cu sfârșitul MIS 5 și până în Holocen (Fig. 18). Resturile fosile din nivelele superioare și inferioare ale peșterii au fost asociate în majoritatea studiilor cu specia *Ursus spelaeus*, considerată a fi specia dominantă. Cu toate acestea, rezultatele săpăturii din Galeria Urșilor sugerează o asociație faunistică mai echilibrată (fiind prezente atât specii de carnivore, omnivore dar și erbivore și mamifere mici). De asemenea, rezultatele prezentului studiu, indică existența a unei tanatocenoze secundare în Galeria Urșilor și o tanatocenzoă primară în galeria Hades. Prin urmare, geneza tanatocenozei secundare din Galeria Urșilor este strâns legată de inundațiile episodice post-LGM și de remobilizarea sedimentelor clactice și a resturilor fosile din mai multe surse. Nu sunt excluse ipotezele legate de conexiunea Galeriei Urșilor cu o altă cavitate (de exemplu Peștera Iedului) la aceeași altitudine, transportul sedimentului și a resturilor fosile realizându-se de la sud la nord

(în ultimele etape de sedimentare). Aportul de sedimente și resturi fosile din galeriile superioare (Galeria Tursitică) sub influența unei curgeri libere cu debite mici și intermitent, având ca proveniență cursuri de apă tributare Galbenului și situate amonte de bara calcaroasă, sunt luate în calcul. Vârstele obținute prin metoda radicarbonului pe resturile fosile sugerează prezența speciei de *Ursus spelaeus* în zona Peșterii Muierilor cât și utilizarea galeriilor de către acesta în perioada 46 ka – 22 ka, fapt ce indică o prezență pe o perioadă mai lungă de timp decât se credea anterior. Prin urmare, co-habitarea mamiferelor mari cu primii oameni moderni din această regiune a fost posibilă. Mai mult, vârstele recente obținute pe resturile fosile de *Ursus spelaeus* sugerează faptul că zona sudică a Carpaților Meridionali ar fi putut reprezenta un loc de refugiu pentru populația de urside în Stadiul Izotopic 3.

Geneza tanatocenozei din Galeria Urșilor a presupus înțelegerea unei cronologii inverse, având în vedere că vârste mai recente pe resturile fosile au fost înregistrate în baza săpăturii paleontologice și vârste mai vechi către suprafață. Analizele sedimentologice coroborate cu vârstele obținute prin OSL, ^{14}C și U-Th din săpătura paleontologică și profilul sedimentologic PMP1, ne-au ajutat în înțelegerea secvenței stratigrafice și stabilirea etapelor de sedimentare. Prin urmare, una dintre etapele cele mai importante în procesul de sedimentare a avut loc post-LGM, atunci când efectele deglacierii (precipitațiile abundente, topirea zăpezilor și a gheții) au produs viituri succesive, remobilizând astfel sedimente cu vârste mult vechi împreună cu resturi fosile de vârstă mai recentă. În plus, vârstele obținute prin OSL au oferit informații importante în ce privește proveniența sedimentelor clastice, sugerând depunerea de cantități masive de sedimente în Galeria Hades în perioada 58-56 ka și apoi remobilizarea succesivă a acestora în MIS 1. Anizotropia susceptibilității magnetice realizată pe profilul PMP2, coroborată cu orientarea resturilor fosile din săpătura paleontologică, indică perioade cu curgere liberă și curent rapid dar și perioade cu regim de apă stagnantă. Rezultate obținute prin metodele menționate anterior, indică o curgere bidrecțională, cu direcția nord-sud (Hades-Urșilor) în primele etape de sedimentare și o curgere sud-nord (Urșilor – Hades) în ultimele etape de sedimentare.

