



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Karakteristike environmagnetizma les- paleo zapisa očuvanog u lesno- paleozemljišnim sekvencama lokaliteta

- Diplomski rad -

Mentor: dr Slobodan B. Marković

Kandidat: Nikola Petić

Novi Sad, 2013

SADRŽAJ

Predgovor.....	iii
1. Uvod	1
2. Regionalna postavka	4
3. Metode	8
3.1. Lito- i pedostratigrafija.....	8
3.2. Elektromagnetna svojstva.....	9
4. Rezultati.....	11
4.1. Environmagnetski zapis	11
4.1.1. Vertikalne χ_{lf} i χ_{fa} varijacije	11
4.1.2. Horizontalne χ_{lf} i χ_{fa} varijacije	13
5. Diskusija.....	16
5.1. Vremenska i prostorna rekonstrukcija okoline	16
5.2. Značaj paleontološkog nalazišta Nosak lesno-paleozemljišnih sekvenci za razumevanje prostorne i vremenske dinamike mamuta <i>Mamuthus-Coeleodonta</i> faunskog kompleksa u Evropi	17
5.3. Potencijal lokaliteta kao turistička atrakcija	19
6. Zaključak	22
7. Literatura.....	24
8. Biografija	28

Predgovor

Zahvaljujem se prof. dr Slobodanu Markoviću, mentoru ovog diplomskog rada, na ličnom interesovanju, čeličnom strpljenju i nizu konstruktivnih sugestija pri formiranju konačne verzije rada.

Takođe želim da se zahvalim svojim roditeljima, sestri, članovima porodice na različitim vidovima podrške i prijateljima koji su imali poverenja u mene. Zahvaljujem se na neizmernoj ljubavi, razumevanju i podršci tokom godina studiranja.

Posebno želim da se zahvalim Mileni Ćuk, Marku Đurakiću, Ivanu Miletiću i Aleksandri Plakalović na ustupanju prostora, bez kog pisanje ovog rada ne bi moglo da se realizuje.

1. Uvod

Intenzivno iskopavanje i eksploatacija geoloških resursa mogu imati katastrofalne posledice po okolinu. Međutim, takve aktivnosti mogu takođe dovesti do značajnih naučnih otkrića, naročito u Srbiji (Marković et al., 2006; Hose i Vasiljević, 2012). Dobar primer predstavlja geografsko preklapanje grandioznih površinskih kopova u Kostolcu (severoistočna Srbija) i nekoliko važnih arheoloških, paleontoloških i geoloških nalazišta. Zahvaljujući održivoj saradnji i uzajamnim dogovorom između rukovodstva termalne elektrane Drmno i tima arheologa poznatog rimskog nalazišta Viminacium, otkrivena su dva paleontološka nalazišta od velikog značaja. Uprkos činjenici da su ova otkrića (arheološka i paleontološka nalazišta) razdvojena vremenski i prostorno, oba paleontološka lokaliteta mogu da se posmatraju kao važni doprinosi ka boljem razumevanju evolucije mamuta na evropskom kontinentu.

Površinski kop Kostolac, lociran na međi Dunava, Morave i Mlave, eksploatiše mineralne sirovine intenzivno još od 1870. godine. Tokom ovog dugog perioda došlo se do mnogih važnih otkrića vezanih za različite aspekte geoloških istraživanja. Dva nedavna, spektakularna otkrića su: otkriće stepskog mamuta u fluvijalnim nanosima iz perioda srednjeg pleistocena, koji je otkriven 2009. godine (Lister et al., 2012), kao i otkriće bogatog paleontološkog sloja sa fosilima mamuta iz lesno-paleozemljišnih sekvenci formiranih tokom završne faze pleistocena, otkrivenog u 2012. godini.

Za potrebe ovih istraživanja korišćene su magnetostratigrafske i environmagnetske analize lesno-paleozemljišnih sekvenci na lokalitetu Nosak kako bi se odredili njihova: a) starost, b) paleoklimatske i paleozemljišne karakteristike i c) paleoreljefni odnosi.

Environmagnetizam je relativno mlada naučna disciplina, koja je proistekla iz brojnih interdisciplinarnih studija koje su vršene na sedimentima u britanskim jezerima, ali se ubrzo proširila i na sve ostale vrste sedimenta koje sadrže zapis o prošlim globalnim promenama. Sedimenti koji su najčešće podvrgnuti environmagnetskim analizama su: morski sedimenti, eolski nanosi i savremeno zemljište koje pokriva većinu kontinenata. Nataloženi sedimenti koji postoje u ovim različitim konfiguracijama mogu biti svrstani u dva osnovna tipa: oni koji su transportovani sa drugih lokacija, i drugi koji su deponovani in situ. Dinamika ovih depozita se odvija u hidrosferi, atmosferi, kriosferi, dok se transport odvija uz pomoć reka, okeanskih struja, kopnenih voda, vetra, kiše, snega, glečera, ledenih pokrivača i ledenih bregova.

U većini slučajeva, transportovani materijal se javlja u vidu čestica sa tipičnim opsegom veličina 10^{-4} - 10^{-5} m. U zavisnosti od spoljašnjih uslova mineralna zrna mogu biti podložna hemijskim promenama (npr. oksidacija) tokom samog transporta i taloženja, ali u većini slučajeva ove čestice su pasivne i inertne. Međutim, jednom kada postanu deo deponovanih nanosa mnoge hemijske promene mogu nastati. Neke čestice tokom postdepozicionih procesa mogu u potpunosti nestati dok druge mogu nastati kao produkt ovih fizičkih, bioloških i hemijskih reakcija. Ovo naročito važi za zemljišta (pedosferu) koja podržavaju kompleksnu isprepletanost hemijskih, fizičkih i bioloških procesa. Kakva god da je pojedinačna istorija datog sedimenta, iskustva pokazuju da magnetna merenja mogu biti od velikog značaja u pokušajima da se razumeju uslovi sredine koji su bili dominantni u prošlosti. Ovo je posledica činjenice da

se magnetni minerali, naročito oksidi gvožđa , javljaju, manje ili više, svuda na Zemlji, imajući u vidu da je gvožđe jedan od najčešćih elemenata u Zemljinoj kori. Magnetni minerali mogu biti prisutni u malim količinama (često manje od 1%), ali se zato lako i brzo detektuju a da pritom ne trpe značajne promene. Postoji više razloga zašto je magnetizam postao vrlo interesantan parametar i praktično nezaobilazan kad su u pitanju istraživanja okoline, od kojih dva imaju fundamentalan značaj. Prvi, da skoro sve supstance ispoljavaju neku formu magnetne aktivnosti, i drugi, da je gvožđe najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori.

