

Први резултати истраживања заштићеног лесног профила у Земуну

Љупко Рундић, Млађен Јовановић, Тивадар Гауденуи, Виолета Гајић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Први резултати истраживања заштићеног лесног профила у Земуну | Љупко Рундић, Млађен Јовановић, Тивадар Гауденуи, Виолета Гајић | Владимир Д. Ласкарев - живот и дело (Поводом 150 година од рођења) | 2019 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0005835>

ПРВИ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА ЗАШТИЋЕНОГ ЛЕСНОГ ПРОФИЛА У ЗЕМУНУ

ЉУПКО РУНДИЋ^{*,****}, МЛАЂЕН ЈОВАНОВИЋ^{**},
ТИВАДАР ГАУДЕЊИ^{***}, ВИОЛЕТА ГАЈИЋ^{****}

С а ж е т а к. – У овом раду се дају први резултати истраживања лесно-палеоземљишних секвенци на заштићеном профилу у Земуну. На основу анализе сигнала магнетне суцептибилности (МС) дефинисана је стратиграфска позиција четири хоризонта леса (L) и четири хоризонта палеоземљишта (S) који одговарају временском оквиру од преко 420.000 година. Граница између горњег и средњег плеистоцена постављена је испод најмлађег палеоземљишта (S1) чиме се модификују досадашња мишљења о горњо-плеистоценској старости лесне серије Земуна. Поред тога, минералозна, петролошка и хемијска испитивања пескова и карбонатних конкреција у подини лесног одсека као и неколико палеонтолошких анализа из песковитог дела профила сугеришу наизменичну смену хладне и суве климе са периодима топлијих и влажнијих климата. Корелацијом са другим профилима, може се закључити да су палеоземљишта формирана у условима умерено-континенталне климе (благо деградирани и типски черноземи) о чему сведочи и пронађена копнена фауна пужева која указује на травнато-жбунолико станиште.

Идентификовани слој вулканског пепела (туфита) у хоризонту L2 је карактеристичан маркер слој присутан и на другим лесним профилима на северу наше земље и суседних земаља. Његова старост је одређена на око 145.000 година. Осим тога, нешто слабији сигнал МС указује и на још један туфитични слој непосредно изнад S4 палеоземљишта који би одговарао познатој „Баг тефри“ широко распрострањеној у Панонском басену и датираној на око 350.000 година пре данашњице.

Кључне речи: лес, палеоземљиште, туфит, магнетни суцептибилитет, плеистоцен, Земун

* Катедра за историјску геологију, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду; и-мејл: ljupko.rundic@rgf.bg.ac.rs

** Катедра за физичку географију, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду; и-мејл: mladjen.jovanovic@dgt.uns.ac.rs

*** Географски институт „Јован Цвијић“, САНУ; и-мејл: t.gaudenyi@gi.sanu.ac.rs

**** Катедра за петрологију и геохемију, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду; и-мејл: violeta.gajic@rgf.bg.ac.rs

***** Академија инжењерских наука Србије

1. УВОД

Прва систематска истраживања леса Срема су започета у првим декадама XX века у оквиру рада „Комисије за знанствено изучавање Сријема“ којим је руководио Драгутин Горјановић-Крамбергер (Gorjanović-Kramberger, 1911a, 1911b, 1912, 1914a, 1914b). Након завршетка Првог светског рата, изучавање квартара је настављено у виду геолошког картирања Београда и околине.

Пре скоро једног века, у мају 1920. године, познати руски геолог Владимир Д. Ласкарев, професор геологије и палеонтологије на тадашњем Београдском универзитету, први пут је са педологом Ђ. Злоковићем обишао високе лесне одсеке на Дунаву код Земуна. Стручну анализу и стратиграфску интерпретацију те лесне серије саопштио је научној и стручној јавности на 185. Збору Српског геолошког друштва одржаном 10. јануара 1921. под насловом „О лесу у београдској околини“ (саопштење је објављено на француском језику). Касније је још неколико пута боравио на истим теренима, са колегама и студентима геологије, о чему је у три наврата објавио и резултате својих осматрања (Laskarev, 1922, 1926, 1938). Игром судбине, на тим истим лесним теренима око Земуна, проф. Ласкарев је био и последњи пут за живота, почетком педесетих година прошлог века (Laskarev, 1938; Грубић & Пантић, 2000).