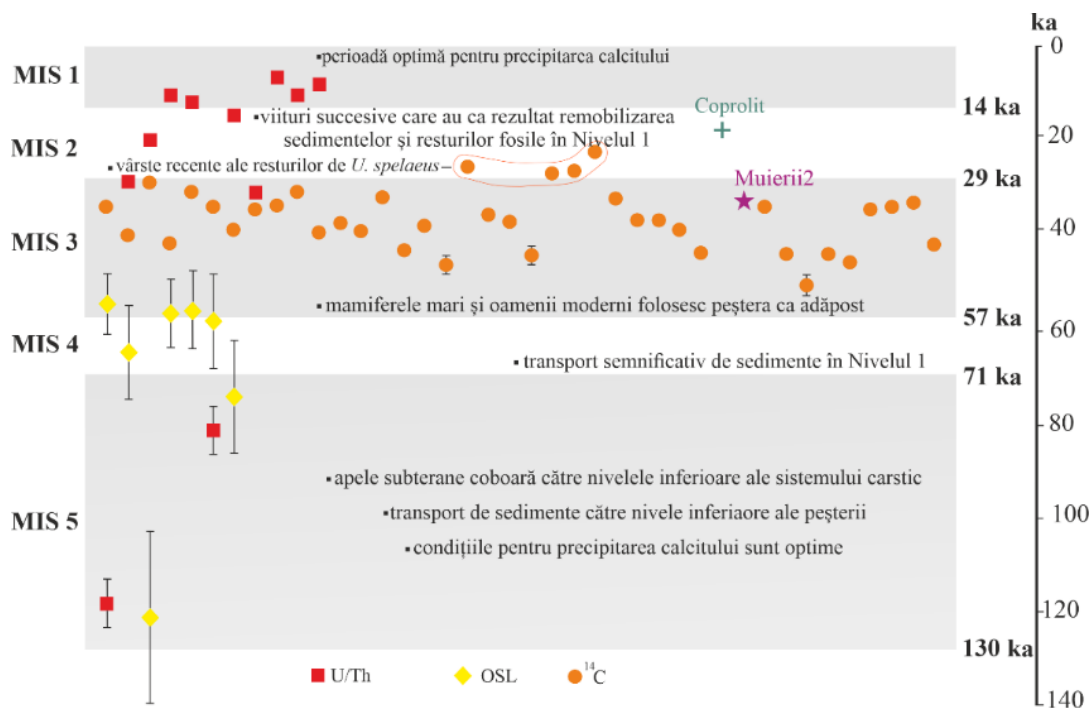


Figura 18. Reprezentarea grafică a etapelor evolutive din Peștera Muierilor pe baza datărilor prin OSL, ¹⁴C și U-Th.

Capitolul 7. Concluzii

Acest studiu aduce noi date cu privire la populația de urside din sudul Carpaților Meridionali, dar și informații cu privire la evoluția Peșterii Muierilor pe o perioadă cuprinsă între Stadiul Izotopic 5 și Holocen. Abordarea multidisciplinară în studiul depozitelor speleale (sedimente elastice, speleoteme și resturi fosile) din Peștera Muierilor a avut ca rezultat schițarea unui scenariu referitor la etapele de sedimentare ale peșterii în ultimii 120 000 ani.

Datele prezentate în această lucrare, respectiv vârstele obținute prin OSL, speleotemele datate, vârstele ¹⁴C și analiza sedimentologică, ne-au condus la următoarele concluzii: (1) sedimentele clastice și resturile fosile au fost remobilizate de mai multe ori sub influența paleo-inundațiilor post-LGM, acestea fiind declanșate de efectele deglacierii; (2) creșterea speleotemelor în perioade mai restrictive (mai reci și uscate), nu a încetat total, precipitarea calcitului fiind posibilă și în aceste perioade; (3) în galeriile Peșterii Muierilor sunt prezente tanatocenoze primare (G. Urșilor) și secundare (G. Hades), geneza acestora fiind complexă, cauzele principale ale depozitării acestora fiind legate de viiturile succesive din MIS 1 și de situații excepționale, în care segmente de galerii au fost "sigilate" prin procese naturale. De asemenea, resturile fosile descoperite în săpătura paleontologică aparțin unei asociații faunistice diverse (carnivore, omnivore, erbivore și mamifere mici), datările cu ¹⁴C indicând un interval mai lung

de coabitare și de utilizare multiplă a galeriilor de peșteră (hibernare, gestație, adăpost), suprapunându-se cu prezența omului modern în această regiune; (4) cronologia inversă din săpătura paleontologică, stabilită prin datările cu ^{14}C , OSL și U-Th, a oferit o perspectivă generală asupra acumulării de resturi fosile din Galeria Urșilor, sugerând etape multiple de sedimentare și surse diferite; (5) vârstele obținute prin ^{14}C pe resturile fosile de *Ursus spelaeus*, sugerează importanța Carpaților Meridionali ca refugiu pentru populația de urside în această zonă; (6) izotopii stabili pe resturile fosile de *Ursus spelaeus* indică un profil “vegetarian” pentru urșii de peșteră din această regiune, iar măsurătorile ostemetrice evidențiază structura și dinamica populației de urside. Datele sedimentologice și paleontologice rezultate în urma acestui studiu la Peștera Muierilor, completează cercetările anterioare și creează noi oportunități pentru studiile viitoare. Analize suplimentare atât pe sedimentele clastice cât și pe resturile fosile și speleotemele de la Peștera Muierilor sunt absolut necesare pentru o mai bună înțelegere a proceselor și evenimentelor implicate în evoluția peșterii dar și în stabilirea dinamicii populațiilor de mamifere. Etapele evolutive descrise în acest studiu oferă o mai bună cunoaștere a contextului regional, completează cunoștințele existente despre perioada și efectele deglacierii în această zonă.