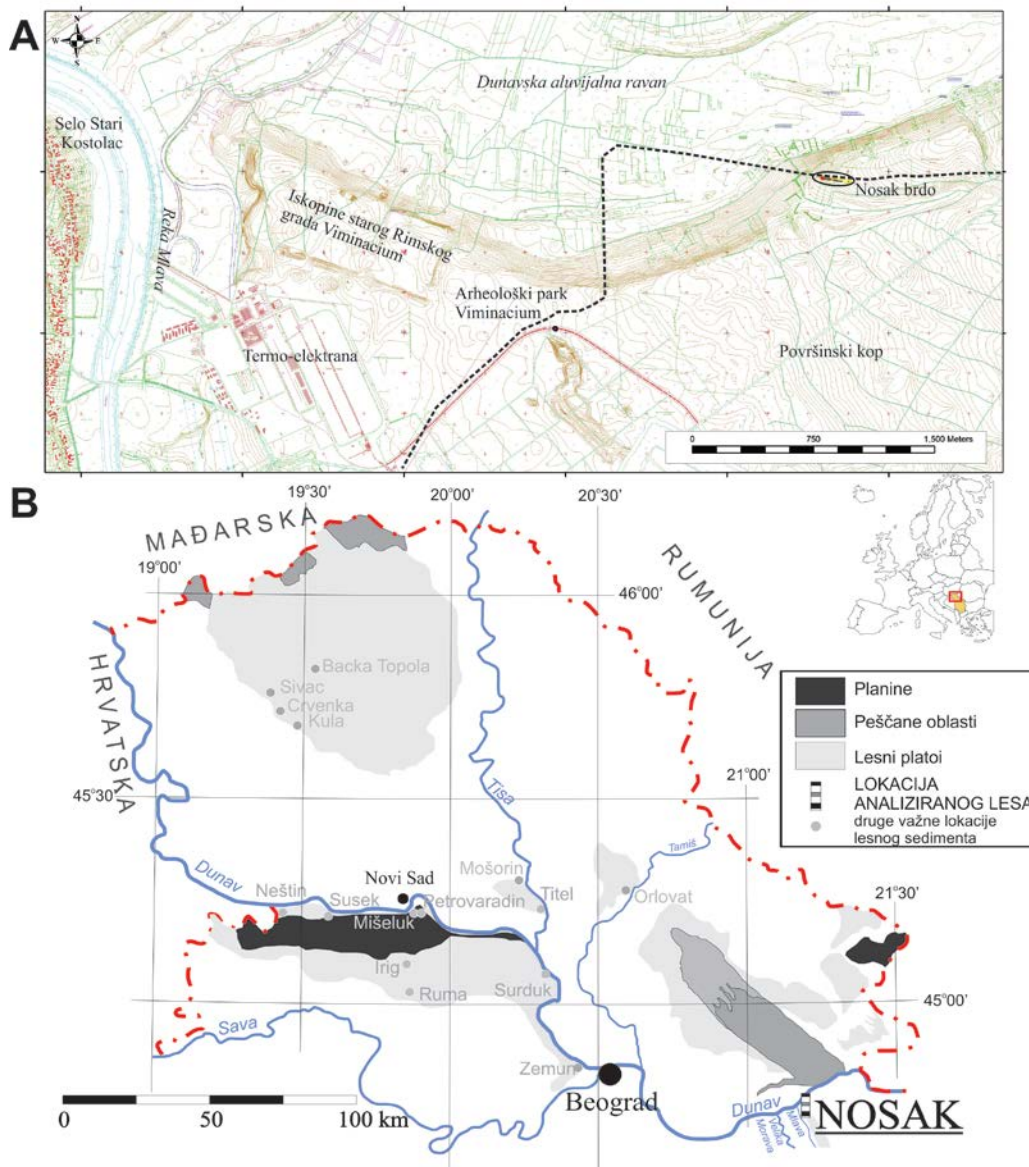
Cilj ovog rada je da se korišćenjem metoda magnetizma životne sredine rekonstruiše prostorna i vremenska dinamika formiranja lesno-paleozemljišnih sedimenata. Takve informacije pružaju realnu mogućnost da se prikažu uslovi lokalne životne sredine u kojoj su živeli stepski mamuti i drugi srednje pleistoceni sisari koji su u ovim sedimentima fosilizovani i sačuvani do današnjeg dana. U dosadašnjoj literaturi ne postoji ni jedna studija poput ove gde je jasno utvrđena hronostratigrafija sedimenata u kojima su otkriveni ostaci stepskih mamuta.

2. Regionalna postavka

Istraženi prostor je nizijska oblast na jugoistočnoj granici velikog Karpatskog (Panonskog) basena locirana između reka Dunava, Morave i Mlave (17km severno od Požarevca, Slika 1). Površinski kop Drmno se nalazi u istočnom delu ugljenog basena Kostolac, koji obuhvata ukupnu površinu od 145km². Kostolački basen se prostire južno od Dunava duž jugoistočne granice Panonskog basena. Južno od površinskog kopa uglja Drmno, mogu se zapaziti vrhovi Sopotske (Požarevačke) grede. Ova formacija se prostire 21.4 km u jugoistočnom i severozapadnom pravcu duž obala Mlave i Velike Morave. To je uzvišenje čija visina varira od 127 m u svom najnižem delu, do nešto više od 200 m u najvišim delovima (Jovanović, 2005).

Uopšteno govoreći, basen Kostolac obuhvata sukcesije sedimenta počev od perioda kasnog miocena do perioda kvartara, što predstavlja veliku razliku između subtropske životne sredine u zalivu nekadašnjeg mora Paratetis, odnosno hladnih, suvih pleistocenskih staništa (Lister et al.,2012). U pitanju je drugi po veličini površinski kop lignita u Srbiji. Ovaj ugljeni basen je formiran u periodu između donjeg i gornjeg miocena kao posledica jakih tektonskih pokreta tokom formiranja Panonskog basena uz povoljne uslove za formiranje treseta. Lociran je duž granice Panonskog basena, u plitkim jezerima, ravnicama delta i rečnom okruženju (Stojanović i Životić, 2012). Podnožje Kostolačkog basena formirano je od devonskih kristalastih stena i neogenih sedimenata. Ukupna debljina neogenih sedimenata varira od 30 do 5000 m u centralnom delu depresije. Neogen kompleks se sastoji od nekoliko celina:

1. Donji Miocen, formiran od fluvijalno-lakustrinskih i morskih metaloklastičnih stena, silta, peščara i glinca ("redeponovan serija"), materijala brečanskog tipa ("tranziciona zona") i crvenog do ljubičastog peščanog laporca, peščara i konglomerata ("crvena serija").



Slika 1. (A) Topografski prikaz lokacije lesno-paleozemljišnih sekvenci Nosak u okruženju površinskog kopa. (B)

Mapa sa prikazom lesne rasprostranjenosti u Vojvodini i susedni regionu koji pokazuju geografsku poziciju ispitane sekcije i ostalih glavnih lesnih nalazišta.

2. Otnangi-Karpat, sastoji se od rečnih slatkastih i marinskih konglomerata, peščara, silta, glinca i laporca sa lokalnim prelazima do laminiranog krečnjaka i tufnih peščara.

3. Baden, formiran od morskih peščara, laporca i silta.

4. Sarmat, koji se sastoji od gline i peščanog laporca, laporne gline, lapornih i glinovitih peščara, a u manjim količinama od šljunka i peščanog kvarca u plitkom slano-morskom okruženju.

5. Panon, sačinjen od klastičnih sedimenata sa dva šava ugljenika, niži i do 6 m debljine, a gornji maksimalno 1 m debljine.

6. Pont, koji se sastoji od klastičnih sedimenata, sa resursima uglja od ekonomske važnosti. Ukupna debljina pontijskog sedimenta je veća od 200 m.

7. Rumunski, obuhvata pesak, glinu, mulj i šljunak, nejednako pokrivajući panonske ili pontijske sedimente.

8. Kvartar, gde su terestrijalni i slatkovodni sedimenti formirani rečnim šljunkom, peskom, sitnom glinom, eolskim lesom i glinom lesnog izgleda, starosti pleistocena (Stojanović et al., 2012).

Lister et al.(2012) su sumirali stratigrafiju sedimenata otkrivenih na površinskom kopu uglja Drmno (Slika 2.).