Занимљиво да је, слично као почетком XX века у Русији, сам Ласкарев са резервом прихватио поделу која се тада користила за плеистоцен (прва епоха квартара) и да ли, уопште, лесне тј. палеоземљишне насlage одговарају хладнијим или топлијим фазама климе током квартара. Иако се двоумио, исто као у случају ранијег геолошког картирања простора европске Русије, у својим радовима о квартару околине Београда лесу је ипак придавао интергласијално, а тзв. погребеним земљама (палеоземљиштима) гласијално порекло (Laskarev, 1938; Gaudenyi et al., 2015).

Проучавање леса, младе и нетипичне геолошке творевине (по неким ауторима то је стена, по другима седимент, док га трећи сматрају земљиштем) има дугу традицију у свету (Pye, 1995; Gaudenyi & Jovanović, 2011; Jovanović et al., 2014; Smalley et al., 2015). Кроз историју геологије, настанак леса је дуго времена посматран на различите начине. Тек последњих пола века, после потпуне афирмације Миланковићеве теорије климатских колебања у квартару, његово гласијално-еолско тј. гласијално-флувијално-еолско порекло на простору Европе и Панонске низије опште је прихваћено (Kukla, 1977; Buggle et al., 2013; Pécsi, 1966a,b; Marković et al., 2004, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012). Истина, често пута у штампаним радовима није усклађена терминологија и значење појединих израза. Gaudenyi & Jovanović (2013) дају препоруку за јасније дефинисање леса и лесу сличних седимената у којој се лес дефинише као растресита, трошна, карбонатна кластична седиментна стена, која је под утицајем воде веома подложна распадању. У његовом саставу преовлађује тзв. „лесна фракција“ коју чини средњезрни и крупнозрни алеврит (0.015–0.063 mm), карактерише је одсуство макроскопске слојевитости, капиларна порозност и вертикални (земљани) прелом. Настаје на сувоземној основи

у специфичном аридном окружењу првенствено од еолских честица алеврита и праха процесом веома благе литификације, тзв. лесификације. Ипак, у вези са поменутиим различитим виђењима леса, занимљиво је да ни сви аутори овог рада не деле исто мишљење у погледу поменуте дефиниције леса (седимент или стена).

Лесно-палеоземљишне секвенце широм Европе и света добро су проучене и одређен им је временски (стратиграфски) оквир (Kukla, 1977, Kukla & An, 1989; Buggle et al., 2008, 2013). Већ одавно, важно место по површинском распрострањењу али и по научном истраживању леса има Србија (Marković-Marjanović, J., 1968b, 1969). Посебно су добро познати и проучени лесни профили у Војводини која представља и међународни важан полигон за проучавање леса и климатских варијација током последњих милион година (Butrym et al., 1991; Fuchs et al., 2008; Gaudenyi, 2010; Hambach et al., 2011; Jovanović, 2012; Marković et al., 2004, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2018). У том смислу, Земунски лесни профил је остао практично једини који није научно обрађен савременим методама. Та чињеница, као и поменута дуга традиција његовог истраживања, били су главни мото и водиља коју су имали потписани аутори.



Слика 1. Панорамски изглед заштићеног лесног профила у Земуну
(Поглед са Дунава у правцу запада)

Заштићено подручје „Земунски лесни профил“ стављено је под заштиту на основу установљених природних обележја – геолошких, геоморфолошких, палеогеографских и палеонтолошких вредности, као посебно вредан објекат геонаслеђа и репрезентативни доказ палеогеографских збивања за време квартарног леденог доба на овим просторима. Уписан је у инвентар објеката

