



objavljeno 07.06.2010.

## Hrvatska je pravi mali raj za paleontologe

### Intervju: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Razgovarala: Jelena Likić

*Prof. dr. sc. Jasenka Sremac* rođena je u Zagrebu 13. 05. 1956. godine. Diplomirala je geologiju 1979. Magistarski rad pod naslovom "Brachiopoda srednjeg perma Velebita" obranila je 1985., a doktorsku disertaciju "Mikrofosilne zajednice srednjeg perma Velebita" 1988. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. Zaposlena je u Geološko-paleontološkom zavodu od 1979., isprva na radnom mjestu asistenta (1979. - 1989.), zatim docenta (1989. - 1998.) te izvanrednog profesora (1998. - danas). Od 2007. do 2009. godine bila je predstojnica Geološko-paleontološkog zavoda. Članica je Hrvatskog geološkog društva, kojemu je u dva mandata bila i potpredsjednica, te Hrvatskog geomorfološkog društva. Od 1991. članica je Uredničkog odbora časopisa *Geologia croatica*. Glavno područje istraživanja su joj fosilni okoliši geološke prošlosti. Autor je i koautor četrdesetak znanstvenih i stručnih radova u kojima su paleoekološki i biostratigrafski obrađene

*paleozojske stijene Velebita te miocenske taložine sjeverne Hrvatske. Vodila je tri projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, od kojih je jedan u tijeku. Od stranih projekata treba izdvojiti dugogodišnji rad (1979. – 1990.) na UNESCO-vom IGCP Projektu 5: "Correlation of Prevariscan and Variscan Events in the Alpine Mediterranean Mountain Belt", u kojemu je bila koordinator za Hrvatsku, te sadašnji projekt Švicarskog nacionalnog fonda "Permian-Triassic mass extinction in an ancestor of the Adriatic Carbonate Platform, Croatia". Predaje niz kolegija na dodiplomskom studiju za studente geologije, biologije i agronomije, te dva kolegija na poslijediplomskom studiju. Bila je mentor više od dvadeset diplomskih radova, 4 magistarska rada i 7 doktorskih disertacija, od kojih je nekoliko još u izradi. Radila je i na popularizaciji geologije održavajući niz predavanja o geologiji i paleontologiji za učenike osnovnih i srednjih škola te studente drugih fakulteta.*

**“Tko želi nešto naučiti, naći će način; tko ne želi, naći će izliku”, rečenica je Pabla Picassa kojom se predstavljate na svojim osobnim internetskim stranicama. Možete li nam pojasniti koliko je ona utjecala na Vaš dosadašnji znanstveno-istraživački rad te što ili tko Vas je inspirirao na bavljenje znanosti?**

Rečenica koju spominjete zapela mi je za oko prije nekoliko godina, kad sam, uz pomoć supruga, započela s osmišljavanjem osobnih internetskih stranica. Nakon tridesetak godina nastavničkog rada uvjerala sam se na primjeru brojnih generacija studenata, kao uostalom i na osobnom primjeru, da je **želja za znanjem temelj uspjeha u bilo kojoj sferi učenja ili rada**. Stoga mi se ta izreka učinila prikladnom za ulazni portal mojih stranica. U početku moje karijere bilo je puno teže doći do znanstvene informacije nego danas, a nije bilo ni toliko mogućnosti za međunarodnu suradnju. Stoga je motivacija bila presudna već od samog početka istraživanja. Danas nam je znanstvena i stručna literatura razmjerno lako dostupna, a izvrsne znanstveno-popularne edicije i emisije omogućuju nam uvid u nova otkrića iz srodnih znanstvenih područja (osobito biologije, kemije, geofizike i fizike), koje nam mogu pomoći u razumijevanju događaja i procesa tijekom geološke prošlosti.

Teško mogu izdvojiti neke posebne osobe ili događaje koji su utjecali na moj odabir životnog puta. Potječem iz pravničke obitelji, u kojoj smo svi rado pratili popularno-znanstvene emisije, ali se nitko nije bavio takvim istraživanjima. **Osobito su mi drage bile emisije o podmorju Jacquesa Cousteaua**, no mene nije zanimalo samo postojeći živi svijet, nego i prilike koje su dovele do njegovog nastanka i današnjeg biogeografskog rasporeda. Stoga sam se odlučila za studij geologije. Moram priznati da je ovakav odabir studija za moju obitelj predstavljao potpuno iznenađenje.

**Kao diplomirana geologinja navodite kako su Vam glavno područje istraživanja fosilni okoliši geološke prošlosti. Možete li nam pojasniti nešto više o tome te ukratko navesti na kojim projektima trenutno radite?**

Trenutno vodim projekt Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa pod nazivom: “Biotički i abiotički pokazatelji stresa u fosilnim okolišima”, čiji naziv najbolje odražava moju užu specijalizaciju. **Paleoekološka istraživanja oduvijek su me privlačila, jer zahtijevaju multidisciplinarni pristup**. U stijenama ostaju zabilježeni zapisi o uvjetima u drevnom okolišu, kao što su: temperatura, salinitet, dubina mora, energija vode i mnogi drugi. Te uvjete

prepoznamo kroz sastav fosilne zajednice, sedimentološke teksture, procese mineralizacije, geokemijske i izotopne zapise. Neka su od tih obilježja prepoznatljiva već prilikom uzorkovanja na terenu, ali većinu možemo analizirati tek nakon laboratorijske pripreve uzoraka.

