

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Matej Manjarić

NALAZ FOSILNIH KOSTIJU DUPINA U POVRŠINSKOM
KOPU KVARCNOG PIJESKA VRANIĆ (JZ PODNOŽJE
PAPUKA)

ZAGREB, 2008.

Ovaj rad izrađen je u Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno - matematičkog fakulteta pod vodstvom prof. dr. sc. Zlatana Bajraktarevića i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u 2007./08. akademskoj godini.

POPIS KRATICA KORIŠTENIH U TEKSTU

SEM- skenirajući elektronski mikroskop

EDS- energetska disperzivni spektrometar

SADRŽAJ

Uvod.....	1
Opći i specifični ciljevi rada.....	7
Materijal i metode.....	7
Rezultati.....	12
Rasprava.....	15
Zaključci.....	17
Zahvale.....	18
Popis literature.....	19
Sažetak.....	21
Summary.....	22

UVOD

Površinski kop kvarcnog pijeska Vranić (slika 1.) nalazi se na rubnom području Slavonskih planina na jugozapadnim padinama Papuka u blizini mjesta Orljavac (slika 2.). Šire područje ležišta ima kompleksnu geološku građu (slika 3.)



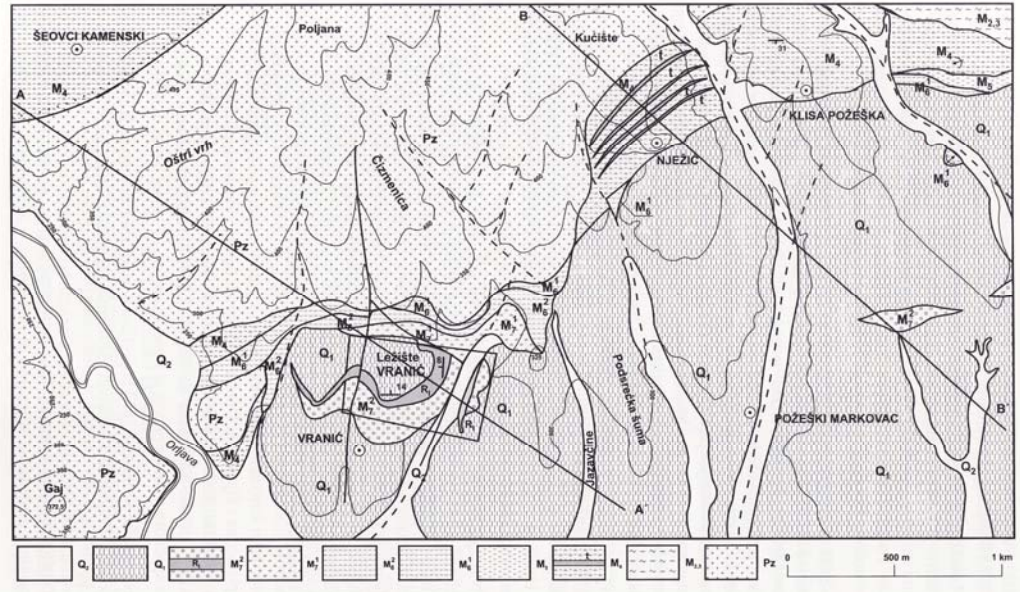
Slika 1. Površinski kop kvarcnog pijeska Vranić



Slika 2. Topografska karat okolnog područja s označenim položajem površinskog kopa kvarcnog pijeska Vranić

Najstarije stijene na ovom terenu su kristalinske stijene paleozoika zastupljene stijenama hercinske progreseivno - metamorfne formacije gdje prevladavaju amfiboliti i amfibolitski škriljavci dok su zoisitski i kloritni škriljavci zastupljeni u manjoj mjeri. Na paleozojske naslage transgresivno se nastavljaju naslage neogena.

Na promatranom području imamo gotovo neprekinut razvoj neogena koji započinje otang – karpatom, a završava gornjim pontom. Neogenske naslage različite su litološke građe, tako da u njima nalazimo lapore, pješčenjake, konglomerate, breče, tanje slojeva tufova i tufita, glinovite sedimente, šljunke i slojeve nevezanih bijelih pijesaka s izrazito visokim udjelom kvarca.

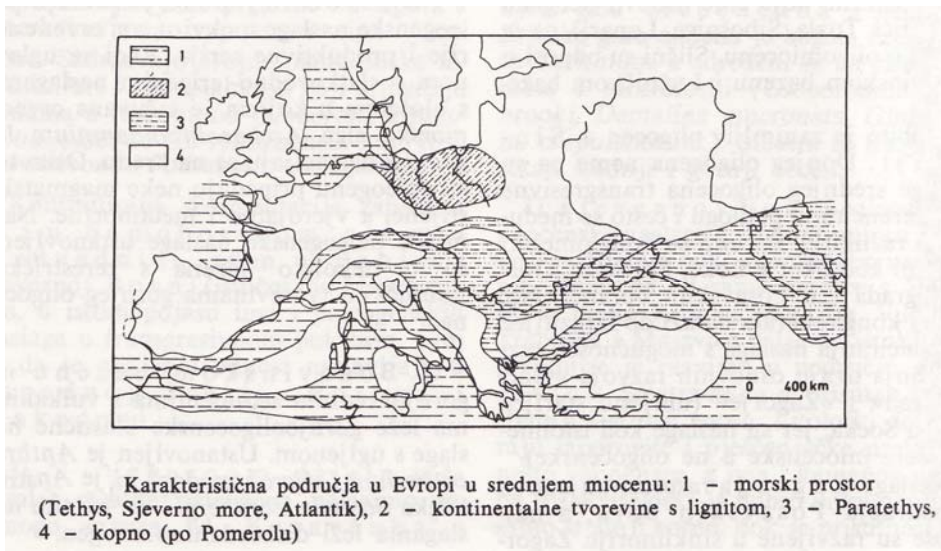


Slika 3. Geološka karta područja Vranić-Nježić-Klisa Požeška (preuzeto iz Krkalo, 1977.)