Mulțumiri

Cercetările finalizate prin această lucrare s-au extins de-a lungul unei perioade de peste 6 ani, timp în care am beneficiat de sprijinul unui număr mare de profesori, cercetători, colegi, voluntari și prieteni. Fără ajutorul lor, această cercetare interdisciplinară a depozitelor speleale de la Peștera Muierilor nu ar fi fost realizată. În primul rând doresc să-i mulțumesc conducătorului științific al lucrării: prof. dr. ing. Vlad Codrea pentru încrederea acordată, sfaturile și răbdare în cei 7 ani de doctorat. De asemenea, d-lui dr. Silviu Constantin îi mulțumesc pentru introducerea în domeniul paleoclimatului și în lumea speologiei. Mulțumirile speciale revin colegilor de săpătură cu care am petrecut nenumărate zile în subteran: dr. Alex Petculescu, dr. Marius Robu, Marius Kenesz, Luchiana Faur și Răzvan Arghir și voluntarilor: Tecșan Marian, Radu Olteanu, Mirea Marian, Iulia Miu, dr. Marius Ciocănaș, Raluca Popescu, Dragoș Măntoiu, Andra Domozină.

De asemenea, doresc să mulțumesc lui Stelian Grigore, Cristinel Fofirică, Arthur Dăscălescu și Marius Iliescu (membri ai Clubului de Speologie “Hades”, Ploiești), pentru materialele puse la dispoziție, discuțiile avute în legătură cu evoluția Peșterii Muierilor cât și informații despre munca și descoperirile realizate de-a lungul a mai bine de 25 de ani în această peșteră.

În cei 7 ani de cercetări, acest studiu a beneficiat de suport financiar prin mai multe proiecte:

Rezultatele obținute în cadrul acestei lucrări au fost obținute prin suportul financiar oferit de EEA Grants 2014-2021, prin intermediul contractului nr. 3/2019 (PI: dr. Silviu Constantin) și prin grantul finanțat de Ministerul Cercetării și Inovării (CNCS -UEFISCDI), nr. proiect: PN-III-P4-ID-PCCF-2016-0016, PNCDI III (PI: dr. Oana Moldovan).

De asemenea, studiul de față a beneficiat de suportul financiar al proiectelor: PN-II-RU-TE-2014-4-2301 (PI: dr. Alex Petculescu), Grant 9641115 (PI: dr. Silviu Constantin), EEA Grant 17SEE/2014 (PI: dr. Silviu Constantin), EEA-RO-NO-2018-0126 (PI: dr. Silviu Constantin), EEA-RO-NO-2018-0138 (PI: dr. Oana Moldovan). Mulțumim Institutului Român de Știință și Tehnologie (Cluj-Napoca), pentru sprijinul acordat în ultimii 2 ani.

În final, doresc să mulțumesc familiei mele pentru ajutorul moral și financiar, oferit pe toată durata studiilor doctorale.

Bibliografie

- Argant, J., 2018. Archéologie et paléoenvironnement. Contribution des apports pœctuels: palynologie des coprolithes et des coquillages.
- Argant, J., Philippe, M., 2011. Pollen Analysis of Coprolites: A Tool for Palaeoenvironmental Reconstruction. *Quat. Hors-série*.
- Arriolabengoa, M., Iriarte, E., Aranburu, A., Yusta, I., Arnold, L.J., Demuro, M., Arrizabalaga, A., 2018. Reconstructing the sedimentary history of Lezetxiki II cave (Basque Country, northern Iberian Peninsula) using micromorphological analysis. *Sedimentary Geology*, 372: 96–111.
- Bandrabur, G., Rădița Bandrabur., 2010. Parâng and Capățâni Mountains, in: Orașeanu, I., Iurkiewicz, A. (Eds.), *Karst Hydrogeology of Romania*. Belvedere, Oradea, pp. 69–75.
- Bleahu, M., 1956. Pitorescul regiunilor carstice din R.P.R. Cloeția S.R.C.S. Editura Societății pentru Răspândirea Științei și Culturii, București, p. 96.
- Blott, S.J., and Pye, K., 2001. GRADISTAT: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26:1237-1248.
- Bombiță, G., 1954. Mamiferele din glaciarul peșterilor de la Baia de Fier. Rezultatele paleontologice ale săpăturilor din anul 1951. *Buletin Științific, Secțiunea de Științe Biologice, Agronomice, Geologice și Geografice*, 6: 253-299.
- Bradley, R. S., 2015. *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary: Third Edition.*, Academic Press. Elsevier.
- Brock, F., Higham, T., Ditchfield, P., Ramsey, C.B., 2010. Current Pretreatment Methods for AMS Radiocarbon Dating at the Oxford Radiocarbon Accelerator Unit (Orau).