### **Koje tehnologije koje u svojem radu koristite biste izdvojili kao važne za doprinos vašem području istraživanja?**

Uzorke iz “mekih” stijena, kao što su npr. gline i lapori pripremamo **tehnikom “muljenja”**. Uzorci se usitnjavaju i otapaju u vodi, u koju se doda mala količina vodikovog peroksida, te se ispiru na sitima, kako bi se iz njih izdvojili cijeli fosili. Uzorke “čvrstih” stijena (npr. vapnenaca i dolomita) najčešće režemo dijamantnom pilom na pločice. Ispolirane pločice lijepimo na predmetna stakalca i brusimo, kako bismo dobili prozirne preparate – **“izbruske”**. Na taj način možemo promatrati finu građu fosila i druga obilježja stijena pod mikroskopom u prolaznom svjetlu. Za lakše prepoznavanje mineralnog sastava preparate možemo obojiti posebnim bojilima. Izbrusci i izvađeni cijeli fosili promatraju se na stereoskopskoj lupi ili mikroskopu, ponekad uz dodatnu uporabu polarizatora, te na skenirajućem elektronskom mikroskopu, koji nam, uz fotografije, može dati i u uvid u kemijski sastav uzorka.

**Za geokemijske i izotopne analize uzorci se pripremaju na poseban način**, pri čemu se stijene najčešće drobe u prah. U okviru našeg projekta na taj su način istraživani stabilni izotopi ugljika  $\delta^{13}\text{C}$ , kisika  $\delta^{18}\text{O}$  i  $\delta^{16}\text{O}$  i dušika  $\delta^{15}\text{N}$ , rađene su elementalne analize (glavni, sporedni i elementi u tragovima, elementi rijetkih zemalja), Rock-Eval analize i analize biomarkera. Osobito je osjetljiva priprema uzoraka za analizu biomarkera, koja se mora odvijati u posve sterilnim uvjetima. Većina ovih specijaliziranih analiza načinjena je u geokemijskom laboratoriju Sveučilišta u Lausanne. Upravo ovakve su analize od ključnog značenja za rekonstrukciju uvjeta u fosilnim okolišima, a ponekad nam mogu pomoći i u prepoznavanju uzroka lokalnih ili globalnih katastrofa.

### **Koja je, po Vašem mišljenju, tajna vođenja uspješne istraživačke skupine i što konkretno činite kako biste potaknuli najbolje rezultate svojih suradnika?**

Vođenje istraživačke skupine nije lak zadatak. Priprava dobrih prijedloga projekata, kako bismo osigurali sredstva za istraživanja, već je sama po sebi dosta zahtjevna. Kad projekt započne, zadaća je voditelja da načini jasan plan istraživanja, te da usmjeri članove skupine prema onim zadacima, za koje su oni najbolje pripremljeni. Također, vođa skupine se treba pobrinuti da suradnici dobiju odgovarajuću literaturu i tehnička pomagala potrebna za uspješno provođenje istraživanja. **Dobar voditelj prati rad svojih suradnika**, pomaže im u njihovom znanstvenom i stručnom usavršavanju, te se raduje njihovim uspjesima. On također **uči od svojih suradnika** i na taj način proširuje vlastito znanje. Smatram se osobito sretnom što vodim upravo takvu skupinu istraživača koja uživa u zajedničkom radu i tada nam nikakva zadaća nije preteška (opet se vraćamo na uzrečicu iz Vašeg prvog pitanja 😊).



*Prof. dr. sc. Jasenka Sremac s kolegama na terenskom istraživanju, Vrgorac, 2010.*

**Međunarodni projekt “Masovno izumiranje na granici perm-trijas na području drevne Jadranske karbonatne platforme u Hrvatskoj” bavi se jednom od najzagonetnijih i najkontroverznijih tema u području znanosti kojime se bavite - najrazornijim masovnim izumiranjem koje se dogodilo krajem perma, prije oko 250 milijuna godina. Iako je postavljeno mnogo različitih hipoteza kako bi se objasnila biološka kriza koja se tada dogodila, možete li nam pojasniti do kojih se saznanja došlo spomenutim projektom?**

Projekt o masovnom izumiranju na razmeđu paleozojske i mezozojske ere jedan je od najintrigantnijih zadataka kojima sam se bavila u svojoj karijeri. Ovaj događaj geolozi zovu “**Majkom svih izumiranja**”, a procjenjuje se da je tada na Zemlji izumrlo oko 90% svih živih bića. Postoji niz teorija o uzrocima tog događaja, koje možemo pojednostavljeno podijeliti prema uzrocima u “zemaljske” i “izvanzemaljske” teorije. Najveći broj zastupnika Zemaljskih teorija smatra **masivni vulkanizam** glavnim uzrokom izumiranja. Naime, najveći vulkanski izljevi koji su se ikad dogodili na Zemlji, “**Sibirske stepenice**”, vremenski se podudaraju s biološkom krizom. Prema današnjem rasprostiranju ovih stijena čini se da su prekrivaju prostor od 2.000.000 km<sup>2</sup>. Među zastupnicima “izvanzemaljskih teorija“ veliki broj ih zagovara **udar asteroida**, koji je onda, kao sekundarni efekt, mogao izazvati pucanje Zemljine kore i izljeve lave. U novije vrijeme pojavile su se i druge teorije, poput eksplozije supernove u blizini Zemlje i mnoge druge. Kad detaljno proučavate događaje na Zemlji tijekom permskog perioda i na granici perm/trijas, vidite da je cijela priča vrlo složena. Kriza biote započela je već u mlađem permu, zbog globalne suše. Ta je **klimatska promjena dovela i do globalnog nestanka tadašnjih kišnih šuma**, u kojima su prevladavale drvolike papratnjače, a omogućila razvoj i prevlast igličastih golosjemenjača. Kriza se odrazila i na