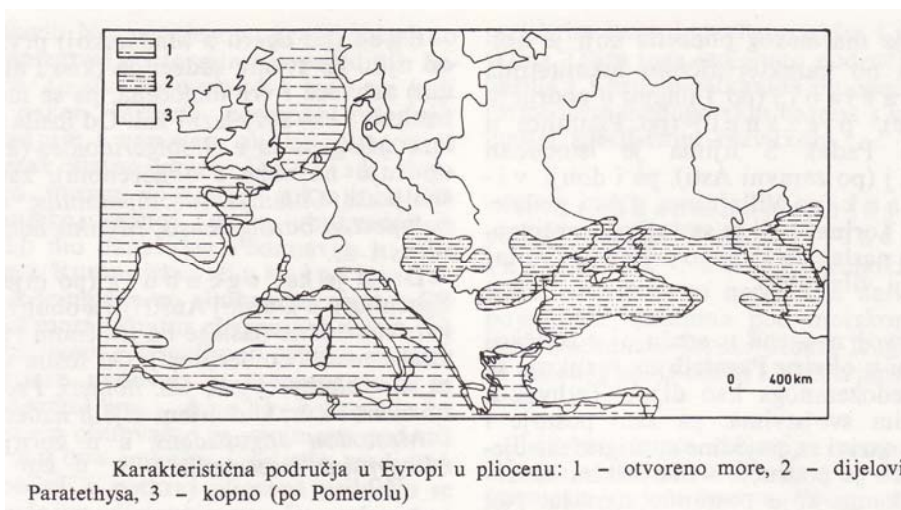
Ležište kvarcnog pijeska Vranić nalazi se u najdebljem i morfološki najistaknutijem sačuvanom dijelu pješčanih naslaga u slojevima gornjeg ponta. To je dosta pravilno i homogeno rudno tijelo koje se idući od sjeveroistoka prema jugozapadu postepeno istanjuje s pružanjem. Stratigrafski ležište pripada u *Rhomboida naslage* gornjeg ponta. Podinu ležišta čine fosiliferni lapori donjeg ponta, dok je krovina građena od kvartarnih nanosa. Prosječna debljina tijela kvarcnog pijeska u ležištu iznosi 33 m. Pijesci su srednjozrnati do krupnozrnati, prevladavaju zrna od 0,2 do 0,75 mm. Granulacija pijeska se po vertikali mijenja slijedećim redoslijedom; na dnu se pojavljuju srednjozrnati pijesci koji postupno okrupnjavaju i prelaze u kvarcitarne šljunke. Preko toga slijede srednjozrnati pijesci koji ponegdje prelaze u krupnozrnate pijeske (Krkalo, 1976.). Taložni okoliš na području ležišta interpretiran je kao delta rijeke u bazenskom prostoru (Krkalo 1998). U kvarcnom pijesku ležišta Vranić pronađen je velik broj fosilnih kostiju kralješnjaka. Fosilni nalazi iz ovog ležišta su pretaloženi odnosno alohtoni. Naime, pod djelovanjem različitih geoloških sila (tektonika, erozija, transport rijeka i dr.) fosilne kosti izvađene su iz stijene u kojoj su se primarno nalazile i bile transportirane na lokaciju gdje ih danas nalazimo. Zbog

toga su skeleti kralješnjaka fragmentirani, te stoga u ležištu Vranić ne nalazimo cjelovite skelete, već pojedinačne kosti. Zbog jake erozije i abrazije prilikom transporta kosti su izrazito erodirane, a velik dio njih je izrazito erodiran i fragmentiran. Na širem okolnom području postoje dobro razvijene neogenske naslage (tablica 1.) koje su bile primarne stijene u kojima su se nalazile fosilne kosti. Sve te neogenske stijene taložile se u vodenim okoliši Paratethys-a, odnosno Panonskog bazena. Krajem eocena i početkom oligocena dolazi do izdizanja Dinarida, a time i do razdvajanja oceana Tethys na Mediteran na jugu i Paratethys na sjeveru. Međutim ova dva bazenska prostora bila su i dalje povezana tjesnacima (slika 4.). Živi svijet u Paratethysu-u bio je sličan živom svijetu u današnjem Mediteranu. Flora je zastupljena s različitim skupinama algi, a najznačajniji predstavnici su iz skupina crvenih i zelenih algi. U neogenskoj morskoj fauni od praživotinja naročito su zastupljene foraminifere. Koralji, školjkaši i puževi posjeduju današnju mnogolikost vrsta, a njihova veza s recentnim predstavnicima je veoma uska. Glavonošci su zastupljeni nautilidima, srodnicima sipa i oktopodima; kolutičavci su dosta česti u neogenskim morima; među rakovima po važnosti se ističu skupine Ostracoda i Cirripedia. Mahovnjaci, ramenonožci i krinoidi imaju male značenke. Ježinci su zastupljeni velikim brojem vrsta. Ribe su veoma česte; ističu se morski psi *Carcharodon*, *Lamna* i *Notidanus*. Od manjih riba česti su rodovi *Clupea* i *Chrysophrys* i dr.. Gmazovi su predstavljeni morskim kornjačama. Od sisavaca u neogenskom moru živjeli su kitovi i morske krave koji su također slični današnjim srodnicima (slika 6.). Kitovi su zastupljeni i s kitovima usanima (Mysticeti) i s kitovima zubanima (Odontoceti). Morske krave su poznate osobito iz miocena (*Metaxynetherium*) (Herak 1984.)

Daljnijim izdizanjem Dinarida i ostalih orogena Alpske orogeneze dolazi do potpunog odvajanja Paratethysa-a od Mediterana, te Paratethys postaje zatvoreni bazen. Zbog dotoka velike količine površinske slatke vode dolazi do postupnog prelaza iz marinskih u brakične, a zatim u limničke uvjete. Kraj marinskih uvjeta i prestanak postojanja Paratethysa kao tipičnog morskog bazena počinje nakon donjeg sarmata i od tada započinje raspadanje Paratethysa na manje slatkovodne bazene (od kojih je jedan i Panonski bazen), koji se postepeno sve više oslađuju i isušuju. (slika 5.)