- Radiocarbon, 52: 103–112.
- Constantin, S., 2003. Evoluții paleoclimatice în Cuaternar pe baza speleotemelor din carstul Munților Banatului și Mehedinți. Unpublished PhD thesis, University of Bucharest, 324 p.
- Constantin, S., Bojar, A.-V., Lauritzen, S.-E., Lundberg, J., 2007. Holocene and Late Pleistocene climate in the sub-Mediterranean continental environment: A speleothem record from Poleva Cave (Southern Carpathians, Romania). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 243: 322–338.
- Constantin, S., Lauritzen, S.E., Lundberg, J., 2007. New data on the chronology of the Second Termination and the paleoclimate during MIS 5 based on the study of a stalagmite from Cloșani Cave (SW Romania). *Quaternary International*, 77: 167-168.
- Constantin, S., Munteanu, C.-M., Milota, Ș., Sarcină, L., Gherase, M., Rodrigo, R., Zilhão, J., 2013. The Ponor-Plopa Cave system: Description, Sediments, and Genesis. In: Trinkaus, E., Constantin, S., Zilhão, J., (Eds.), *Life and Death at the Peștera Cu Oase: A Setting for Modern Human Emergence in Europe* (Oxford University Press USA, New York, pp. 41-55).
- Constantin, S., Robu, M., Munteanu, C.M., Petculescu, A., Vlaicu, M., Mirea, I., Kenesz, M., Drăgușin, V., Hoffmann, D., Anechitei, V., Timar-Gabor, A., Roban, R.D., Panaiotu, C.G., 2014. Reconstructing the evolution of cave systems as a key to understanding the taphonomy of fossil accumulations: The case of Urșilor Cave (Western Carpathians, Romania). *Quaternary International*, 339–340: 25–40. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.10.012>
- Cosac M. (2006-07). Une réévaluation du context des découvertes d'ossements humains de la galerie M de la grotte Muierilor à Baia de Fier. *Annales d'Université "Valahia" Târgoviște, Section d'Archéologie de d'Histoire* 8-9:199-205.
- Czernik, J., Goslar, T., 2001. Preparation of Graphite Targets in the Gliwice Radiocarbon Laboratory for AMS 14C Dating. *Radiocarbon*, 43: 283–291.
- Diaconu, G., Dumitraș, D., Marincea, S., 2008. Mineralogical analyses in peștera Polovragi (Oltețului gorges) and peștera Muierilor (Galbenului Gorges), Gorj County. *Travaux de l'Institut de Spéologie "Emile Racovitza"*, XLVII: 89–105.
- Diaconu, G., Medeșan, A., 1975. Spéléothèmes de dahllite dans la grotte "Peștera Muierii", Baia de Fier - Roumanie. *Travaux de l'Institut de Spéologie "Emile Racovitza"*, XIV: 149–156.
- Dietrich, W. E., 1982. Settling velocity of natural particles. *Water Resources Research*, 18: 1615–1626.
- Doboș, A., Soficaru, A., Popescu, A., Trinkaus, E., 2009. Radiocarbon dating and faunal stable isotopes for the Galeria Principală, Peștera Muierii, Baia de Fier, Gorj County, Romania. *Materiale și Cercetări Arheologice*, 5:15 - 20.
- Doboș, A., Soficaru, A., Trinkaus, E., 2010. The Prehistory and Paleontology of the Peștera Muierii, Romania. *Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège*, 124:1-122.
- Drăgușin, V., Staubwasser, M., Hoffmann, D.L., Ersek, V., Onac, B.P., Veres, D., 2014. Constraining Holocene hydrological changes in the Carpathian–Balkan region using speleothem $\delta^{18}\text{O}$ and pollen-based temperature reconstructions, *Climate of the Past*, 10: 1363–1380.

