

Contract PCE 132/2021

Cod proiect PN-III-P4-ID-PCE-2020-2570

Director proiect: Zoltan CSIKI-SAVA

Etapa III – anul 2023

**Raport științific pentru etapa III a proiectului de tip PCE
MULTI-BRAIN: Istoria naturală a unei radiații endemice
insulare: multituberculatele kogaionide și relevanța lor
pentru evoluția creierului și simțurilor la mamifere**

ETAPA III

**Structura creierului și a aparatelor sensoriale la kogaionide și alte
multituberculatae – o analiză comparativă și implicații evolutive**

Zoltán CSIKI-SAVA

Ramona BĂLC

Mihai DUCEA

Daniel ȚABĂRĂ

Ștefan VASILE

București, Decembrie 2023

1. Obiectivele etapei III, și rezultate estimate, conform Planului de Realizare

Principalele obiective ale etapei III de derulare a proiectului MULTI-BRAIN au fost reprezentate de:

- activități de cercetare de teren în zonele de interes și probare – etapa finala, de încheiere (depozitele continentale, și cele subiacente marine, Cretacic superioare ce aflorază în partea sud-vestică a Bazinului Transilvaniei, zona Alba Iulia – Sebeș, în Bazinul Hațeg și în Bazinul Rusca Montană) pentru A) investigarea succesiunilor și siturilor fosilifere relevante, deja cunoscute, și/sau identificarea unor succesiuni/situri noi; și B) colectarea de date și observații de teren, probe micropaleontologice, palinologice, litologice pentru analizele prevăzute în planul de realizare. În plus față de aceste activități, cercetările de teren au fost extinse în continuare, cum s-a întâmplat și în anii anteriori de derulare a proiectului, și asupra depozitelor marine Cretacic superioare contemporane cu cele investigate în arealele de interes ale proiectului, dar care aflorază în alte regiuni ale Bazinului Transilvaniei respectiv în Carpații Orientali, pentru o datare și corelare mai precisă a depozitelor continentale de interes, cât și pentru înțelegerea mai detaliată a contextului paleogeografic și tectonic regional în care a evoluat ‘Uscatul Transilvan’, arealul populat de multituberculatele kogaionide;
- continuarea activităților de preparare și analiză a probelor și eşantioanelor colectate în anii 2021-2023, atât din arealele de strict interes (Hațeg, Rusca Montană, Transilvania) cât și din cel extins regional (Apuseni, Orientali), din punct de vedere A) micropaleontologic (foraminifere, microvertebrate, ostracode); B) al conținutului de nannoplancton calcaros și de dinoflagelate; C) al conținutului palinologic și a palinofaciesului; D) al conținutului de macrovertebrate, și E) geocrometric; cu completarea acestor investigații cu alte tipuri de analiză (mineralogică, petrografică, geochemică, etc.) considerate de interes/relevante;
- continuarea analizei și interpretării datelor obținute din investigațiile realizate (descrise mai sus) și sinteza preliminară a acestora;
- studiul anatomic-morfologic, sistematic și paleoecologic al diferitelor specimene importante, asociate, de kogaionide precum și cel al unor asociații semnificative de resturi dento-gnathice izolate sau de elemente postcraniane, descrierea și interpretarea acestora – etapa III, și pregătirea/trimiterea spre publicare a rezultatelor obținute;
- corelat cu studiul anatomic-morfologic și sistematic, definitivarea bazei de date (matrice caracter-taxon) ce fundamentează analizele filogenetice individuale ale diferitelor specimene-cheie, precum și cea a întregului grup al kogaionidelor;

- cvasi-definitivarea scanării CT-scan a speciimenelor craniale importante, procesarea și interpretarea seturilor de date rezultate; imaginistică SEM pentru speciimene importante relevante;
- activități de cooperare științifică în vederea exploatării cât mai eficiente a datelor și rezultatelor obținute în cadrul proiectului;
- activități de diseminare a activităților de cercetare din cadrul proiectului și a rezultatelor obținute, prin A) publicații științifice; B) organizare și, respectiv, participări la conferințe; C) conferințe publice.

Rezultatele previzionate a fi obținute de pe urma derulării etapei III (2023) a proiectului:

1. Seturi de date primare de teren și de laborator, de ordin geologic, structural, litostratigrafic, sedimentologic, tafonomic, palinologic, micropaleontologic, paleontologic, geocronometric, și interpretări preliminare ale acestora
2. Descrierea monografică a unor speciimene asociate de kogaionide și de asociații dentognathice semnificative compuse din elemente izolate – inclusiv sub formă de manuscrise definitivare sau aflate curs de pregătire
3. Varianta (semi)finală a matricii caracter-taxon extinse, și utilizarea acesteia în analizele filogenetice-părți componente ale publicațiilor în pregătire
4. Intregirea bazei de date cu seturi de date/imagini rezultate din reconstituirea și interpretarea datelor de scanare CT-scan; descrierea și interpretarea comparativă a rezultatelor obținute
5. Vizite de studiu, stagii de cercetare și de cooperare cu participarea echipei de cerceători și a colaboratorilor externi
6. Participări la conferințe științifice internaționale (cel puțin 5 participări în 2023)
6. Minim trei manuscrise pregătite pentru publicare/submise în reviste cotate ISI, eventual suplimentate de publicații BDI

2. Activități desfășurate în anul 2023 în cadrul proiectului (în conformitate cu Planul de Realizare), și rezultate obținute

Introducere

Anul III de derulare al proiectului (2023) a beneficiat de un context total permisiv din punct de vedere epidemiologic (spre diferență de al doilea, și, mai ales, de primul an de derulare), ceea ce a permis activități mai intense și mai extinse de mobilități, atât în ceea ce privește cercetările de teren (campanii mai numeroase și mai variate ca și obiective și destinații) dar și

participări la vizite de lucru și stagii de cercetare, ceea ce reprezintă modalități/opportunități optime și importante de stabilire de contacte personale și de dezvoltare de perspective de colaborare cu colegi cercetători din străinătate; în acest sens, suportul obținut din partea unui proiect intern al Universității din București, instituție unde se implementează proiectul, proiect acordat pentru activități suplimentare și colaterale proiectului PCE 132/2021 a fost de asemenea de mare ajutor. Suplimentarea bugetară pe anul 2023 (etapa III) rezultată din realocarea unei sume din bugetul anului II de derulare a permis realizarea unui număr mai mare de analize față de cele preconizate, precum și participarea mai importantă (cu statut de co-organizator) la organizarea unei manifestări științifice naționale cu participare internațională pe domeniul general (Paleontologie) căruia îi aparține și tematica proiectului de cercetare.

În cele ce urmează, vor fi prezentate și detaliate activitățile principale realizate în decursul anului 2023 în cadrul proiectului, urmând structura definită prin Planul de Realizare (PRP) a acestuia.

Activitatea 1. – Activități de cercetare de teren în zonele de interes și probare – etapa finală, de încheiere

Conform PRP, această activitate principală include prospecțiunea geologică-paleontologică în teren și adunarea de date și observații de teren, precum și colectarea de eșantioane și probe pentru procesare și analize ulterioare, eventualacompaniate de excavații de mică amploare în cazurile extraordinare în care acest lucru s-a considerat necesar (identificarea unor acumulări de fosile ce trebuiau să fie excavate pentru salvagardare).

Cum s-a menționat deja în introducere, relaxarea cvasi-totală a contextului epidemiologic în 2023 a permis realizarea unei activități mult mai importante și mai diversificate de cercetări de teren, recunoscându-se caracterul esențial al datelor de teren nou acumulate în atingerea scopurilor și obiectivelor proiectului, precum și dezvoltarea și extinderea acestora pornind de la, și pe baza, datelor obținute în timpul anilor I și II de derulare. Astfel, au avut loc mai multe activități importante de cercetări geologice-paleontologice de teren, orientate înspre următoarele regiuni/obiective particulare:

- un focus principal al celui de al treilea an de derulare al proiectului a fost Bazinul Rusca Montană, unde în anii anteriori cercetările de teren au fost în principal de natură investigatorie, preliminară, și unde în anul 2023 a avut loc o campanie mai susținută și mai extinsă ca și durată, în decursul lunii iulie, implicând mai mulți membrii ai echipei de cercetători. Cele mai importante activități de cercetare din acest areal au fost concentrate în

două regiuni distincte – arealul Rusca Montană, în zona sud-centrală a bazinului, respectiv arealul Lunca Cernii de Sus, în extremitatea estică a acestuia. Scopul principal al acestor activități a fost investigarea și mai ales probarea cât mai detaliată a depozitelor Cretacic superioare continentale, vulcano-sedimentare, precum și a celor marine, subiacente, ce aflorază în cele două areale, și care au fost dovedite deja de cercetările anterioare ca fiind fosilifere. Activitățile desfășurate au inclus cartare geologică, prospecțiune paleontologică și prelevare de diverse probe și eșantioane (micropaleontologice, palinologice, paleontologice, litologice-petrografice, pentru geocronometrie etc., precum și colectarea și procesarea preliminară a unei cantități importante de matrice potențial fosiliferă cu resturi de vertebrate (pentru detalii, vezi mai jos, pct. 1).

- în paralel, și oarecum conex, cu activitățile de cercetare desfășurate în Bazinul Rusca Montană, s-a continuat și investigarea detaliată a succesiunilor Cretacic superioare din Bazinul Hațeg (principalul areal cu fosile de multituberculate, obiectul principal de interes al proiectului), unde au avut loc activități de cercetare de teren de aceeași natură (cartare geologică, prospecțiune paleontologică și prelevare de diverse probe și eșantioane (micropaleontologice, palinologice, paleontologice, litologice-petrografice, pentru geocronometrie etc) ca și în Bazinul Rusca Montană. Cercetarea de teren din Bazinul Hațeg s-a desfășurat în 2023 în două etape diferite, cu obiective, ținte, participanți și areale investigate parțial distincte. Prima etapă, mai complexă și mai îndelungată, a fost conectată parțial cu activitățile similare din Rusca Montană, s-au extins pe cea mai mare parte a lunii iulie, și au implicat toți membrii echipei de cercetători (deși parțial decalat pe diferite segmente de timp, din motive de disponibilitate personală). În acest interval, au fost investigate cu prioritate depozitele marine, vulcano-sedimentare și continentale din nord-vestul Bazinului Hațeg (regiunea Densuș-Răchitova-Ciula Mică-Vălioara-Boița-Ciula Mare-Densuș), cu scopul unei cartografieri cât mai detaliate a distribuției diferitelor tipuri/corpuri de roci, îndeșirea și eventual completarea probării (micropaleontologice, palinologice, geocronometrice) realizate în anii anteriori în zonele care s-au dovedit de interes sau problematice, identificarea unor noi acumulări de vertebrate, și cercetarea acumulărilor descoperite/studiate în anii anteriori, cu precădere în apropierea localității Vălioara. În afară de acest areal, investigații mai detaliate au privit zona Ponor-Pui, unde cartografierea geologică și respectiv probarea micropaleontologică, palinologică și geocronometrică a fost îndeșită pe secțiunea de pe Râul Bărbat la Pui, și extinsă și în regiunea acoperită de depozitele marine subiacente din arealul Ponor (formațiunile de Pui și Strei). Probări suplimentare, de îndeșire, au fost realizate și în zonele Sînpetru, Nălaț-Vad, respectiv Unciuc.

Cea de a doua campanie de teren, din septembrie, a fost mai redusă ca amploare, timp afectat și persoane implicate, fiind focusată în principal către regiunile nord-vestice ale bazinului, pentru clarificarea unor aspecte de teren încă incomplet înțelese, precum și pentru procesarea preliminară pe teren a materialului paleontologic recuperat în timpul verii (pentru detalii, vezi mai jos, pct. 2).

O mențiune importantă în acest context al cercetărilor din Bazinul Hațeg privește continuarea colaborării (inclusiv prin activități comune în teren) cu colegii din Ungaria cu care am început să lucrăm împreună încă de dinainte de debutul proiectului, și care a continuat de asemenea în anii I și (mai ales) II de derulare (vezi rapoartele pentru anii 2021-2022), în anul curent având loc 2 activități realizate în coordonare cu aceștia (iulie, respectiv septembrie). Diversificarea importantă în cadrul colaborării respective a obiectivelor propuse și a activităților corespunzătoare acestora, diversificare raportată deja în etapa II (2022), a acoperit o plajă largă de diferite activități, de la cartare geologică detaliată, la excavații pe situri paleontologice deja cunoscute sau nou identificate, la probarea sistematică și diversificată (în ceea ce privește natura probelor recoltate) a unui număr mare de profile și aflorimente ce acoperă atât depozite continentale cât și marine, și până la identificarea, investigarea și probarea (dpdv petrografic, geochimic, geocronometric) a unor succesiuni vulcano-sedimentare și vulcanice importante. Unele dintre cele mai importante realizări includ: continuarea excavațiilor la situl nou cu resturi de multituberculate kogaionide, cu și recuperarea unui material bogat fosilifer care se află în prezent parțial în studiu (multituberculate, hadrosauroidee, gastropode); identificarea unor niveluri noi de roci vulcanice-piroclastice, potențial importante pentru contrângerea cadrului cronostratigrafic al depozitelor (vezi mai jos, pct. 4), și implicit al distribuției în timp a kogaionidelor; și conturarea unei imagini mai detaliate asupra evoluției paleogeografice, paleoambientale și tectonice a regiunii cercetate. Majoritatea datelor de observație, a probelor și eșantioanelor adunate sunt încă în curs de prelucrare, analiză și interpretare, dar rezultate parțiale există deja, comunicate la conferințe științifice sau transformate în manuscrise deja publicate și în curs de publicare (vezi și rapoartele pe anii 2021-2022, etapele I și II ale proiectului, dar și mai jos, pct. 10 - diseminare).

De asemenea, merită menționat faptul că activitatea de colaborare pe durata desfășurării proiectului cu cercetătorii din Ungaria (în principal de la Universitatea Eötvös Loránd - ELTE, Budapesta) a mai avut ca rezultat și încheierea unui acord oficial de colaborare între Universitatea din București și respectiv Universitatea Eötvös Loránd – ELTE care permite/sușține continuarea activităților comune de cercetare (pe tematiche legate de, sau

conexe, temei prezentului proiect) până în 2026. Dar tot această colaborare a reprezentat și fundația pe baza căreia am aplicat (și am obținut) un nou proiect de cercetare, finanțat din fonduri publice ale Ministerului Cercetării din Ungaria (NKFIH/OTKA FK 146097), care va susține parțial continuarea, finalizarea și valorificarea activităților de cercetare comune întreprinse până în prezent.

- adițional, pentru a realiza o corelare mai bună și o constrângere mai precisă a vârstei depozitelor Cretacic superioare din zona Hațeg, Rusca Montană și sud-vestul Transilvaniei, depozite ce au furnizat resturi de kogaionide, am continuat și investigarea, în paralel, a depozitelor contemporane acestora, dar dominant marine adânci, din zona Apusenilor de Sud și respectiv din Carpații Orientali, cercetări care au debutat în mod exploratoriu în anul 2021 (etapa I), dar care s-au dovedit deja utile și de mare potențial în contextul noilor date acumulate din aria principală de interes a proiectului, sud-vestul arealului transilvan (vezi de ex. unele rezultate deja publicate sau comunicate în 2023, pct. 10 - Diseminare). Activitățile din anul 2023 au țintit două areale cu precădere:

1) partea estică a Munților Metaliferi (regiunea Vințu de Jos – Vurpăr – Stăuini), unde aflorează depozitele marine ale Formațiunii de Bozeș (unitate identificată și în secțiunea-cheie cu kogaionide de la Petrești) dar cu extinderea activităților și în regiunile învecinate (zona Alba Iulia – Oarda – Sebeș) unde depozitele marine sunt înlocuite lateral de cele continentale fosilifere (Codrea & Dica, 2005). Investigațiile de teren în această regiune au fost realizate în două campanii de teren, una ceva mai lungă și cu mai multe persoane implicate, în luna august 2023, și a doua, cu scopuri și focus (și deci și implicare de personal) mai reduse, în luna octombrie 2023. Scopul principal a fost îndeșirea și detalierea probării succesiunilor investigate anterior (etapele I și mai ales II ale proiectului), colectarea de noi probe petrografice, micropaleontologice și de geocronometrie U-Pb, clarificarea unor probleme rămase neclare după campaniile anterioare și după debutul analizei și interpretării probelor.

2) partea nordică a Carpaților Orientali, unde a avut loc o campanie de teren, ceva mai restrânsă ca și participare și scop, în timpul lunii august, cu scopul de îndeșire și detaliere a datelor /probărilor colectate în anii anteriori în aceeași zonă (Sucevița - Marginea), și clarificarea unor situații geologice locale problematice, precum și identificarea și studiul/probarea unor succesiuni noi, neinvestigate anterior..

Scopul principal al acestor activități de teren a fost colectarea de noi date și informații de teren, precum și clarificarea informațiilor obținute anterior, pentru definirea cât mai precisă și mai bine susținută factual a distribuției spațiale și temporale a siturilor cu resturi de

kogaionide (și prin extensie, și a distribuției kogaionidelor pe întinsul uscatului transilvan în timpul Cretacicului final). În toate aceste campanii de teren, au fost investigate un număr important de succesiuni Cretacic superioare, fiind explorate în principal deschideri naturale, alături de excavații locale de mică amploare. În locațiile investigate au fost întocmite coloane litologice sintetice ale aflorimentelor cercetate, acestea au fost fotografiate, și s-au înregistrat coordonatele geografice (GPS) pentru fiecare punct de probare. Din toate aceste aflorimente au fost prelevate aproximativ 60 de probe de roci pelitice pentru analizele palinologice și (micro)paleontologice, iar din cele marine, inclusiv unele micropaleontologice pentru nannoplanton și foraminifere. Adicional, au fost prelevate și cantități mai mari de sedimente susceptibile a fi fosilifere, din mai multe puncte de probare din arealele investigate, din care au fost deja recuperate resturi de microvertebrate inclusiv de multituberculate kogaionide. În final, au fost prelevate eșantioane de roci de origine magmatică (andezite, tufuri, tufite, posibile ignimbrite – 5 eșantioane) și roci detritice grosiere (peste 25 de eșantioane) în diferite locații de interes pentru realizarea unor analize de geocronometrie U-Pb. În toate situațiile relevante, probarea pentru diferitele tipuri de investigații a fost realizată, în măsura posibilităților, în coordonare între diferiții membri ai echipei, pentru o corelare cât mai facilă și mai precisă a datelor obținute de pe urma analizelor realizate pe seama probelor colectate.

Cum am menționat, dintre arealele investigate, activitatea de teren din 2023 a fost orientată în mod preferențial către câteva obiective specifice, în timp ce restul activităților de investigare și probare au fost cu caracter complementar și aditional față de cele realizate în etapele anterioare. Cele mai importante areale investigate au inclus zona Bazinului Rusca Montană și arealul Densuș-Răchitova-Ciula Mică-Vălioara (în vestul Bazinului Hațeg), în timp ce activitățile de teren din Carpații Orientali, centrul-estul Bazinului Hațeg, precum și regiunea Sebeș-Vințu- Stăuini au reprezentat obiective secundare. În cele ce urmează, vom prezenta detalii legate de activitățile desfășurate în aceste diferite areale de studiu.