U ovoj studiji fokus će biti na poslednjem debelom sloju srednje i kasno pleistocenih lesno-paleozemljišnih sekvenci. Naročita pažnja je posvećena istraživanju sloja bogatog fosilima pleistocenskih sisara na lokalitetu Nosak. Ono po čemu se definitivno ovaj sloj izdvaja kao poseban i privlačan za istraživanja jeste činjenica da su ovde otkriveni, skoro potpuno očuvani, skeleti stepskih mamuta i to 2009. i 2012. godine. U predstojećim istraživanjima u kojima će biti

posvećeno mnogo više pažnje sedimentološkim i geochemijskim proučavanjima, nakon čega će sa više pojedinosti moći da se objasne razlozi zbog kojih su pleistoceni sedimenti površinskog kopa bili pogodni za prezervaciju fosilnih ostatataka mamuta.



Slika 2. Severni deo površinskog kopa Drmno sa otkrivenim lesno-paleozemljišnim sekvencama na lokalitetu Nosak.

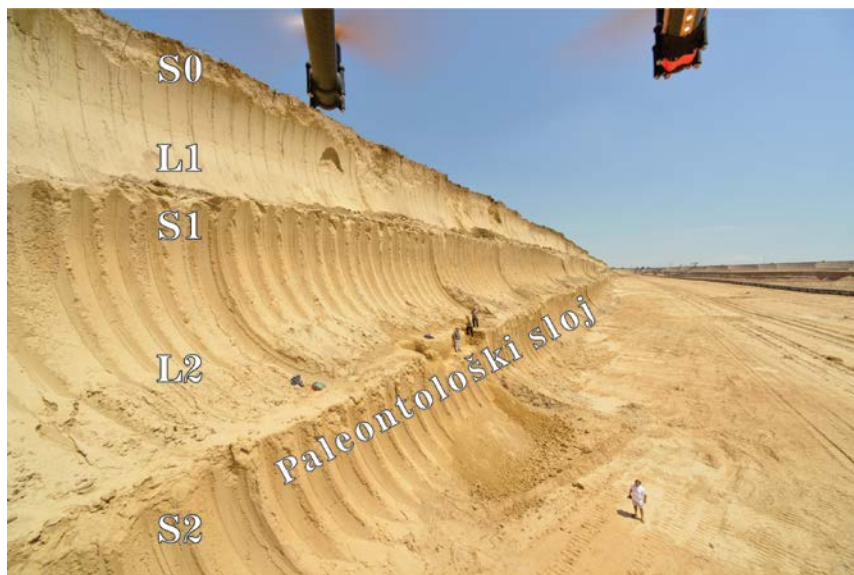
3. Metode

Ispitivana lesno-paleozemljišna sekvenca je otkrivena u severnom delu površinskog kopa lignita u Drmno, kod Kostolca 90 km istočno od Beograda, na brdu Nosak koji se nalazi 2 km južno od savremenog

toka Dunava. Geografske koordinate lokaliteta su $44^{\circ}44.32'$ sgš i $21^{\circ}15.27'$ igd (Slika 1). Vrh

ispitivanog profila ima visinu od 97,7 mnv, a baza je na 72,3 mnv. Prema tome ukupna debljina profila iznosi 25,4 m (Slika

3).



Slika 3. Stratigrafski pogled na lesno-paleozemljišnu sekvencu sa paleontološkim slojem.

3.1. Lito- i pedostratigrafija

U junu 2012. godine, profil koji je ortogonalan na sloj sa fosilima pleistocenskih sisara je uzorkovan za predstojeća multidisciplinarna istraživanja, uključujući magnetnu susceptibilnost, boju sedimenta, sedimentološke i geohemijske analize. Uzorci su kontinuirano vađeni u intervalima od 10 cm. Dodatno, petnaest uzoraka je uzeto za luminescentno apsolutno datiranje. Ova studija se zasniva na rezultatima dobijenim tokom terenskih posmatranja (lito- i pedostratigrafija), magnetnim merenjima i preliminarnim rezultatima od apsolutne

luminescentne hronologije, u cilju što boljeg razumevanja uslova životne sredine koji su vladali u periodu dok su živeli stepski mamuti i druge vrste srednje pleistocenih sisara na ovom području.

Kako je već istaknuto celokupan profil ima visinu od 25,4 m i sastoji se od 6 ispitivanih stepenastih subprofila koji su detaljno očišćeni i opisani. Određivanje boje lesno-paleozemljišnih sekvenci je vršeno na suvim uzorcima u laboratoriji, koristeći Munselovu skalu boje zemljišta.

Na osnovu istraživanja raznih lesnih izloženosti u Vojvodini, Marković et al. (2008) su razvili stratigrafsko definisanje lesno-paleozemljišnih sekvenci po uzoru na poznati Kineski lesni stratigrafski model (Kukla, 1987; Kukla i An, 1989). Sa L i S su označeni naizmenični slojevi lesa i paleozemljišta, a numerisani su po rastućoj starosti (Slika 3). U ovoj studiji je primenjeno isto stratigrafsko obeležavanje kao i kod Marković et al. (2008), isključujući prefiks "V" koji se odnosi na pleistocenski lesno-paleozemljišni stratigrafski model u Vojvodini.

3.2. Elektromagnetna svojstva

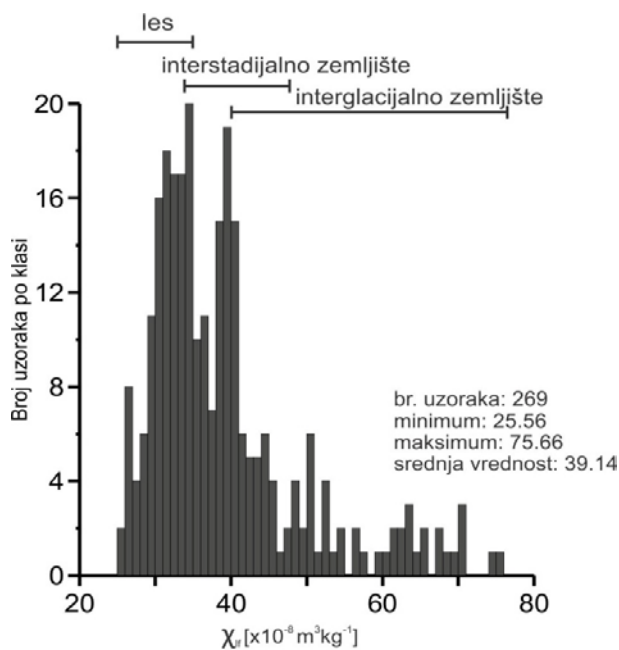
Environmagnetne analize su vršene nakon standardne pripreme uzoraka (e. g. Marković et al., 2009.). Suv sediment je pakovan u plastične kutijice, i na kraju kompresovan i fiksiran pamučnom vatom kako bi se sprečilo rasipanje uzorka tokom merenja. Pojedinačna gustina uzorka služila je kao normirana vrednost. Za potrebe istraživanja, u ovoj studiji se koriste tri fizičke veličine magnetnog susceptibiliteta: 1. inicijalni maseni sceptibilitet slabog polja (χ_{lf} u $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$), gde su vrednosti χ_{lf} merene u slabom magnetnom polju (tipično $< 1 \text{ mT}$); 2. maseni susceptibilitet jakog polja (χ_{hf} u $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) gde su vrednosti χ_{hf} merene u jakom magnetnom polju ($\sim 100 \text{ mT}$); 3. maseni susceptibilitet u funkciji od frekvencije (χ_{fd} u $10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$), dobija se kao razlika χ_{lf} i χ_{hf} , tako da predstavlja veoma značajan parametar kad je u pitanju detekcija

veoma malih superparamagnetičkih čestica. Parametri χ_{lf} i χ_{hf} su mereni korišćenjem Bartingtonovog MS2 dualnog frekvencijskog senzora. Analize ovog tipa pružaju parametre koji zavise od koncentracije namagnetisanih čestica kao što su χ_{lf} i veličina zrna, odnosno χ_{fd} . Tako parametar χ_{lf} grubo oslikava količinu magnetnih minerala (remnantni i neremnantni minerali) u sedimentu koji su neophodni za što bolje razumevanje trajanja i intenziteta glacijal-interglacijal ciklusa. χ_{fd} , međutim, ne zavisi od promene koncentracije uopšte, ali zato pruža važne informacije o raspodeli sastava i veličini zrna magnetnih minerala, odnosno pruža uvid u intenzitet procesa pedogeneze.