morske okoliše. Razina mora je pala i mnogi rubni šelfni okoliši su se našli na suhom. Zbog promjene oceanske cirkulacije došlo je do pojave euksinije u oceanu, što je utjecalo na bentičke organizme na velikom prostoru. Međutim, zapisi u stijenama govore da se, kratko vrijeme nakon ovog slijeda događaja, prije 251,4 milijuna godina dogodila **katastrofa koja je u geološki vrlo kratkom vremenu pobila većinu preostalog živog svijeta**. To je jedino veliko izumiranje u povijesti Zemlje, koje je jako utjecalo i na kukce. Naše je istraživanje u stijenama Velebita našlo potvrdu za obje stresne epizode. Za prvu možemo sa sigurnošću tvrditi da je povezana s regresijom, tj. izranjanjem rubnih obalnih okoliša.

Dokazi o drugoj krizi osobito su zanimljivi. Naime, naša su istraživanja pokazala **da u tom valu izumiranja nije došlo do drastičnih fizičko-kemijskih promjena u morskom okolišu**, ali je događaj svejedno utjecao na gotovo trenutni pomor biote. Time se smanjuje i lista mogućih "kandidata" za uzrok katastrofe. No rad koji govori o tome upravo se nalazi u tisku u jednom od vodećih svjetskih časopisa, a očekujemo uskoro i obranu doktorske disertacije naše znanstvene novakinje **Karmen Fio**, koja se temelji na istraživanju ovih događaja. Tada će svi podaci biti dostupni javnosti.

**Terenski rad za Vaša je istraživanja iznimno važan. Koje je, po Vašem mišljenju, geološki gledano, najzanimljivije područje RH? Na koja Vam je mjesta najdraže odlaziti na terene i zašto?**

Terenski je rad temelj svakog geološkog istraživanja. Pri tom je od osobite važnosti voditi točnu evidenciju o položaju samog lokaliteta, te poziciji (geografske koordinate) uzoraka na terenu.

Geologija pokriva široki raspon znanstvenih disciplina. Stoga je svako od područja Hrvatske zanimljivo s određenog aspekta. Pojednostavljeno, geološki prostor Hrvatske možemo podijeliti na **Krške Dinaride**, izgrađene pretežito od karbonatnih stijena, te **unutrašnju Hrvatsku**, gdje se na površini većinom nalaze mlađe taložine, nastale tijekom kenozojske ere. Starije su stijene ovdje na površini vidljive u planinama, dok su u nizinama prekrivene kvartarnim taložinama riječnog (aluvijalnog) podrijetla. Po obodu planinskih područja na površini je vidljiv pojas stijena nastalih u Paratethys moru, te jezerima, koja su bila produkt njegova raspada, a nastale su tijekom razdoblja koja nazivamo miocen i pliocen.

Projekt koji vodim obuhvaća istraživanja u oba područja. U krškom prostoru nam je glavna tema bila masovno izumiranje na granici perm/trijas, dok su nam miocenske taložine Paratethys mora zanimljive, zbog brojnih izdanaka, na kojima možemo pratiti postupne promjene u okolišu tijekom kenozojske ere. Promjene temperature mora iščitavamo iz omjera kisikovih izotopa  $\delta^{18}\text{O}$  i  $\delta^{16}\text{O}$  u skeletnim ostacima beskralješnjaka, te iz udjela magnezija u sastavu čahura ježinaca, dok su nam palinomorfa (peludna zrna i spore) izvor podataka o paleotemperaturi i klimatskim promjenama na kopnu. Također, kvalitativne i kvantitativne analize fosilnih zajednica iz ovih taložina nam daju dobar uvid u okoliš u kojem su ti organizmi obitavali.

Premda me istinski zanima i raduje svaki zanimljivi geološki fenomen na koji naiđem, bez obzira na lokalitet i geološku starost, **emotivno sam posebno vezana uz srednji Velebit**, gdje je započela moja istraživačka karijera, te sam ovdje "odradila" terenski dio istraživanja za moj magistarski i doktorski rad.

**Sićušni rakovi iz skupine Ostracoda područje su istraživanja nekoliko Vaših studija. Možete li nam reći nešto više o ovoj skupini organizama kao fosilima na teritoriju današnje Republike Hrvatske? Koje su još skupine organizama posebno zanimljive za istraživanje na našem području?**

Aberantni račići iz skupine ostrakoda bili su važan dio istraživanja u dvije doktorske disertacije u kojima sam bila komentorica. **Oni su nam dobar pokazatelj uvjeta u fosilnim okolišima, osobito u bočatim i slatkovodnim sredinama**, gdje se smanjuje udio foraminifera u zajednici, ili one posve izostaju. Oni mogu također biti i dobri indikatori geološke starosti. Inače su drevna skupina, koja je živjela kao bentos već u paleozojskim morima. Kasnije su neki ostrakodi prešli na život u oslađenim sredinama, a neki su se opredijelili i za planktonski način života. U Hrvatskoj je intenzivno istraživanje ostrakoda započelo u vrijeme eksploatacije nafte u Panonskom prostoru. Naime, nježne ljušturice ostrakoda lako se moglo naći u jezgrama istražnih bušotina, a oni su bili dobri pokazatelji starosti horizonta u kojem se nalazila nafta.