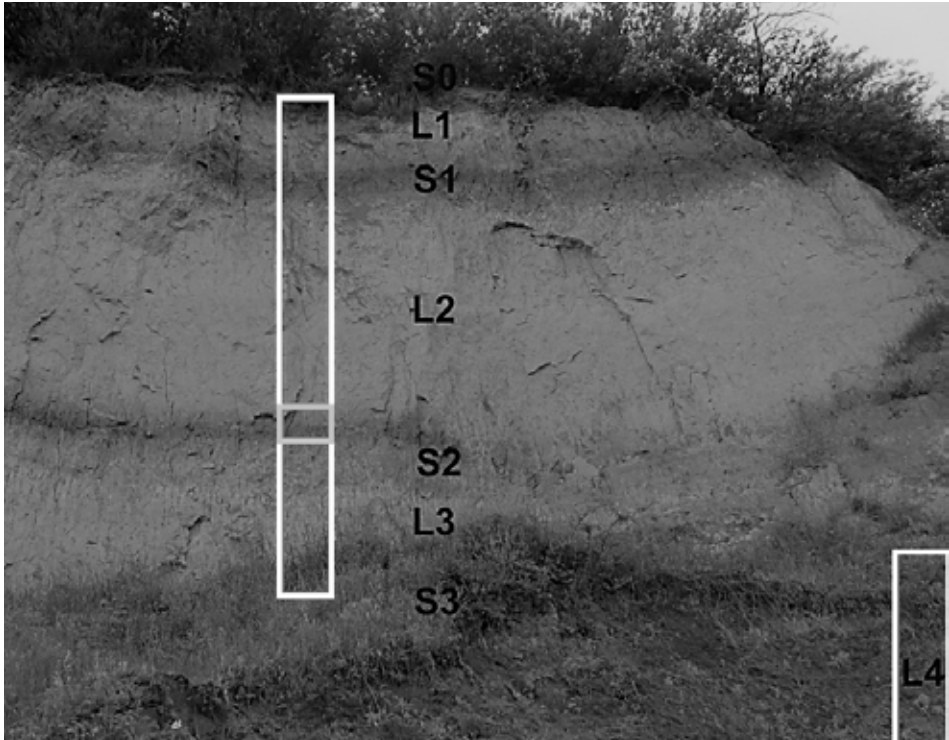
геонаслеђа Србије 2005. године: Сремска лесна зараван – листа Објеката геоморфолошког наслеђа. Заштићено подручје „Земунски лесни профил“ налази се на територији града Београда, на подручју градске општине Земун. Сврстан је у III категорију заштите, као подручје локалног значаја. На профилу су регистрована четири хоризонта леса који одговарају различитим глацијалним етапама и четири хоризонта палеоземљишта (погребене земље) ствараних за време интергласијала - топлијих интервала леденог доба. На основу тога, могуће је континуирано пратити развој квартарних творевина у последњих приближно пола милиона година. Коначно, решењем о проглашењу заштићеног подручја „Земунски лесни профил“ „Службени лист града Београда“, бр. 057- I/13 из 2013. године), овај профил је проглашен за заштићено подручје од локалног значаја и поверен је на управљање Удружењу „Еколошки покрет Земун“.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

На заштићеном лесном профилу у Земуну, у периоду 2015–2017. године, обављена су нова детаљна теренска и лабораторијска истраживања. План истраживања је обухватио веома пажљиво и детаљно узорковање материјала (различити лесни хоризонти, палеоземљишта, нелесни песковити ниво и карбонатне конкреције). С обзиром да је доњи део профила засут материјалом који се раније одронио, није било могуће радити у истој вертикали цео профил, него је трасирано више краћих, бочних секција-вертикала. У првој фази се радило од обале Дунава па навише уз профил (сл. 2, 3). У другој фази, узорковање је вршено помоћу спелеолошког ужета и рађено је од врха профила наниже (сл. 2 и 4). Детаљним узорковањем (фина резолуција узорака на неколико центиметара) са профила укупне висине од 24,05 метара (I фаза 16,35 + II фаза 7,70 = Σ 24,05) обезбеђено је укупно 1576 етикетираних почетних узорака, или просечно преко 65 узорака на сваки метар висине.

На профилу су примарно узимани узорци за мерење магнетне суспектибилности и гранулометријског састава седимената (горе поменути укупни број). Интервал узорковања (резулција) за одређивање магнетних особина седимената – магнетне суспектибилности био је 5 cm, па је тако прикупљено укупно 487 узорака који су паковани у кесице, а потом у лабораторијским условима у одговарајуће пластичне кутијице запремине 6,4 cm³. Интервал узорковања за одређивање гранулометријског састава био је 2 cm у лесним и палеоземљашним хоризонтима, а 5 cm у хоризонтима песка, тако да је прикупљено укупно 1.089 узорака.