4. Rezultati

4.1. Environmagnetski zapis

Environmagnetizam je moćno oruđe za rekonstrukciju prošlih i sadašnjih ekoloških promena. Ovaj metodološki pristup je u širokoj primeni naročito kod paleoklimatskih i paleoekoloških istraživanja lesno-paleozemljišnih sekvenci (Heler i Evans, 1995; Evans i Heler, 2001). U ovoj studiji se koriste dve vrste merenja: inicijalni maseni susceptibilitet meren u niskom polju kao i maseni susceptibilitet u funkciji od frekvencije da bi se rekonstruisala vertikalna i horizontalna okolišna dinamika.



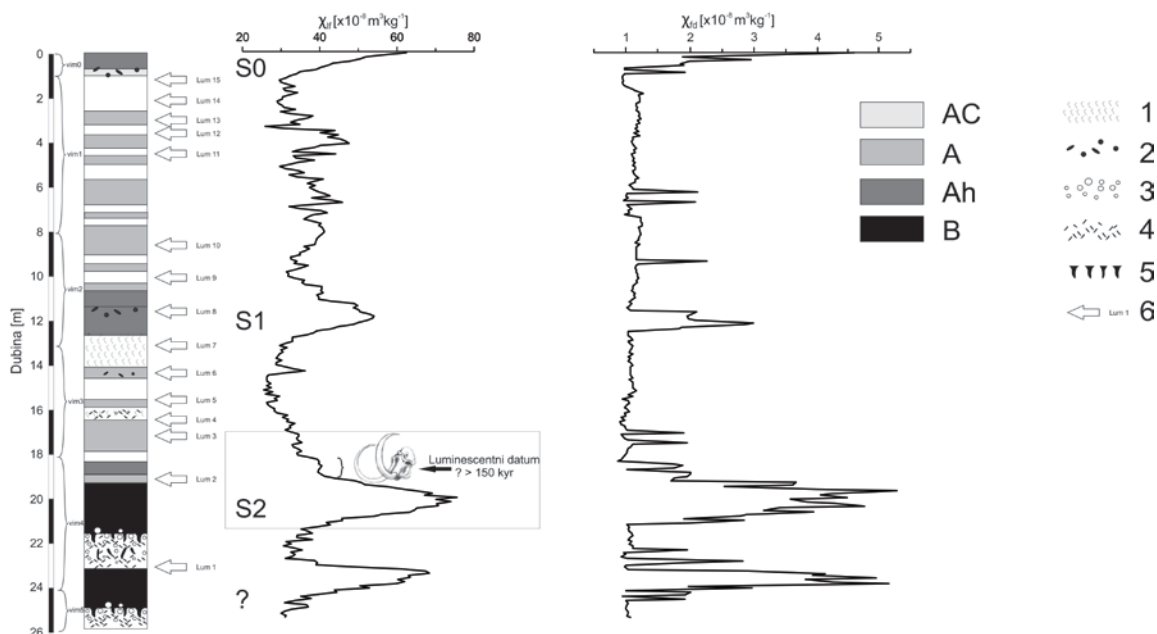
Slika 4. Histogram glavnog sintetičkog profila na kom se vidi rasprostranjenost vrednosti magnetnog susceptibiliteta.

4.1.1. Vertikalne χ_{lf} i χ_{fd} varijacije

Lesni profil Nosak je sastavljena od 6 terasastih subprofila, za koje su izmerene vertikalne promene vrednosti χ_{lf} i χ_{fd} koje su i upoređene sa pedostratigrafijom profila. Pokazalo se da vrednosti magnetnog susceptibiliteta u velikoj meri zavise od pedostratigrafije. Tako u interglacijalnim pedokompleksima χ_{lf} iznosi $\sim 35\text{--}60 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, što su znatno veće vrednosti nego što je to slučaj kod interstadijalnih zemljišta $\sim 25\text{--}37 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. U lesnim sekvencama ove

vrednosti su najmanje i kreću se od $19 \text{ do } 28 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ (Slika 4). Dakle, na krivi variranja

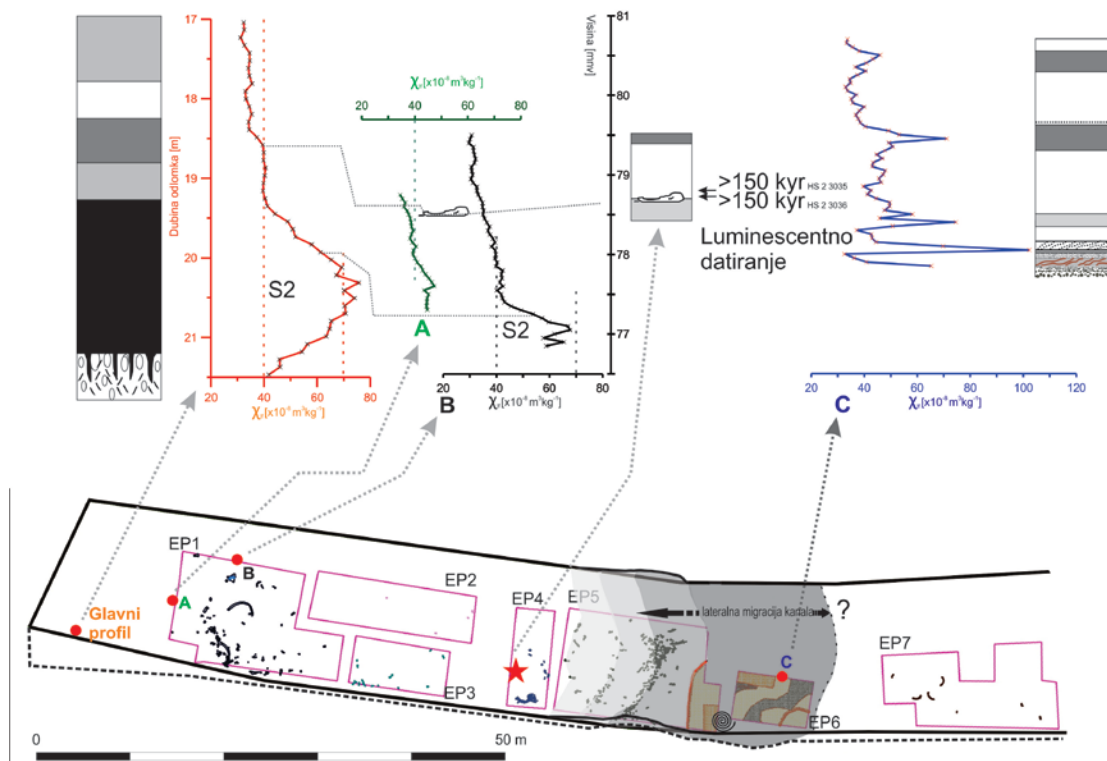
vrednosti χ_{lf} veće vrednosti odgovaraju paleozemljištima nastalim tokom interglacijala ili interstadijala (nezatno toplijih i vlažnijih faza u glacijalnom periodu) kada se zbog generalno toplijih i vlažnijih klimatskih uslova životna sredina odlikovala intenzivnijom fizičkom, hemijskom i biološkom aktivnošću. Niže vrednosti χ_{lf} odgovaraju periodima navejavanja lesa kada su prirodni procesi bili znatno manje intenzivni zbog generalno hladne i suve glacijalne životne sredine. Uopšteno govoreći, sedimenti formirani tokom hladnih i suvih glacijalnih perioda su približno duplo manje namagnetisani u odnosu na fosilna zemljišta nastala tokom toplih i vlažnih interglacijalnih perioda. S obzirom da je u fokusu ovog istraživanja sloj sa fosilima stepskog mamuta, može se zaključiti da je ovaj fosilonosni sloj nastao tokom završne faze preposlednjeg interglacijala, odnosno najmlađem delu pedokompleksa S2 koji se istovremeno odlikovao i sve intenzivnijim uticajem depozicije eolske prašine (Slika 5). Međutim, za detaljnu hronostratigrafsku interpretaciju treba sačekati dodatna merenja luminescentnog datiranja, koja su trenutno u toku.