**Hrvatska je pravi mali raj za paleontologe.** Ovdje možemo naći brojne fosile gotovo svih skupina organizama iz sve tri geološke ere fanerozojskog eona. Stoga je u Hrvatskoj prisutan i razmjerno velik broj aktivnih paleontologa, koji istražuju različite fosilne skupine, počevši od algi i foraminifera, preko kopnenog bilja, žarnjaka, mekušaca, ramenonožaca, bodljikaša, različitih kralješnjaka, sve do hominida.

**U kojim se uvjetima i okolišima organizmi najbolje očuvaju? Možete li nam navesti neka poznatija nalazišta u svijetu koja su rezultirala “poznatim fosilima” ili njihovom velikom brojnošću?**

**Uginuli organizmi najbolje se sačuvaju u konzervacijskim ležištima** (conservation Lagerstätten). Takva nalazišta vezana su za vrlo specifične uvjete postanka, te su rijetka i često zaštićena zakonom. Također, redovito su popraćena medijskom promocijom, te se podaci o njima mogu lako naći na internetskim stranicama. Pojavljuju se u svim geološkim razdobljima i na svim kontinentima. Poznajemo više načina postanka ovakvih ležišta. Tako npr. **stagnacijska ležišta** nastaju na mjestima gdje zbog nepovoljnih uvjeta (nedostatak kisika, visoki salinitet i sl.) nema predatora, strvinara i razlagača, te nam se uginuli organizam sačuva u potpunosti. Primjer takvog ležišta je **Solnhofen** u Bavarskoj, široj javnosti poznat kao nalazište praptilice. Drugi način postanka pretpostavlja naglo urušavanje ili zatrpavanje, te na taj način nastaju **urušena ležišta**. Na taj se način mogu sačuvati i organizmi koji nemaju čvrste skeletne dijelove, te su nam takvi nalazi upotpunili praznine u poznavanju upravo takvih taksona. Jedan od najpoznatijih primjera je **Burgess Shale** u Britanskoj Kolumbiji. Treći su primjer **konzervacijske zamke**. To su posebni mediji koji naglo zaštite uginuli organizam od propadanja, te nam se on sačuva gotovo u potpunosti. U ovu kategoriju pripadaju fosilni kukci i druge male životinje sačuvane u jantaru, ili, primjerice, poznati **ledeni čovjek iz Alpa, Ötzi**.

**Brojnošću fosila se odlikuju koncentracijska ležišta** (concentration Lagerstätten). Neka su od tih ležišta primarna, što znači da se skeleti uginulih organizama nalaze na mjestu gdje su živjeli, no mnoga su sekundarna, nastala premještanjem skeletnih dijelova nakon smrti. Primjer takvih ležišta su lumakele ili kokine, koje mogu nastati okamenjivanjem ljuštura uginulih beskralješnjaka na mjestu gdje su živjeli (npr. fosilna ostrižišta), ali mogu nastati i

sekundarno, npr. koncentracijom ljuštura organizama isčupanih s morskog dna tijekom tropskih oluja. Takve su stijene često vrlo čvrste, a i dekorativne, pa se koriste kao građevni i ukrasni kamen. Riječna ili aluvijalna ležišta također najčešće sadrže premještene fosile. U Hrvatskoj su tako nađeni zubi velikih životinja iz doba oledbi (mamuta, vunastog nosoroga) u riječnim taložinama Save i Drave. **Koncentracijske zamke** su mjesta u kojima se nakupljaju fosilni ostaci. Mogu biti milimetarskih dimenzija (šupljine u skeletu većih organizama) ili daleko veće. Primjer su za to vertikalne pukotine u kršu, u koje mogu upasti nepažljive životinje, te stradati od pada ili uginuti od gladi.



*Prof. dr. sc. Jasenka Sremac tijekom priprema za ekskurziju, Rab, 2007.*

**Što je to Pangea i kako se njezino razdvajanje odrazilo na razvitak teritorija današnje Republike Hrvatske? Postoje li danas kakvi materijalni dokazi o tim događajima?**

Tijekom geološke prošlosti položaj kontinenata i oceana neprestano se mijenjao. Kontinentske mase su se spajale, pa ponovo razdvajale i udruživale u neke nove velike kontinente. Najveće spajanje kontinenata dogodilo se pred kraj paleozojske ere, kad se superkontinent Pangea prostirao od pola, do pola, te obuhvaćao jezgre budućih kontinenata Europe, Azije, Sjeverne i Južne Amerike, Afrike, Antarktike i Australije. Zbog takvog rasporeda kopna i mora, na ogromnom je prostoru zavladała suša, te se unutrašnjost kontinenta pretvorila u pustinju.

**Raspad Pangeje** tijekom mezozojske ere doveo je do otvaranja novih oceana, razdvajanja velikog kontinenta i postupnog pomicanja pojedinih kontinentskih cjelina prema položaju gdje se nalaze danas.