- Dumitrescu, M., Tanasachi, J., Orghidan, T., 1962. Răspândirea chiropterelor în R.P.R. Travaux de l'Institut de Spéologie "Emile Racovitza", I-II: 509–576.
- Fairchild, I.J., Baker, A., 2012. Speleothem Science: From Process to Past Environments, Blackwell Quaternary Geoscience Series. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 450 p.
- Fairchild, I. J., Smith, C. L., Baker, A., Fuller, L., Spötl, C., Matthey, D., McDermott, F., E.I.M.F., 2006. Modification and preservation of environmental signals in speleothems. *Earth-Science Reviews*, 75: 105–153.
- Folk, R.L., Ward, W.C., 1957. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1): 3–26.
- Ford, D. C., Williams, P., 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Wiley, p. 562
- Fu, Q., Posth, C., Hajdinjak, M., Petr, M., Mallick, S., Fernandes, D., Furtwängler, A., Haak, W., Meyer, M., Mittnik, A., Nickel, B., Peltzer, A., Rohland, N., Slon, V., Talamo, S., Lazaridis, I., Lipson, M., Mathieson, I., Schiffels, S., Skoglund, P., Derevianko, A.P., Drodov, N., Slavinsky, V., Tsybankov, A., Cremonesi, R.G., Mallegni, F., Gély, B., Vacca, E., Morales, M.R.G., Straus, L.G., Neugebauer-Maresch, C., Teschler-Nicola, M., Constantin, S., Moldovan, O.T., Benazzi, S., Peresani, M., Coppola, D., Lari, M., Ricci, S., Ronchitelli, A., Valentin, F., Thevenet, C., Wehrberger, K., Grigorescu, D., Rougier, H., Crevecoeur, I., Flas, D., Semal, P., Mannino, M.A., Cupillard, C., Bocherens, H., Conard, N.J., Harvati, K., Moiseyev, V., Drucker, D.G., Svoboda, J., Richards, M.P., Caramelli, D., Pinhasi, R., Kelso, J., Patterson, N., Krause, J., Pääbo, S., Reich, D., 2016a. The genetic history of Ice Age Europe. *Nature*, 534: 200-205.
- Gale, S. J., 2009. Dating the recent past. *Quaternary Geochronology*, 4: 374–377.
- Gheorghiu, D. M., Hosu, M., Corpade, C., Xu, S., 2015. Deglaciation constraints in the Parâng Mountains, Southern Romania, using surface exposure dating. *Quaternary International*, 388: 156–167.
- Goran, C., 1982. *Catalogul sistematic al Peșterilor din Romania*. Ed. Consiliului Național pentru Educație Fizică și Sport, București, p.496.
- Goslar, T., Czernik, J., Goslar, E., 2004. Low-energy ¹⁴C AMS in Poznań Radiocarbon Laboratory, Poland. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 223–224: 5–11.
- Hann, H., Berza, T., Pop, G., Marinescu, F., Ricman, C., Pană, D., Săbău, G., Bindea, G., Tatu, M., 1986. *Harta geologică a României scara 1:50.000, foaia Polovragi*. Institutul Geologic al României, București.
- Hatvani, I. G., Kern, Z., Leél - Össy, S., Demény, A., 2018. Speleothem stable isotope records for east-central Europe: resampling sedimentary proxy records to obtain evenly spaced time series with spectral guidance. *Earth System Science Data*, 10: 139–149.
- Hofreiter, M., Capelli, C., Krings, M., Waits, L., Conard, N., Münzel, S., Rabeder, G., Nagel, D., Paunovic, M., Jambresić, G., Meyer, S., Weiss, G., Pääbo, S., 2002. Ancient DNA Analyses Reveal High Mitochondrial DNA Sequence Diversity and Parallel Morphological Evolution of Late Pleistocene Cave Bears. *Molecular Biology and Evolution*, 19: 1244–1250.
- Iancu, V., Seghedi, A., 2017. The South Carpathians: Tectono-metamorphic units related to Variscan and Pan-African inheritance. *Geo-Eco-Marina*, 23: 245–262.