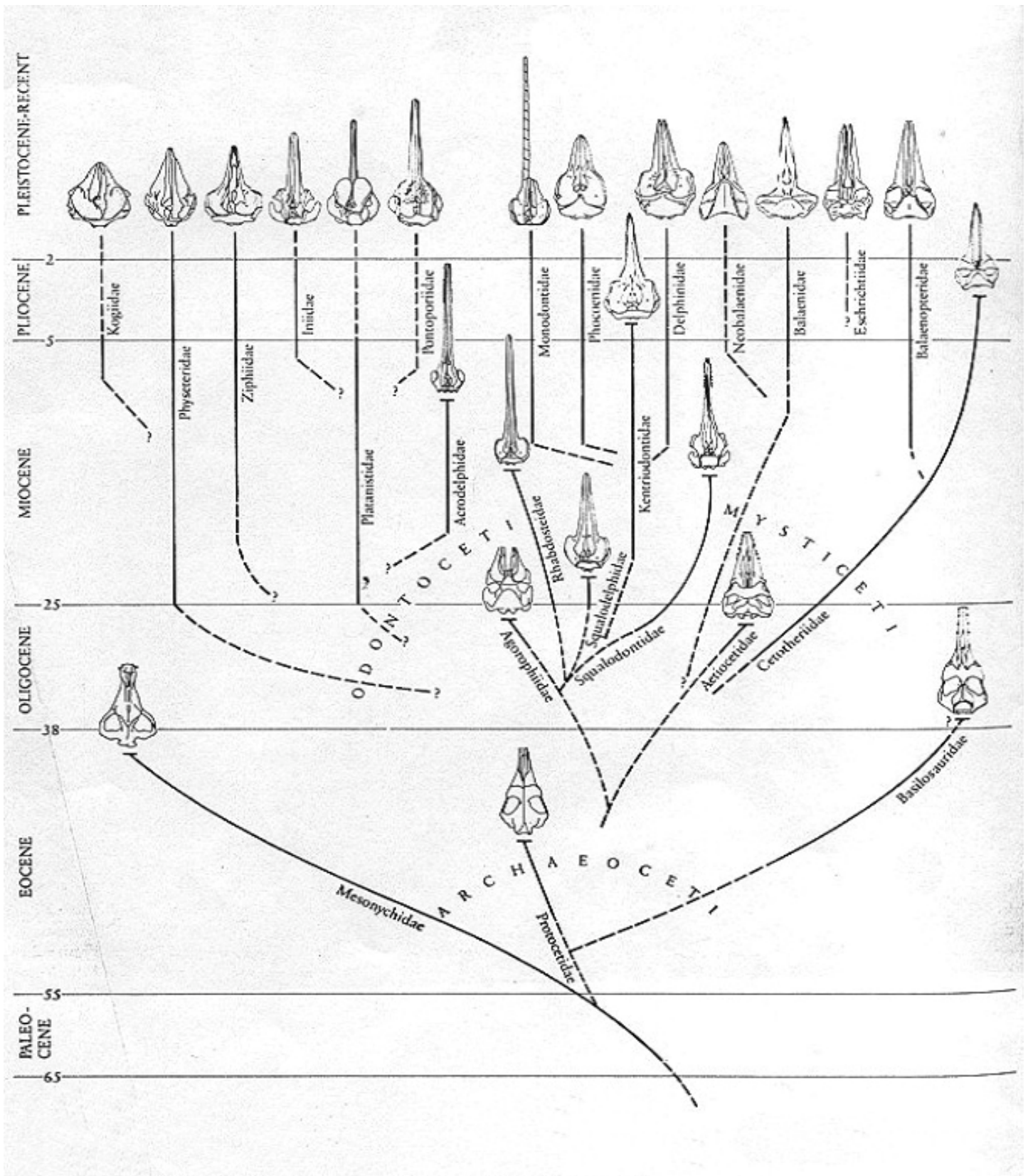


Slika 4. Raspored kopna i mora u Evropi u srednjem miocenu (preuzeto iz Herak, 1984.)



Slika 5. Raspored kopna i mora u Evropi u pliocenu (preuzeto iz Herak, 1984)

Tijekom miocena počinje postepeno izdizanje Slavenskog gorja. Uzdignut reljef i humidna, relativno topla klima koja je vladala u to vrijeme omogućili su trošenje paleozojskih stijena i stijena perm - trijaskne formacije. Kvarc koji je daleko najučestaliji produkt trošenja prenošen je bujicama i riječnim tokovima u obližnji bazenski prostor gdje se odvijalo njegovo taloženje i formiranje današnjih ležišta. Na svom putu riječni tokovi su također erodirali i već postojeće neogenske stijene te iz njih prenosili raznoliki materijal koji je bio sposoban da preživi intenzivno kemijsko i mehaničko trošenje te ga taložili zajedno s kvarcnim pijeskom u bazenskom prostoru (Krkalo, 1998.).



Slika 6. Filogenija kitova (Cetacea) (preuzeto iz Carroll, 1988.)

Tablica 1. Kronostratigrafska vremenska ljestvica za razdoblje od kasnog eocena do ranog pliocena.

Djelomično preuzeto od Schultz (2001: tab. 1), Rögl i dr. (2002. tab. 4), i Harzhauser i dr. (2003. tab. 2) i Goncharov i dr. (2001; 517 tab.). Apsolutno datiranje granica perioda preuzeto od Gardstein i dr. (2004.)

Ma	System	Series	Standard Stages	Central Paratethys regional Stages	Historical Stages (Paratethys)	Eastern Paratethys regional Stages	Planktonic Foraminifera	Calcareous Nannoplankton				
5	NEOGENE	Pliocene	Zanclean	Dacian	Pliozän	Thracische Stufe	Kimmerian	PL1	NN 15-13 NN12			
6			Late	Messinian	Pontian	Pont	Levanti-nische Stufe	Pontian	M14	b NN11		
7		Tortonian		Pannonian	Pannon			Pontische Stufe	Maeotian	M13b	a NN10	
8						Khersonian	M13a		NN9			
9		M12		NN8								
10		M11		NN7								
11		Middle		Serravallian	Sarmatian	Sarmat	Sarmatische Stufe	Bessarabian	M9b	NN6		
12					Langhian	Badenian	Torton	II. Medi-terranstufe (Ober-mediterran)			Volhynian	M8-9a
13			Tarkhanian	Karaganian/Chokrakian					M7	NN5		
14					M6	NN4						
15			Early	Burdigalian	Karpatian		Helvet	I. Medi-terranstufe (Unter-mediterran)	Kotsakhurian	M5		
16					Ottngian	M4				NN3		
17					Eggenburgian	Burdigal	Sakaraulian			M2	NN2	
18		Aquitain	Aquitain	Karadzhalgian		M1						
19		Late	Chattian		Egerian	Chatt	Kalmykian	P22	NP25			
20				Kiscellian	Rupel					P21	NP24	
21			Rupelian			Rupel		P20	NP23			
22		Early	Rupelian	Kiscellian	Rupel	Solenovian	P19	NP23				
23									Latdorf	Pshekian	P18	NP22
24												P17
25		Eocene	Priabonian	Priabonian	Priabon	Beloglinian	P16	NP20				
26							P17	NP21				

OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA

U ležištu kvarcnog pijeska Vranić pronađen je velik broj kostiju fosilnih kralježnjaka. Budući da su ovako obilni fosilni nalazi kralježnjaka poprilično rijetki, a ovo nalazište nije bilo predmet dosadašnjih paleontoloških istraživanja bilo je potrebno obraditi ovo obilno nalazište fosilnih kralježnjaka. Također mineraloško-petrološka svojstva, geološka i tektonska obilježja ležišta kvarcnog pijeska na rubnom području Slavenskog gorja dobro su istražena dok su sami fosilni nalazi iz ležišta kvarcnog pijeska vrlo slabo istraženi te će ovaj rad upotpuniti sliku o ležištima kvarcnog pijeska koja predstavljaju važnu mineralnu sirovinu za ekonomski razvoj ovog područja.

Cilj ovog rada je determinacija barem dijela fosilnih kostiju (budući da se radi o pretaloženom, vrlo abradiranom i fragmentiranom materijalu čija je determinacija vrlo zahtjevna) što točnija taksonomska odredba organizama kojima su kosti pripadale, te njihova rekonstrukcija. U radu se također pokušava, barem u grubo, odrediti kojem stratigrafskom horizontu pripadaju te kosti.

MATERIJALI I METODE

Terenski rad

Terenski dio rada obavljen je u pet navrata tijekom 2006., 2007. i 2008. godine. Pošto se radi o nevezanom materijalu (pijesku) prilikom izvođenja rudarskih radova dolazi do njegovog zarušavanja te većinom nije moguće naći kosti u samom sedimentu već ih se pronalazi na dnu kosine etaže gdje su dospjele nakon zarušavanja sloja pijeska u kojem su se nalazile (slike 7. i 8.). Također dio kostiju je pronađen na jalovištu na kojem je nakon separacije odlagana najkрупnija frakcija kvarcnog pijeska, koja je bila neupotrebljiva za industrijsku preradu. U toj najkрупnijoj frakciji vrlo su česte fosilne kosti (slike 9. i 10.)



Slika 7. Fossilna kost udova



Slika 8. Fossilni kralježak



Slika 9. Fossilni zub orade (*Chrysophrys*)



Slika 10. Fossilni fragment rebra

Analiza skenirajućim elektronskim mikroskopom

Dio pronađenih kostiju analiziran je uz pomoć dipl. inž. Hrvoja Posilovića skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM) Tescan TS5136 opremljenim s energetske disperzivnim spektrometrom (EDS) u proizvodnji firme Oxford te INCA programom. Svrha analize je bila pronalazak mineralizacije prema kojima bi se moglo utvrditi u kakvim uvjetima su kosti fosilizirane i u kakvom sedimentu su se primarno nalazile.

Determinacija kostiju na temelju komparativne anatomije

Nakon pregleda SEM-om kosti su na temelju komparativne anatomije uz pomoć prof. dr. sc. Hrvoja Gomerčića i dr. sc. Martine Đuras-Gomerčić sa Zavoda za anatomiju histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, uspoređivane s recentnim kostima raznih vrsta kralježnjaka iz zbirke kostiju Zavoda za anatomiju histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu da bi se odgonetnula taksonomska pripadnost organizama.

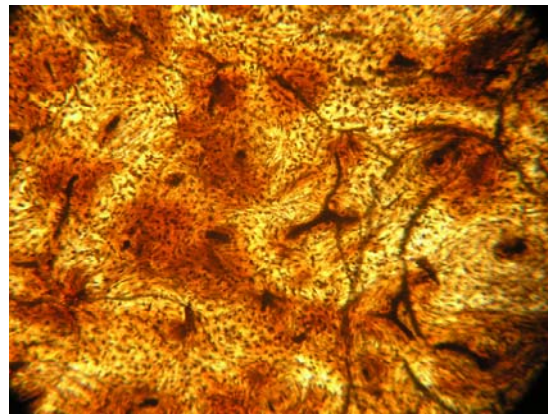
Histološka analiza kostiju

Od jednog kralješka i dvije slabije očuvane kosti udova načinjeni su preparati za histološku analizu:

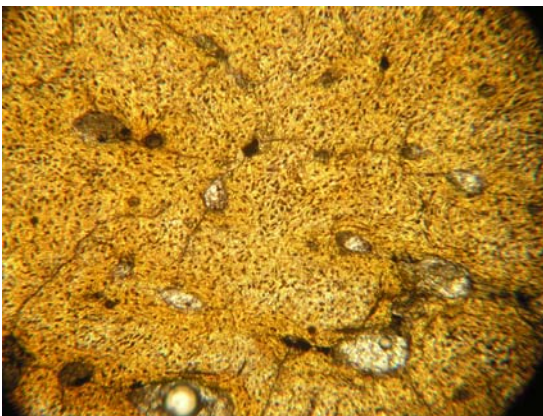
- Preparat 1-poprečni presjek kosti udova (slika 11.)
- Preparat 2-uzdužni presjek kosti udova (slika 12.)
- Preparat 3-uzdužni presjek kosti udova (slika 13.)
- Preparat 4-uzdužni presjek kralješka (slika 14.)