Осим поменутог, урађена су прелиминарна минералозна, петролошка и хемијска испитивања пескова и карбонатних конкреција у подини профила као и неколико палеонтолошких анализа из нелесног дела профила, те се број анализа повећао и прелази горе поменути број.



Слика 2. Лесне (L) и палеоземљишне (S) секвенце на заштићеном профилу у Земуну

У оквиру минералошко-петрографских испитивања урађена је квалитативна и квантитативна анализа 6 узорака са ознакама D1, D2, E1, E2, E3 и E4. Пре квалитативне и квантитативне анализе извршена је одговарајућа припрема. Гранулометријски састав узорка песка рађен је ситовном анализом на стандардном сету сита са отворима 2, 1, 0.50, 0.25, 0.125 и 0.063 mm. Поступак је био суви али са претходном мокром припремом. Макроскопски, песок је дефинисан као ситнозрни са претпоставком да садржи и финозрну кластичну фракцију (алевритско-глиновиту). Мокра припрема је управо у функцији издвајања финозрног дела. Дакле, одређена количина узорка се потопи у воду и остави да одстоји 24 часа. Након тога се врши просејавање на сити од 0.063 mm. Остатак на сити се суши, а разлика пре и после просејавања даје количину финозрног дела. Овај поступак се примењује и као део припреме за одређивање минералошко-петрографског састава јер се њиме добро очисте зрна уколико имају налепљене ситније честице. Остатак материјала се суво просејава на наведеном сету сита. Све добијене фракције се мере, а подаци улазе у нумеричку и графичку обраду којом се даје потпуна слика о испитиваном кластити. Фракција мања од 0.25 mm раздвојена је сепарацијом тешком течносту (бромформ – густине 2.85g/cm³) при чему су добијене тешка и лака фракција. Испитивање састава песка је вршено

бинокуларном лупом и поларизационим микроскопом. За поларизациони микроскоп припремани су препарати са ксилолом као имерзионом течностју.



Слика. 3. Отварање појединачних секција у најнижим деловима профила (јуни 2015)



Слика. 4. Узорковање горњих делова профила са спелеолошког ужета (јуни 2016)

У циљу бољег разумевања седиментационог окружења и реконструкције животне средине, за потребе малаколошких анализа узета су четири узорка у којима је преовладала фракција песка. За палеонтолошке (малаколошке) анализе запремина узорака је износила 10 литара, који су влажном методом просејавани кроз сито од 0,5 mm. При детерминисању фосилних остатака узети су у обзир и фрагменти и целе љуштуре. У интерпретацији резултата узета је у обзир цела фосилна заједница датог узорка.

Сав материјал је обрађен у лабораторијама Рударско-геолошког факултета у Београду, Природно-математичког факултета у Новом Саду и Лабораторији за палеомагнетизам у Bayreuth-у (Немачка). Одређивање магнетне суцептибилности (МС) урађено је у Палеомагнетној лабораторији Катедре за геоморфологију, Универзитета у Бајројту, Немачка (Labor für Palaeo – und Umweltmagnetik – PUM), на MAGNON VFSM уређају.

3. РЕЗУЛТАТИ

3.1. Магнетна суцептибилност (МС)

Овде приказани први резултати одговарају веома уском временском интервалу који се од хоризонта до хоризонта разликује само од количине акумулације материјала. Приказане су вредности масене МС или χ [$10^{-8} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3$] која је количник кориговане МС и масе узорка, односно представља МС по јединици масе. Међутим, финална обрада сигнала МС могла би дати и одређене мање варијације које могу употпунити и боље дефинисати криву магнетне осетљивости нарочито у делу који је тренутно доста нејасан (песковити део профила) и за који сматрамо да припада MIS 10 (морски изотопни стадијум) фази.

Врх профила је замаскиран вегетацијом и делувијално-колувијалним материјалом. Разгранати коренов систем ове вегетације није омогућавао припрему врха профила за узорковање. Стога је узорковањем обухваћен само почетни, доњи део лесног хоризонта L1 (сл. 1). Посматрањем вертикалних лесних одсека нешто узводније од заштићеног профила, уочено је да би хоризонт L1, формиран током маринских изотопских периода (MIS 2, 3 и 4), могао имати дебљину од око 7 m. У његовом горњем делу препознају се два интерстадијална земљишта (L1L1 L1S1 и L1SL2), формирана током MIS 3 периода. Временски оквир формирања L1 хоризонта обухвата период од пре 11.700 до око 71.000 година.