1.1. Bazinul Rusca Montană

Situat în apropiere de Bazinul Hațeg, Bazinul Rusca Montană este relativ mai puțin cunoscut în ceea ce privește distribuția, stratigrafia și conținutul paleontologic al depozitelor continentale de la sfârșitul Cretacicului. Cu o evoluție geologică similară celei descrise pentru Bazinul Hațeg, Bazinul Rusca Montană este mai bine cunoscut pentru asociațiile paleobotanice (de ex.: Givulescu, 1966, 1968; Petrescu & Dușa, 1985; Popa et al., 2014, 2016) decât pentru cele de vertebrate fosile (Codrea et al., 2009, 2012; Vasile & Csiki, 2011; Csiki-Sava et al., 2016). Cu toate acestea, identificarea resturilor de mamifere

multituberculată în zona estică a Bazinului Rusca Montană, în apropiere de localitatea Lunca Cernii de Sus (Codrea et al., 2009, 2012) fac din această arie de sedimentare o zonă de interes și din prisma obiectivelor prezentului proiect de cercetare. Au fost investigate succesiuni sedimentare marine și continentale, dar și acumulări vulcanice sau intruziuni magmatice identificate în două arii distincte: în zona centrală a bazinului, în raza localității Rusca Montană, și în extremitatea estică a bazinului, în zona comunei Lunca Cernii de Jos.

În zona centrală a Bazinului Rusca Montană a fost reidentificată zona de aflorire a depozitelor turbiditice semnalate anterior de Dincă et al. (1972), care au descris singura asociație micropaleontologică din zonă. Eșantioanele prelevate de pe valea Pârâului Spitzer (Figura 1) se află în curs de analiză din punct de vedere micropaleontologic (nannoplancton calcaros și foraminifere) și palinologic. Eșantioane destinate studiilor palinologice au fost prelevate și din depozitele continentale care afloră de-a lungul văii Pârâului Nocea, aflat la est de satul Rusca Montană, singura zonă care a furnizat până în prezent și un specimen de vertebrat fosil din zona centrală a bazinului (Vasile & Csiki, 2011). Tot din zona centrală a bazinului au fost prelevate și eșantioane de depozite efusive (tufuri și bombe vulcanice), pentru analiza petrocronologică bazată pe studiul zircoanelor magmatice.

În zona estică a Bazinului Rusca Montană, au fost efectuate cercetări de teren pe raza localității Negoiu, care a mai furnizat și în trecut asociații de vertebrate fosile (Vasile & Csiki, 2011; Csiki-Sava et al., 2016). Din situl fosilifer Fărcădeana, descris în lucrările amintite anterior, au fost prelevate noi eșantioane de sediment, pentru a identifica resturi de vertebrate suplimentare, dar au fost colectate și eșantioane pentru analiză palinologică și petrocronologică. Eșantioane similare au fost prelevate și din două alte aflorimente nou identificate de-a lungul Pârâului Negoiu, pe raza localității omonime (Figura 1).



Figura 1. Depozite Cretacic superioare probate în Bazinul Rusca Montană: depozite turbiditice care afloră pe valea Pârâului Spitzer (stânga; zona centrală a bazinului) și depozite continentale de pe valea Pârâului Negoiu (dreapta; zona estică a bazinului).

2. Zona Densuș-Răchitova-Ciula Mică-Vălioara – depozite continentale

Cum am detaliat în rapoartele de etapă anterioare (2021, 2022), interesul special pentru acest areal din vestul Bazinului Hațeg este argumentat de poziția litostratigrafică particulară a succesiunii în cadrul depozitelor Cretacic terminale din Bazinul Hațeg (Csiki-Sava et al., 2016), de co-ocurența (sau alăturarea spațială strânsă) între depozitele fosilifere continentale cu resturi de vertebrate (inclusiv de multituberculate) și roci de origine magmatică/vulcanică (care sunt mult mai susceptibile de a fi datate prin metode de geocronometrie U-Pb), precum și de co-ocurența (sau alăturarea spațială strânsă) dintre aceleași depozite continentale fosilifere și cele marine subiacente. Acest context geologic oferă posibilități multiple și independente de datare a rocilor continentale fosilifere și implicit a ocurențelor de multituberculate din acest areal, ocurențe ce includ unele dintre cele mai vechi din Bazinul Hațeg, și chiar din întregul areal transilvan. În plus, primele rezultate ale studiilor efectuate în colaborare cu colegii din Ungaria (Botfalvai et al., 2021) au relevat natura bogat fosiliferă a depozitelor din această zonă, precum și existența unor importante modificări de ordin paleoambiental reprezentate în succesiunile locale, de asemenea potențial semnificative pentru înțelegerea distribuției spațio-temporale a kogaionidelor Cretacic târzii transilvane. Pornind de la bazele așezate în timpul cercetărilor din anii anteriori (inclusiv din etapele I și II ale proiectului, în 2021-2022), cercetarea de teren în acest areal a rămas o prioritate și pentru etapa III (2023), deși cu un efort de cercetare (număr de persoane/zile și un număr de cercetători implicați) ceva mai scăzut comparativ cu anul precedent.

Cele mai importante activități efectuate în zona respectivă includ cercetări geologice, stratigrafice, structurale-tectonice și paleontologice detaliate în arealul Ciula Mică-Vălioara-Boița, investigații având ca subiect depozitele membrului median al Formațiunii de Densuș-Ciula (partea inferioară). În acest areal, au fost identificate și excavate noi ocurențe de vertebrate fosile (de ex. LL6) pe lângă cele deja cunoscute din anii anteriori și care au continuat să fie excavate/studiate în continuare (K2, NVS, Fântânele3; Anexa I, Figura AI.1), inclusiv în vederea recuperării de resturi de microvertebrate. Dintre aceste situri fosilifere, Fântânele 3, de altfel un sit moderat bogat în resturi fosile aparținând unor grupe de organisme diverse (Anexa II, Figurile AII.1-AII.2) și care a fost identificat în 2022, are o semnificație specială, fiind cea mai nou descoperită localitate cu kogaionide din arealul transilvan, care a furnizat deja câteva exemplare de dinți izolați în 2022 (Anexa II, Figura AII.3), iar materialul excavat, spălat și sitat în vara anului 2003 de asemenea a furnizat 2 exemplare, deși este încă într-un stadiu foarte preliminar de procesare. Din același sit, în care află depozite continentale atribuite Formațiunii Densuș-Ciula, au fost de asemenea

prelevate câteva probe palinologice, una dintre acestea având un conținut bun în specii fosile de palinomorfe (Anexa II, Figura AII.4; vezi pct. 3).

Pe lângă descoperirile de ordin paleontologic, tafonomic și sedimentologic, în etapa III a fost acumulat și un număr mare de date de observație de cartare geologică asistată de GIS, venind în completarea bazei de date acumulate deja în etapele I și II de derulare ale proiectului, ceea ce va permite realizarea unei hărți geologice aduse la zi și a unui model de structură și evoluție geologică a acestui areal (subiectul unui manuscris care în prezent este în lucru, în curs de finalizare – vezi pct. 10).

3. Depozitele marine Cretacic superioare din Bazinul Hațeg, subiacente celor continentale

Alături de depozitele continentale fosilifere, un interes deosebit îl prezintă și investigațiile detaliate ale succesiunilor marine subiacente acestora. În arealul Ștei-Densuș-Ciula Mică-Răchitova (nord-vestul Bazinului Hațeg), aceste depozite ce fac parte din Formațiunea de Răchitova (membrul inferior și membrul superior, respectiv; Anexa I, Figura AI.3 și AI.4) au fost cartate, investigate și probate preliminar în etapa II de derulare a proiectului (vezi Figura 2A), cu focus principal pe zona de întrepătrundere a faciesurilor continental și respectiv marin (zona v. Pârâul lui Geat – Vălioara). În etapa III, probarea din zona respectivă a fost îndesită în anumite puncte de interes, și de asemenea a fost extinsă spre Densuș (Figura 3). O parte din probele culese în etapa II se află în prezent în stadiu de analiză și interpretare (vezi pct. 3, 4; Anexa II, Figurile AII.6, AII.7 și AII.8). În plus, în arealul respectiv au fost identificate în campania de teren din 2023, după o perioadă îndelungată în care existența lor

Figura 2. Localizarea secțiunilor cu rocile marine Cretacic superioare din Bazinul Hațeg, studiate în etape III (2023; localizare în Google Earth). **A.** Partea de nord-vest – secțiunile Ciula Mică și Valea lui Geat (Formațiunea de Răchitova) Succesiunea de la Răchitova, de asemenea investigată și a cărei studiu este în curs de desfășurare, este localizată puțin la vest de Ciula Mică. **B.** Partea de sud-est – secțiunile Ponor 1 și Ponor 2 (succesiunile continentale cu resturi de kogaionide de la Pui se află ușor la sud de aceste secțiuni).

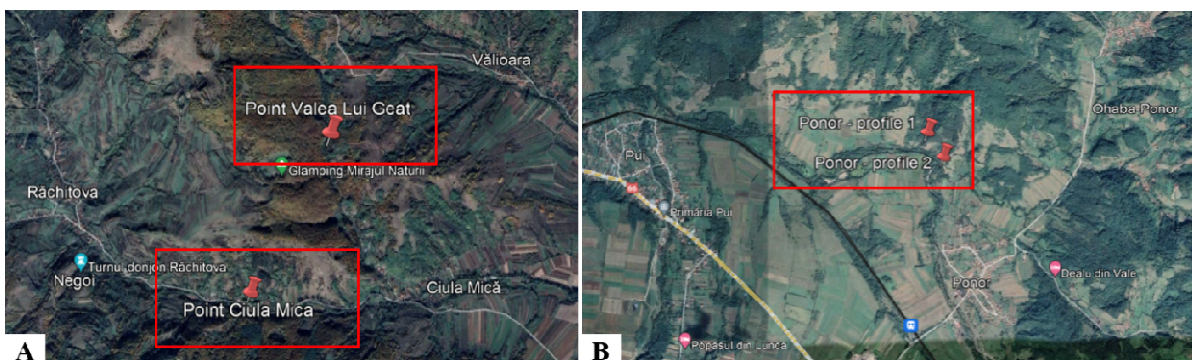


Figura 3. Depozitele turbiditice Cretacic superioare care aflurează în Bazinul Hațeg, în zona vestică, la Densuș (stânga) și în zona estică, la Ohaba Ponor (Ponor 2, dreapta).



era doar sugerată de date de cartare vechi de peste un secol, roci magmatice ce aparent sunt în contact cu/intruse în depozitele continentale ale Membului Medial al Formațiunii de Densuș-Ciula (Anexa I, Figura AI.2), deci extrem de importante pentru că pot oferi date de vârstă independente pentru aceste depozite; probele respective de asemenea se află în etapa de analiză și interpretare a datelor obținute.

Pe lângă depozitele marine Cretacic superioare ale Formațiunii de Răchitova din zona nord-vestică a bazinului, roci similare se cunosc din regiunile centrale al acesteia, unde ele au fost identificate, cartate și probate în regiunea Ohaba Ponor (Figura 2B); aceste depozite aparțin formațiunilor de Pui și de Strei (Figura 3, Anexa I, Figura AI.5B), alături de care au fost întâlnite în teren și depozite ce aparțin Formațiunii de Fizești, ceva mai vechi (Anexa I, Figura AI.5A) Depozitele Formațiunii de Pui (Figura 3) au fost identificate și cartate în două secțiuni (Ponor 1 și Ponor 2). În secțiunea **Ponor 1**, peste depozitele Formațiunii de Pui au fost interceptate și depozite aparținând Formațiunii de Strei, caracterizate prin prezența unor strate de nisipuri, gresii și conglomerate cu *Acteonella*.

Aceste depozite au fost explorate și investigate în cadrul proiectului pentru prima dată în etapa III; pe lângă ridicarea cartografică și înregistrarea alcătuirii litologice ale succesiunilor respective, din aceste depozite au fost luate o serie de probe pentru investigații palinologice, micropaleontologice, de nannoplancton calcaros și geocronologice. Scopul acestor investigații este dublu – pe de o parte, stabilirea corelării stratigrafice și compararea mediilor depoziționale reprezentate de aceste depozite cu cele marine din partea nordvestică a Bazinului Hațeg, iar pe de altă parte, pentru a constrânge din punct de vedere temporal începutul depunerii succesiunilor continentale supraiacente ce aflurează la sud, de-a lungul Râului Bărbat, depozite care au furnizat cea mai bogată asociație de kogaionide cunoscută din tot arealul transilvan. În prezent, aceste probe sunt în curs de analiză, date preliminare obținute din studiul lor fiind prezentate mai jos (pct. 3; vezi și Anexa II, Figurile AII.9,

AII.10, AII.11 și AII.12), precum și în cadrul unor prezentări recente la simpozioane naționale (vezi pct. 10).

4. Alte activități de cercetare desfășurate în Bazinul Hațeg

Pe lângă arealele și obiectivele menționate anterior, activitățile de cercetare desfășurate în Bazinul Hațeg în etapa III (2023) de derulare a proiectului au mai privit următoarele zone/obiective:

- zona Pui: în cadrul succesiunii care află de-a lungul Râului Bărbat, la Pui (succesiune ce constă dintr-o alternanță de argile roșii, nisipuri și gresii verzui-cenușii slab consolidate), au fost prelevate eșantioane multiple din depozitele continentale de culoare mai închisă, bogate în resturi vegetale, care află punctual în cadrul succesiunii, pentru analize palinologice. Atât analizele palinologice cât și studiile asupra depozitelor marine de la Ponor (vezi mai sus) au ca obiectiv determinarea cu mai mare precizie a vârstei depozitelor continentale de la Pui, considerate a fi printre cele mai vechi din întregul bazin, și care au furnizat numeroase resturi de mamifere multituberculare (Grigorescu et al., 1985; Rădulescu & Samson, 1996; Smith & Codrea, 2015) sau ale altor vertebrate contemporane acestora (Folie & Codrea, 2005). De asemenea, au fost prelevate probe de gresii pentru datarea lor de vârstă absolută (zircoane detritice) din două locații dispuse de-a lungul Râului Bărbat (Anexa I, Figura AI.6).

- un alt afloriment cercetat în vara anului 2023, în care sunt expuse sedimente atribuite Formațiunii Densuș-Ciula (Membrul inferior), este cel din apropierea localității Ștei (NV-ul Bazinului Hațeg). Acest membru litologic constă dintr-o succesiune de roci arenito-ruditice (gresii, nisipuri și conglomerate) depuse în facies continental. Din acest sit paleontologic a fost interceptat un nivel bogat fosilifer din care au fost colectate mai multe specimene de frunze fosile atribuite palmierului fosil *Sabalites* (Anexa II, Figura AII.5). Pe baza acestui taxon, dar și a altor specii de plante fosile identificate în acest sit paleontologic, vor putea fi deduse condițiile de paleoclimă și paleomediu din timpul Cretacicului final.

- alte două secțiuni geologice din care au fost prelevate probe palinologice și pentru geocronometrie U-Pb (pe zircoane detritice) sunt cele de la Unciuc (Anexa I, Figura AI.7A) și Nălaț-Vad (Anexa I, Figura AI.7B). Depozitele continentale din aceste două secțiuni geologice constau dintr-o alternanță de argile siltice, gresii, microconglomerate și nisipuri consolidate.

- de-a lungul văii Sibișel (localitatea Sânpetru), în zona de aflorare a Formațiunii de Sânpetru, au fost prelevate câteva probe de roci detritice (gresii) pentru geocronometrie U-Pb (zircoane detritice), precum și unele probe pelitice pentru analize palinologice (Anexa I, Figura AI.8).

5. Formațiunea de Bozeș (Cretacic superior marin), Valea Stăuini

Depozitele marine care aflorază în partea de sud-est a Munților Apuseni (M-ții Metaliferi – Valea Stăuini) aparțin Formațiunii de Bozeș, reprezentată printr-o alternanță de argile, gresii și conglomerate (Figura 4). Pentru analiza micropaleontologică (nannoplancton calcaros, foraminifere, palinomorfe) au selecționat 9 secțiuni reprezentative cu depozite turbiditice ale Formațiunii de Bozeș (vezi Figura 5) din care au fost recoltate un total de 70 de probe, majoritatea dintre ele în campaniile de teren din etapa II (2022) a proiectului (vezi raportul de activitate pe etapa II); această probare a fost îndesită, dar și dublată și completată de investigații stratigrafice și sedimentologice mai detaliate în campaniile de teren din 2023

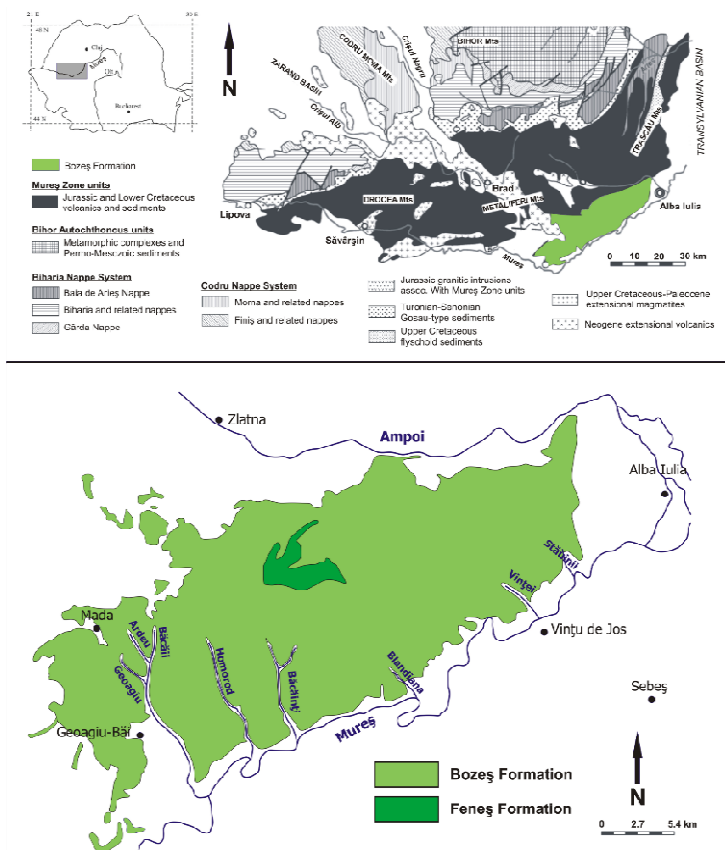


Figura 4. Harta geologică a părții sudice a Munților Apuseni (Metaliferi; după Bălc și Zaharia, 2013) – chenarul roșu indică localizarea arealului studiat în campaniile de teren din cadrul proiectului (Valea Stăuini), importantă pentru că de-a lungul acestei văi este raportată a exista o tranziție între faciesurile marine ale Formațiunii de Bozeș și cele continentale ale Formațiunii de Sebeș, supraiacente

(august, octombrie). Majoritatea probelor de micropaleontologie sunt deja preparate și analizate, mai ales în cazul nannoplanctonului calcaros (vezi pct. 3, precum și Anexa II, Figurile AII.13, AII.14, AII.15, AII.16 și AII.17).