Za stijene koje se danas nalaze na hrvatskom teritoriju raspad Pangeje je donio znakovitu promjenu. Plitko more u kojem je nastalo gotovo 1000 m debeo kompleks dolomita i vapnenaca karbona i perma taložile se u tropskom pojasu, na sjeveroistočnom dijelu šelfa Praafrike. Pucanjem velikog kontinenta, odvojila se mikroploča, koja je kolijevka naše Hrvatske, i počela putovati prema sjeveru, gdje će se kasnije pridružiti Europskom kontinentu. Na toj svojoj Odiseji, **Prahrvatska je postojala kao sustav morskih plićaka, otočića i laguna**, gdje su se tijekom mezozojske ere taložile tone i tone karbonatnog mulja, od kojeg su danas izgrađene naše najviše planine.

Prve ideje o položaju nekadašnjih kontinenata pojavile su se kod promatranja njihovih obrisa, koji su dali naslutiti njihovu povezanost. Kasnije su tu teoriju potkrijepili fosilni nalazi.

**Kopnena flora i fauna bila je svim navedenim kontinentima zajednička, sve dok nije došlo do njihovog pucanja.** Nakon odvajanja, svaki od novonastalih kontinenata slijedi svoj odvojeni put evolucije. Dokaze nekadašnjeg položaja kontinenata i oceana nalazimo i u paleomagnetnom zapisu, naime, Zemlja je tijekom svoje duge povijesti od 4,7 milijardi godina u više navrata mijenjala položaj polova. Promjene položaja polova odražavaju se na orijentaciji magnetnih minerala (npr. magnetit), te nam i to može pomoći kod paleogeografskih rekonstrukcija.

### **Kako su i kada nastale veće planine Hrvatske?**

Postanak hrvatskih planina vežemo uz dva velika tektonska ciklusa – **hercinski** (variscijski) i **alpinski ciklus**. Hercinski ciklus doživio je svoju kulminaciju tijekom paleozojske ere (prije približno 300 milijuna godina), dok je alpinski ciklus svoj maksimum imao tijekom krede i paleogena. Kroz ta razdoblja intenzivne tektonske aktivnosti, stijene koje su se nekoć nalazile na morskom dnu izdigle su se, te neke od njih danas izgrađuju naše najviše vrhove (vrhovi Dinare, Kamešnice, Biokova i Velebita).

**Za naša je područja od posebne važnosti more Paratethys, u javnosti poznatije kao “Panonsko more“, koje se razvilo u miocenu prije oko 20 milijuna godina. Kako je izgledao teritorij današnje Republike Hrvatske tada, jesu li ono što danas nazivamo planinama i gorama tada bili otoci i koje su značajnije skupine organizama tada živjele u moru i izvan njega? Zašto je nestalo “Panonsko more” i postoje li i danas njegovi “ostaci”?**

Pod pritiskom Afričke tektonske ploče, koja se postupno pomiče prema sjeveru, početkom miocena izdižu se planinski lanci Alpa, Dinarida, Helenida i Taurida. Stoga se od sredozemnog Tethys mora odvojio sjeverni krak, Paratethys more, koje je prekrilo nizinske predjele iza planinskog lanca. Paratethys je prije dvadesetak milijuna godina imao najveću površinu i **dopirao je sve do današnjeg Aralskog jezera**, pa naziv "Panonsko more" nije posve primjeren, iako ga rado koristimo u popularnom govoru. Područje današnje Hrvatske nalazilo se na južnom rubu Središnjeg Paratethysa, nedaleko planinskog lanca na jugu, dok su izdignuti dijelovi reljefa, koje danas poznajemo kao planine sjeverne Hrvatske, virili kao otoci. Stoga ovdje možemo naći ostatke i kopnenih (npr. kopneno bilje) i vodenih organizama (od jednostaničnih protista, preko spužvi, žarnjaka, mekušaca, mahovnjaka, ramenonožaca, bodljikaša, riba, sve do golemih kitova). Tijekom vremena Paratethys je doživljavao znakovite promjene. Veze s Tethysom nekoliko su se puta prekidale i opet obnavljale. Za



vrijeme postojanja morskih poveznica, organizmi su mogli migrirati iz jednog prostora u drugi, te su takva razdoblja prepoznatljiva po **ostacima kozmopolitskih planktonskih organizama**, npr. dinoflagelata, a može se pratiti i migracija bentičkih organizama. Krajem miocena, prije otprilike 6 milijuna godina, započela je oledba na prostoru Antarktika, te je globalna razina mora pala. Nakon geografske izolacije **Paratethys je ostao bez priljeva svježe morske vode**. Rijekama i padalinama u njega je dotjecala slatka voda, te je on postupno mijenjao svoj karakter, iz morskog, preko bočatog, do slatkovodnog. Također, zbog gubitka vodene mase, nekoć cjeloviti morski prostor podijelio se u odvojene bazene (Panonski, Dacijski, Egejski, Crnomorski, Kaspijski i Aralski bazen). Taj je proces osobito izražen tijekom pliocenske epohe (prije 5.33 do 2.58 milijuna godina). Današnji vodeni bazeni: **Crno more, Kaspijsko jezero i Aralsko jezero (kojem, nažalost, prijete isušivanje) preostatci su nekadašnjeg Paratethysa**.