Сигнал МС у најмлађем палеоземљишту одговара S1 секвенци, које је формирано током најтоплијег дела последњег интергласијала (MIS 5). Последњи интергласијал је трајао од пре 71.000 до 128.000 година (сл. 5).

Граница између MIS 5 и наредног MIS 6 представља границу између горњег и средњег плеистоцена, која се на анализираном земунском профилу налази на дубини од око 3,5 m од површине.

Лесни хоризонт L2, има дебљину од око 4,5 m и формиран је током MIS 6 (128.000 - 186.000 година). Сигнал MC има очекивано ниске вредности, осим екстремно високе вредности у доњем делу хоризонта (сл. 5). Током узорковања је претпостављено да се ради о слоју вулканског пепела – туфита, дебљине 2-3 cm, који је карактеристичан за лесни хоризонт L2 профила у Батајници, Руми, Тителском брегу, али и за више локалитета у Хрватској, Мађарској, Румунији и Бугарској. Примера ради, одговарајући слој на „Горјановићевом“ профили код Вуковара, има старост не мању од 145.000 година.

Интергласијално палеоземљиште S2 је на земунском профили двојно (видети криву сигнала MC на сл. 5), што је случај на свим детаљно анализираним профилима на северу Србије. Оно је формирано током MIS 7 периода, односно у распону 186.000 - 245.000 година. На испитиваном профили, S2 се налази на дубини од 8 до 11,5 m (сл. 5).

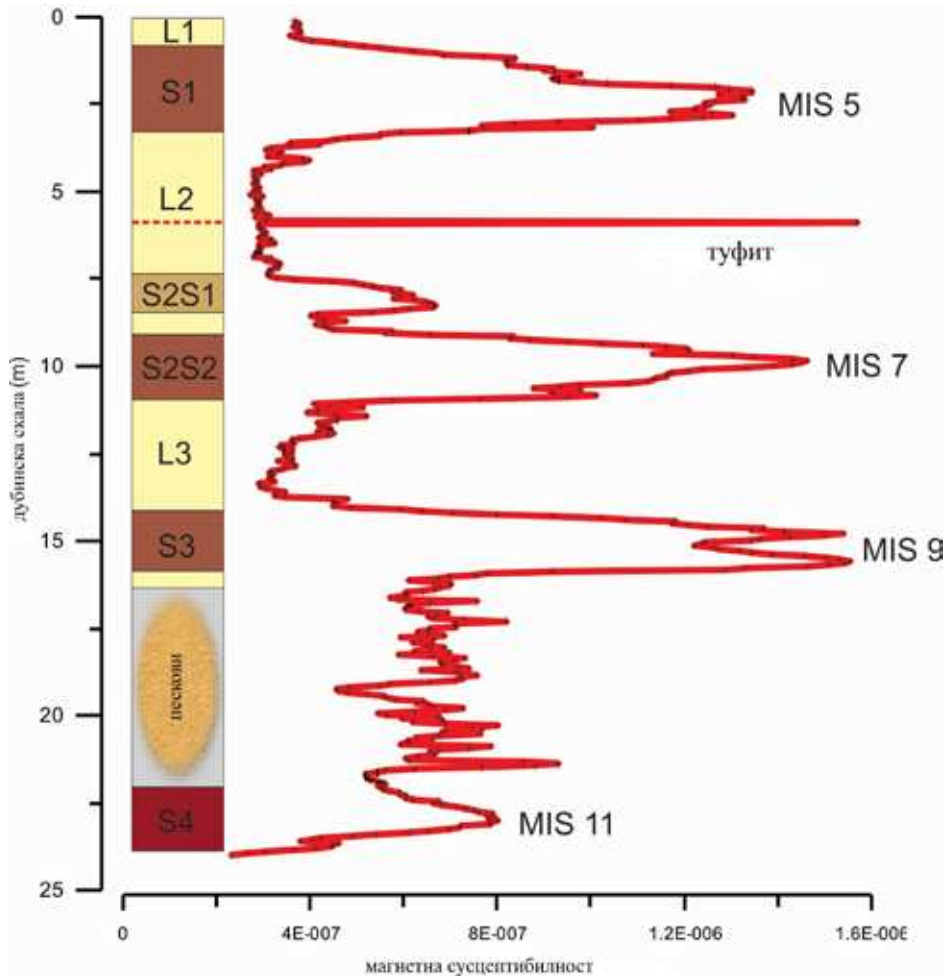
Лесни хоризонт L3 има малу дебљину од око 2,3 m, а формиран је током MIS 8 периода, односно у распону 245.000 - 303.000 година. И на другим лесним профилима у нашој земљи, L3 хоризонт има малу дебљину.