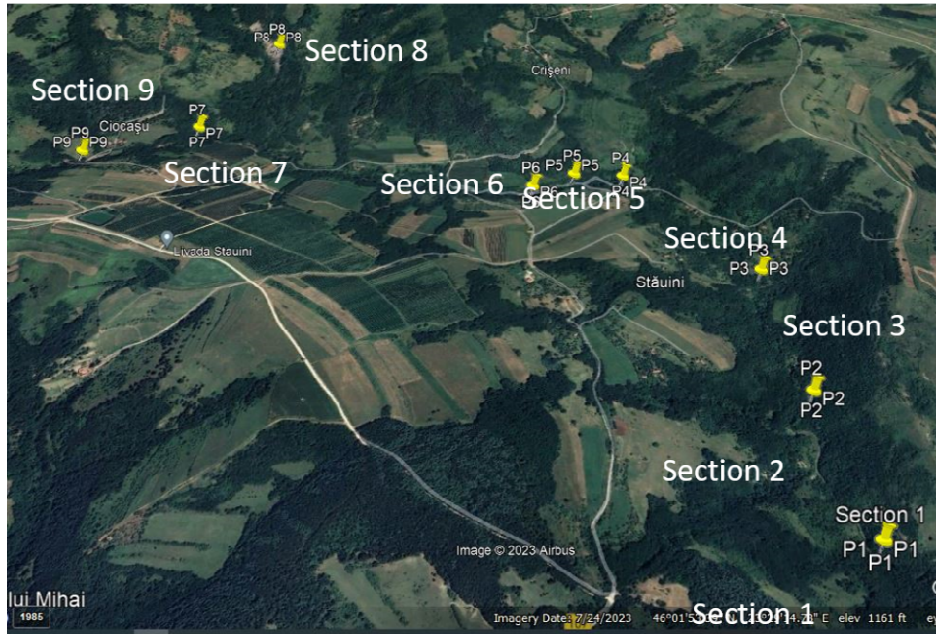


Figura 5. Localizarea secțiunilor studiate de-a lungul Văii Stăuini, cuprinzând depozitele marine, flișoide, Cretacic superioare ale Formațiunii de Bozeș

În plus față de probele micropaleontologice-palinologice (și corelat cu acestea), au fost recoltate 4 probe de gresie pentru determinarea vârstei depozitelor flișoide prin analiza

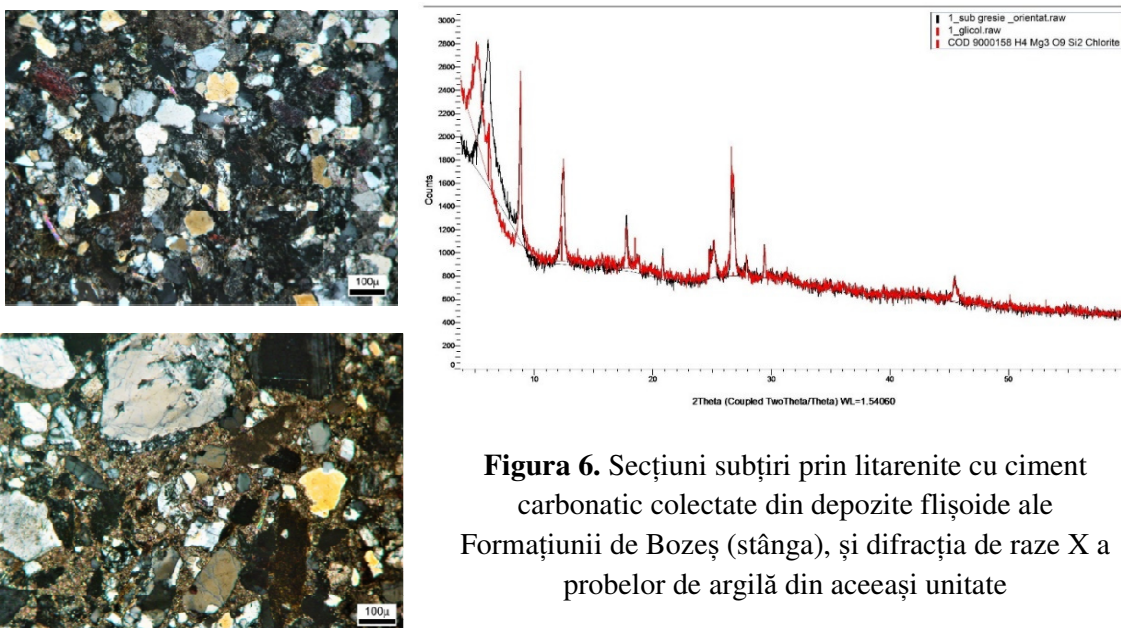


Figura 6. Secțiuni subțiri prin litarenite cu ciment carbonatic colectate din depozite flișoide ale Formațiunii de Bozeș (stânga), și difracția de raze X a probelor de argilă din aceeași unitate

zircoanelor detritice folosind geocronometria U-Pb, iar pentru determinarea ariei sursă (prin analiză mineralogică) au fost efectuate secțiuni subțiri pe numeroase probe de gresie din toate cele 9 secțiuni, în timp ce rocile mai fine, pelitice au fost analizate folosind metoda difractometriei RX (Figura 6).

Prelucrarea, analiza și interpretarea probelor culese în etapele II și III (2022-2023) din zona Văii Stăuini sunt în prezent în plină desfășurare, sinteza acestora, cu scopul de a constrânge mai precis contextul cronostratigrafic și cadrul depozitional (inclusiv evoluția acestuia în timp – vezi Figura 7) fiind unul dintre obiectivele importante de viitor apropiat ale echipei de cercetători a proiectului; primele rezultate ale acestor cercetări au fost deja prezentate la conferințe științifice, și manuscrisul unei lucrări pe această temă este de asemenea în curs de realizare (vezi pct. 10).

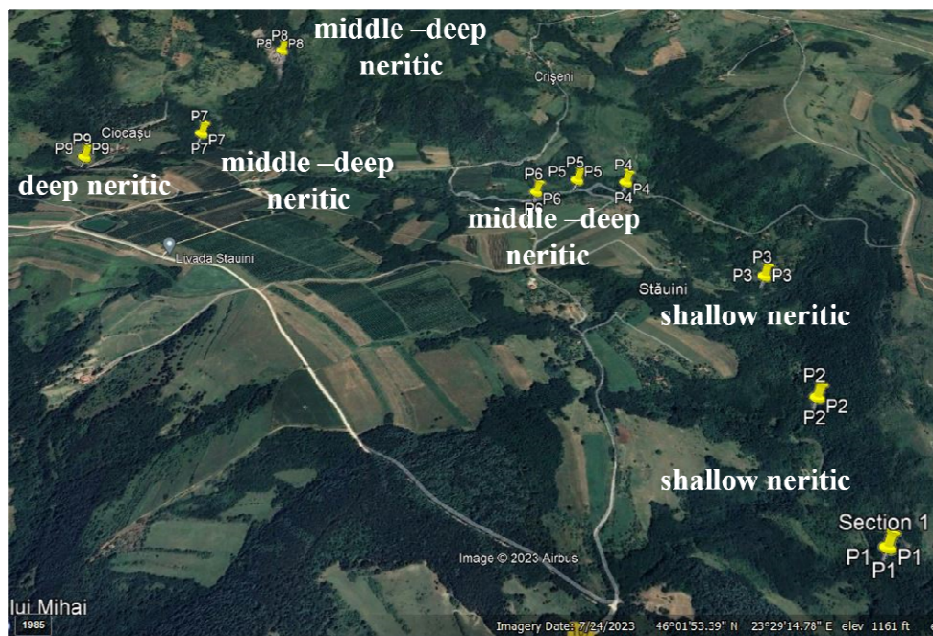


Figura 7. Reconstituirea tentativă, preliminară, a evoluției în timp și spațiu a condițiilor de paleomediului reprezentate de depozitele marine Cretacic superioare ale Formațiunii de Bozeș care află pe Valea Stăuini (estul Munților Metaliferi)

6. Sud-vestul Bazinului Transilvaniei – depozitele continentale ale Formațiunii de Sebeș din zona Petrești-Sebeș-Oarda de Jos și Vurpăr

În zona Bazinului Transilvaniei au fost efectuate cercetări de teren în aria de sedimentare continentală Cretacic terminală din apropierea municipiului Sebeș, extinzând arealul cercetat până spre Vurpăr și Vințu de Jos. Aici, au fost efectuate prospecțiuni în zona de aflorare a depozitelor continentale ale Formațiunii de Sebeș, în zona siturilor Râpa Roșie,

Sebeș Glod, Petrești-Arini și Oarda de Jos (Anexa I, Figura AI.9), precum și la Vurpăr, zone în care au fost identificate și resturi de macrofosile (de ex.: Vremir et al., 2015), dar din care s-au prelevat și eşantioane pentru analiza petrocronologică a zircoanelor detritice, precum și probe pentru analize palinologice.

Studiul multidisciplinar (micropaleontologic, palinologic, sedimentologic, geochimic, geocronometric) al aflorimentului de la Petrești-Sebeș, din partea sud-vestică a Bazinului Transilvaniei, ce a furnizat o serie de resturi de kogaionide, a fost încheiat în cea mai mare parte în primele două etape ale proiectului, astfel că în anul 2023 au fost efectuate doar investigații de teren exploratorii, în vederea identificării unor eventuale noi ocurențe de fosile. Rezultatele acestor studii multidisciplinare sunt cuprinse într-un manuscris care în prezent se află sub evaluare. În schimb, rămân de studiat în detaliu și de descris asociațiile de vertebrate (inclusiv de multituberculate kogaionide), lucru care este în desfășurare în prezent (vezi și pct. 2, 5, 6, 7, mai jos).

Atenția deosebită acordată succesiunii de la Petrești-Arini (Vremir et al., 2014) se datorează prezenței concomitente în succesiune a unei tranziții de la depozitele marine ale Formațiunii de Bozeș la cele continentale ale Formațiunii de Sebeș (Vremir et al., 2014; Țabără et al., 2022), precum și cea a celor mai vechi resturi de vertebrate continentale cunoscute de pe arealul uscatului transilvan de la sfârșitul Cretacului, estimate a se fi acumulat în timpul Campanianului târziu, succesiunea oferind deci o oportunitate unică de a înțelege originea și evoluția acestor faune insulare. Procesarea în masă prin sitare umedă a sedimentului din baza Formațiunii de Sebeș a dus la descoperirea de numeroase resturi de microvertebrate. Analiza preliminară a asociației de microvertebrate (e.g., Vasile et al., 2022) a permis identificarea de resturi aparținând peștilor osoși, amfibienilor, crocodilienilor, dinozaurilor (theropode, ornithopode, nodosauride), dar și a unor specimene de mamifere multituberculate (vezi pct. 2, și Anexa II, Figura AII.18). Acestea se află în prezent în studiu și urmează a fi publicate în prima parte a anului 2024.

Alte zone cu depozite continentale Cretacic superioare care au fost investigate preliminar și probate în etapa III (2023) a proiectului sunt reprezentate de zona Vurpăr (unde scopul principal, pe lângă prospectarea sitului, a fost colectarea de eşantioane pentru geocronometrie U-Pb pe zircoane detritice), aflorimentul Râpa Roșie de lângă Sebeș (Anexa I, Figura AI.9B), unde au fost colectate probe pentru analize palinologice, și mai ales Oarda de Jos. Aflorimentul de la Oarda de Jos, dispus pe partea dreaptă a Râului Sebeș, și care este în prezent parțial acoperit cu sol din cauza unor lucrări de amenajare desfășurate în zonă (Anexa I, Figura AI.9A), a furnizat în trecut un număr mare de resturi de vertebrate, inclusiv

un eșantion impresionant de dinți de multituberculat kogaionide (peste 60 de dinți izolați) pe baza cărui a fost identificat și descris un taxon nou de kogaionid – *Barbatodon oardaensis* - de către Codrea et al. (2014). Ca atare, poziționarea stratigrafică și condițiile paleoambientale reprezentate în acest sit sunt elemente importante pentru înțelegerea distribuției spațio-temporale și respectiv evoluția locală a kogaionidelor. Din acest motiv, din situl respectiv au fost colectate o serie de probe cu scopul realizării de investigații palinologice (vezi pct. 3 și 10, precum și Anexa II, figurile AII.20 și AII.21) și de geocronometrie U-Pb pe zircoane detritice (vezi pct. 4).

7. Cercetări de teren, cartografiere și probare în zona Sucevița-Marginea, nordul Carpaților Orientali

În afara arealului transilvan, unde depozitele continentale fosilifere Cretacic superioare și cele marine subiacente acestora au fost cercetate pe toată durata de derulare a proiectului, și în această etapă III au fost efectuate activități complementare de prospecțiune, cercetare în teren, cartare și probare (palinologie, nannoplancton calcaros, foraminifere, geocronometrie) în depozitele marine Cretacic superioare ale Carpaților Orientali, cvasi-contemporane cu emergența și existența faunelor de vertebrate transilvane; scopul în continuare este obținerea unor date biostratigrafice și geocronometrice care să permită o corelare mai precisă cu, și dezvoltarea unor constrângeri cât mai bune din punct de vedere temporal în, depozitele din regiunile transilvane cu asociații de kogaionide. Activitatea desfășurată în 2023, mai redusă ca intensitate și durată față de etapele anterioare, a venit în continuarea și extinderea unor activități similare desfășurate în etapa I, respectiv în completarea celor care au avut loc în etapa II; aceasta s-a desfășurat într-o sigură campanie de teren (august 2023) ținând depozitele Cretacic superioare din arealul Sucevița-Marginea, depozite ce fac parte din Formațiunea de Hangu din cadrul Pânzei de Tarcău, dar care afloră în alte zone/arrii de deschidere față de cele investigate în 2021. Scopul principal a fost identificarea de aflorimente noi, cartare și prelevare de probe din acest perimetru de cercetare, cartarea geologică desfășurându-se în principal de-a lungul a 3 râuri, și anume:

- Râul Voievodeasa: a fost interceptată o succesiune de marne, shale-uri, gresii și calcarenite ale Formațiunii de Hangu, din care au fost prelevate 3 probe palinologice (Anexa I, Figura AI.10A);
- Râul Bercheza: de-a lungul acestui râu au fost identificate mai multe aflorimente cu depozite atribuite Formațiunii Hangu (Anexa I, Figura AI.10B; Anexa II, Figura AII.22A), din care au fost prelevate noi probe pentru studiul micropaleontologic.

- Râul Rusca: Formațiunea Hangu a fost interceptată în două puncte de aflorare, notate Rusca 1 și Rusca 2. Din punct de vedere litologic, succesiunea sedimentară șoală constă dintr-o alternanță de marne, shale-uri și gresii, cu grosimi de până la 1,3 m. Din aceste două secțiuni geologice au fost prelevate peste 10 probe palinologice, o parte dintre ele fiind deja analizate preliminar pentru conținutul lor în palinomorfe (vezi pct. 3, precum Anexa II, Figurile AII.22B și AII.23).

Activitatea 2. – Prepararea, procesarea și analiza probelor și eșantioanelor paleontologice colectate (etapa finală, de încheiere)

Conform PRP, această activitate principală include atât A) prepararea materialului paleontologic colectat, procesarea (tratate chimică, spălare-sitare) matricii fosilifere, și inventarierea specimenelor fosile nou descoperite, cât și B) analiza și descrierea preliminară a specimenelor deja existente sau a celor nou descoperite.

Proble și eșantioanele paleontologice colectate în decursul anului 2023 includ:

- resturi de macrovertebrate și matrice colectată pentru recuperarea de microvertebrate continentale prin procedura de spălare-sitare. Resturi de macrovertebrate continentale au fost colectate în 2023 în principal în Bazinul Hațeg, și mai exact în zona Ciula Mică-Vălioara, unde situri descoperite recent (vezi Botfalvai et al., 2021) sau nou identificate (inclusiv în 2022-2023) au furnizat în acest an câteva zeci de resturi de vertebrate reprezentând diferite grupe de organisme, în principal chelonieni, crocodilieni și mai ales diferiți taxoni de dinosauri. Aceste resturi se află în prezent în stadiul de preparare și consolidare, fiind studiate în principal în cadrul acordului de colaborare științifică cu colegii geologi-paleontologi din Ungaria (alături de alți colaboratori din țară și din străinătate), cu câteva manuscrise aflate deja în diferite stadii de elaborare (publicate în 2023, sub evaluare/în revizuire, respectiv în pregătire), respectiv au fost deja prezentate la conferințe științifice (vezi pct. 10, Anexa III). Din punctul de vedere strict al proiectului de față, cel mai important aspect al acestor descoperiri este reprezentat de descoperirea unor noi resturi de miltituberculate kogaionide (sub formă de dinți izolați) din situl Fântânele 3, și care se adaugă eșantionului de fosile de kogaionide recuperate din acest sit în etapa II (2022).

Pe lângă aceste fosile de vertebrate din Bazinul Hațeg, a continuat investigarea asociațiilor de microvertebrate descoperite la Petrești, în sud-vestul Bazinului Transilvaniei (vezi pct. 1), o asociație remarcabil de diversă (Anexa II, Figura AII.19) și în același timp probabil cea mai veche asociație diversificată cunoscută de pe uscatul transilvan (Vremir et al., 2014) – studiul acesteia este acum în curs de finalizare și pregătire spre submitere,

rezultatele de până acum fiind sintetizate în cele ce urmează (Vasile et al., 2022). Peștii sunt reprezentați prin piese izolate, constând în solzi de formă rombică și în dinți conici, cu creste longitudinale și vârf lanceolat. Această morfologie este specifică reprezentanților familiei Lepisosteidae, cu ocurențe similare și în depozitele maastrichtiene ale Bazinului Hațeg (de ex., Grigorescu et al., 1999; Csiki-Sava et al., 2006) și Bazinului Transilvaniei (Codrea et al., 2010). Amfibienii sunt reprezentați prin fragmente de ilion similare ca morfologie cu cele ale anurelor din specia *Paralatonia transylvanica*, prezentă în multiple situri maastrichtiene din Bazinul Hațeg și, posibil și în Bazinul Rusca Montană (Venczel & Csiki, 2003; Venczel et al., 2016). Alte resturi fosile atribuite amfibienilor sunt fragmentele de dentar atribuite albanerpetontidelor, amfibieni caudați cunoscuți de asemenea din depozitele maastrichtiene ale bazinelor Hațeg (Grigorescu et al., 1999; Csiki-Sava et al., 2006; Folie & Codrea, 2005) și Rusca Montană (Vasile & Csiki, 2011; Csiki-Sava et al., 2016). Crocodilienii sunt grupul cel mai bine reprezentat în depozitele campanian superioare de la Petrești-Arini, fiind identificați numeroși dinți izolați cu morfologii diferite, care atestă prezența unor morfologii similare cu cele ale eusuchienilor din genul *Allodaposuchus*, cu cele ale ziphosuchianului *Doratodon*, și cu cele ale genului *Sabresuchus*, toți taxoni prezenți și în depozitele maastrichtiene din ariile de sedimentare învecinate (Delfino et al., 2008; Martin et al., 2006, 2014). Dintre dinosauri, dinții izolați atestă prezența nodosauridelor (posibil aparținând genului *Struthiosaurus*), a ornithopodelor (posibil aparținând genului *Zalmoxes*) și a theropodelor. Mamiferele multituberculate sunt prezente prin multipli dinți izolați având morfologie tipică kogaionidelor (Csiki-Sava et al., 2022).