- Ion, I., Lupu, S., 1962. Contribuții la studiul geomorfologic al Peșterii Muierilor. *Analele Universității din București*, 31: 133–153.
- Isola, I., Ribolini, A., Zanchetta, G., Bini, M., Regattieri, E., Drysdale, R.N., Hellstrom, J. C., Bajo, P., Montagna, P., 2019. Speleothem U/Th age constraints for the Last Glacial conditions in the Apuan Alps, northwestern Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 518: 62–71.
- Kos, A.M., 2003. Characterisation of post-depositional taphonomic processes in the accumulation of mammals in a pitfall cave deposit from southeastern Australia. *Journal of Archaeological Science*, 30: 781–796.
- Kuhleemann, J., Dobre, F., Urdea, P., Krumre, I., Gachev, E., Kubik, P., Rahn, M., 2013. Last glacial maximum glaciation of the Central South Carpathian Range (Romania). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 106: 83–95.
- Longin, R., 1971. New Method of Collagen Extraction for Radiocarbon Dating. *Nature*, 230: 241–242.
- Lupu, S., Ilie, I., 1962. Observații geomorfologice preliminare în bazinul râului Galbenul. *Probleme de Geografie*, X.
- Lyman, R. L., 2017. Paleoenvironmental Reconstruction from Faunal Remains: Ecological Basics and Analytical Assumptions. *Journal of Archaeological Research*, 25: 315–371.
- Lyman, R.L., 1994. *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge University Press, Cambridge, p. 524.
- McDermott, F., 2004. Palaeo-climate reconstruction from stable isotope variations in speleothems: a review. *Quaternary Science Reviews*, 23: 901–918. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2003.06.021>
- Menot, G., Bard, E., Rostek, F., Weijers, J.W.H., Hopmans, E.C., Schouten, S., Damste, J.S.S., 2006. Early Reactivation of European Rivers During the Last Deglaciation. *Science* (80-). 313, 1623–1625.
- Mirea I.-C., Faur L., Codrea V. A., Constantin S., 2018. The Women s Cave (Peștera Muierilor). *Revue Roumaine de Géologie*, 61-62: 119-123.
- Mirea, I.-C., Robu, M., Petuculescu, A., Kenesz, M., Faur, L., Arghir, R., Constantin, S., Codrea, V., 2017. Taphonomic assessment of MIS 3 cave bear bone assemblages using GIS techniques. Case studies: Muierilor and Urșilor Caves, in: Iuliana Lazăr, Mihaela Grădinaru, Ștefan V. (Eds.), *Eleventh Romanian Symposium on Palaeontology*. Editura Universității, Bucharest, pp. 79–80.
- Moldovan, O. T., Constantin, S., Panaiotu, C., Roban, R. D., Frenzel, P., Miko, L., 2016. Fossil invertebrates records in cave sediments and paleoenvironmental assessments - a study of four cave sites from Romanian Carpathians. *Biogeosciences*, 13: 483–497.
- Nicolăescu-Plopșor, C. S., 1935-1936. Le Paleolithique en Roumanie. *Dacia* 5-6: 41-107.
- Nicolăescu-Plopșor, C. S., Comșa, A., Nicolăescu-Plopșor D. C., Bolomey, A., 1957. Șantierul arheologic Baia de Fier. *Materiale și Cercetări Arheologice*, 3: 13–27.
- Obrecht, I., Hambach, U., Veres, D., Zeeden, C., Böskén, J., Stevens, T., Marković, S. B., Klasen, N., Brill, D., Burow, C., Lehmkuhl, F., 2017. Shift of large-scale atmospheric systems over Europe during late MIS 3 and implications for Modern Human dispersal. *Scientific Reports*,

7: 5848.

- Olariu A., Skog G., Hellborg R., Stenstrom K., Faarinean M., Perrson P., Alexandrescu E. 2001. Human fossil bones from the Muierilor Cave and Cioclovina Cave, Romania. http://tandem.nipne.ro/agata/cioclovina_baia.htm.
- Onac, B. P., Constantin, S., Lundberg, J., Lauritzen, S.-E., 2002. Isotopic climate record in a Holocene stalagmite from Urşilor Cave (Romania). *Journal of Quaternary Science*, 17: 319–327.
- Onac, B.P., Goran, C., 2019. Karst and Caves of Romania: A Brief Overview. In: Ponta, G.M.L., Onac, B.P. (Eds.), *Cave and Karst Systems of Romania*. Springer International Publishing, Cham, pp. 21–35.
- Pacher, M., 2004a. Metrical and palaeobiological investigation of the cave bear crania from Potočka Zijalka (Slovenia). In Pacher, M., Pohar, V., Rabeder, G., (Eds.), *Patočka zijalka: Palaeontological and Archaeological Results of the Campaigns 1997-200*. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 13:115 -122.
- Pacher, M., 2004b. Metrical and palaeobiological investigation of the cave bear mandibles from Potočka Zijalka (Slovenia). In: Pacher, M., Pohar, V., Rabeder, G., (Eds.), *Patočka zijalka: Palaeontological and Archaeological Results of the Campaigns 1997-200*. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 13:123 - 139.
- Parker, G., 2004. 1D Sediment Transport Morphodynamics with Applications to Rivers and Turbidity Currents. E-Book. http://hydrolab.illinois.edu/people/parkerg/morphodynamics_e-book.htm
- Parmalee, P. W., 2005. Ice Age cave faunas of North America. *Geoarchaeology*, 20: 331–334. <https://doi.org/10.1002/gea.20047>
- Păunescu A., Rădulescu C., Samson P., 1982. Découvertes du paléolithique inférieur en Roumanie. *Trav. L'Institut Speol. "Emile Racovitza"*, XXI: 53–62.
- Păunescu, A., 2001. Paleoliticul și mezoliticul din spațiul transilvan. Editura AGIR, București, 574 p.
- Petculescu, A., 2013. Reconstituiri paleoclimatice pe baza mamiferelor mici din depozite carstice. Studiu de caz - Dobrogea Centrală. *Studii și cercetări*, ed. AGIR, Bucuresti, p. 186.
- Petrea, C., Panaiotu, C. E., Horoi, V., Panaiotu, C. G., Constantin, S., 2006. Preliminary climatic interpretation of sedimentologic and rockmagnetic data from the Cave Pesteră cu Oase. *Archives of Climate Change in Karst*, Karst Waters Institute Special Publication, 10: 153–156.
- Piotrowska, N., Goslar, T., 2002. Preparation of Bone Samples in the Gliwice Radiocarbon Laboratory for AMS Radiocarbon Dating. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 38: 267–275.
- Ponta, G.M.L., Aldica, G. V, Dumitru, R., 2019. Căpătâni/Parâng Mountains: Polovragi Cave–Oltetului Gorge Karst Area - Cave and Karst Systems of Romania In: Ponta, G.M.L., Onac, B.P. (Eds.), Springer International Publishing, Cham, pp. 83–91.
- Pourmand, A., Tissot, F.L.H., Arienzo, M., Sharifi, A., 2014. Introducing a Comprehensive Data Reduction and Uncertainty Propagation Algorithm for U-Th Geochronometry with