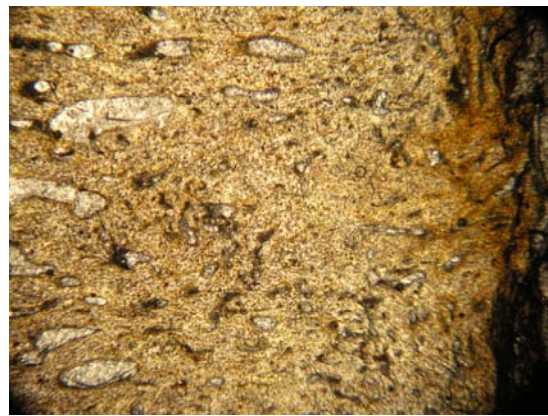
Slika 11. Poprečni presjek kosti udova
povećanje 120 X



Slika 12. Uzdužni presjek kosti udova
povećanje 120 X



Slika 13. Uzdužni presjek kosti udova,
povećanje 120 X



Slika 14. Uzdužni presjek kralješka
povećanje 120 X

Postupak izrade preparata isti je kao i s ostalim geološkim uzorcima. Debljina na koju se preparati bruse iznosi 0,1 mm. Preparat se promatra pod svjetlosnim mikroskopom u prolaznom svijetlu.

Po izgledu i rasporedu osteona u kosti moguće je saznati mnogo podataka o jedinkama kojima su kosti pripadale, poput taksonomske pripadnosti i starosti. Međutim za kvalitetno analiziranja ovih preparata potrebno je vrlo dobro poznavanje histologije i specijalizacija u ovom području. Histološke analize u ovom radu napravio je prof. dr. sc. Zvonimir Kozarić sa Zavoda za anatomiju histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Rekonstrukcija dužine i mase jedinki

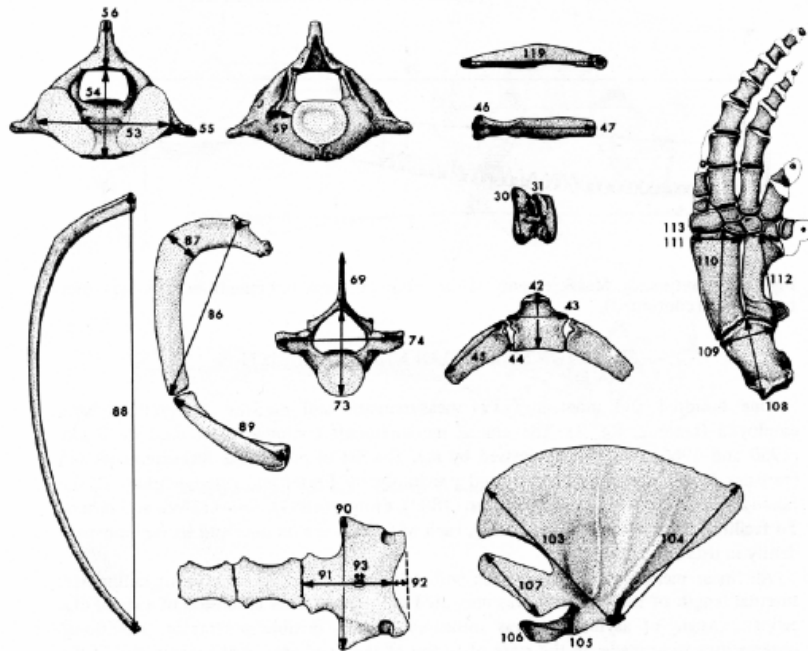
Budući da se među pronađenim kostima nalazi nekoliko vrlo dobro očuvanih kostiju prednjih udova (3 palčane kosti, 2 nadlaktične kosti i 1 lakatna kost) načinjena je rekonstrukcija ukupne tjelesne dužine i mase jedinki kojima su kosti pripadale. Ove rekonstrukcije načinjene su pomoću formula za proračun veličine i mase jedinke na temelju morfometrijskih mjera postkranijalnog skeleta. Formule su preuzete iz disertacije «Rast, spolni dimorfizam i morfometrijske značajke dobrog dupina (*Tursiops truncatus* Montagu 1821) iz Jadranskog mora» dr. sc. Martine Đuras-Gomerčić. Ove formule su načinjena na temelju istraživanja dobrih dupina u Jadranskom moru. Međutim iako je ovo područje još relativno neistraženo, postoje

dobre indicije da se ove formule mogu primijeniti na sve pripadnike porodice Delphinidae. Kao morfometrijska mjera za proračun veličine i mase jedinki (Perin 1975.) u ovom radu korištena je najveća distalna širina palčane kosti. Ova mjera je korištena jer su od svih pronađenih, palčane kosti najbolje sačuvane, a i pronađen je najveći broj primjeraka ovih



Slika 15. Palčane kosti korištene za rekonstrukciju mase i veličine jedinki

kostiju. U ovim mjerenjima korištene su mjere sa tri dobro očuvane palčane kosti (slika 15.) za koje je određeno da pripadaju porodici Delphinidae, a epifize kostiju su srasle što dokazuje da se radi o odraslim jedinkama.



Slika 16. Mjere postkranijalnog kostura po PERIN-u (1975)

Za proračun ukupne tjelesne duljine korištena je formula: (Đuras-Gomerčić 2006.)

$$l = 3,2918 + 51,48897 * x$$

l.- ukupna tjelesna duljina tijela jedinke u cm

x- najveća distalna širina palčane kosti u cm

Za procjenu tjelesne mase korištena je formula: (Đuras-Gomerčić 2006.)

$$\text{tjelesna masa} = -178,9936 + 73,4796 * x$$

- tjelesna masa izražena ju u kg

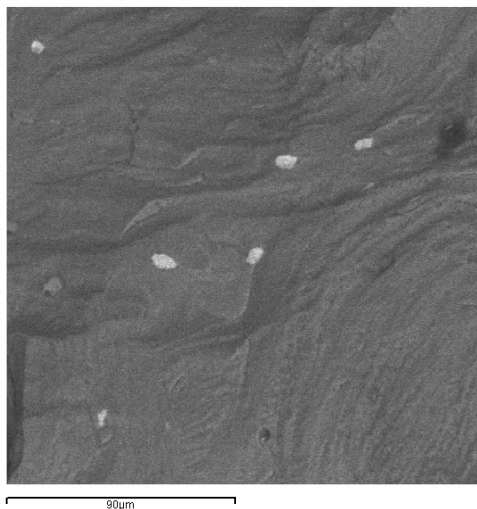
x- najveća distalna širina palčane kosti u cm