- un număr mare de probe micropaleontologice (pentru recuperare de foraminifere, nannoplancton calcaros, palinomorfe) din depozitele marine investigate în cadrul etapei III (vezi pct. 1, Anexa I). Acestea, în număr total de câteva zeci cumulativ din toate arealele investigate, provin din Bazinul Rusca Montană, din zona nord-vestică (Răchitova, Densuș) și centrală (Ohaba Ponor) a Bazinului Hațeg, din estul Munților Metaliferi, la contactul cu sud-vestul Bazinului Transilvaniei (V. Stăuini, V. Vințului), precum și din nordul Carpaților Orientali (zona Sucevița-Marginea).

- în plus față de aceste probe micropaleontologice, au fost de asemenea colectate probe palinologice din depozite continentale, în principal din Bazinul Hațeg (Pui, Sânpetru, Nălaț-Vad, Unciuc, Vălioara) și, respectiv, din sud-vestul Bazinului Transilvaniei (Oarda de Jos, Râpa Roșie).

Cea de a doua parte a activității de cercetare paleontologică orientată spre vertebrate fosile a fost reprezentată de acumularea unei cantități importante de matrice potențial

fosiliferă din diferite situri deja cunoscute ca fiind fosilifere sau bănuite a avea astfel de potențial pe baza litofaciesului și/sau a prezenței altor tipuri de fosile (în principal de macrovertebrate). O parte din acest material a fost deja procesată prin tehnici micropaleontologice (spălare-sitare în mai multe etape pentru îndepărtarea fracției fine a matricii), și se află în curs de separare. De asemenea, parte din probele de micropaleontologie și palinologie, din diferite regiuni, am început să fie deja preparate și analizate, unele ajungând deja în faza de interpretare (vezi pct. 3 și 10).

Activitatea 3. – Analize palinologice și micropaleontologice (etapa finală, de încheiere)

Conform PRP, această activitate principală include două mari direcții de investigații, respectiv A) *Palinologie*, începând de la colectarea și prepararea probelor palinologice (tratare chimică, separare prin lichide grele), și continuând prin realizarea de preparate montate pe lame pentru analiză sub microscop, prin studiul microscopic propriu-zis, prin identificarea și fotografierea materialului sporo-polinic prezent, și finalizat prin realizarea de rapoarte asupra conținutului palinologic, a palinofaciesului și interpretarea acestora; și respectiv

B) *Micropaleontologie* (în principal, conținutul de nannoplancton calcaros și foraminifere), debutând cu colectarea de probe, prepararea (prin tratare chimică) a probelor micropaleontologice, urmat de studiul microscopic al preparatelor realizate (lame, celule), identificarea și fotografierea materialului prezent micropaleontologic (nannoplancton calcaros, foraminifere), precum și realizarea de rapoarte asupra conținutului micropaleontologic și asupra interpretării acestuia.

În cadrul primei direcții de cercetare (*Palinologie*), în decursul anului 2023 s-a extins în mod semnificativ arealul acoperit de eșantionajul palinologic, precum s-a îndesit eșantionajul deja efectuat în etapele anterioare, atât în arealele de imediat interes (arealul transilvan), cât și în cel de interes secundar (Carpații Orientali) (vezi pct. 1). Concomitent, s-a progresat cu activitatea de procesare a probelor, atât a celor colectate în timpul etapelor anterioare (2021-2022) dar rămase încă neinvestigate, fie a celor colectate în decursul etapei III (2023) din diferitele areale. De menționat de asemenea faptul că unele rezultate ale acestor cercetări au fost deja publicate pentru Carpații Orientali (Țabără et al., 2023) și respectiv se află în curs de publicare (stadiul de revizuire după peer-reviewș vezi pct. 10), respectiv au fost comunicate la diferite conferințe științifice (vezi pct. 10, Anexa III).

Cele mai importante rezultate pentru etapa III au fost obținute până în prezent pentru arealele Vălioara și Ohaba-Ponor (Bazinul Hațeg), V. Stăuini și Oarda de Jos (Bazinul

Transilvaniei), și respectiv pentru Carpații Orientali (Sucevița-Marginea). Acestea privesc atât depozitele continentale fosilifere Cretacic superioare, cât și pe cele marine subiacente și/sau corelative, și vor fi sintetizate sumar în cele ce urmează.

Din arealul Vălioara, a fost analizată în primul rând, și prioritar, o serie de probe prelevate din apropierea noilui sit fosilifer cu kogaionide, Fântânela 3. Din acest sit, în care află depozite continentale atribuite Formațiunii Densuș-Ciula, au fost prelevate câteva probe palinologice, una dintre acestea având un conținut bun în specii fosile de palinomorfe (Anexa II, Figura AII.4). Polenul predominant al acestei asociații poate fi atribuit genului *Proteacidites*, acest tip de palinomorf fiind deseori întâlnit în depozite cărbunoase. Anterior, Antonescu et al. (1983) citează acest gen de polen din depozitele continentale Cretacic superioare de la Peștenița (Bazinul Hațeg), ceea ce permite astfel corelarea tentativă a acestor 2 succesiuni geologice. Un alt grup important ca frecvență în asociația palinologică de la Fântânela 3 este polenul de angiosperme atribuit genurilor *Tricolpites/ Tricolporopollenites* div. sp., și cel al sporilor de ferigi (*Laevigatosporites* div. sp.). Sporadic, apar și unele alge de apă dulce (*Ovoidites*).

În partea de sud-est a Bazinului Hațeg, au fost investigate palinologic depozitele formațiunilor marine de Fizești, Pui și Strei (vezi pct. 1 și Anexa I, Figura AI.5). Dintre acestea, rezultate preliminare de palinologie există deja pentru Formațiunea Pui (partea ei superioară), care este reprezentată printr-o alternanță de nisipuri și argile. Analiza preliminară a două probe din această succesiune (P447 și P450) a arătat că palinomorfele sunt destul de rare și relativ slab conservate (Anexa II, Figura AII.10). Fitoplanctonul marin (dinoflagelatele) este rar, fiind identificate doar 2 genuri (*Spiniferites* și *Impagidinium* sp.). Sporii ferigilor și polenul de gimnosperme și angiosperme întâlnite de asemenea în aceste probe sunt tipice Cretacului superior, speciile identificate preliminar neindicând o vârstă mai precisă. Totuși, prin corelare cu studiile palinologice anterioare din Bazinul Hațeg, taxonul *Balmeiopsis limbatus* a mai fost identificat în Membrul Superior al Formațiunii Răchitova (Campanian superior) care află pe Pârâul Geat (NV Bazinului Hațeg).

Ambele probe analizate din topul Formațiunii Pui au un conținut relativ mic de materie organică, de origine continentală, reprezentată prin frecvențe mai mari ale fitoclastelor opace cărbunoase, în amestec cu fitoclaste translucente brune și uneori fragmente de cuticule mari (vezi Anexa II, Figura AII.11). Conform palinofaciesului probelor, mediul de sedimentare era unul neritic intern, cu influențe deltaice (indicate de prezența cuticulelor), sortarea slabă a fitoclastelor opace (unele cu dimensiuni mici, altele mult mai mari) sugerând,

de asemenea, adâncimi mici ale apelor și curenți marini care acționau până la interfața apă-sediment pe fundul bazinului de sedimentare.

Depozite comparabile cu cele de la Ponor ca și vârstă și mediu depozițional, respectiv cele marine, flișoide Cretacic superioare ale Formațiunii de Bozeș de pe V. Stăuini au fost și ele investigate palinologic, și există deja date preliminare. Palinomorfele sunt prezente în secțiunile 3, 6, 7, 8 și 9 (vezi Figura 5). În secțiunea 3 au fost identificate aproximativ 30 de specii (gimnosperme - *Ephedripites* div. sp., ferigi și rare angiosperme). În secțiunile 6, 7 și 8 sunt prezente câte 15 specii de spori de ferigi (*Polypodiaceoisorites* spp., *Matonisporites* sp.), gimnosperme (*Ephedripites* sp., *Araucariacites* sp.), mai rar fitoplancton marin (un fragment de *Odontochitina*), angiosperme și fitoplancton continental. În secțiunea 9 au fost identificate doar 4 specii de palinomorfe de origine continentală (Anexa II, Figura AII.13).

Tot în Bazinul Transilvaniei, au fost investigate din punct de vedere palinologic și depozite continentale Cretacic superioare ale Formațiunii de Sebeș, cu focus principal pe situl de la Oarda de Jos, din care au fost descrise anterior mai multe specii de vertebrate (dinozauri, crocodili etc.) și care este localitatea-tip a kogaionidului *Barbatodon oardaensis* (Codrea et al., 2014). Datarea biostratigrafică a sitului de la Oarda de Jos a fost făcută pe probe prelevate anterior de către membrii echipei de cercetători. Asociația palinologică identificată include 62 taxoni (vezi Anexa II, Figurile AII.20 și AII.21), dintre aceștia spori ferigilor fiind cei mai diversificați. Angiospermele sunt reprezentate prin polen de tip Normapolles, unele specii fiind utilizate pentru stabilirea vârstei geologice (i.e. Maastrichtian timpuriu). Acestea oferă indicații importante și pentru reconstituirea paleomediului local din timpul Cretacicului terminal. Datele palinologice obținute de la Oarda de Jos au fost deja prezentate la conferințe științifice și fac obiectul unei lucrări științifice în curs de publicare (etapa revizuire după peer-review; vezi pct. 10).

În final, date preliminare de ordin palinologic au fost obținute din depozitele marine Cretacic superioare ale Formațiunii de Hangu din zona Sucevița-Marginea. Studiul palinologic preliminar al unor probe prelevate de pe râul Bercheza a arătat că depozitele Formațiunii de Hangu din zona respectivă pot fi atribuite intervalului Campanian superior – Maastrichtian superior, pe baza unei asociații de dinoflagelate, spori și polen (Anexa II, Figura AII.22A). Din aflorimentul Rusca 1, studiul palinologic preliminar al unei probe (P458) a pus în evidență o asociație reprezentată prin taxoni precum *Cladopyxidium paucireticulatum*, *Cerodinium diebelii* care indică Maastrichtianul superior (Anexa II, Figura AII.22B). Analiza palinologică a unei probe (P464) prelevate din secțiunea Rusca 2 a pus în evidență o asociație palinologică reprezentată atât prin dinoflagelate (*Cladopyxidium*

paucireticulatum, *Chatangiella tripartita*, *Alterbidinium acutulum*), cât și palinomorfe continentale precum gimnosperme (*Pinuspollenites*, *Podocarpidites*) și spori de ferigi (*Polypodiaceoisorites*), această asociație plasând depozitele respective în apropierea limitei Maastrichtian inferior – Maastrichtian superior (Anexa II, Figura AII.23A). Din aceeași probă P464 a secțiunii Rusca 2 au fost identificate câteva specimene de polen atribuite genului *Graminidites* sp., aceste specimene reprezentând ocurențele cele mai vechi din Europa ale unor reprezentanți fosili atribuiți subfamiliei Bambusoideae (bambus fosil; Anexa II, Figura AII.23B). Rezultatele preliminare ale acestor investigații au fost prezentate deja la conferințe științifice (vezi pct. 10).

Activitățile de cercetare pe domeniul *micropaleontologiei* au fost efectuate în continuare prin asocierea cu colaboratorii externi Raluca Bindiu-Haitonic și Szabolcs-Attila Kövecsi (UBB Cluj-Napoca), care sunt (și vor fi) co-autori ale livrabilelor rezultate (vezi pct. 10 și Anexa III); atât echipamentele folosite, cât și procedeele analitice utilizate au fost prezentate în raportul pe etapa I (2021), și nu vor fi reluate aici. În etapa III (2023), investigațiile micropaleontologice s-au focusat în principal pe depozitele marine Cretacic superioare din nord-vestul (Formațiunea de Răchitova) și centrul (Formațiunea de Pui) Bazinului Hațeg, precum și pe cele din estul Munților Metaliferi (V. Stăuini – Formațiunea de Bozeș). În cele ce urmează vom sintetiza pe scurt principalele rezultate obținute, majoritatea dintre ele deja comunicate la conferințe științifice, și unele incluse chiar în manuscrise aflate în lucru/curs de finalizare (vezi pct. 10).

În nord-vestul Bazinului Hațeg, asociațiile de nannoplancton calcaros din **Membrul Inferior** al Formațiunii de Răchitova (secțiunea Ciula Mică - Anexa I, Figura AI.3) conțin 54 de specii cu un grad de conservare foarte scăzut (Anexa II, Figura AII.6). Asociațiile sunt caracterizate de o abundență relativă mică (între 0.37 și 1.78 specimene/câmp vizual) și un indice Shannon cu valori scăzute (între 1.3 și 1.7). Specia dominantă este *Watznaueria barnesiae* (maxim de 73.42%), aceasta fiind urmată de *Micula staurophora* (4.95%) și *Eiffelithus eximuis* (4.95%). Pe baza analizelor statistice s-au reconstituit condițiile de paleomediul: alternanță de medii oligotrofe, calde cu medii eutrofe și mai reci în partea inferioară a secțiunii și medii eutrofe, mai reci în partea mediană și superioară. Pe baza prezenței speciei *Arkhangelskiella cymbiformis* și a absenței speciilor marker pentru Campanian, putem afirma că depozitele din secțiunea Ciula Mică au o vârstă cuprinsă între Santonianul târziu și Campanianul timpuriu (partea superioară a Biozonei CC17 - ~83.8 – 82.8 Ma).

Depozitele **Membrului Superior** al Formațiunii de Răchitova studiate în etapa III află în secțiunea de pe **Valea lui Geat**, acestea fiind alcătuite dintr-o alternanță de argile gri și gresii. Din pachetele argiloase au fost recoltate 7 probe pentru analize micropaleontologice (Anexa I, Figura AI.4). Asociația de nannoplancton calcaros este formată din 74 de specii (Anexa II, Figura AII.8) aflate într-o stare de conservare scăzută spre moderată; ea prezintă o abundență relativă între 0.90 și 2.72 specimene/câmp vizual și un indice Shannon între 1.9 și 2.4. Asociația este dominată de specia *Watznaueria barnesiae* (maxim de 61.63%), urmată de *Micula staurophora* (8.66%), *Prediscosphaera cretacea* (7.91%), *Zeugrhabdotus* spp. (7.79%) și *Eiffellithus eximius* (7.27%). Asociația de foraminifere (Anexa II, Figura AII.7) este formată din toate cele 3 grupe de foraminifere: aglutinante (ex. *Saccamina grzybowski*, *Haplophragmoides* sp.), bentonice calcaroase (ex. *Laevidentalina* sp., *Globulina* sp., *Epistomina* sp., *Brotzenella monterelensis*) și planctonice (ex. *Globotruncana arca*, *G. bulloides*, *Globotruncanita elevata*, *Planoheterohelix globulosa*, *Planoheterohelix* sp.). Condițiile paleoecologice la interfața apă-sediment sunt caracterizate de medii eutrofe, mai slab oxigenate iar pentru apele de suprafață se poate pune în evidență o alternanță de medii oligotrofe, calde cu medii eutrofe, mai reci pentru partea bazală și mediană a secțiunii și condiții meso-eutrofe, calde pentru partea superioară. Aceste depozite sunt considerate a reprezenta Campanianul inferior (partea superioară), pe baza prezenței speciei *Broinsonia parca parca* (Biozona CC18 ~ 82.6 – 81.0 Ma).

În partea centrală a Bazinului Hațeg, depozitele Formațiunii de Pui investigate în etapa III află în două secțiuni (Ponor 1 și Ponor 2). În secțiunea **Ponor 1**, peste depozitele Formațiunii de Pui au fost interceptate și depozite aparținând Formațiunii de Strei, caracterizate prin prezența unor strate de nisipuri, gresii și conglomerate cu *Acteonella* (Anexa I, Figura AI.5B). Din depozitele Formațiunii de Pui au fost recoltate 6 probe pentru analiza micropaleontologică. Asociația de nannoplancton calcaros este reprezentată prin 70 de specii (Anexa II, Figura AII.12) cu un grad de conservare ridicat, o abundență relativă între 2.20 și 4.50 specimene/câmp vizual și un indice Shannon între 1.3 și 2.8. Specia *Watznaueria barnesiae* înregistrează abundența cea mai ridicată (până la 46.66%), fiind urmată de *Zeugrhabdotus* spp. (7.39%), *Retecapsa crenulata* (6.36%), *Cribrosphaerella ehrenbergii* (6.32%), *Eiffellithus eximius* (6.01%), *Tranolithus orionatus* (5.06%), *Micula staurophora* (4.10%) și *Broinsonia parca constricta* (2.83%). Condițiile de paleomediu, pentru depozitele Formațiunii de Pui, sunt caracterizate de un episod cu ape calde, oligotrofe (în bază), urmat de condiții de mediu eutrofe, mai reci. Prezența speciei marker *Uniplanarius*

sissinghii confirmă vârsta Campanian târzie (partea mediană) a acestor depozite, încadrându-le în Biozona CC21 (~ 77.6 – 76.8 Ma).

Secțiunea **Ponor 2** (Figura 3) are o lungime de 14 m și este reprezentată de o alternanță de argile decimetrice cu gresii centimetrice. Aici, au fost recoltate 10 probe pentru analize micropaleontologice și 1 probă pentru analiza geocronometrică a zircoanelor detritice. În depozitele secțiunii Ponor 2, au fost identificate 75 de specii de nannoplancton calcaros (Anexa II, Figura AII.12) aflate într-o stare de conservare ridicată, cu o abundență relativă între 2.34 și 6.56 specimene/câmp vizual și un indice Shannon între 2.2 și 2.7. Principala specie din cadrul asociației este *Watznaueria barnesiae* (maxim de 51.24%) alături de care se găsesc cu abundență mai ridicată următoarele specii: *Eiffellithus eximius* (8.62%), *Cribrosphaerella ehrenbergii* (6.60%), *Prediscosphaera cretaea* (6.26%), *Tranolithus orionatus* (5.79%) și *Zeugrhabdotus* spp. (4.36%). Foraminiferele au o abundență moderată și o stare de conservare moderată spre bună, fiind reprezentate de: forme aglutinante (*Rhizammina* sp., *Haplophragmoides* sp.), forme bentonice calcaroase (*Astacolus* sp., *Lenticulina* sp., *Globulina* sp., *Brotzenella* spp.) și forme planctonice (*Globotruncana* spp., *Planoheterohelix* spp, *Hedbergella* sp.) (Anexa II, Figura AII.9). La interfața apă-sediment condițiile de mediu au fost mezotrofe și slab oxigenate iar apele de suprafață au înregistrat un episod eutrofic, mai rece pentru depozitele din baza succesiunii urmat de o alternanță de medii oligotrofe, calde cu medii meso-eutrofe mai reci pentru restul secțiunii Ponor 2. Prezența speciilor marker *Ceratolithoides aculeus*, *Uniplanarius sissinghii* și *Uniplanarius trifidus* demonstrează vârsta Campanian târzie (partea mediană) pentru depozitele din secțiunea Ponor 2, respectiv prezența Biozonelor CC20, CC21 și CC22 (~ 79.2 – 76.2 Ma).