- Extraction Chromatography and Isotope Dilution MC-ICP-MS. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 38: 129–148.
- Quilès, J., Petrea, C., Moldovan, O., Zilhão, J., Rodrigo, R., Rougier, H., Constantin, S., Milota, Ștefan, Gherase, M., Sarcină, L., Trinkaus, E., 2006. Cave bears (*Ursus spelaeus*) from Peștera cu Oase (Banat, Romania): Paleobiology and taphonomy. *Comptes Rendus Palevol*, 5: 927–934.
- Rabeder, G., Tsoukala, E., 1990. Morphodynamic analysis on some cave bear teeth from Petralona cave (Chalkidiki, Greece). *Beitrage der Palaontologie Osterreich*, 16: 103–109.
- Ramsey, B., Lee, Sh., 2013. Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon*, 55: 720–730.
- Rasmussen, S.O., Bigler, M., Blockley, S.P., Blunier, T., Buchardt, S.L., Clausen, H.B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Pedro, J.B., Popp, T., Seierstad, I.K., Steffensen, J.P., Svensson, A.M., Vallelonga, P., Vinther, B.M., Walker, M.J.C., Wheatley, J.J., Winstrup, M., 2014. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: Refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews*, 106: 4–28.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Ramsey, C.B., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafliðason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., van der Plicht, J., 2013. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55: 1869–1887.
- Reuther, A. U., Urdea, P., Geiger, C., Ivy-Ochs, S., Niller, H. P., Kubik, P. W., Heine, K., 2007. Late Pleistocene glacial chronology of the Pietrele Valley, Retezat Mountains, Southern Carpathians constrained by ¹⁰Be exposure ages and pedological investigations. *Quaternary International*, 164–165: 151–169.
- Riel-Salvatore, J., Popescu, G., Barton, C. M., 2008a. Standing at the gates of Europe: Human behavior and biogeography in the Southern Carpathians during the Late Pleistocene. *Journal of Anthropological Archaeology*, 27: 399–417.
- Robu, M., 2015. The palaeontology of the cave bear bone assemblage from Urșilor Cave of Chișcău – Osteometry, palaeoichnology, taphonomy, and stable isotopes. Editura Universitară, Bucharest, p. 248.
- Robu, M., 2016. Fossil population structure and mortality analysis of the cave bears from Urșilor Cave, north-western Romania. *Acta Palaeontologica Polonica*, 61(2): 469–476. doi:<http://dx.doi.org/10.4202/app.00201.2015>.
- Robu, M., Petculescu, A., Panaiotu, C., Döppes, D., Marius, V., Dragușin, V., Kenesz, M., Moldovan, O.T., Constantin, S., 2011. New insights on the cave bear population from the Urșilor Cave, Romania. *Quaternaire Suppl.*, 4: 107–116.
- Rossi, C., Bajo, P., Lozano, R. P., Hellstrom, J., 2018. Younger Dryas to Early Holocene paleoclimate in Cantabria (N Spain): Constraints from speleothem Mg, annual fluorescence banding and stable isotope records. *Quaternary Science Reviews*, 192: 71–85.
- Sanchi, L., Ménot, G., Bard, E., 2014. Insights into continental temperatures in the northwestern Black Sea area during the Last Glacial period using branched tetraether lipids. *Quaternary*