REZULTATI

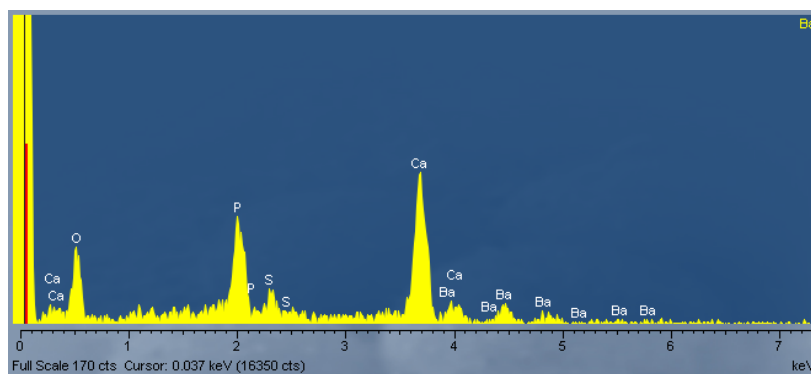
Prilikom terenskog dijela rada pronađeno je 49 kralješkaka sisavaca. Od kostiju udova pronađen su kosti prsne peraje: 3 palčane kosti, 2 nadlaktične kosti, 1 lakatna kost i još nekoliko fragmenata kostiju. Također je pronađen velik broj fragmenata rebara i 3 slušne kosti. Od ostalih fosilnih nalaza koji ne pripadaju sisavcima, pronađena su 2 zuba morske mačke (*Lamna*), 7 zuba orade (*Chrysophrys*) i 2 kralješka morskog psa. Pošto je riječ o pretaloženom fosilnom materijalu, veći dio pronađenih kostiju je fragmentiran.

Analiza skenirajućim elektronskim mikroskopom

U šupljinama kostiju koje su pregledane SEM-om i na kojima su načinjene EDS elementne analize (slika 17.) pronađene su elementi poput fosfora i kalcija, te minerali barita (BaSO_4) (slika 16.).



Slika 16. Kristali barita u fosilnoj kosti



Slika 17. Rezultati analize kosti s EDS

Determinacija kostiju na temelju komparativne anatomije

Nakon usporedbe s kostima niza kralješnjaka najbolja podudarnost većeg dijela kostiju bila je s kostima iz skeleta dobrog dupina (*Tursiops truncatus*)

Uspjelo se rekonstruirati i dio skeleta peraje fosilnog dupina, tj. palčana kost nadlaktična kost i lakatna kost dok ostale kosti peraje nisu pronađene(slika 22.). Također se uspjelo rekonstruirati i dio repnog dijela kralježnice koja se također anatomski podudara sa skeletom recentnog dobrog dupina (slika 18) . Također je vidljiva i podudarnost između fosilnih slušnih kostiju i slušnih kostiju recentnog dobrog dupina (slika 21.).Vidljiva je i podudarnost između dijela fosilnih kralješaka i kralješaka iz skeleta dobrog dupina(slike 19. i 20.). Pošto je riječ o pretaloženom materijalu, kosti u ovim rekonstrukcijama ne pripadaju istoj jedinki, a i ne odgovaraju si u potpunosti veličinom.



Slika 18. Dio repnog djela kralježnice recentnog dobrog dupina i fosilnog dupina



Slika 19. Kralješak recentnog dobrog dupina i fragmentirani kralješak fosilnog



Slika 20. Kralješak recentnog dobrog dupina i erodirani kralješak fosilnog dupina



Slika 21. Slušna kost fosilnog dupina i recentnog dobrog dupina



Slika 22. Skelet peraje recentnog dobrog dupina i dio skeleta peraje (palčana, lakatna i nadlaktična kost) fosilnog dupina

Manji dio pronađenih kralješaka ne pripada dupinima, čak ni redu Cetacea. Pošto su ovi kralješci jako erodirani njihova taksonomska odredba je vrlo nesigurna.

Histološka analiza

Analiza histoloških preparat fosilnih kostiju je koju je izradio prof. dr. sc. Zvonimir Kozarić je slijedeća:

Četiri izbruska koštanoga tkiva u poprečnom i podužnom presjeku. Pripadnost kosti nije naznačena. Ni na jednom preparatu nije vidljiv periostalni dio kosti.

Na prva tri izbruska(preparati 1, 2, i 3) nalazi se samo kompaktni dio kosti u čijoj građi dominiraju mali primarni osteoni uklopljeni u dobro izraženo fibrozno (valovito) koštano tkivo. Primarni osteoni su malog promjera, građeno od 2-3 sloja koštanih lamela s izduženim osteocitima smještenim u šupljinama između lamela. Fibrozno koštano tkivo građeno je od nepravilno poredanih slojeva koštanog tkiva i relativno velikih ovalnih ili okruglih osteocita. Četvrti preparat (Preparat 4) je poprečni presjek kosti građen od koštanih gredica. Medularna šupljina nije naznačena. Koštane gredice građene su od primarnog (fibroznog) koštanoga tkiva sa ponekim primarnim osteonom. Na periferiji izbruska nalazi se vrlo malo kompakne kosti u kojoj dominiraju primarni osteoni.

Radi se o mladoj životinji s izrazitom sekundarnom spongiozom (izražena porozost središnjeg dijela kosti) i hiperplazija kortikalnog dijela. Karakteristika akvatičnih sisavaca (dupini, kitovi).

Rekonstrukcija dužine i mase jedinki

Na tri dobro očuvane palčane kosti najveća distalna širina palčane kosti iznosi 3 cm, 2.8 cm i 3 cm, dakle prosječna vrijednost najveće distalne širine palčane kosti iznosi 2.93 cm. Na sve tri palčane kosti epifize su srasle što je dokaz da se radi o odraslim jedinkama.

Uvrštavanjem ove vrijednosti u gore navedene formule za proračun ukupne tjelesne dužine i mase jedinke utvrđeno je da je prosječna tjelesna duljina jedinke iznosila oko 154 cm a prosječna tjelesna masa oko 36 kg.