În vestul Bazinului Transilvaniei, pe V. Stăuini, o altă zonă cercetată mai detaliat în etapa III (2023), nannoplanctonul calcaros este bine reprezentat în secțiunile situate în partea superioară a Văii Stăuini, cea mai bogată asociație (73 de specii) fiind identificată în secțiunea 8 (Anexa II, Figura AII.14). În această secțiune speciile de nannoplancton calcaros se află într-o stare de conservare moderată spre bună, asociația prezintă un indice Shannon între 0 și 3.53 iar abundența relativă este între 0.41 și 3.68 specimene/câmp vizual. Specia care domină asociația este *Watznaueria barnesiae* (maxim de 60.66%) fiind urmată de: *Prediscosphaera cretaea*, *Micula staurophora*, *Retecapsa crenulata*, *Eiffellithus eximius*, *Tranolithus orionatus*, *Cribrosphaerella ehrenbergii* și *Zeugrhabdotus* spp.. Foraminiferele din această secțiune se află într-o stare de conservare slabă spre moderată, înregistrând o abundență relativă scăzută. Sunt prezente toate grupele de foraminifere (aglutinante, bentonice calcaroase și planctonice) (Anexa II, Figurile AII.15, AII.16 și AII.17). Foraminiferele

bentonice calcaroase sunt reprezentate în speciale de forme ale grupurilor *Lagenida* și *Rotaliida*.

Este de menționat în acest punct că un număr semnificativ de probe palinologice și micropaleontologice care au fost colectate în decursul derulării proiectului sunt încă în diferite etape ale studiului: unele nu au fost încă procesate deloc sau au fost doar parțial, altele sunt investigate până în prezent doar parțial, din punct de vedere palinologic sau micropaleontologic, dar nu multidisciplinar, iar o altă categorie de probe, deși procesate și investigate preliminar în mod complex, necesită încă timp și efort de cercetare pentru a fi studiate în detaliu, datele rezultate sintetizate, și apoi convertite în livrabile (în principal, publicații științifice). Aceste activități vor fi desfășurate în continuare de către membrii echipei de cercetători a proiectului în viitor, chiar după închiderea proiectului, pentru a valorifica în final toate datele primare acumulate în decursul acestuia.

Activitatea 4. - Analize de geocronometrie U-Pb (etapa finală, de încheiere)

Conform PRP, această activitate principală include prepararea probelor, izolarea și selectarea zircoanelor pentru studiu de geocronometrie U-Pb, precum și măsurătorile de vârste radiometrice U-Pb pe zircoane. Având în vedere rezultatele importante obținute din analizele geocronometrice efectuate în anii 2021-2022 (unele dintre acestea prezentate deja la conferințe științifice sau considerate în manusrișe aflate în prezent în pregătire, în timp ce altele au fost deja publicate sau sunt incluse în manusrișe aflate în momentul de față în revizuire după procesul de peer-review; vezi pct. 10), am continuat să realocăm resurse financiare din capitolul Mobilități (având în vedere surplusul acesteia față de bugetul inițial, datorită realocării din bugetul etapei II-2022 în cel al etapei III-2023, realocare efectuată în toamna anului 2022) pentru a efectua un număr mai mare de de analize geocronometrice decât cele planificate inițial (și numărul cel mai mare pe an comparativ cu cele realizate în etapele I și II, respectiv 18 preparate și 17 analizate efectiv), inclusiv pentru a completa/suplimenta/îndesi rezultatele obținute în etapele anterioare. În plus, trebuie menționat că această creștere a numărului de analize a fost posibilă de asemenea prin intrarea în funcționare a Laboratorului de Petrocronologie din cadrul Facultății de Geologie și Geofizică, laborator în cadrul căreia s-au putut realiza datări U-Pb pe zircoane (magmatice/detritice) cu aparatură specializată (spectrometru de masă cu plasmă indusă – ICP-MS – cu cuadrupol de ultimă generație în tandem cu un sistem inovativ de ablație cu laser de 193 nm), mai rapid (transportul probelor analizate la laboratoare externe este practic eliminat), și la costuri mai avantajoase.

Analizele efectuate în decursul etapei actuale au au fost colectate în diferite etape de desfășurare ale proiectului, inclusiv în timpul activităților de teren din etapa III; acestea din urmă includ atât un număr apreciabil de probe de roci magmatice-piroclastice-vulcanoclastice, cât mai ales de roci detritice din Bazinul Hațeg (roci piroclastice de la Ciula Mică, roci magmatice de la Răchitova, plus roci detritice probate la Răchitova, numeroase puncte de la Vălioara, General Berthelot, Ponor, Pui, Sânpetru, Nălaț-Vad, Unciuc – vezi pct.1), din Bazinul Rusca Montană (roci magmatice, precum și roci detritice), și din Bazinul Transilvaniei (exclusiv roci detritice din secțiunile de la la Stăuini, Vurpăr și Oarda de Jos). În general, colectarea probelor pentru analize de geocronometrie a fost coordonată îndeaproape cu cea a probelor de palinologie și micropaleontologie, pentru o corelare mai facilă și mai relevantă a rezultatelor de biostratigrafie, respectiv de geocronometrie obținute. Din totalul probelor pentru analize de geocronometrie colectate în anii 2021-2023, pentru analize efectuate în această etapă au fost selectate (având în vedere locația probelor, precum și importanța/relevanța acestora pentru tematica proiectului) un număr de 3 probe de roci magmatice de diferite categorii (din Baz. Hațeg și din Baz. Rusca Montană), precum și 15 probe de roci sedimentare detritice (din Baz. Hațeg, sud-vestul Bazinului Transilvaniei și Carpații Orientali). În prezent, majoritatea probelor sunt procesate pentru analiză și analizate, datele urmând să fie interpretate.

Din rezultatele deja existente, datele importante de vârstă obținute pentru succesiunile vulcano-sedimentare din partea bazală a Formațiunii de Densuș-Ciula (Bazinul Hațeg) și care au fost menționate în raportul de etapă pentru etapa II (2022), au ajuns să fie cuprinse într-un manuscris acceptat în prezent și care este pe cale să fie publicat în viitorul foarte apropiat (vezi pct. 10). Analiza geocronometrică a celor 3 eșantioane prelevate de la Densuș, din depozite vulcanogen-sedimentare ce sunt în prezent incluse în Membrul Inferior al Formațiunii de Densuș-Ciula a furnizat vârste absolute de aprox 80 de milioane de ani, ce plasează formarea acestor roci vulcanosedimentare primare către finele Campanianului timpuriu și debutul Campanianul târziu, semnificativ mai devreme decât se considera anterior, ceea ce sugerează debutul manifestărilor vulcanice magmato-freatice (deci subaeriene) din regiune aproximativ concomitent cu ultimele etape ale sedimentării marine reprezentate de Formațiunea de Răchitova. Aceste noi date sugerează necesitatea reconsiderării schemei litostratigrafice pentru depozitele Cretacic superioare din nord-vestul Bazinului Hațeg (în primul rând, afiierea litostratigrafică a rocilor vulcanoclastice, corelarea lor cu alte roci, marine și continentale, precum și relevanța acestor vârste nou obținute pentru extinderea în timp a biocenozelor Insulei Hațeg). Pentru a clarifica mai în detaliu relațiile spațiale și

temporale dintre diferitele unități Cretacic superioare din partea nordvestică a Bazinului Hațeg, în etapa III au fost colectate (și sunt în curs de analiză/interpretare) probe de geocronometrie suplimentare din regiunea respectivă, inclusiv roci vulcanice/piroclastice nou identificate în teren (Anexa I, Figura AI.2).

Alte date de geocronometrie U-Pb care au ajuns să fie exploatate din punct de vedere științific în etapa III de derulare a proiectului sunt date de vârste U-Pb pe zircoane detritice ce provin din partea sud-vestică a Bazinului Transilvaniei. Unele dintre ele reprezintă primele astfel de date disponibile pentru succesiunea de la Petrești, la sud de Sebeș. Aici, unele dintre datele U-Pb pe zircoane detritice obținute până în prezent sunt incluse în manuscrisul ce conține sinteza datelor de ordin lito- și biostratigrafic referitoare la această succesiune, manuscris care se află în prezent în curs de evaluare după peer-review anterior (vezi pct. 10). Datele de geocronometrie U-Pb cuprinse în acest manuscris vin să completeze datele de ordin biostratigrafic, și susțin în mod independent datările bazate pe fosile, respectiv vârsta Campanian târzie (dar nu terminală, și definitiv nu mai nouă decât atât) pentru partea superioară, tranzițional-salmastră a Formațiunii de Bozeș din acest areal, și respectiv vârsta probabil intra-Campanian târzie a limitei formaționale Bozeș-Sebeș.

Tot în sud-vestul Bazinului Transilvaniei, date preliminare de geocronometrie U-Pb au fost folosite în conjuncție cu cele biostratigrafice (de nannoplancton calcaros, foraminifere și palinologie; vezi pct. 3) pentru a argumenta poziția cronostratigrafică a succesiunii flișoide a Formațiunii de Bozeș din zona Văii Stăuini. Aceste date au fost prezentate deja la o conferință științifică (vezi pct. 10) și vor face parte din manuscrisul ce se află în prezent în pregătire pe această temă (din nou, vezi pct. 10). Datele susțin extinderea sedimentării flișoide de tip Bozeș în arealul Metaliferilor pe intervalul Campanian inferior – partea superioară a Campanianului superior, spre limita cu Maastrichtian, sugerând deci diacronismul sedimentării marine, flișoide, în Bazinul Transilvaniei. În vederea completării și contrângerii mai precise a datelor de geocronometrie U-Pb din acest areal și a corelației acestora cu datele de ordin biostratigrafic, în decursul etapei III (2023) au fost colectate probe suplimentare de gresie din acest areal în vederea unor analize de geocronometrie U-Pb pe zircoane detritice, probe ce se află în prezent în stadiul de analiză/interpretare. Noile date rezultate de pe urma acestor analize vor fi de asemenea integrate în lucrarea în pregătire pentru zona Văii Stăuini.

O serie de alte date de geocronometrie sunt de asemenea deja disponibile sau în curs de a fi obținute din analizele efectuate în cele 3 etape ale proiectului, atât din diverse regiuni ale Bazinului Hațeg, cât și din Rusca Montană, sud-vestul Bazinului Transilvaniei și Carpații Orientali, date ce vor fi considerate și integrate în manuscrise aflate în lucru, în pregătire sau

planificate (vezi pct. 10). De asemenea, trebuie menționat faptul că pe parcursul celor 3 ani de derulare a proiectului, numărul probelor culese pentru analize de geocronometrie U-Pb este semnificativ mai mare decât cel al probelor care au fost deja/sunt în curs de a fi procesate, măsurate și interpretate, iar în viitor vom căuta oportunități suplimentare de a valorifica și aceste probe ce se află deja la dispoziție.

Activitatea 2.5. – Sinteza finală a datelor de distribuție spațio-temporală a ocurențelor de kogaionide, definitivarea înțelegerii cadrului lito- și cronostratigrafic, precum și al contextului paleoambiental-paleoecologic al evoluției acestora

Conform PRP, această activitate principală urmărește integrarea datelor existente până în acest moment despre distribuția lito- și cronostratigrafică, respectiv contextul paleoambiental-paleoecologic al kogaionidelor Cretacic târzii din arealul transilvan, pe baza informațiilor de ordin litostratigrafic, biostratigrafic, sedimentologic, tafonomic, paleontologic, și geocronometric existente în literatura de specialitate și, mai ales, a celor nou acumulate în timpul desfășurării proiectului, urmată de sinteza finală a datelor de distribuție și diversitate.

Baza acestei imagini sintetice este reprezentată de lucrarea monografică asupra distribuției spațio-temporale a kogaionidelor Cretacice transilvane, publicată în prima parte a proiectului (Csiki-Sava et al., 2022), și care a inventariat minuțios, cu informații diverse și detaliate, cele 28 de ocurențe cunoscute de kogaionide; (2) a descris sumar resturile de kogaionide descoperite în unele dintre noile ocurențe, nediscutate anterior în publicații de specialitate; (3) a detaliat informații referitoare la ocurențe deja cunoscute, și (4) a identificat/propus modele noi de distribuție spațio-temporală a kogaionidelor transilvane, cu impact asupra înțelegerii curente legate de evoluția, preferințele paleoecologice/paleoambientale, precum și paleobiologia kogaionidelor. Lucrarea respectivă, care acumulează cantitatea de cunoștințe disponibile până la finele etapei I a proiectului legat de distribuția și diversitatea kogaionidelor, va (putea) servi drept un reper (*baseline*) de referință pentru avansurile ulterioare înregistrate în domeniu, inclusiv pe parcursul proiectului.

După ce în etapa II de derulare a proiectului (2022), deja s-au acumulat noi date care pot contribui la o rafinare/îmbunătățire a tabloului general al evoluției spațio-temporale a kogaionidelor prezentat de Csiki-Sava et al. (2022), cercetările din etapa III au adăugat noi informații. După ce date de biostratigrafie și geocronometrie derivate din Bazinul Transilvanei au sugerat deja o existență mai extinsă în timp a kogaionidelor pe uscatul transilvan, date noi acumulate în etapa III, provenind din Bazinul Hațeg par să indice în mod

convergent o situație similară pentru Bazinul Hațeg, respectiv posibilitatea unui registru fosil al kogaionidelor care să fie mai extins decât cel considerat anterior, coborând foarte aproape de limita Campanian/Maastrichtian, dacă nu cumva chiar în Campanianul final. Tot în această etapă III a continuat descoperirea de noi resturi de kogaionide din situl recent descoperit Fântânele 3 (vezi raportul pe etapa II), iar dovezile nou acumulate (vezi Anexa II, Figura AII.3) par să indice fie prezența în acest sit a unei moderate diversități taxonomice/ecologice (respectiv prezența a cel puțin doi taxoni de dimensiuni diferite), fie ocurența unui taxon cel mai probabil nou, încă nerecunoscut anterior de pe uscatul transilvan (pe baza dimensiunilor relative atipice a unor dintre pozițiile dentare recuperate). Informații referitoare la aceste noi descoperiri au fost deja anunțate la o conferință științifică (vezi pct. 10), dar analiza finală a acestei asociații va putea veni abia după procesarea finală a matricii fosilifere colectate din acest sit în etapa III (eventual și a altor cantități de matrice recuperate în viitor) și acumularea unui eșantion mai bogat de resturi de kogaionide din asociație.

Studiile taxonomice în curs de finalizare sau în derulare (vezi și pct. 6, 7, 10) asupra diferitelor ocurențe/indivizi de kogaionide din arealul transilvan indică o diversitate taxonomică mai mare, respectiv modele de distribuție (taxonomică, dimensională, temporală, faciesală) mai elaborate și mai complexe decât cele propuse anterior. Deși detalii legate de toate aceste problematice vor putea fi discutate cât de cât detaliat doar după ce vor apărea publicațiile ce urmează să trateze subiectele enumerate mai sus (publicații preconizate dintre care unele sunt deja trimise spre publicare, altele sunt în curs de finalizare sau de pregătire; vezi pct 10), unele detalii sunt deja disponibile și pot fi menționate în cele ce urmează, în principal pe baza informațiilor comunicate anterior la conferințe științifice:

- prezența certă a cel puțin unui taxon NOU de kogaionid pe uscatul transilvan, și posibilitatea distinctă a prezenței a încă 1-2 taxoni noi suplimentar față de acesta indică a diversitate și mai mare taxonomică decât cea recunoscută în prezent (5 specii diferite).

- în plus față de recunoașterea unui diversități taxonomice locale crescute, și deci de substanțiere a ideii de existență a unei importante radiații evolutive endemice a grupului pe uscatul transilvan, aceste noi identificări de taxoni oferă și informații importante legate de originea cladului kogaionidelor și, mai ales, indicii legate (cel puțin) de originea și dezvoltarea dentiției marcant autapomorfe ale kogaionidelor.

- ocurența relativ frecventă, în același sit, a asociațiilor multispecifice de kogaionide reprezintă un element nou, neluat încă în seamă în discuțiile anterioare legate de distribuția lor spațio-temporală, și care va trebui considerat în viitor. Descoperiri mai vechi sau mai recente sugerează că cel puțin 5, poate chiar 6 din ocurențele cunoscute în prezent și care

conservă material fosil destul de bogat pentru a putea evalua în mod reliabil diversitatea taxonomică reprezentată, au furnizat resturile a 2, chiar 3 taxoni diferiți de kogaionide simpatrice. Aceste observații sugerează faptul că remarcabila diversitate taxonomică a kogaionidelor pe uscatul transilvan nu este doar un fenomen ce rezultă din cumulara unor specii heterocrone, ci că ea exista la un anumit nivel – sub forma coexistenței simpatrice a unor taxoni – chiar pe intervale relativ scurte de timp (*time-slice*) care subdivizează intervalul temporal mai extins acoperit de registrul fosil al kogaionidelor fini-Cretacice.

În plus față de aceste câteva aspecte noi care se conturează deja legat de distribuția spațio-temporală a kogaionidelor, activitatea de cercetare din etapa III a desfășurării proiectului a contribuit și alte informații importante legate de contextul paleoambiental-paleoecologic al existenței acestora. Studiul sedimentologic, tafonomic și paleontologic detaliat al unor situri cu kogaionide, studii finalizate sau care sunt în curs de realizare, au permis conturarea mai detaliată a compoziției paleobiocenozelor locale din care făceau parte diferitele specii de kogaionide, inclusiv prin identificarea prezenței unor noi taxoni, nerecunoscuți anterior; parte din aceste informații au fost deja prezentate la conferințe științifice, au fost publicate în decursul anului 2023, se află în curs de publicare (stadiul de revizie după peer-review), sau sunt pregătite spre publicare în viitorul apropiat (vezi pct. 10 și Anexa III). Cunoașterea cât mai precisă a compoziției taxonomice a paleobiocenozelor în care trăiau diferitele kogaionidelor, și eventuala schimbare/evoluție în timp a acestora vor oferi noi elemente pentru a înțelege contextul în, și constrângerile sub, care a avut loc și evoluția/diversificarea locală a kogaionidelor transilvane în Cretacul terminal.

Chiar mai mult decât atât, înțelegerea mai profundă care se poate dobândi despre alcătuirea (paleo)biocenozelor din care făceau parte kogaionidele poate eventual oferi și noi indicii legate de succesul evolutiv al acestora în timpul crizei biologice (extincției în masă) de la limita Cretacic-Paleogen, unul dintre obiectivele inițiale importante ale proiectului. Astfel, kogaionidele sunt cunoscute ca fiind printre puținele grupe de organisme continentale europene care au supraviețuit extincției în masă, fiind asociate în acest sens doar cu țestoasele dortokide din alcătuirea biocenozelor transilvane fini-cretacice. Recent însă, s-a reușit și identificarea unui al treilea grup de organisme care aparent a avut o soartă evolutivă similară – gastropodele continentale ferussiinide, ale căror prin reprezentant cunoscut din Cretacic a fost identificat într-un sit din nordvestul Bazinului Hațeg, din apropierea unui sit recent identificat cu resturi de kogaionide (Páll-Gergely et al., 2023; vezi pct. 10). Studiul aprofundat al gastropodelor continentale din ecosistemele transilvane, un efort de cercetare ce a fost inițiat recent în colaborare cu colegii paleontologi din Ungaria, va putea oferi mai

multe detalii legate de identitatea taxonomică, afinitățile sistematice și preferințele (paleo)ecologice ale gastropodelor Cretacic târziu din Insula Hațeg, și în felul acesta contribui la înțelegerea unei fațete până în prezent ascunse ale selectivității demonstrate de extincția fini-cretacică.