### **Zašto je okolica Susedgrada važno fosilno nalazište?**

Okolica Susedgrada poznata je po brojnim fosilima kopnenih i vodenih organizama, koji su nađeni u laporima miocenske starosti. O bogatoj i raznovrsnoj zbirci fosilne kopnene flore, **Đuro Pilar** je pisao još daleke 1883. godine. Na ovom je području nađen i "**Zagrebački kit**", Mesocetus agrami, kojem je lokalna ekološka udruga 2001. godine ispod Susedgrada podigla spomenik. U stijenama su nađeni i **ostaci dupina *Platanista croatica*, zubi orada, morskih pasa i mačaka, a poznata je i zbirka srdelica (*Clupea doljeana*, *Clupea sagorensis*) iz listićavih lapora sarmatske starosti**. Kamenolomi u okolici i danas kriju brojne fosile morskih beskralješnjaka, čije srodnike (koralinacejske alge, prstaci, dagnje, srčanke, jakobove kapice, korpe, maktre, oštrige, puževi, mahovnjaci, ježinci) danas možemo naći u Jadranu i Sredozemlju. Stoga kamenolome u Podsusedskom Dolju i Bizeku, kao i okolne brežuljke, rado posjećujemo s našim studentima.



*Prof. dr. sc. Jasenka Sremac na terenskom istraživanju, Paklenica, 2006.*

**Kakve su se značajnije geološke promjene događale tijekom formiranja Jadranskog mora i zašto su prije oko 5,6 milijuna godina u njemu uništene gotovo sve dotadašnje vrste?**

Tijekom miocenske epohe, prije otprilike 6 milijuna godina, po prvi se puta zatvorio Gibraltarski prolaz, te je Sredozemno more presušilo. Taj događaj nazivamo **Mesinskom krizom saliniteta** ili naprosto Mesinskim događajem. Po okopnjelom nekadašnjem morskom dnu tekle su velike rijeke (Rhona, Po, Nil) i dubile duboke kanjone. Veza s Atlantikom prema zadnjim se istraživanjima najmanje 8 puta obnavljala i prekidala, dijelom zbog tektonskih uzroka, a ponekad zbog glacio-eustatskih promjena morske razine (u vrijeme oledbe globalna morska razina pada) i riječne erozije. Tijekom razdoblja isušivanja, u Mediteranu su se taložile naslage evaporita, koje su otkrivene na seizmičkim profilima 1961., te kasnije uzorkovane bušenjem 1970. godine. Na nekim su mjestima ove taložine debele i do 3 km, a procjenjuje se da je ukupna zapremnina evaporitnih naslaga u podmorju Mediterana oko milijun kubičnih kilometara. Neke od migracija afričkih životinja prema sjeveru i njihovi fosilni nalazi na današnjim otocima: Kreti, Cipru, Malti i Siciliji, pripisuju se ovom događaju. Gibraltarski prolaz zadnji se puta otvorio na početku pliocenske epohe, prije 5,33 milijuna godina, a **pretpostavlja se da su slapovi, kojima se voda iz Atlantika prelijevala u Sredozemni bazen, bili spektakularniji od slapova Nijagare**. Vjeruje se da će do zatvaranja prolaza ponovo doći u dalekoj budućnosti, te se pretpostavlja da bi, u tom slučaju, **većina vode iz Sredozemnog mora mogla ispariti već u roku od tisuću godina**. Daljnjim

napredovanjem Afričke ploče prema sjeveru-sjeverozapadu i njezinim sudaranjem s Euroazijskom pločom Sredozemno bi more moglo posve nestati.

### **Što su to refugiji i zbog čega su oni jednim dijelom odgovorni za iznimnu biološku raznolikost na ovim prostorima?**

Refugiji su **izolirana područja**, koja su uspjela izbjeći stresne promjene u okolišu, te su **pogodna za preživljavanje manjih populacija nekoć brojčano vrlo zastupljenih taksona**. U geološkoj prošlosti dogodilo se više velikih bioloških kriza. Postojanje izbjegličkih populacija omogućilo je ponovno naseljavanje opustjelih okoliša nakon smirivanja krize. Također, prostorna odvojenost populacija dovela je do zasebne evolucije u svakom od refugija, a time i do povećanja biološke raznolikosti. Zadnje je takvo globalno krizno razdoblje vezano uz pleistocensku glacijaciju, a utjecalo je, između ostalog, i na migracije hominida.

Izraz refugiji ponekad se koristi i za same izbjegličke populacije.

### **Postoje li u Republici Hrvatskoj nalazišta koja nam govore o tome da je na ovim područjima ikada bilo dinosaura?**

U Hrvatskoj, prema dosadašnjim spoznajama, **postoji dvadesetak nalazišta na kojima su nađeni fosili dinosaura**. Prevladavaju tragovi kretanja, koje ubrajamo u tzv. ihnofosile. Nalazi kostiju u nas su daleko rjeđi, te su za sada nađeni samo na jednom lokalitetu, nedaleko Bala u Istri. Većina dinosauruskih tragova u Hrvatskoj vezana je za prostor zapadne Istre (**Brijuni, Zlatne stijene, Fenoliga, Kirmenjak i druga nalazišta**), ali se otisci mogu naći i daleko južnije, **na otoku Hvaru**. Tragovi troprstih dinosaura lako su prepoznatljivi, dok je tragove "slonovskih" nogu velikih četveronožnih biljojeda teže prepoznati na slojnim plohama. Tragovi dinosaura, osobito dinosauruske staze, mogu nam dati brojne podatke, od veličine jedinke, brzine kretanja, pa sve do ponašanja dinosaura (način kretanja, organizacija krda i slično). U Hrvatskoj su nađeni u stijenama jurske i kredne starosti. Istraživanjem dinosaura na našem se Zavodu bavi tim pod vodstvom **prof. dr. sc. Z. Bajraktarevića**, a detaljne podatke o tome možete naći u doktorskoj disertaciji kolege **Aleksandra Mezge** (2009), gdje se nalazi i popis relevantne literature.