Slika 5. Spektar glavnog sintetičkog profila, χ_{lf} levo i χ_{fd} desno. Takođe je prikazana i dubina na kojoj je otkriven fosil mamuta. Legenda: 1. Karbonatna micelija; 2. Krotovina; 3. Karbonatna zgušnjavanja; 4. Hidromorfne odlike; 5. Ostaci korenskih kanala ispunjeni huminskim materijalom.

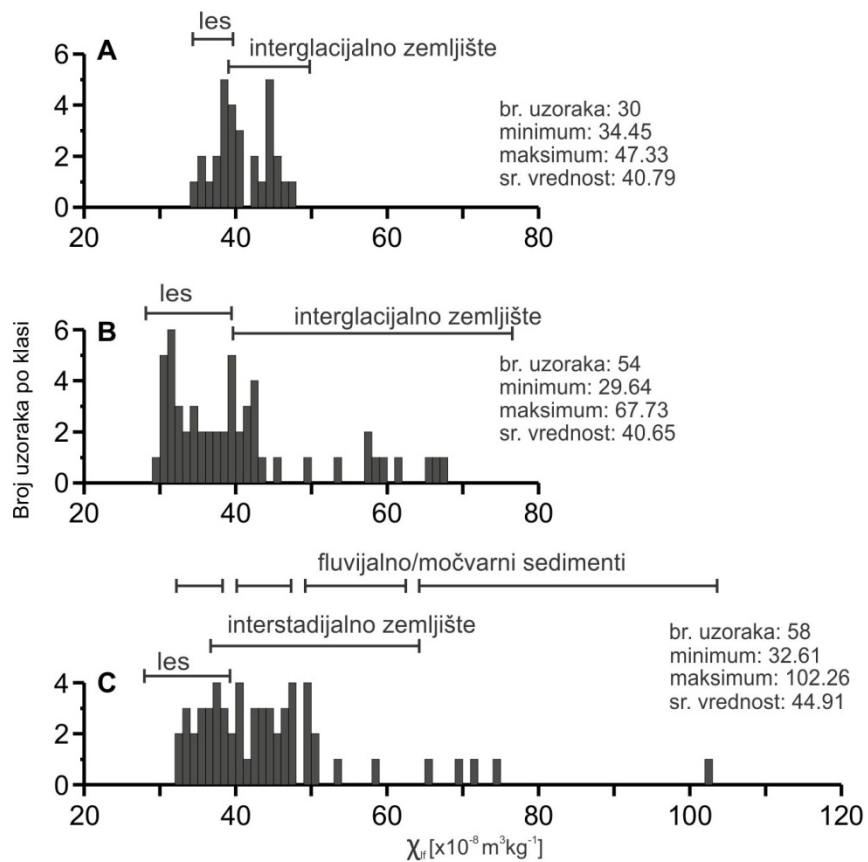
4.1.2. Horizontalne χ_{lf} i χ_{fd} varijacije

U ovoj studiji fokusiralo se na istraživanje sekvenci sa fosilnim ostacima pleistocenskih sisara. Zbog toga dodatno su ispitivana tri profila (A, B i C) kako bi se bolje razumeli lateralni geomorfološki odnosi i dinamika nekadašnje životne sredine (Slika 6). Profili A, B i C analozi su stratigrafski od prelaznih slojeva bazalnog interglacijalnog fosilnog kambičkog zemljišta do slabo razvijenih stepskih i lesnih horizonata.



Slika 6. Prostorna distribucija paleontološkog materijala sa idealizovanom paleoreljevnom rekonstrukcijom i χ_{lf} varijacije profila A, B i C.

Merene varijacije χ_{lf} u profilima A i B su poprilično slične ekvivalentnoj sekvenci zatvorenog glavnog profila. Ovi profili se razlikuju od χ_{lf} zapisa profila C koji je udaljen približno 50 m. Profil C pokazuje značajniju varijabilnost vrednosti χ_{lf} nego profili A i B. Glavni razlog ove nejednakosti predstavlja nezanemariv uticaj rečnih aktivnosti u zoni profila C. Analizirani profili demonstriraju očiglednu lokalnu lateralnu varijabilnost, makroskopski vidljivu u paleozemljištu i zabeleženu u magnetnom zapisu. Širok spektar vrednosti χ_{lf} pomenutih profila A, B i C se može videti na histogramima (Slika 7). Profili A ($\sim 24\text{--}79 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) i B ($\sim 23\text{--}54 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$) imaju širi opseg vrednosti χ_{lf} kad se uporede sa profilom C ($\sim 25\text{--}38 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$).



Slika 7. Histogrami A, B i C na kojima se vidi učestalost ponavljanja vrednosti magnetne susceptibilnosti χ_r .