Este de asemenea de menționat că colectarea de date și informații relevante pentru acest obiectiv va continua și după finalizarea proiectului, având în vedere cantitatea mare de material (probe micropaleontologice și palinologice, eșantioane pentru geocronometrie, observații tafonomice, sedimentologice și stratigrafice, matrice fosiliferă și concentrate de microvertebrate, material de macrovertebrate nepreparat sau în curs de preparare și descriere) care a fost acumulat pe parcursul celor trei ani de implementare, și a căror evaluare, interpretare și sinteză va dura, împreună cu valorificarea acestora sub forma de diverse livrabile.

Activitatea 6. - Studiul specimenelor importante de kogaionide Cretacic târziu – finalizare

Conform PRP, această activitate principală are ca și scop descrierea morfologică-anatomică a unor specimene selectate de kogaionide, cu un grad de conservare ridicat sau importante/relevante din alte motive, studiul unor asociații dento-gnathice formate în principal din dinți izolați precum și a materialului postcranian de kogaionide descoperit până în prezent, urmat de codarea specimenelor mai bine conservate/taxonilor identificați în matricea caracter-taxon dezvoltată până în acest moment (vezi pct. 7). În acest context, activitățile desfășurate în etapa III includ:

- finalizarea manuscrisului ce conține descrierea detaliată, monografică, a unui individ de multituberculat kogaionid recuperat din succesiunea de la Petrești (vezi pct. 10), anunțat deja în mod preliminar în publicații anterioare (Csiki-Sava et al., 2012, 2022; Vremir et al., 2014, 2015), precum și analiza filogenetică a acestuia pe de o parte pentru plasarea lui în cadrul cladului Kogaionidae și pe de altă parte ca fundament necesar pentru interpretarea semnificației acestei ocurențe din punct de vedere cronostatigrafic, evolutiv și filogenetic. Manuscrisul este pregătit spre submitere la finele etapei III (vezi pct. 10);
- descrierea asociației relativ bogate de dinți izolați de kogaionide, recuperate din partea bazală a succesiunii fosilifere cu vertebrate din secțiunea de la Petrești a fost finalizată, și manuscrisul conținând aceste rezultate este finalizat; publicarea acestui material este însă doar în pregătire, din motive de succesiune logică a prezentării rezultatelor;

- manuscrisul conținând descrierea unui specimen gnathic cu afinități de kogaionid, specimen descoperit în zona de sudvest a Bazinului Transilvaniei și menționat anterior în mod sumar de către Vremir et al. (2015), Csiki-Sava et al. (2017, 2022), este de asemenea finalizat, și așteaptă să fie pregătit pentru submitere, după primirea ultimelor observații și comentarii din partea co-autorilor (vezi pct. 10). Importanța acestui specimen constă în faptul că demonstrează o mai mare diversitate taxonomică și respectiv disparitate dimensională a kogaionidelor din Bazinul Transilvaniei față de cea cunoscută/recunoscută anterior (de ex., Codrea et al., 2017; Solomon et al., 2022);

- descoperirea, în 2022, a unui nou sit cu resturi de dinți izolați (Fântânele 3) a necesitat amânarea publicării importantului material dispers de kogaionide situl Fântânele-Vălioara, pentru că cele două acumulări par să fie legate din punct de vedere stratigrafic și genetic, deși reprezintă cu siguranță condiții diferite de sedimentare, pe baza studiului sedimentologic-tafonomic efectuat asupra sitului nou descoperit. Odată ce recuperarea materialului de kogaionide din noul sit se va finaliza, și acest material de asemenea va fi studiat, inclusiv comparativ cu cel deja descris din situl Fântânele, publicarea materialului din aceste ocurențe va fi de asemenea finalizată;

- în etapa III, a debutat descrierea unor nou specimene cranio-dentare de multituberculate, descoperite în anii recenti și care în prealabil au fost preparate complet, CT-scanate și chiar fotografiate SEM în caz de necesitate. Dintre acestea, două specimene aflate în colecțiile Facultății de Geologie și Geofizică sunt deja documentate și descrise detaliat, comparațiile cu alte materiale relevante fiind și ele în mare finalizate.

Activitatea 7. – Definitivarea MCT extinse și analiza filogenetică

Conform PRP, această activitate principală implică definitivarea MCT extinse, realizate prin colacionarea unor MCT folosite anterior pentru studiul relațiilor filogenetice ale multituberculatei, inclusiv cele două cele mai recente analize ce privesc prioritar kogaionidele și implică în mod direct un număr mare de taxoni din grup (Csiki-Sava et al., 2018, respectiv Smith et al., 2022). Această matrice, la rândul ei, reprezintă o iterație nouă și extinsă a unei matrici caracter-taxon propuse inițial de către Yuan et al. (2013), și îmbunătățită subsecvent utilizării ei de către Csiki-Sava et al. (2018 – care au completat-o deja cu o serie de caractere noi) prin adăugarea de alte caractere noi și de taxoni de către Wang et al. (2019) și Weawer et al. (2020). În final, numeroase erori de codare ce au persistat în iterații anterioare ale matricii au fost corectate de către Smith et al. (2022), care în plus au adăugat și un eșantion mai extins de kogaionide (6 taxoni, inclusiv noul descris kogaionid din

Transilvania, *Kogaionon radulescui*). O primă iterație a acestei versiuni aduse la zi și completate de către Smith et al. (2022) a fost deja utilizată pentru studiul poziției filogenetice a unui taxon contemporan cu kogaionidele transilvane, provenind din depozitele Cretacic superioare ale Chinei (Jin et al., 2023), lucrare ce îi are ca și co-autori pe doi dintre colaboratorii externi ai proiectului și co-autori ai manuscrisului ce conține descrierea individului de kogaionid de la Petrești (vezi pct. 6., 10.). Această cea mai recentă analiză (ce cuprindea 57 taxoni și 130 de caractere), a returnat o variantă modificată a relațiilor intra-clade în cadrul kogaionidelor, comparat cu versiunea inițială obținută în analiza lor de către Smith et al. (2022), sugerând faptul că relațiile filogenetice dintre diferiții taxoni de kogaionide sunt încă incomplet stabilizate, în pofida unei relativ bine reprezentări a majorității acestora (în ceea ce privește gradul de completitudine) în MCT.

Ultima variantă existentă a matricii, cea utilizată de către Jin et al. (2023) a fost folosită ca bază, ajungându-se la o primă variantă de lucru în cadrul proiectului MULTI-BRAIN care a fost deja utilizată în cadrul manuscrisului ce conține descrierea unui taxon nou, ajungându-se la un format ce conține 130 de caractere și 59 de taxoni, majoritatea multituberculate și câteva specii bazale de mamifere/mamaliaforme care servesc drept grup extern (outgroup) pentru analiză. În plus, au fost reverificate și (unde a fost nevoie) corectate/modificate codările anterioare prezente în matrice, mai ales cele pentru cei 6 taxoni de kogaionide incluși anterior, la care s-au adăugat acum alți doi taxoni din acest grup.

Utilizarea acestei prime variante de lucru a rezultat într-o nouă ipoteză filogenetică pe de o parte pentru relațiile inter-group ale kogaionidelor, iar pe de altă parte pentru poziția kogaionidelor în cadrul multituberculatelor (Figura 8). În mod surprinzător, studiul nostru identifică kogaionidele drept un grup derivat de cimolodonte, strâns înrudite cu taeniolabidoidele, în timp ce studiul recent al lui Smith et al. (2022) plasa acest clade la baza radiației cimolodonte. Rezoluția intra-clade a kogaionidelor este de asemenea relativ bună, dar cu o topologie diferită față de cea obținută de Smith et al (2022) precum și față de cea obținută de Jin et al. (2023), indicând faptul că înțelegerea relațiilor inter-taxonii în cadrul kogaionidelor este încă în flux, și va trebui să fie stabilizată în viitor prin identificarea altor caractere importante, cu semnificație filogenetică, care să fie folosite în construcția matricii caracter-taxon și/sau prin adăugarea altor taxoni. De asemenea, stabilizarea poziției filogenetice a kogaionidelor în cadrul multituberculatelor este o necesitate ce trebuie adresată în viitor (inclusiv în alte studii/publicații ce vor rezulta de pe urma proiectului MULTI-BRAIN).

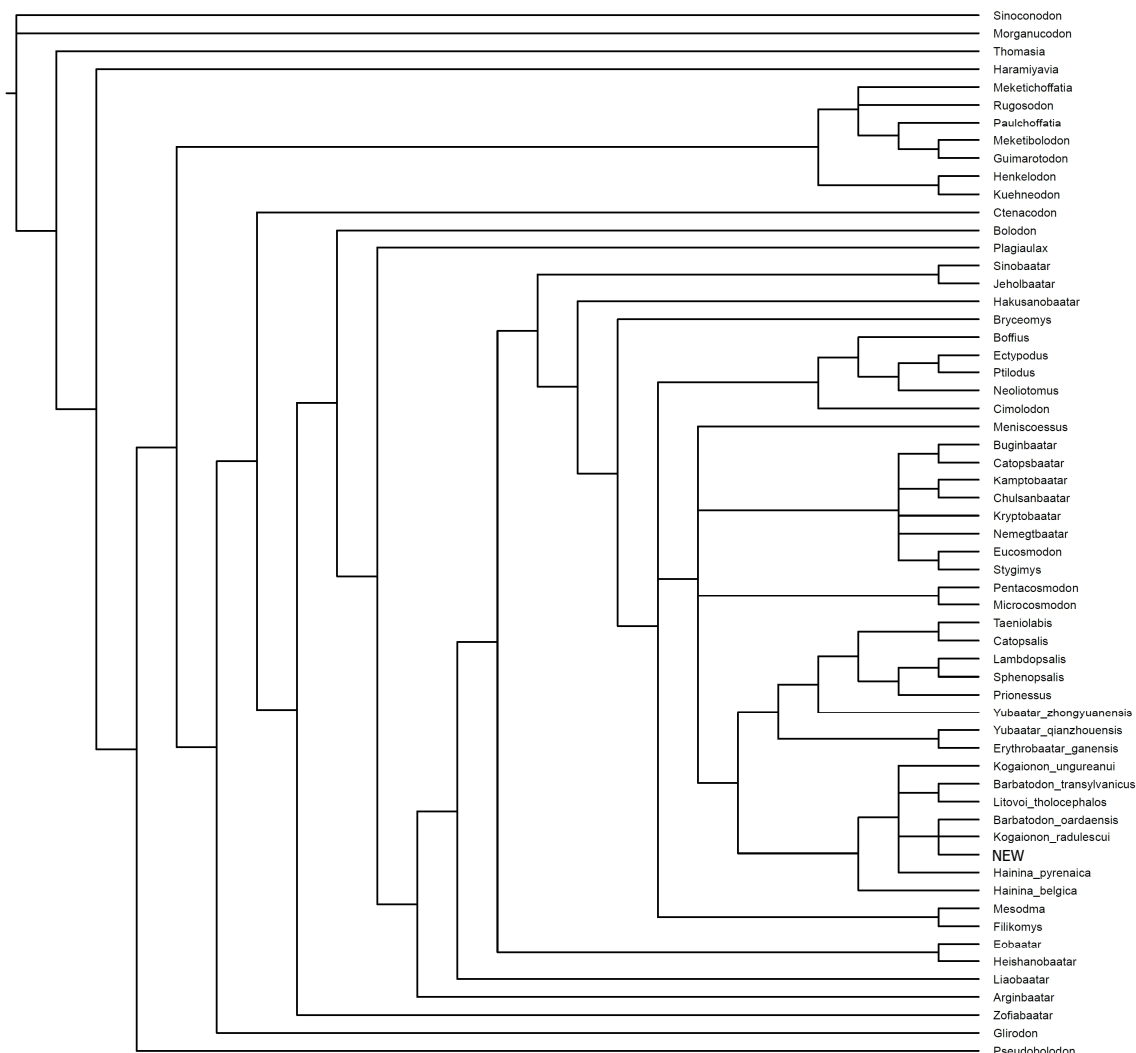


Figura 8. Rezultatele primei iterații a analizei filogenetice, realizată pentru manuscrisul pregătit spre submitere ce identifică și discută un taxon nou de kogaionid din România (NEW, în imagine)

Pasul următor va fi reprezentat de utilizarea acestei matrici caracter-taxon în viitoarele studii de privesc alte specimene de kogaionide studiate/descrise în cadrul proiectului, pentru a vedea felul în care includerea acestor specimene noi afectează topografia cladogramei identificate în prima versiune a analizei filogenetice. De asemenea, identificarea unor noi caractere cu potențial de informativitate filogenetică și completarea MCT cu acestea este probabil necesară, și va fi una dintre direcțiile de interes urmărite în proiectarea viitoarelor iterații ale analizei filogenetice folosind variante îmbunătățite ale MCT actuale.

Activitatea 8. - Imagistică CT-scan și SEM – etapa de încheiere

Conform PRP, această activitate principală implică completarea scanării CT (tomografie computerizată) a specimenelor relevante considerate în cadrul prezentului proiect, urmată de activitățile de procesare și prelucrare a seturilor de imagini digitale obținute, pentru a ajunge

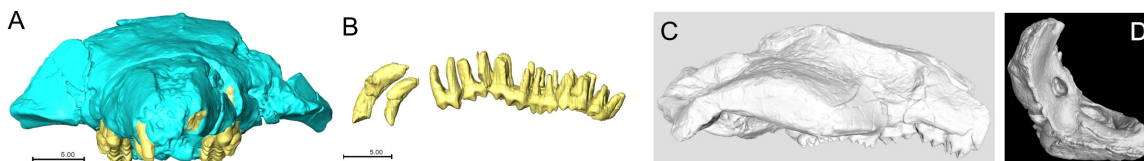


Figura 9. Imagini reprezentative pentru rezultatele CT-scan. A-B. Specimenul A, craniu în vedere rostrală (A) și dentiție (B). C. Specimenul E, craniu în vedere laterală. D. Specimenul B, petrosal.

reconstituirea imaginilor CT-scan pentru speciemenele implicate (Figura 9), și, respectiv, de analizarea, descrierea și interpretarea acestor reconstituiri digitale realizate.

Utilizarea scanării CT nu este o noutate pentru kogaionide (e.g., Csiki-Sava et al., 2018) sau multituberculate în general, dar în cadrul prezentului proiect această tehnică de investigație non-invazivă a fost aplicată la scară largă, fiind scanate un total de 5 cranii parțiale de kogaionide (sau fragmente ale acestora). În afara kogaionidelor, a mai fost tentativ planificată scanarea și a unor materiale craniene aparținând altor doi taxoni de multituberculate, non-kogaionide, pentru a extinde eșantionajul existent pentru acest grup și a oferi o bază mai largă cu scop comparativ. Dintre cei doi taxoni aleși, unul a fost deja scanat în momentul declanșării activităților proiectului de o altă echipă de cercetători cu care vom colabora, iar datele sunt deja în domeniul public (*Taeniolabis*; Krause et al., 2021), iar cel de al doilea este scanat și va fi accesibil prin intermedierea colaboratorului extern O. Bertrand. Segmentarea imaginilor reconstruite (partea cea mai elaborată și de durată a procesului) este deja în cea mai mare parte completată și ea (Figura 9), fiind de asemenea susținută în mod substanțial de colaborarea continuă cu colaboratorii externi.

Cea mai mare parte a datelor de CT-scan, mai ales cele referitoare la creierul/organele de simț, este în curs de analizare și interpretare, urmând să fie valorificată cu adevărat în anii ce urmează, dar anumite date obținute prin CT-scan sunt deja în curs de publicare. Datele preliminare achiziționate până în acest moment par să sugereze existența unei diversități/disparități în anumite structuri ale organelor de simț în cadrul kogaionidelor, deși stabilirea definitivă a acestui lucru necesită mai întâi descrierea și interpretarea foarte detaliată a structurilor respective, și pentru toate speciemenele considerate și scanate în proiect.

Este important de subliniat aici că eșantionajul disponibil pentru scanarea CT și studiul subsecvent este reprezentat nu doar simplu de 5 cranii diferite reprezentând același grup relativ restrâns, ci de 4 (posibil chiar 5) taxoni diferiți reprezentând același grup – un eșantionaj care în prezent este unic în cadrul multituberculatelor evaluate, și deci care va contribui substanțial la corpusul de cunoștințe legate de structura creierului/ organelor de simț

la kogaionide și de semnificațiile lor funcționale/paleoecologice/paleobiologice. Rezultate preconizate includ:

- identificarea unui taxon nou de kogaionid – **publicarea acestui nou taxon este în curs, manuscrisul fiind pregătit pentru submitere.**

- descrierea detaliată, monografică, a unor specimene bine conservate și revizuirea genului *Barbatodon* – **manuscris parțial pregătit.**

- studiul comparativ al structurii urechii interne la kogaionide, și compararea acesteia cu cea cunoscută la alte multituberculate, pe baza descrierii și interpretării detaliate a acestei structuri la speciimenele la care avem informații relevante – **lucrare realizată după ce speciimenele care conservă elementele scheletice de relevanță vor fi toate publicate, și apartenența lor taxonomică stabilită.**

Activitatea 9. – Activități de cooperare științifică

Conform PRP, această activitate principală implică vizite de studiu, stagii de cercetare în instituții din țară și din străinătate, precum și organizarea unei întâlniri de lucru (workshop) cu participarea echipei de cercetători și a colaboratorilor externi.

În timpul etapei III (anului 2023), a devenit în final posibilă călătoria în străinătate fără restricții legate de starea pandemică, motiv pentru care am putut organiza și desfășura și o serie de vizite de studiu și stagii de cercetare la instituții din străinătate, respectiv o vizită a dr. Daniel Țabără la Universitatea Mohamed V, Rabat, Maroc, pentru a lucra în colaborare cu colaboratorul extern Hamid Slimani la studiul asociațiilor palinologice din diferitele areale cercetate în cadrul proiectului (mai 2023), respectiv două stagii de cercetare efectuate de Dr. Zoltan Csiki-Sava la Universitatea Eötvös Loránd (ELTE), Budapesta, Ungaria, pentru a lucra cu colaboratorii externi Gábor Botfalvai, János Magyar și Gáspár Albert, precum și alți cercetători (László Makádi, Attila Ósi, Barna Páll-Gergely) la studiul asociațiilor de vertebrate cretacice (inclusiv resturile de multituberculate) recuperate în colaborare în anii 2021-2022 și care se află în prezent în curs de preparare și consolidare la ELTE, conform protocolului de colaborare științifică semnat între Universitatea din București și ELTE (vezi și pct. 1, 2, 10); în cadrul acestor stagii de cercetare, am lucrat și la redactarea unor manuscrise de publicații științifice (dintre care două au și fost trimise spre publicare pe parcursul anului 2023, unul fiind inclusiv publicat - vezi pct. 10; alte trei se află în prezent în lucru) precum și la o serie de abstracte trimise la conferințe științifice.