### **2008. godine sudjelovali ste na predavljanju monografije o krapinskom paleolitskom nalazištu i novim pogledima na krapinske neandertalce. Možete li nam reći nešto više o novostima na području istraživanja krapinskih neandertalaca i iznijeti svoje osobno mišljenje o nedavnom otvaranju Muzeja krapinskih neandertalaca?**

2008. godine predstavljene su dvije monografije Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, vezane uz 150. obljetnicu rođenja Dragutina Gorjanovića-Krambergera, koje su nadopunile i dijelom promijenile ranije spoznaje o krapinskim neandertalcima i okolišu u kojem su živjeli. Monografija P.T. Miraclea na sustavan je način obradila popratnu faunu. Druga monografija, zapravo zbornik radova, predstavlja presjek novih rezultata u istraživanju samih neandertalaca. Velik dio novih otkrića odnosi se na način života i ponašanje neandertalaca, te nam se oni pojavljuju pred očima kao uređena skupina, koja zajedno lovi velike životinje, brine se o starima i bolesnima i daleko nam je bliža po izgledu, nego što smo to ranije smatrali.

Najnovije sekvencioniranje genoma neandertalca, koje je proveo međunarodni tim europskih i američkih istraživača, pokazalo je da **današnji ljudi, s izuzetkom dvaju plemena u Africi, nose u sebi 1-4 % neandertalskih gena**. Taj nam podatak govori o prvom križanju neandertalaca s modernim ljudima prije otprilike 100.000 godina. Zanimljivo je da su **za ovo otkriće bile dobrim dijelom zaslužne kosti neandertalaca iz druge hrvatske špilje, Vindije**.

Muzej krapinskih neandertalaca u svom novom prostoru nastojao je kod prikaza uzeti u obzir nove spoznaje. Osobito su dojmive skulpture kiparice Elisabeth Daynes, te film o životu neandertalaca, koji će zasigurno ostati u sjećanju svakom posjetitelju. Otvorenjem novog Muzeja, **Krapinsko je nalazište predstavljeno javnosti na način kako to ono zaslužuje po svom značenju za svjetsku paleontologiju**, a veliko zanimanje posjetitelja pokazuje da je moderna koncepcija Muzeja opravdala očekivanja.



*Prof. dr. sc. Jasenka Sremac na terenskom istraživanju sa studentima agronomije, Plitvička jezera, 2006.*

Na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu trenutačno predajete kolegije “Opća paleontologija”, “Paleobotanika”, “Paleoekologija”, “Primijenjena paleontologija”, “Geomorfologija s osnovama geologije”, “Metode istraživanja u paleontologiji” te “Fosilne zajednice mlađeg paleozoika u paleoekologiji i biostratigrafiji”. Smatrate li se dobrim predavačem, koliko Vam predavanja i rad sa studentima znače u karijeri te što planirate na nastavnom polju učiniti kako bi se poboljšala kvaliteta obrazovanja u

### **Vašem području djelovanja?**

Rad sa studentima je dio mog posla koji osobito volim. Za potrebe predavanja redovito pratim najnovije znanstvene spoznaje, te njima svake godine nadopunjavam svoja predavanja, a uvela sam i nekoliko novih kolegija u naš nastavni program. Osobito rado predajem geološke kolegije studentima drugih struka, kao što su studenti biologije (“Principi paleontologije“, “Paleoekologija“), zaštite okoliša (“Primijenjena paleontologija“) ili agronomije (“Geomorfologija s osnovama geologije“). **Geologija je u Hrvatskoj, nažalost, stavljena u neravnopravan položaj u odnosu na druge prirodne znanosti.** Već desetljećima nije dio srednjoškolskih, a kamo li osnovnoškolskih programa. Na taj su način djeca u školovanju zakinjuta za temeljne spoznaje iz područja koje bi trebalo biti dio opće kulture svakog prirodoslovca.