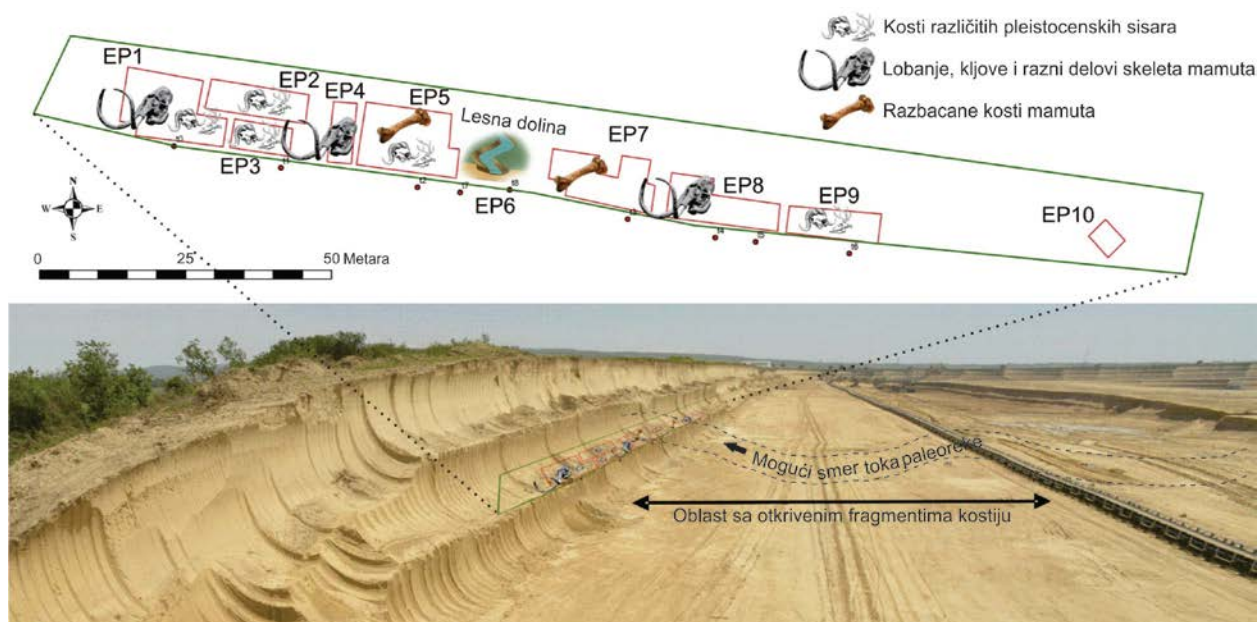
5. Diskusija

5.1. Vremenska i prostorna rekonstrukcija okoline

Prema Lister et al. (2012) gornji kompleks pleistocenskih sedimenata obuhvata stariji hidromorfni lesoid i mlađi tipični les sa varirajućom debljinom između 10 i 15 m. Ispitivanja na lokalitetu Nosak pružaju neznatno drugačije stratigrafske i paleoekološke informacije. Preliminarni rezultati nagoveštavaju da lesno-paleozemljišne sekvence imaju debljinu od 25 m i da su najverovatnije nataložene tokom poslednja dva glacijalno-interglacijalna ciklusa. Preciznija hronostratigrafska interpretacije će biti moguća nakon detaljno obavljenog luminescentnog datiranja. Kako je već ranije istaknuto u ovoj studiji se fokusiralo na bogat paleontološki sloj lociran na dubini profila, približno između 17.90 i 19.20 m dubine u odnosu na topografsku površinu. Radi se o prelaznim sekvencama koje uključuju: gornji lesni sloj i slabo razvijeno bazalno-fosilno zemljište ispod koga se nalaze dva jako razvijena kambiška pedokompleksa koji ukazuju na postojanje šumske vegetacije. Ovaj izvesni dupli fosilni šumski pedokompleks je formiran najverovatnije tokom MIS 7. Variranje χ_{lf} na glavnom profilu zapisa Nosak je sličan χ_{lf} krivi penultimnog interglacijal Baschark dupla kompleksa (BD1+BD2) (Sartori et al., 1999). Ova inicijalna stratigrafska interpretacija se dobro slaže sa preliminarnim rezultatima luminescentnog datiranja.

Da bi se bolje razumeli uslovi sredine, lateralna varijabilnost lesnih i paleozemljišnih stratigrafskih jedinica, njihova povezanost sa paleontološkim otkrićima, puno pažnje je posvećeno rekonstrukciji nekadašnje geomorfološke situacije. Generalni obrazac lateralne stratigrafske varijabilnosti ukazuje na postojanje male lesne doline koju je izgradio nekadašnji

lokalni vodotok. Iskopne sonde EP5 i EP6 pružaju uvid u makroskopski izgled fosilnih fluvijalnih oblika na malim razdaljinama (Slika 8).



Slika 8. Raspored iskopnih sondi (EP od 1 do 10) sa fosilima stepskih mamuta i drugih pleistocenih sisara.

5.2. Značaj paleontološkog nalazišta Nosak lesno-paleozemljišnih sekvenci za razumevanje prostorne i vremenske dinamike mamuta *Mamuthus-Coeleodonta* faunskog kompleksa u Evropi

Veliki sisari, adaptirani na hladne životne uslove, poznati još i kao *Mamuthus-Coeleodonta* faunski kompleks (Kahlke, 2013; Kahlke et al., 2011) koji su bili uobičajeni na širokim prostorima Evroazije tokom pleistocena, takođe su bili zastupljeni u Karpatskom basenu (Kovács, 2012). Međutim, većina velikih fosila sisara iz ovog regiona je otkriveno u nanosima kasnog pleistocena (Marković et al., 2005, 2006; Kovács, 2012; Katona et al., 2012).

Nedavna paleontološka otkrića kod površinskog kopa Drmno su povezana sa nanosima srednjeg pleistocena. Hronostratigrafski sadržaj Kostolačkog skeleta *Mamuthus trogontherii* je i dalje slabo poznat. U Evropi je ova vrsta karakteristična za rani srednji pleistocen (Kromerianski

Kompleks), gde je poznata sa lokaliteta koji uključuje Zapadni Ruton (Ujedinjeno Kraljevstvo), Zusenborn i Mosbah (Nemačka) i Tiraspol (Moldavija), javljajući se u sedimentima koji približno odgovaraju MIS 19-13 (pre ca. 780-500 ka) (Lister et al., 2010). Na nekim lokalitetima se ova vrsta javlja ranije, zajedno sa primitivnijom vrstom *Mamuthus meridionalis*, kao što je to slučaj kod lokaliteta Dorn-Durhajm (Nemačka) (tačno ispod brunhes/matujama granice) i na lokalitetu Sinjaja Balka (Rusija) u nanosima ca. 1.0 Ma (Lister et al., 2005). Nakon elsterijan/anglijan glacijacije (MIS 12), u Evropi se može zapaziti prelaz mamuta od vrste *Mamuthus trogontherii* ka vrsti *Mamuthus primigenius*. Ostaci iz Štajnajma (Nemačka), za koje se smatra da su hronostratigrafski ekvivalent MIS 11-10 u godinama (pre ca. 400-350 ka), su slični ranijim *Mamuthus trogontherii* i stepskom mamutu iz Kostolca. Takođe su sličnih telesnih proporcija. Kasnije populacije Evropskog *Mamuthus trogontherii*, iako dentalno i dalje primitivnije od tipičnog *Mamuthus primigenius*, su značajno smanjene u brojnosti. Moguća starost skeleta iz Kostolca se po tome nalazi negde između ca. 1.0-0.4 Ma (Lister et al., 2005).

Nasuprot veoma širokom vremenskom okviru života nedavno otkrivenog stepskog mamuta iz Kostolca, hronostratigrafija paleontoloških nalaza u lesno-paleozemljišnim sekvencama na lokalitetu Nosak daje daleko jasniju hronološku sliku. Njihov hronostratigrafski zapis je povezan sa tranzicijom između MIS 7 i 6 (pre ca. 190 ka). Precizna hronologija sa detaljnom rekonstrukcijom lokalnih okolnih uslova lokaliteta Nosak u asocijaciji sa iscrpnim predstojećim paleontološkim istraživanjem se može smatrati novim važnim delom mozaika rasprostranjenosti stepskog mamuta srednjeg pleistocena na prostorima evropskog kontinenta. Dalja istraživanja les-paleozemljišta Nosak imaju potencijala da pruže odgovore na mnoga

druga važna pitanja vezana za dinamiku okoline ovog tranzicionog regiona osetljivog na promene dominacije kontinentalnih i Mediteranskih klimatskih uticaja.