În ceea ce privește colaborarea și mobilitatea științifică în interiorul României implicând membrii echipei, eventual alături de colaboratori externi, aceste activități au

contribuit/contribuie în mod fundamental la atingerea obiectivelor și respectiv obținerea rezultatelor pe care le putem acum contabiliza în prezent în contul proiectului (vezi pct. 10). Acestea includ în primul rând activitățile de teren desfășurate, care au permis contacte directe între membrii echipei și unii dintre colaboratorii externi, contacte importante în planificarea mai eficientă a unor pași ulteriori în activitatea de cercetare (vezi pct. 1, 2).

De asemenea, alte activități de mobilitate întreprinse pentru cooperare științifică au fost instrumentale în atingerea obiectivelor și rezultatelor raportate. Aceste mobilități au inclus vizite având ca scop colaborarea, sinteza datelor obținute în etapele I, II și III (2021-2023) și lucru la manuscrise care au fost fie finalizate și submise în timpul etapei III de derulare a proiectului, fie se află în lucru în prezent, fie au fost în curs de revizuire după procesul de peer-review (vezi pct. 10). Aceste vizite au inclus:

- vizite ale directorului de proiect la Cluj-Napoca (Universitatea Babeș-Bolyai) în a doua jumătate a lunii aprilie și la finele lunii iunie, pentru colaborare și conlucrare cu CSIII Ramona Bălc, membru al echipei de cercetători, alături de colaboratorii externi Raluca Bindiu-Haitonic, Szabolcs-Attila Kövecsi și de Lorand Silye, scopul principal al primei vizite fiind definitivarea unei forme revizuite a unui manuscris trimis anterior spre publicare, iar în iunie, studiul și interpretarea unor rezultate de analize și investigații micropaleontologice realizate la UBB

- vizita membrilor echipei de cercetători Ramona Bălc și Daniel Țabără la București (Universitatea din București) în iunie 2023 pentru colaborare la manuscrise în curs de realizare și pregătite pentru submitere, a unor abstracte pregătite pentru conferințe științifice (vezi mai jos), discutarea și integrarea datelor achiziționate până în acel moment, și pregătirea/planificarea activităților de teren din vara-toamna 2023

- participarea membrilor echipei de cercetători Ramona Bălc și Daniel Țabără la București (Universitatea din București) în septembrie 2023 la cel de al 14-lea Simpozion al Paleontologilor din România, la care proiectul MULTI-BRAIN a fost co-organizator, și în programul căreia a fost inclus un număr important de participări (prezentări și abstracte) cu autoratul membrilor echipe de cercetători și a colaboratorilor externi, organizându-se inclusiv o sesiune științifică specială dedicată prezentării unor rezultate ale proiectului (vezi pct. 10). Cu această ocazie, am avut și prilejul de a discuta la nivelul echipei de cercetători ai proiectului progresul proiectului, stadiul actual al acestuia, precum și planurile curente și viitoare de publicații.

- participarea membrilor echipei de cercetători Ramona Bălc și Zoltan Csiki-Sava la conferința Gr. Cobălcescu de la Univ. Al I. Cuza, Iași, în octombrie 2023, prilej cu care am

discutat și interpretarea datelor și informațiilor culese în campaniile de teren din 2023 și integrarea acestora cu datele obținute în etapele I și II.

- vizita membrului echipei de cercetători Daniel Țabără la București (Universitatea din București) în noiembrie 2023 pentru colaborare la manuscrise în curs de revizuire și respectiv pregătite pentru submitere, discutarea și integrarea datelor achiziționate până în acel moment și realizarea raporturilor de finalizare ale proiectului.

În afară de aceste activități, colaborarea științifică din cadrul proiectului a mai inclus:

- colaborarea, deja menționată în rapoartele pe etapele I și II ale proiectului și care a fost oficializată instituțional în anul 2021, cu colegii geologi și paleontologi din Ungaria (G. Botfalvai, J. Magyar, A. Ósi, G. Albert etc.), pentru cartarea geologică de detaliu, studiul geologic, paleontologic, sedimentologic și tafonomic al depozitelor fosilifere Cretacic superioare din partea vestică a Bazinului Hațeg, dar și din sud-vestul Bazinului Transilvaniei. Această colaborare a avut ca și rezultate, publicarea sau pregătirea spre publicare a unui număr semnificativ de manuscrise, susținerea unui număr semnificativ de participări la conferințe, realizarea unei campanii de teren corelate parțial, și coordonarea, în continuare, unui stagiu de formare doctorală în desfășurare la Universitatea Eötvös Loránd din Budapesta, pentru unul dintre participanții la aceste activități (J. Magyar), și la care directorul de proiect (Z. Csiki-Sava) este co-coordonator.

- în paralel cu, și în completarea acestor activități de cooperare pe teme de cercetare paleontologică, a continuat colaborarea și cu F. Augustin (Universitatea din Tübingen) și D. Bastiaans (Universitatea din Zurich), care vor contribui la analiza și interpretarea unora dintre fosilele nou descoperite alături de resturi de multituberculate, în felul acesta ajutând la conturarea condițiilor paleoambientale și paleoecologice-paleoecosistemice în care au trăit kogaionidele transilvane.

- colaborarea, de asemenea menționată deja, cu colegii micropaleontologi de la Universitatea Babeș-Bolyai (R. Bindiu-Haitonic, Sz.-A. Kövecsi), care contribuie la studiul asociațiilor de foraminifere din succesiunile marine de interes pentru proiect. Rezultatele pe anul 2023 includ o serie de prezentări la conferințe științifice, un manuscris în curs de publicare, precum și altele în pregătire/planificate. Colaborarea menționată a implicat și includerea unor studenți de la UBB coordonați de către acești colegi alături de Ramona Bălc (membru al echipei de cercetători) care au contribuit la prelucrarea/analiza probelor prelevate din diferitele regiuni, și și-au susținut lucrările de licență pe aceste teme în iulie 2023 (vezi pct. 10).

- colaborarea, deja începută înainte de debutul proiectului (de exemplu, Țabără & Slimani, 2019), dar care va putea fi acum susținută în continuare (și) din fondurile proiectului, cu H. Slimani de la Universitatea Mohammed V din Rabat, Laboratorul de Geo-Biodiversitate și Patrimoniu Natural, Maroc, un bun specialist în identificarea și interpretarea palinomorfelor marine Cretacic târziu – Paleocene din zona Africii de Nord și a Europei Centrale. Această colaborare facilitează o bună și eficientă interpretare a microflorei marine Cretacic superioare din zonele studiate în prezentul proiect de cercetare, implicarea colaboratorului devenind esențială în cazul apariției unor elemente de fitoplancton marin (dinoflagelate) în asociațiile studiate, așa cum este cazul succesiunilor din Carpații Orientali, Bazinul Hațeg sau V. Stăuni (M. Metaliferi). Rezultatele obținute în comun în anul 2023 includ prezentări la conferințe științifice, precum și manuscrise aflate în pregătire.

- colaborarea nou inițiată în 2021 cu M. Fabiańska de la Universitatea Silezia din Katowice, Facultatea de Științe Naturale, Sosnowiec, Polonia, specializată în geochimie organică, a continuat, inclusiv prin publicarea unui articol comun în 2023, pregătirea unor manuscrise, și participarea în co-autorat la conferințe științifice.

- colaborarea cu S.L. Brusatte de la Universitatea din Edinburgh (UoE), Scoția, colaborare ce are deja o istorie îndelungată (de ex. Vremir et al., 2014; Csiki-Sava et al., 2015, 2016, 2018, în review), a fost deja preconizată în propunerea de proiect. Această colaborare se diversifică și se extinde însă în prezent, prin inițierea a cel puțin două linii distincte de cooperare cu post-doctoranzi ai UoE: astfel, O. Bertrand (ulterior, la IPC, Barcelona, Spania) participă deja la analiza și descrierea unui specimen important de kogaionid din Bazinul Hațeg, inclusiv reconstituirea și segmentarea datelor de scanare CT, iar această colaborare va continua și cu alte publicații comune, rezultate de pe urma activităților din cadrul proiectului.

- colaborarea, de asemenea preconizată deja în propunerea de proiect și având o istorie îndelungată cu rezultate notabile (de ex. Csiki-Sava et al., 2018, 2022), cu J. Meng și M.A. Norell de la Muzeul American de Istorie Naturală, a fost și este instrumentală pentru achiziția bunei părți a imagisticii CT (și, parțial, SEM), în regim pro-bono, precum și de acces la specimene comparative. Această colaborare s-a extins deja în etapa II prin includerea cercetătorului postdoctoral F.-Y. Mao (de asemenea de la Institutul de Paleontologia Vertebratelor și Paleoantropologie din Beijing, China), cu care am definitivat un manuscris gata de trimis spre publicare.

- colaborarea, inițiată în 2021, cu I. Seghedi de la Institutul de Geodinamică, București, a continuat în etapa III prin publicarea unui articol în 2023 (în curs de apariție; vezi pct. 10).

- în anul 2022, am inițiat o colaborare cu A. Bârlă, cercetătoare doctorandă la Universitatea din Arizona, care a contribuit și anul acesta la analiza probelor pentru măsurători geocronometrice și la interpretarea rezultatelor acestor analize.

Activitatea 10. - Diseminarea rezultatelor – etapa III

Conform PRP, această activitate principală implică participări la diferite conferințe științifice, naționale, naționale cu prezență internațională și respectiv internaționale, pregătirea unor manuscrise pe baza datelor achiziționate pe parcursul derulării proiectului (2021-2023), precum și prezentări publice legate de tematica proiectului. În cele ce urmează, vom detalia informațiile legate de activitățile de diseminare realizate și livrabilele obținute în cursul anului 2023.

Participări la conferințe (vezi și Anexa III)

În decursul anului 2023, membrii echipei de cercetători ai proiectului Multi-Brain au participat la următoarele manifestări științifice internaționale, naționale cu participare internațională, sau naționale cu lucrări având tematici legate direct de obiectivele și activitățile proiectului (cu litere îngroșate, membrii echipei de cercetători a proiectului, litere înclinate – colaboratori externi importanți):

- Cea de a 6-a Conferință Anuală a Cercetătorilor Tineri (6th International Meeting of Early-stage Researchers in Palaeontology (IMERP) / XXI Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología (EJIP), Lourinhã, Portugalia (11-15 aprilie 2023):

1. Popping open the treasure chest: Palaeontological and sedimentological investigations of new Late Cretaceous (Maastrichtian) vertebrate fossil localities from the Vălioara valley (Densuș-Ciula Formation, Hațeg Basin, Romania) (Văcărescu, M.-R., Magyar, J., **Csiki-Sava, Z.**, Botfalvai, G.)

- Cea de a 20-a conferință anuală a Asociației Europene de Paleontologie a Vertebratelor (20th Conference of the European Association of Vertebrate Palaeontologists), Sabadell, Spania (26 iunie - 01 iulie 2023):

2. Tales from the Treasure Island: Evolutionary significance of the kogaionid multituberculates from the latest Cretaceous Hațeg Island (**Csiki-Sava, Z.**, Meng, J., Vremir, M., **Vasile, Ș.**, Norell, M.A., Brusatte, S.L.)

- Cel de al 14-lea Simpozion al Paleontologilor din România (14th Romanian Symposium of Palaeontology). București, România (14-15 septembrie 2023):

3. A new, long view on an old mammalian island radiation – updating the history of kogaionid multituberculates (**Csiki-Sava, Z., Bălc, R., Ducea, M., Țabără, D., Vasile, Ș.**)

4. Revisiting and updating the biochronology and palaeoenvironmental interpretations of the Bozeș Formation deposits from the south-eastern part of the Apuseni Mountains (Romania) (**Bălc, R., Bindiu-Haitonic, R., Gabor, G., Kövecsi, S.-A., Țabără, D., Bedelea, H., Silye, L., Csiki-Sava, Z., Ducea, M.**)

5. New biostratigraphic and palaeoenvironmental constraints in the uppermost Cretaceous deposits from the Ciula Mică (Geat Valley) – west Vălioara area, northwestern Hațeg Basin (Romania) (**Csiki-Sava, Z., Țabără, D., Bălc, R., Bindiu-Haitonic, R., Botfalvai, G., Albert, G., Vasile, Ș.**)

6. Got the Head and Tail of It? – New ornithopod dinosaur fossils from Vălioara represent the most complete rhabdodontid skeletal association from the Densuș-Ciula Formation (Hațeg Basin) (*Magyar, J., Csiki-Sava, Z., Augustin, F.J., Ősi, A., Botfalvai, G.*)

7. Amphibians and lizards from a new Upper Cretaceous site at Vălioara (Hunedoara County, Romania) (*Makádi, L., Csiki-Sava, Z., Botfalvai, G.*)

8. Palynostratigraphic and palaeoenvironmental investigations of the Maastrichtian from Oarda de Jos (southwestern Transylvanian Basin) (**Țabără, D., Csiki-Sava, Z.**)

9. Distribution of foraminifera and calcareous nannoplankton in the Upper Cretaceous and Paleogene of the Eastern Carpathians in response to local palaeoenvironmental conditions (*Bindiu-Haitonic, R., Bălc, R., Kövecsi, Sz.A., Cojocaru, D., Măzăreanu, P., Gabor, G., Csiki-Sava, Z., Filipescu, S.*)

10. Another Fountain of (Palaeontological) Wealth – preliminary report on a new fossiliferous locality from Fântânele, Vălioara (Hațeg Basin) (**Csiki-Sava, Z., Budai, S., Magyar, J., Botfalvai, G.**)

11. The earliest record of Poaceae (monocots, bamboo pollen) in the Upper Cretaceous of Eastern Carpathians (**Țabără, D., Chelariu, C., Slimani, H.**)

- Simpozionul Național „Grigore Cobălcescu”, Iași (28 octombrie 2023):

12. Analiza distribuției nannoplanctonului calcaros Cretacic superior în depozitele marine din Bazinul Hațeg, România (**Bălc, R., Bindiu-Haitonic, R., Kövecsi, Sz.-A., Țabără, D.,** Gabor, G., **Csiki-Sava, Z.**)

13. Reconstituiri paleogeografice și de paleomediul ale Cretacicului terminal din nordul Carpaților Orientali (**Țabără D.,** Chelariu C., *Slimani H.*)

- Conferința ‘Rezultate noi ale paleontologiei vertebratelor în Ungaria: de la probleme stratigrafice la schimbări de mediu’ (A hazai gerinces paleontológia legújabb eredményei: a rétegtani problémáktól a környezetváltozásokig). Budapesta, Ungaria (17 noiembrie 2023):

14. Az erdélyi dinoszauruszok nyomában: Kadić Ottokár dinoszaurusz-lelőhelyeinek újrafelfedezése és az elmúlt évek ásatásainak eredményei (Pe urmele dinosaurilor transilvani: redescoperirea localităților cu dinosauri ale lui Kadić Ottokár și rezultatele cercetărilor din anii recente) (*Botfalvai, G., Magyar, J., Csiki-Sava, Z.*)

- Conferința Anuală a MedGU (Annual Meeting MedGU-23). Istanbul, Turcia (26-30 noiembrie 2023).

15. Palynostratigraphy and evaluation of hydrocarbon source rock potential of the Upper Cretaceous Hangu Formation (Eastern Carpathians) (**Țabără, D.,** Chelariu, C., *Slimani, H., Csiki-Sava, Z.,* Fabiańska, M. J., Misz-Kennan, M.)

- Sesiunea anuală de comunicări științifice I.P. Voitești, ed. 2023, Cluj-Napoca (8 decembrie 2023):

16. A story told by microfossil assemblages – age constraints and paleoecological conditions in the Campanian marine deposits from Hațeg Basin (Romania) (**Bălc, R., Bindiu-Haitonic, R., Kövecsi, Sz.-A., Țabără, D.,** Gabor, G., **Csiki-Sava, Z.**)

Publicații

În decursul anului 2023 a fost publicată în forma finală una dintre cele două lucrări trimise spre publicare în decursul anului 2022, respectiv:

1. **Țabără, D., Slimani, H.,** Chelariu, C., *Bindiu-Haitonic, R., Bălc, R., Csiki-Sava, Z.,* Fabiańska, J. M., Misz-Kennan, M., Chelariu, M., **2023.** Five million years of life history record in an uppermost Cretaceous northern Tethyan marine succession, Eastern Carpathians

(Romania): microfossil content and palaeoenvironmental assessment. *Review of Palaeobotany and Palynology* 313, 104878. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2023.104878>

iar pe de altă parte, o lucrare care a fost redactată și trimisă spre publicare în decursul anului 2023:

2. Páll-Gergely, B., Magyar, J., **Csiki-Sava, Z.**, *Botfalvai, G.*, **2023**. *Ferussina petofiana* n. sp. (Gastropoda, Caenogastropoda, Cyclophoridae), the oldest representative of its subfamily from uppermost Cretaceous deposits (Densuș-Ciula Formation) of Hațeg Basin, Romania. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 69(4), 337-352. doi:10.17109/AZH.69.4.337.20231.

Trei alte lucrări realizate și trimise spre publicare în decursul anului 2023 (dintre care două ISI și una BDI) se află în prezent în diferite stadii, mai mult sau mai puțin avansate, ale publicării. Acestea includ o lucrare care a fost deja acceptată spre publicare, dar încă nu a fost publicată efectiv:

3. Vornicu, V., *Seghedi, I.*, **Csiki-Sava, Z.**, **Ducea, M.N.**, **acceptat**. Campanian U-Pb ages of volcanioclastic deposits of the Hațeg Basin (Southern Carpathians); implications for intrabasinal lithostratigraphic correlations. *Geologica Carpathica*.

precum și două lucrări care în prezent sunt în curs de revizuire, după ce au trecut printr-o rundă de peer-review:

4. *Magyar, J.*, **Csiki-Sava, Z.**, *Ósi, A.*, *Augustin, F. J.*, *Botfalvai, G.*, **în revizuire**. Rhabdodontid (Dinosauria, Ornithopoda) diversity suggested by the first documented occurrence of associated cranial and postcranial material at Vălioara (uppermost Cretaceous Densuș-Ciula Formation, Hațeg Basin, Romania). *Cretaceous Research*.

5. **Țabără, D.**, **Csiki-Sava, Z.**, **în revizuire**. Palynostratigraphic and palaeoenvironmental investigations of the Maastrichtian from Oarda de Jos (southwestern Transylvanian Basin). *Acta Palaeontologica Romaniae*.

Alături de aceste manuscrise noi, realizate în decursul anului 2023, cel de al doilea manuscris pregătit spre publicare în decursul anului 2022 este în prezent încă în curs de evaluare peer-review:

6. **Bălc, R.**, *Bindiu-Haitonic, R.*, *Kövecsi, S-A.*, *Vremir, M.*, **Ducea, M.**, **Csiki-Sava, Z.**, **Țabără, D.**, **Vasile, Ș.**, **sub evaluare**. Integrated biostratigraphy of Upper Cretaceous

deposits from an exceptional continental vertebrate-bearing marine section (Transylvanian Basin, Romania). *Marine Micropaleontology*

În plus, este definitivat în prezent (Decembrie 2023) pentru trimitere spre evaluare un alt manuscris, având ca și destinație o revistă ISI cotate Q1:

7. Csiki-Sava, Z., Vremir, M., Meng, J., Mao, F.-Y., Brusatte, S.L., Norell, M.A., submitted. Oldest well-preserved Late Cretaceous multituberculate mammal from Romania documents mosaic evolution within an endemic European clade.