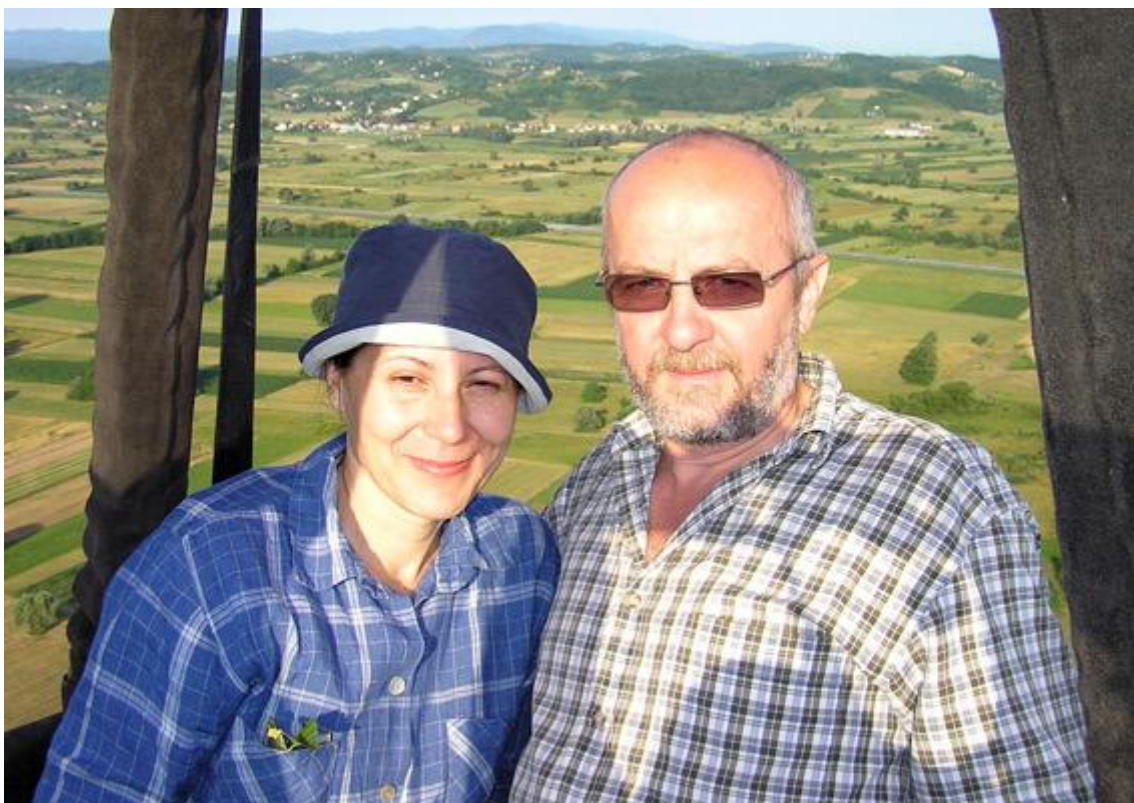
Sve prirodoslovne struke, pa i geologija, zahtijevaju puno praktičnog rada. Stoga se **najbolji rezultati postižu kroz rad s manjim grupama i na konkretnim zadacima.** U geologiji je osobito važna terenska nastava, jer kroz rad na terenu najbolje možemo osposobiti studente za njihove buduće poslove. Nažalost, velike grupe studenata u nižim godinama studija, preopterećenost nastavom, a prije svega nedostatak financijskih sredstava za terenski i laboratorijski rad, ne daju nam uvijek priliku da u nastavi radimo na način koji je za našu struku najbolji.

**Dodatni je problem sustav napredovanja u znanstveno-nastavna zvanja, koji nedovoljno vrednuje nastavni aspekt našeg rada, te nas ne potiče na ulaganje vremena i truda u nastavni proces.** Unatoč tome, nastojim veliki dio svog vremena posvetiti radu sa studentima, a oni će vam najbolje reći da li me smatraju dobrim nastavnikom.

### **Koji je problem u Vašoj znanstvenoj karijeri bio najteži s kojim ste se morali suočiti?**

Svaki mladi znanstvenik najviše može naučiti uz mentora ili mentoricu. Stoga je najteže razdoblje u mojoj karijeri vezano uz umirovljenje moje mentorice, akademkinje **Vande Kochansky-Devidé**, svega godinu dana nakon mog zapošljavanja. Profesorica Kochansky bila je iznimna osoba, širokog prirodoslovnog obrazovanja (diplomirana biologinja), koja je nesebično nastojala prenijeti svoje znanje studentima, a osobito nama, koji smo s njom radili. Unatoč krhkom zdravlju, provela je moje prvo radno ljeto sa mnom na Velebitu, te njoj dugujem ne samo znanje koje sam stekla, već i ljubav i razumijevanje prema prirodi kao cjelini, koje od tada nastojim njegovati i prenijeti svojim studentima. S njezinim odlaskom bilo mi je znatno teže izraditi magistarski rad i disertaciju, a osobito mi je nedostajala svakodnevna komunikacija vezana uz znanstvene i stručne teme.

Kao žena moram također reći da **nije lako uskladiti obiteljske obveze i znanstveni rad**, koji od nas zahtijeva puno više od 8 sati rada dnevno.



*Prof. dr. sc. Jasenka Sremac sa suprugom u balonu, 2006.*

### **Koje su najbolje i najlošije strane Vašega posla?**

Među najboljim stranama mog posla naglasila bih prije svega **rad s mladim ljudima**, koji održava budnom iskru istraživačke znatiželje. Zatim je tu **sloboda odabira istraživačkih poslova i mogućnost neprekidnog učenja i usavršavanja**.

Kao lošu stranu našeg zanimanja istaknula bih **rascjepkanost poslova i previše administrativnih zaduženja**. Rad na Fakultetima bio bi zasigurno učinkovitiji, kad bi administrativne poslove obavljao stručni menadžment. Drugi je veliki problem **nabava i održavanje istraživačke opreme**. Vjerujem da bismo s manjim sredstvima mogli uspješnije nabavljati i održavati srednju i veliku opremu, kad bi se osnovali Tehnološki parkovi, koje bi koristilo više institucija.

*\* Sve fotografije ustupljene su ljubaznošću prof. dr. sc. Jasenke Sremac*

<http://biologija.com.hr/modules/tinycontent/index.php?id=19>