5.3. Potencijal lokaliteta kao buduće turističke atrakcije

Naše nedavno otkriće, zajedno sa prethodnim iz 2009. godine, će omogućiti izgradnju prvog paleontološkog parka u Srbiji, blizu postojećeg Rimskog arheološkog parka Viminacium. Kao ključna naučno-popularna turistička ruta nazvana "Put Rimskih Imperatora", Viminacium, koji se nalazi u istočnom delu Srbije, je već privukao pažnju entuzijasta drevne istorije i arheologije. Ova turistička ruta predstavlja dobar primer kombinacije naučnih istraživanja i atraktivnog vida naučne promocije. Arheološki park Viminacium predstavlja najbolji marketinški definisan arheološki lokalitet u Srbiji čija je teritorija rodno mesto čak 17 rimskih imperatora. Otkriće fosila mamuta u 2009. i 2012. godine je dalo ovom lokalitetu još veću turističku privlačnost. Međutim, samo otkriće ovih imponantnih fosila nije dovoljno, da bi samo po sebi predstavljalo turističku atrakciju.

Efektivna prezentacija i interpretacija je takođe neophodna kako bi se privukla što veća pažnja turista, naučnika i ostalih entuzijasta. Po rečima direktora arheološkog parka Viminacium dr Miomira Koraća, novo otkriveni mamuti zajedno sa starim treba da se premeste u jedan zajednički paleontološki park. Lokacija budućeg paleontološkog parka bi trebala da se nađe u blizini mesta gde su mamuti prvo otkriveni u 2009. godini (Slika 9). Ovaj park bi predstavljao važan deo već postojećeg arheološkog parka, koji je u proteklih par godina privukao pažnju naučne zajednice turista i šire mase. Odmah pored istraživačkog centra Viminacium, temelji za novi paleontološki park su već postavljeni. Posle njegove izgradnje fosili mamuta će pažljivo biti prebačeni i izloženi na isti način kao što su ih arheolozi prvi put opazili.

Glavna ideja parka jeste da se prikaže posetiocima, kako deci tako i starijima, prirodni uslovi koji su vladali u periodu života otkrivenih mamuta, zajedno sa klimom, florom i faunom. Posetioci bi trebali da saznaju dosta informacija vezano ne samo za mamute već i generalno za okolinu i period u kom su oni živeli.



Slika 9. Fosilni ostaci ženke stepskog mamuta Vika otkriveni 2009. godine.

Pored paleontologije i mamuta, ova oblast takođe skriva i druge vredne elemente geološkog, arheološkog i industrijskog nasleđa. Istraženi lesni profili predstavljaju značajnu arhivu paleoklimatskih i paleoekoloških promena koje su se odvijale u prošlosti. Najveći deo ovog prostora je nekad bio rimski grad, tako da je ovaj prostor takođe bogat arheološkim ostacima iz rimskog perioda. Zato ova oblast ima ogroman turistički potencijal koji treba adekvatno iskoristiti.

Arheološki park Viminacium je već ustanovljena turistička destinacija i deo turističke rute zvana "Put Rimskih Imperatora". Predloženi paleontološki park zajedno sa atraktivnim lesnim profilom u blizini, mogu postati važan dodatak već postojećeg turističkog proizvoda i

tako obogatiti turističku ponudu arheološkog parka Viminacium. Obilazak ovog lokaliteta može da pruži uvid u prošla vremena i okruženje u kakvom su živeli mamuti, praćeno pričom o rimskom periodu i konačno završavajući sa modernim vremenom kada se celokupna oblast koristi za eksploataciju lignita od strane energetske industrije za proizvodnju električne energije. Na ovaj način paleotologija, geologija, arheologija, istorija, i ostale discipline bi mogle da se povežu i da se napravi jedan jedinstven i atraktivan turistički proizvod.

6. Zaključak

Istraživanja lesno-paleozemljišnih sekvenci Nosak demonstriraju važnost ovog lokaliteta kao jedinstvenog zapisa paleoklime i paleosredine srednjeg i kasnog pleistocena. Istovremeno, istraživanja ovog lokaliteta će pružiti bolji uvid u migratorna kretanja i evoluciju mamuta na prostorima ovog dela Evrope.

Prema inicijalnim magnetostratigrafskim interpretacijama i preliminarnim rezultatima luminescentnog datiranja, paleontološka otkrića ispitivanog lokaliteta mogu da se stave u vremenski okvir zadnjeg dela MIS 7. Okolna i geomorfološka rekonstrukcija ukazuje na stepsko okruženje sa blagim padinama usmerenim ka dnu lesne doline. Predstojeća detaljna paleontološka istraživanja podržana preciznijim i tačnijim hronostratigrafskim određivanjem kao i rekonstrukcija predela predlažu ozbiljnu reinterpretaciju postojećeg znanja o evoluciji i rasprostranjenosti evropskih mamuta.

Primena metoda environmagnetizma je trenutno priznata kao opšteprihvaćen svetski trend u paleoklimatskim istraživanjima i istraživanjima naročito lesno-paleozemljišnih sekvenci. Različiti parametri životne sredine nam daju informacije o koncentraciji, sastavu i veličini zrna magnetnih minerala, pa samim tim i plastično oslikava dinamičnost životne sredine. I u ovoj studiji parametri stenskog magnetizma su se pokazali kao vrlo osetljiv pokazatelj za donošenje mnoštva zaključaka i dragocenih informacija o posmatranom prostoru kao što su: klimatske promene, pojava fluvijalnih sedimentacija pod dejstvom lokalnih vodotokova i dinamičnost životne sredine. U budućnosti sa kreiranjem detaljnije hronologije na osnovu luminescentnog datiranja moći će da se postojeća dubinska skala, podešavanjem sa

Milankovićevom krivom insolacije transformiše u vremensku skalu. Tako vremenski definisani naši podaci će moći direktno da se porede sa najznačajnijim postojećim paleoklimatskim modelima. Odatle mogu da se detaljno analiziraju uticaji Milankovićevih ciklusa i eventualno drugih prisutnih, a do sada ne definisanih ciklusa.

7. Literatura

- Evans, M.E., Heller, F.,** 2001. Magnetism of loess/paleosol sequences: recent developments. *Earth Science Reviews* 54, 129–144.
- Heller, F., Evans, M.E.,** 1995. Loess magnetism. *Reviews of Geophysics* 33, 211–240.
- Hose, T.A., Vasiljević, Dj.A.,** 2012. Defining the Nature and Purpose of Modern Geotourism with Particular Reference to the United Kingdom and South-East Europe. *Geoheritage* 4, 25-43 DOI 10.1007/s12371-011-0050-0.
- Jovanović, M.,** 2005. Paleogeografske karakteristike lesno-paleozemljišnjih sekvenci okoline Požarevca. Magistarski rad 126pp.
- Kahlke, R.-D.** 2013. The origin of Eurasian Mammoth Faunas (Mammuthus-Coelodonta Faunal Complex), *Quaternary Science Reviews*, DOI:10.1016/j.quascirev.2013.01.012
- Kahlke, R.-D., García, N., Kostopoulos, D.S., Lacombe, F., Lister, A.M., Mazza, P.P.A., Spassov, N., Titov, V.V.,** 2011. Western Palaeartic palaeoenvironmental conditions during the Early and early Middle Pleistocene inferred from large mammal communities, and implications for hominin dispersal in Europe. *Quaternary Science Reviews* 30, 1368-1395.
- Katona, L., Kovács, J., Kordos, L., Szapannos, B., Linkai, I.,** 2012. The Csajág mammoths (*Mammuthus primigenius*) – Late Pleniglacial finds from Hungary and their chronological significance. *Quaternary International* 255, 130–138.