În stadii mai mult sau mai puțin avansate de realizare și definitivare se mai află o serie de alte manuscrise care urmează să fie trimise spre publicare, tot ca rezultate ale proiectului PCE 132/2021, în perioada ce urmează:

1. **Csiki-Sava, Z., Vremir, M., Brusatte, S.L., Norell, M.A., Totoianu, R.** First large-sized latest Cretaceous multituberculate from the Transylvanian Basin (Romania), and a European perspective on mammalian survivorship across the K-Pg boundary.
2. **Csiki-Sava, Z., Vremir, M., Meng, J., Vasile, Ș., Brusatte, S.L., Norell, M.A.** Out of the dark - The earliest known kogaionid multituberculate mammals from the Campanian of Romania.
3. **Vasile, Ș., Vremir, M., Csiki-Sava, Z., Brusatte, S.L., Țabără, D., Bălc, R., Norell, M.A.** The Black Lens microvertebrate bonebed from the Upper Campanian of Petrești (Transylvanian Basin, Romania) - the earliest record of the Hațeg Island faunal assemblages.

În final, o serie de alte manuscrise se află în lucru/curs de redactare în prezent, urmând să fie trimise spre publicare în perioada următoare. Aceste manuscrise încă nu au titluri definitive sau colective de autori definitiv stabilite, de aceea vor fi listate doar ca tematică generală și prim autor responsabil cu coordonarea lor (toate aceste manuscrise în pregătire sunt menționate și în cadrul prezentului raport):

Csiki-Sava et al. – descrierea asociației diverse taxonomice de kogaionide din siturile de la Fântânele și Fântânele 3 (Vălioara, Bazinul Hațeg).

Țabără et al. – descrierea și interpretarea asociațiilor palinologice recuperate din succesiunea continentală de la Pui Sînpetru și Nălaț-Vad (Baz. Hațeg).

Botfalvai, G. et al. – analiza sedimentologică și tafonomică a sitului K2, Vălioara, Bazinul Hațeg.

Albert, G. et al. – sinteza evoluției tectonice-paleogeografice a părții vestice a Bazinului Hațeg la finele Cretacicului.

Csiki-Sava et al. – cadrul biostratigrafic și paleoambiental al depozitelor Cretacic superioare în facies marin și continental din Bazinul Hațeg.

Csiki-Sava et al. – noi ocurențe de multituberculade din Bazinul Hațeg, cu o revizuire a genului *Barbatodon*.

Magyar et al. – descrierea materialului paleontologic recuperat din situl Fântânele 3, Vălioara.

Bălc et al. – analiza sedimentologică, petrografică și micropaleontologică a depozitelor marine Cretacic superioare (Formațiunea de Bozeș) din regiunea Văii Stăuini.

Csiki-Sava et al. – analiza comparativă a structurii urechii interne la kogaionide, cu implicații pentru adaptările sensoriale ale kogaionidelor.

Conferințe publice, activități de promovare/popularizare

În decursul anului 2023, activități de promovare a obiectivelor, realizărilor și rezultatelor din cadrul proiectului au fost făcute în cadrul unei conferințe publice susținute în cadrul Săptămânii Geologiei organizate de Muzeul Geologic al României (București), precum și prin implicarea unor studenți de la Universitatea din București, respectiv Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca în realizarea unor lucrări de licență legate de tematica și obiectivele proiectului, respectiv studiul georeferențiat al record-ului fosil de vertebrate din succesiunea cu multituberculade de la Pui (Iorgoni Vlad, în curs de desfășurare), studiul micropaleontologic și petrografic al depozitelor Formațiunii de Bozeș de pe V. Stăuini (Gabor George, susținută în vara 2023), studiul micropaleontologic al depozitelor Cretacic superioare din zona Sucevița, Carpații Orientali (Cojocaru Daria, susținută în vara 2023), respectiv studiul biostratigrafic și paleoambiental al depozitelor din regiunea Piatra Neamț (Măzăreanu Elena, susținută în vara 2023). În cazul ultimelor trei tematici, lucrări bazate pe acestea au fost prezentate și la Simpozionul Național al Studenților Geologi și Geofizicieni din aprilie 2023 ce a avut loc la București (vezi Anexa III).

O altă activitate importantă de promovare a proiectului a fost realizată prin cooptarea proiectului Multi-Brain (PCE 132/2021) ca și co-organizator al celui de al 14-lea Simpozion al Paleontologilor din România ce a avut loc între 12-18 septembrie 2023 la București, fiind organizat de către Societatea Paleontologilor din România, Institutul de Cercetare și respectiv Facultatea de Geologie și Geofizică ale Universității din București, și Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare GeoEcoMar (București). La acest simpozion membrii și colaboratorii

externi ai proiectului au participat cu un număr important de contribuții (prezentări orale și postere; vezi mai sus și Anexa III), și a existat inclusiv o sesiune specială dedicată diferitelor realizări ale proiectului (*Late Cretaceous Evolution of the Transylvanian area* – 15 septembrie 2023). Cu această ocazie, toate signalistica și materialele promoționale ale manifestării științifice respective au conținut și menționarea explicită a proiectului nostru ca participant la cadrul organizatoric și de suport pentru simpozion.

Referințe folosite

- Bojar, A.V., S. Halas, H.-P. Bojar, D. Grigorescu & Ș. Vasile, 2011. Upper Cretaceous volcanoclastic deposits from the Hațeg Basin, South Carpathians (Romania): K-Ar ages and intrabasinal correlation. *Geochronometria*, 38: 182-188.
- Botfalvai G., Csiki-Sava Z., Kocsis L., Albert G., Magyar J., Bodor E.R., Țabără, D., Ulyanov A., Makádi L. 2021. 'X' marks the spot! Sedimentological, geochemical and palaeontological investigations of Upper Cretaceous (Maastrichtian) vertebrate fossil localities from the Vălioara valley (Densuș-Ciula Formation, Hațeg Basin, Romania). *Cretaceous Research*, 123: 104781.
- Codrea, V. & E.P. Dica, 2005. Upper Cretaceous - lowermost Miocene lithostratigraphic units exposed in Alba Iulia – Sebeș – Vințu de Jos area (SW Transylvanian basin). *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia*, 50, 19–26.
- Codrea, V., Godefroit, P., Smith, T. & Jipa-Murzea, C. 2009. Maastrichtian vertebrates in Rusca Montană Basin (Romania). In Godefroit P. & Lambert O. (Eds.) *Tribute to Charles Darwin and Bernissart Iguanodons: New Perspectives on Vertebrate Evolution and Early Cretaceous Ecosystems*, p. 29.
- Codrea, V.A., Vremir, M., Jipa, C., Godefroit, P., Csiki, Z., Smith, T. & Fărcaș, C., 2010. More than just Nopcsa's Transylvanian dinosaurs: A look outside the Hațeg Basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 293: 391–405.
- Codrea, V., Barbu, O. & Jipa-Murzea, C. 2010. Upper Cretaceous (Maastrichtian) land vertebrate diversity in Alba district (Romania). *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 43(2): 594-601.
- Codrea, V. A., A.A. Solomon, M. Venczel & T. Smith, 2014. A new kogaionid multituberculate mammal from the Maastrichtian of the Transylvanian Basin, Romania. *Comptes Rendus Palevol*, 13, 489–499. doi:10.1016/j.crpv.2014.01.003.
- Codrea, V., Godefroit, P. & Smith, T. 2012. First discovery of Maastrichtian (latest Cretaceous) terrestrial vertebrates in Rusca Montană Basin (Romania). In: Godefroit, P. (ed.) *Bernissart Dinosaurs and Early Cretaceous Terrestrial Ecosystems*. Indiana University Press, Bloomington, p. 571-582.
- Codrea, V.A., A.A. Solomon, M. Venczel & T. Smith, 2017. First mammal species identified from the Upper Cretaceous of the Rusca Montana Basin (Transylvania, Romania). *Comptes Rendus Palevol*, 16, 27–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2016.04.002>.
- Csiki, Z. & D. Grigorescu, 2000. Teeth of multituberculate mammals from the Late Cretaceous of Romania. *Acta Palaeontologica Polonica*, 45, 85-90.
- Csiki-Sava, Z., Bălc, R., Brusatte, S.L., Dyke, G., Naish, D., Norell, M.A., Vremir, M.M., 2012. Petrești-Arini (Transylvanian Basin, Romania) - a very important but ephemeral Late Cretaceous (Early Maastrichtian) vertebrate site. In: Royo-Torres, R., Gascó, F., Alcalá, L. (Eds.), 10th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Palaeontologists, Teruel, Spain. *¡Fundamental!*, 20: 53–55.
- Csiki-Sava, Z., m. Vremir, Ș., Vasile, S.L. Brusatte, G., Dyke, D., Naish, M.A. Norell, & R. Totoianu., 2016. The East Side Story – The Transylvanian latest Cretaceous continental vertebrate record and its implications for understanding Cretaceous–Paleogene boundary events. *Cretaceous Research*, 57:662-698.
- Csiki-Sava, Z., J. Meng, M. Vremir, S. L. Brusatte, & M.A. Norell, 2017. Completing the Picture – spatio-temporal patterns of multituberculate distribution in the Uppermost Cretaceous of Transylvania, Romania. In: *15th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Palaeontologists*, p. 29-30. DOI: 10.5282/ubm/epub.40557.
- Csiki-Sava, Z., M. Vremir, J. Meng, S.L. Brusatte, & M.A. Norell, 2018. Dome-headed, small-brained island mammal from the Late Cretaceous of Romania. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115: 4857-4862. doi:10.1073/pnas.1801143115.
- Csiki-Sava, Z., M. Vremir, J. Meng, Ș. Vasile, S. L. Brusatte, & M.A. Norell, 2022. Spatial and temporal distribution of the island-dwelling Kogaionidae (Mammalia, Multituberculata) in the uppermost

- Cretaceous of Transylvania (western Romania). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 456, 1-109.
- Delfino, M., Codrea, V., Folie, A., Godefroit, P. & Smith, T. 2008. A complete skull of *Allodaposuchus precedens* Nopcsa, 1928 (Eusuchia) and a reassessment of the morphology of the taxon based on the Romanian remains. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28: 111-122.
- Dincă, A., Tocorjescu, M. & Stilla, A. 1972. Despre vârsta depozitelor continentale cu dinozaurieni din Bazinele Hațeg și Rusca Montană. *Dări de Seamă ale Ședințelor Institutului de Geologie și Geofizică*, 58: 83-94.
- Folie, A. & Codrea, V. 2005. New lissamphibians and squamates from the Maastrichtian of Hațeg Basin, Romania. *Acta Palaeontologica Polonica*, 50: 57-71.
- Givulescu, R. 1966. Sur quelques plantes fossiles du Danien de Roumanie. *Comptes Rendu de l'Académie des Sciences de Paris*, 262(D): 1933-1936.
- Givulescu, R. 1968. Nouvelles plantes fossiles du Danien de Roumanie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 267(D): 880-882.
- Grigorescu, D., 1992. Nonmarine Cretaceous Formations of Romania. In: N. J. Matterl, P.-J. Chen (eds.), *Aspects of Nonmarine Cretaceous Geology*. Beijing, China Ocean Press, p. 142-164.
- Grigorescu, D., Hartenberger, J.-L., Rădulescu, C., Samson, P. & Sudre, J. 1985. Découverte de mammifères et dinosaures dans le Crétacé supérieur de Pui (Roumanie). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, II/301: 1365-1368.
- Grigorescu, D. & Melinte, M.C. (2002). The stratigraphy of the Upper Cretaceous marine sediments from the NW Hațeg area (South Carpathians, Romania). *Acta Palaeontologica Romaniae*, 3: 153-160.
- Jin, X.-S., F.-Y. Mao, T.-M. Du, Y.-H. Yang & J. Meng, 2023. A new multituberculate from the latest Cretaceous of central China and its implications for multituberculate tooth homologies and occlusion. *Journal of Mammalian Evolution*, 30, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10914-022-09636-2>.
- Krause, D.W. et al., 2021. New skull material of *Taeniolabis taoensis* (Multituberculata, Taeniolabidae) from the Early Paleocene (Danian) of the Denver Basin, Colorado. *Journal of Mammalian Evolution*, 28: 1083–1143. <https://doi.org/10.1007/s10914-021-09584-3>.
- Martin, J. E., Csiki, Z., Grigorescu, D. & Buffetaut, E. 2006. Late Cretaceous crocodylian diversity in Hațeg Basin, Romania. *Hantkeniana*, 5: 31-37.
- Martin, J. E., Rabi, M., Csiki, Z. & Vasile, Ș. 2014. Cranial morphology of *Theriosuchus sympiestodon* (Mesoeucrocodylia, Atoposauridae) and the widespread occurrence of *Theriosuchus* in the Late Cretaceous of Europe. *Journal of Paleontology*, 88: 444-456.
- Melinte-Dobrinescu, M.C. 2010. Lithology and biostratigraphy of Upper Cretaceous marine deposits from the Hațeg region (Romania): palaeoenvironmental implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 293: 283-294.
- Melinte-Dobrinescu, M.C. & Roban, R.D., 2014. Cretaceous cyclic sedimentation in the Eastern Carpathians. Guide of the fieldtrip 1, 26-28 august, 2nd Workshop of IGCP 609: *Climate-environmental deteriorations during greenhouse phases: Causes and consequences of short-term Cretaceous sea-level change*.
- Petrescu, I. & Dușa, A. 1985. Paleoflora din Senonianul bazinului Rusca Montană. *Dări de Seamă. Institutul de Geologie și Geofizică*, 69(3): 107-124.
- Popa, M.E., Kvacek, J., Vasile, Ș. & Csiki-Sava, Z. 2014. Maastrichtian monocotyledons of the Rusca Montană and Hațeg basins, South Carpathians, Romania. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 210, 89-101.
- Rădulescu, C. & Samson, P.-M. 1996. The first multituberculate skull from the Late Cretaceous (Maastrichtian) of Europe (Hațeg Basin, Romania). *Anuarul Institutului Geologic al României*, 69(1): 177-178.
- Roban, R.D., Krézsek, C. & Melinte-Dobrinescu, M., 2017. Cretaceous sedimentation in the outer Eastern Carpathians: Implications for the facies model reconstruction of the Moldavide Basin. *Sedimentary Geology*, 354, 24-42.
- Smith, T. & Codrea, V. 2015. Red iron-pigmented tooth enamel in a multituberculate mammal from the Late Cretaceous Transylvanian "Hațeg Island". *PLoS One*, 10(7): e0132550.
- Smith, T., V.A. Codrea, G. Devillet & A.A. Solomon, 2022. A new mammal skull from the Late Cretaceous of Romania and phylogenetic affinities of kogaionid multituberculates. *Journal of Mammalian Evolution*, 29, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10914-021-09564-7>.
- Solomon, A.A., V.A. Codrea, M. Venczel & T. Smith, 2022. New data on *Barbatodon oardaensis* Codrea, Solomon, Venczel & Smith, 2014, the smallest Late Cretaceous multituberculate mammal from Europe. *Comptes Rendus Palevol*, 21, 253-271. <https://doi.org/10.5852/cr-palevol2022v21a13>.
- Țabără, D. & Slimani, H., 2017. Dinoflagellate cysts and palynofacies across the Cretaceous-Paleogene boundary interval of the Vrancea Nappe (Eastern Carpathians, Romania). *Geological Quarterly*, 61(1), 39–52.

- Țabără, D., Slimani, H., Mare, S. & Chira, C.M., 2017. Integrated biostratigraphy and palaeoenvironmental interpretation of the Upper Cretaceous to Paleocene succession in the northern Moldavidian Domain (Eastern Carpathians, Romania). *Cretaceous Research*, 77, 102–123.
- Țabără, D., Vasile, Ș., Csiki-Sava, Z., Bălc, R., Vremir M. & Chelariu, M., 2022. Palynological and organic geochemical analyses of the Upper Cretaceous Bozeș Formation at Petrești (southwestern Transylvanian Basin) – biostratigraphic and palaeoenvironmental implications. *Cretaceous Research*, 134, 105148. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2022.105148>.
- Vasile, Ș., Z. Csiki, & D. Grigorescu, 2011. Reassessment of the spatial extent of the Middle Member, Densuș-Ciula Formation (Maastrichtian), Hațeg Basin, Romania. *Acta Palaeontologica Romaniae*, 7, 335-342
- Vasile, Ș. & Csiki, Z. 2011. New Maastrichtian microvertebrates from the Rusca Montană Basin (Romania). *Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii*, 27(1): 221-230.
- Vasile, Ș., Csiki-Sava, Z., Vremir, M., Țabără, D., Bălc, R., Bindu-Haitonic, R. & Kövecsi, S.-A. 2022. The Late Campanian microvertebrate assemblage from Petrești (Transylvanian Basin, Romania), a new window into the evolution of European Cretaceous insular faunas. In: Belvedere, M., Mecozzi, B., Amore, O., Sardella, R. (eds.) *Abstract book of the XIX Annual Conference of the European Association of Vertebrate Palaeontologists, Benevento/Pietraroja, Italy, 27th June-2nd July 2022. PalaeoVertebrata*, Special Volume 1-2022, pp. 214-215.
- Venczel, M. & Csiki, Z. 2003. New frogs from the latest Cretaceous of Hațeg Basin, Romania. *Acta Palaeontologica Polonica*, 48, 599-606.
- Venczel, M., Gardner, J.D., Codrea, V.A., Csiki-Sava, Z., Vasile, Ș. & Solomon, A. 2016. New insights into Europe's most diverse Late Cretaceous anuran assemblage from the Maastrichtian of western Romania. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 96: 61-95.
- Vremir, M., R. Bălc, Z. Csiki-Sava, S.L. Brusatte, G. Dyke, D. Naish & M.A. Norell, 2014. Petrești-Arini – An important but ephemeral Upper Cretaceous continental vertebrate site in the southwestern Transylvanian Basin, Romania. *Cretaceous Research*, 49, 13-38.
- Vremir, M., G. Dyke, & R. Totoianu, 2015. Repertoire of the Late Cretaceous vertebrate localities from Sebeș area, Alba County (Romania). *Terra Sebus. Acta Musei Sabesiensis*, 7, 695-724.
- Wang, H.-B., Meng, J. and Wang, Y.-Q., 2019. Cretaceous fossil reveals a new pattern in mammalian middle ear evolution. *Nature*, 576, 102-105.
- Weaver, L.N. et al., 2021. Early mammalian social behaviour revealed by multituberculates from a dinosaur nesting site. *Nature Ecology & Evolution*, 5, 32–37. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01325-8>.
- Yuan, C.-X., Ji, Q., Meng, Q.-J., Tabrum, A.R. and Luo, Z.-X., 2013. Earliest evolution of multituberculate mammals revealed by a new Jurassic fossil. *Science*, 341, 779-783.