- Science Reviews, 84: 98–108.
- Săndulescu, M., 1984. Geotectonica României. Editura Tehnică, București, p. 335.
- Sasowsky, I. D., Mylroie, J., 2007. Studies of cave sediments: Physical and chemical records of paleoclimate, p. 329.
- Soficaru, A., Doboș, A., Trinkaus, E., 2006b. Early modern humans from the Peștera Muierii, Baia de Fier, Romania. Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A., 103 (46): 17196-17201.
- Soulet, G., Ménot, G., Garreta, V., Rostek, F., Zaragoși, S., Lericolais, G., Bard, E., 2011. Black Sea “Lake” reservoir age evolution since the Last Glacial — Hydrologic and climatic implications. Earth and Planetary Science Letters, 308: 245–258.
- Staubwasser, M., Drăgușin, V., Onac, B. P., Assonov, S., Ersek, V., Hoffmann, D. L., Veres, D., 2018. Impact of climate change on the transition of Neanderthals to modern humans in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A., 115 (37): 9116-9121.
- Știucă, E., Popescu, A., Petculescu, A., 2007. New data on the cave hyena (*Crocota crocuta spelaea* Goldfuss 1832) from Muierii Cave (Baia de Fier, Gorj District, Romania). Studii și Comunicări. Științele Naturii, XXIII: 201-208.
- Sun, L., Deng, C., Wang, W., Liu, C., Kong, Y., Wu, B., Liu, S., Ge, J., Qin, H., Zhu, R., 2017. Magnetostratigraphy of Plio–Pleistocene fossiliferous cave sediments in the Bubing Basin, southern China. Quaternary Geochronology, 37: 68-81.
- Tămaș, T., Onac, B., Bojar, A., 2005. Lateglacial-Middle Holocene stable isotope records in two coeval stalagmites from the Bihor Mountains, NW Romania. Geological Quarterly, 49(2): 185-194.
- Tîrlă, L., Drăgușin, V., Bajo, P., Covaliov, S., Cruceru, N., Ersek, V., Hanganu, D., Hellstrom, J., Hoffmann, D., Mirea, I., Sava, T., Sava, G., Șandric, I., 2020. Quaternary environmental evolution in the South Carpathians reconstructed from glaciokarst geomorphology and sedimentary archives. Geomorphology, 354:107038.
- Trifulescu, M., 2008. Geologia zacamintelor de grafit din Muntii Parang si Capatanii (Carpatii Meridionali Centrali). Editura Vergiliu, Bucuresti, p.168.
- Urdea, P., 2004. The Pleistocene glaciation of the Romanian Carpathians. Developments in Quaternary Sciences, 2: 301-308.
- Urdea, P., Onaca, A., Ardelean, F., Ardelean, M., 2011. New evidence on the quaternary glaciation in the romanian carpathians. Developments in Quaternary Sciences, 15: 305-322. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53447-7.00024-6>
- Urdea, P., Reuther, A., 2009. Some new data concerning the quaternary glaciation in the Romanian Carpathians. Geographica Pannonica, 13 (2): 41-52.
- Vinogradov A. P., Devirts A. L., Dobkina E. I., Markova N. G. 1968. Radiocarbon dating in the Vernadski Institute, V, in Radiocarbon, Vol, 10, No. 2, p. 454.
- Walker, M., 2005. Quaternary Dating Methods, 1st ed. John Wiley & Sons, Ltd, p. 304.
- White, W. B., 2007. Cave sediments and paleoclimate. Journal of Caves and Karst Studies, 69 (1): 79-93.
- Withlam, G., 2004. Analysis of the Cave Bear Metapodial Bones from Potočka zijalka

(Slovenia). In: Pacher, M., Pohar, V., Rabeder, G., (Eds.), Potočka zijalka – palaeontological and archaeological results of the excavation campaigns 1997 – 2000. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 13: 149-160.

Woronko, B., Marks L., Karasiewicz, T., Rychel, J., Kupryjanowicz, M., Fiłoc, M., Adamczyk, A., 2019. MIS 5a to MIS 4 climate transition in NE Poland—the palaeoenvironmental record. Proceedings of The Big MIS4: Records of worldwide Marine Isotope Stage 4 glacial, climatic, and environmental changes. O-2211.

Zander, A., Hilgers, A., 2013. Potential and limits of OSL, TT-OSL, IRSL and pIRIR₂₉₀ dating methods applied on a Middle Pleistocene sediment record of Lake El'gygytgyn, Russia. *Climate of the Past*, 9: 719–7