-
- Kaufman, D.S.,** Manley, W.F., 1998. A new procedure for determining DL amino acid ratios in fossils using reverse phase liquid chromatography. *Quaternary Science Reviews* 17 (11), pp. 987-1000.
- Kovács, J.,** 2012. Radiocarbon chronology of Late Pleistocene large mammal faunas from the Pannonian basin (Hungary). *Bulletin of Geosciences* 87, 13–19.
- Krolopp, E.,** Sümegi, P., 1995. Palaeoecological Reconstruction of the Late Pleistocene, Based on Loess Malacofauna in Hungary. *GeoJournal* 32, pp. 213-222.
- Kukla, G.,** 1987, Loess stratigraphy in central China. *Quaternary Science Reviews* 6 (3-4), pp. 191-207,209-219.
- Kukla, G.J.,** An, Z., 1989. Loess stratigraphy in Central China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 72, 203-225.
- Lister, A.M.,** Sher, A.V., van Essen, H., Wei, Guangbiao, 2005. The pattern and process of mammoth evolution in Eurasia. *Quaternary International* 126-128, 49-64.
- Lister, A.M.,** Stuart, A.J., 2010. The West Runton mammoth (*Mammuthus trogontherii*) and its evolutionary significance. *Quaternary International* 228, 180-209.
- Lister, A.M.,** Dimitrijević, V., Marković, Z., Knežević, S., Mol, D., 2012. A skeleton of 'steppe' mammoth (*Mammuthus trogontherii* (Pohlig)) from Drmno, near Kostolac, Serbia. *Quaternary International* 276-277, pp. 129-144.
- Marković, S.B.,** McCoy, W.D., Oches, E.A., Savić, S., Gaudenyi, T., Jovanović, M., Stevens, T., Walther, R., Ivanišević, P., Galić, Z., 2005. Paleoclimate record in the Late Pleistocene loess-palaeosol sequence at Petrovaradin Brickyard (Vojvodina, Serbia). *Geologica Carpathica* 56, 483-491.
-

-
- Marković, S.B.**, Oches, E., Sümegi, P., Jovanović, M., Gaudenyi, T., 2006. An introduction to the Upper and Middle Pleistocene loess–paleosol sequences of Ruma section (Vojvodina, Yugoslavia). *Quaternary International* 149, 80–86.
- Marković, S.B.**, Bokhorst, M., Vandenberghe, J., Oches, E.A., Zöller, L., McCoy, W.D., Gaudenyi, T., Jovanović, M., Hambach, U., Machalett, B., 2008. Late Pleistocene loess–paleosol sequences in the Vojvodina region, North Serbia. *Journal of Quaternary Science* 23, 73–84.
- Marković, S.B.**, Hambach, U., Stevens, T., Kukla, G.J., Heller, F., McCoy, W.D., Oches, E.A., Zöller, L., 2012. The last million years recorded at the Stari Slankamen (Northern Serbia) loess-palaeosol sequence: Revised chronostratigraphy and long-term environmental trends. *Quaternary Science Reviews* 30 (9-10), pp. 1142-1154.
- Sartori, M.**, Heller, F., Forster, T., Borkovec, M., Hammann, J., Vincent, E., 1999. Magnetic properties of loess grain size fractions from section Paks (Hungary). *Physics Earth and Planetary Interiors* 116, 53–64.
- Stojanović, K.**, Životić, D., Šajnović, A., Cvetković, O., Nytoft, H.P., Scheeder, G., 2012. Drmno lignite field (Kostolac Basin, Serbia): Origin and palaeoenvironmental implications from petrological and organic geochemical studies. *Journal of the Serbian Chemical Society* 77 (8), pp. 1109-1127.
- Stojanović, K.**, Životić, D., in press. Comparative study of Serbian Miocene coals - Insights from biomarker composition. *International Journal of Coal Geology*, DOI: 10.1016/j.coal.2012.09.009.
-

- Sümeği, P.,** Krolopp, E., 2002. Quatermalacological analyses modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpatian Basin. *Quaternary International* 91, pp. 53-63.
- Vasiljević, D.A.,** Marković, S.B., Hose, T.A., Smalley, I., O'Hara-Dhand, K., Basarin, B., Lukić, T., Vujičić, M.D., 2011. Loess towards (GEO) tourism - proposed application on loess in vojvodina region (North Serbia). *Acta Geographica Slovenica* 51 (2) , pp. 390-406.
- Vasiljević, D.,** Marković, S.B., Hose, T.A., Smalley, I., Basarin, B., Lazić, L., Jović, G., 2011. The Introduction to Geoconservation of loess-palaeosol sequences in the Vojvodina region: Significant geoheritage of Serbia. *Quaternary International* 240 (1-2) , pp. 108-116.

8. Biografija



Nikola Petić je rođen u Subotici 10.03.1986. godine gde je završio osnovnu i srednju školu. Školske 2005/2006. godine upisao se na Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu, na Departman za fiziku, smer astronomija sa astrofizikom.

UNIVERZITET U NOVOM SAD
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani material

TZ

Vrsta rada:

Diplomski rad

VR

Autor:

Nikola Petić

AU

Mentor:

dr Slobodan B. Marković

MN

Naslov rada:

Karakteristike environmagnetizma les-paleo zapisa očuvanog u lesno-paleozemljišnim sekvencama lokaliteta

NR

Jezik (i pismo) publikacije:

Srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda:

Srpski / Engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2010

GO

Izdavač:

Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa:

Novi Sad, Departman za fiziku, PMF, Trg Dositeja Obradovića
4

MA

Fizički opis rada:

poglavlja (7); str. (27); tabela (0); grafikona (0); slika (9); lit.
navoda (25); priloga (0)

FO

Naučna oblast:

Fizika

NO

Naučna disciplina:

Environmagnetizam

ND

Ključne reči:

environmagnetizam, les, magnetna susceptibilnost

KR

Univerzalna decimalna klasifikacija:

UDK

Čuva se:

Biblioteka Departmana za fiziku, PMF, Novi Sad

ČU

Važna napomena:

nema

VN

Datum prihvatanja teme od strane NN veća:

20.03.2013.

DP

Datum odbrane:

12.08.2013.

DO

Članovi komisije:

Predsednica: dr Tijana Prodanović, van. prof., PMF Novi Sad

ČK

Član: dr Slobodan B. Marković, prof., PMF Novi Sad

Član: dr Milan Pantić, prof., PMF Novi Sad

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCES

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph type

DT

Type of record:

Printed text

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Nikola Petić

AU

Mentor:

dr Slobodan B. Marković

MN

Title:

Characteristics of environmagnetism in loess-paleo records
preserved in loess-paleosol sequences of localities

TL

Language of text:

Serbian (latin)

LT

Language of abstract:

Serbian / English

LA

Country of publication:

Republic of Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2010

PY

Publisher:

Authors reprint

PU

Publication address:

Novi Sad, Departman of physics, Faculty of Sciences, Trg
Dositeja Obradovića 4

PP

Physical description:

chapters (7); pages (27); tables (0); graphs (0); figures (9);
references (25); additional lists (0)

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Environmagnetism

SD

Key words:

environmagnetism, loess, magnetic susceptibility

KW

Universal decimal classification:

UDC

Holding data:

The Library of Department of Physics, Faculty of Sciences,
Novi Sad

HD

Note:

no

N

Accepted by the Scientific Board on:

20.03.2013.

ASB

Defended:

12.08.2013.

DE

Thesis defend board:

President: Dr Tijana Prodanović, Associate Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member: Dr Slobodan B. Marković, Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member: Dr Milan Pantić, Professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

TDB