R A S P R A V A

Analiza skenirajućim elektronskim mikroskopom

Po pronađenim mineralima barita u fosilnim kostima, može se zaključiti da su fosilne kosti pronađene u ovom ležištu pripadale marinskim kralježnjacima i da su se prvotno nalazile u marinskim sedimentima. Naime, barit ne može nastati u geokemijskim uvjetima koji vladaju u ležištima kvarcnog pijeska, nego je nastao u uvjetima dijagenoze u marinskom okolišu (Berner, 1971.)

Determinacija kostiju na temelju komparativne anatomije

Usporedbom fosilnih kostiju s kostima recentnih kralješnjaka ustanovljena je podudarnost s kostima recentnog dobrog dupina. Taksonomski (RICE, 1998.) je organizme kojima su kosti pripadale moguće smjestiti u red Cetacea (kitovi), podred Odontoceti (kitovi zubani), porodica Delphinidae (dupini). Za detaljniju taksonomsku odredbu fosilnih kostiju bila bi potrebna suradnja s usko specijaliziranim stručnjacima u ovom području kojih na prostoru Hrvatske nema. Vrlo upitno je da li je takva

odredba uopće i moguća s obzirom na pretaloženost, fragmentiranost i erodiranost fosilnog materijala.

Među fosilnim kostima nalazimo i fosilne ostatke mladih jedinki koje još rastu i imaju nesrasle epifize i ostatke odraslih jedinki koje imaju srasle epifize. Prevladavaju ostaci odraslih jedinki.

Histološka analiza

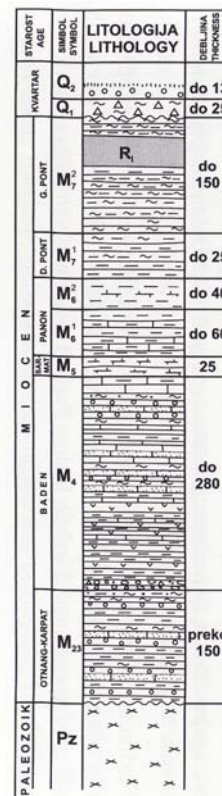
Analiza histoloških preparata kostiju također je potvrdila da se radi o pripadnicima reda Cetacea. Kostii od kojih su napravljeni histološki preparati pripadale su mladim jedinkama. Pošto se radi o destruktivnoj metodi nije moguće pregledati već broj fosilnih kostiju jer bi time došlo do njihovog nepovratnog uništavanja.

Rekonstrukcija dužine i mase jedinki

Iz proračunate tjelesne duljine i mase jedinke vidljivo je da se radi o manjim pripadnicima porodice Delphinidae (REEVES i dr, 2002.) prosječne ukupne tjelesne dužine 154 cm i prosječne tjelesne mase 36 kg. Radi se o vrsti koja je značajno manja od recentnog dobrog dupina (JEFFERSON i dr. 1993.) što je vidljivo i iz usporedbe skeleta recentnog dobrog dupina i fosilnog dupina.

Stratigrafska odredba

Što se tiče stratigrafske pripadnosti fosilnih kostiju moguće je reći da su kosti, pošto su se fosilizirale u morskom okolišu, starije od sarmata jer nakon donjeg sarmata dolazi do postepenog oslađivanja Paratethysa i prestanka marinskog režima sedimentacije (Herak 1984). Po fosilnim nalazima zuba orade (*Chrysophrys*), kralješaka i zuba morskih pasa koji su karakteristični za miocenske sedimente (Kochansky-Devidé, 1964) moguće je utvrditi da kosti stratigrafski pripadaju miocenu, najvjerojatnije badenu, zbog debljine i rasprostranjenosti



Slika 23. Geološki stup područja Vranić-Nježić-Klisa Požeška (preuzeto iz Krkalo 1977.)

badenskih naslaga na području oko samog ležišta (Krkalo, 1977.) (Slika 23.) Međutim za pouzdanu i preciznu odredbu stratigrafske pripadnosti kostiju potrebna su opsežna istraživanja koja prelaze okvire ovog rada.

Ovo ležište nije izoliran primjer nalaza fosilnih kostiju Cetacea na području Hrvatske. Na obodnom području planina sjeverozapadne Hrvatske u neogenskim sedimentima pronađeni su fosilni nalazi Cetacea, od kojih su najzastupljeniji rodovi *Mesocetus* i *Platanista*, odnosno vrste *Mesocetus agrami* i *Platanista croatica* (Herak 1984.) Najpoznatiji nalaz zasigurno je nalaz zagrebačkog kita *Mesocetus agrami* iz donjeg sarmata, pronađenog u okolici Podsuseda.

ZAKLJUČCI

U ležištu kvarcnog pijeska Vranić sve pronađene fosilne kosti pripadaju morskim kralješnjacima. Sve pronađene kosti su pretaložene i više ili manje erodirane i fragmentirane. Najveći dio kostiju su ostatci dupina i taksonomski se mogu svrstati u red Cetacea (kitovi), podred Odontoceti (kitovi zubani), porodica Delphinidae (dupini). Fosilni ostatci pripadaju mladim i odraslim jedinkama, no dominiraju odrasle jedinke. Manji dio kralješaka ne pripada redu Cetacea već nekim drugim morskim kralješnjacima. Uz nalaze morskih sisavaca pronađeni su kralješci i zubi morskih pasa (*Carcharodon*, *Lamna*), te zubi orade (*Chrysophris*)

Na temelju rekonstrukcije ukupne tjelesne duljine i tjelesne mase odrasle jedinke utvrđeno je da se radi o manjim pripadnicima porodice Delphinidae prosječne ukupne tjelesne duljine 154 cm i prosječne tjelesne mase 36 kg.

Geološka starost kostiju može se svrstati u miocen, najvjerojatnije baden (oko 14 mil. god.)..

ZAHVALE

Zahvaljujem se mom mentoru prof. dr. sc. Zlatanu Bajraktareviću na uloženom trudu i pomoći prilikom izrade ovog rada; prof. dr.sc. Zvonimiru Kozariću sa Zavoda za anatomiju histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na analizi histoloških preparata; dr. sc. Martini Đuras-Gomerčić sa Zavoda za anatomiju histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na pomoći pri odredbi fosilnih kostiju i izračunu tjelesne mase i duljine fosilnih dupina; prof. dr.sc. Hrvoju Gomerčiću sa Zavoda za anatomiju histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na pomoći pri odredbi fosilnih kostiju; dipl. inž. Hrvoju Posiloviću na analizama načinjenim SEM-om; dipl. inž. Željku Ištuku za pomoć pri izradi histoloških preparata. Također zahvaljujem se Daliboru Jarešu za pomoć pri prikupljanju fosilnih kostiju.

POPIS LITERATURE

- Berner, R.A. (1971): Principles of Chemical Sedimentology. – McGraw-Hill, Inc. New York, 300 p.
- Caroll R. L.(1988): Vertebrate paleontology, W. H. Freeman & Co, New York
- Duras-Gomerčić M. (2006.): Rast, spolni dimorfizam i morfometrijske značajke dobrog dupina (*Tursiops truncatus* Montagu 1821) iz Jadranskog mora. Disertacija, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 108 str.
- Grandstein, F..M., Ogg, J.G. Smith, A.G., Bleeker W. and Lourens L.J. (2004.) A new Geologic Time Scale with special reference to Precambrian and Neogen. Episodes 27 (2): 83-100.
- Harzhauser M., Mandic O. & Zuschin M. (2003.) Changes in Paratethyan marine molluscs at the Early/Middle Miocene transition: diversity, paleogeography and paleoclimate. Acta Geol. Polon. 53, 323-339.
- Herak M. (1984): Geologija, Školska knjiga, Zagreb, 429 str.
- JEFFERSON, T. A., S. LEATHERWOOD, M. A. WEBBER (1993.): FAO species identification guide: Marine mammals of the world. United Nations Environment Programme Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 320 p.
- Kochansky-Devidé, V. (1964) Paleozoologija. Školska knjiga, Zagreb, 452 str.
- Krkalo, E. (1976.): Elaborat o istraživanju i proračunu rudnih rezervi ležišta kvarcnog pijeska Vranić. Fond IGI, Zagreb.
- Krkalo, E. (1977): Istraživanja kvarcnih pijesaka i geoloških odnosa na području Vranić-Nježić-Klisa Požeška. Fond IGI, Zagreb.

- Krkalo, E. (1998): Ležišta neogenskih kvarcnih pijesaka na rubnom području Slavonskih planina (Hrvatska). IGI, Zagreb, 174 str.
- PERRIN, W. F. (1975.): Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern tropical Pacific and Hawaii. University of California Press, San Diego, California.
- REEVES, R. R., B. S. STEWART, P. J. CLAPHAM, J. A. POWELL (2002.): Guide to marine mammals of the world. National Audubon Society, New York.
- RICE, D. W. (1998.): Marine mammals of the world. Systematics and distribution. Special publication number 4. The Society for Marine Mammalogy. 231 p.
- Rögl F., Spezzaferri S. & Ćorić S. (2002.): Micropaleontology and Biostratigraphy of the Karpatian-Badenian transition (Early-Middle Miocene boundary) in Austria (Central Paratethys). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 237: 47-67.

SAŽETAK

Autor: Matej Manjarić

Ležište kvarcnog pijeska Vranić nalazi se u podnožju Papuka u blizini mjesta Orljavac. U ležištu su pronađeni brojni fosilni ostatci kralježnjaka koji su pretaloženi, erodirani i manje ili više fragmentirani. Među bolje sačuvanim ostacima dominiraju kralješci, fragmenti rebara i duge kosti prednjih peraja. Pomoću SEM-a u kostima je nađen barit. Barij iz barita je dokaz diagenoze u marinskim uvjetima. Usporedbom s kostima recentnih kralježnjaka utvrđeno je da veći dio kosti pripada dupinima i taksonomski se mogu svrstati u red Cetacea (kitovi), podred Odontoceti (kitovi zubani), porodica Delphinidae (dupini). Daljnja taksonomska odredba je nesigurna. Načinjena su 4 histološka preparata, njihova analiza je potvrdila da se radi o pripadnicima reda Cetacea. Na temelju dimenzija palčane kosti napravljena je rekonstrukcija ukupne tjelesne dužine i tjelesne mase fosilnih dupina. Prosječna ukupna tjelesna dužina jedinke iznosila je oko 154 cm a prosječna tjelesna masa odrasle jedinke oko 36 kg. Iz ovih dimenzija je vidljivo da se radi o manjim predstavnicima porodice Delphinidae. Fosilni ostatci pripadaju i mladim i odraslim jedinkama, dominiraju odrasle jedinke. Dio fosilnih kralježnjaka ne može se svrstati u red Cetacea, već pripadaju nekim drugim morskim kralježnjacima.

Pronađen je i velik broj manjih fragmenata kostiju čija odredba uglavnom nije moguća. Stratigrafska pripadnost fosilnih kostiju određena je u grubo kao miocen, najvjerojatnije baden.

Ključne riječi: Fosilne kosti dupina, neogen, Paratethys, Papuk

S U M M A R Y

Author: Matej Manjarić

The quartz sand deposit Vranić is located at the foothills of Mt. Papuk close to the village of Orljavac. At the deposit there was found numerous fossilized vertebrates which were eroded or fragmented. Among the well preserved fossils, the majority of which belong to vertebrates (spine bones, rib fragments, and long bones). Using SEM, barite (BaSO_4) was found in specimen which proves that the bones are from marine environment and that they belong to marine spine bones. Comparison of the bones with present day animals allowed us to confirm that the majority of the bones belonged to dolphins and taxonomically to the Order Cetacea (Whales), Suborder Odontoceti (Toothed Whales), Family Delphinidae (Dolphins). Further taxonomical classification was not possible. Four histological samples were taken, and the results confirmed the specimens belonged to the Order Cetacea. Based on the thumb bone we completed a reconstruction of the specimen which allowed us to interpolate its length and weight. The average total length of the specimens is 154 cm, with an average weight of 36 kg.. These measurements show that the specimens were most likely belonging to the family Delphinidae. The fossils are of both juvenile and adult specimens with adults being the majority. Part of the fossils can not be labelled as belonging to the Order Cetacea, but rather different marine vertebrates.

Numerous other small bone fragments were also found but their determination was not possible. Stratigraphically the fossils were roughly determined as from the Miocene period, most likely stage Badenian..

Key words: Dolphin fossil bones, Neogene, Paratethys, Papuk