Палеоземљиште S3 је друго најстарије земљиште лесне серије земунског профила. Јасан сигнал MC указује да је формирано током MIS 9, односно од пре 303.000 до пре 339.000 година. S3 хоризонт има дебљину преко 2 m (сл. 5).

Сигнал у MC испод трећег палеоземљишта, у вертикалној линији између 16-22,5 метара је хаотичан (сл. 5). Током теренских истраживања макроскопски је утврђено да су у овом делу профила заступљени пескови, који нису одговарајући носиоци сигнала MC. На дну криве са ниским сигналом уочен је значајан линеарни пик који би могао бити еквивалент тзв. Баг тифре, вулканског хоризонта који је добро познат из неких других локалности (нпр. Тителски брег, Мошорин, Батајница, Мађарска, Словачка). Старост овог вулканокластичног материјала интерстратификованог у лесне наслаге процењује се на период од пре око 350 хиљада година.

Крива MC за најстарије палеоземљиште S4 на земунском профили има повишене вредности и карактеристичан сигнал. Ова секвенца је формирана током MIS 11 фазе, односно од пре 362.000 до пре 423.000 година. S4 хоризонт има видљиву дебљину око 3 m (сл. 5).

У подини профила, последњих 1,5 m налази се црвено, глиновито земљиште. Његова временска припадност за сада још увек не може бити поуздано одређена.



Слика 5. Сигнал масене магнетне суспендибилности за заштићени профил у Земуну.
 Легенда: MIS – маринско-изотопски периоди; L – лес, S – палеоземљиште

3.2. Минералогија и петрологија

Већ приликом прве фазе теренских истраживања констатовано је да је централни део лесног профила доста „маскиран“ великим количинама делувијално-колувијалног материјала (раније одроњен лесно-палеоземљишни материјал). У сав тај материјал, који се налази у висини завршног дела L3 и протеже се до подине хоризонта L 4 укупне висине од око 9 m, требало се укопати и „усећи“ у матични седимент (сл. 3, лево). Касније је констатовано да се тај песковити део профила протеже испод S3 палеоземљишта све до црвеног глиновитог земљишта у подини профила.

Макроскопским опсервацијама утврђено је да су то невезани седименти, ситно до средњезрни пескови. У влажном стању (6 теренских узорака са ознакама D1, D2, E1, E2, E3 и E4) имају тамније нијансе боје, док осушени показују светлије тонове. Боја узорака је одређивана у сувом стању према Munsell Rock – Color Book (Geological Society of Amerika, 2014, табела 1). Гранулометријске анализе указале су на врсту и структурне особине ових пескова. Коришћена је класификација кластита на основу међусобног односа песак-алеврит-глина (Konta, 1973). Сви узорци су одређени као пескови у којима је садржај песковите компоненте (фракције > 0.05mm) већи од 90 % („чисти“ пескови) (табела 2).

Табела 1. Боја пескова одређена према Munsell Rock – Color Book

Ред. број	Ознака узорка	Ознака боје	Боја
1	D1	10YR 5/4	Умерено жућкастобраон
2	D2	10YR 5/4	Умерено жућкастобраон
3	E1	10YR 5/4	Умерено жућкастобраон
4	E2	10YR 5/4	Умерено жућкастобраон
5	E3	5YR 4/4	Умерено браон
6	E4	5YR 4/1	Смеђе сива

Табела 2. Процентуални садржај песковите, алевритске и глиновите фракције и одредба испитиваних седимената

Ред. број	Ознака узорка	Песак	Алеврит	Глина	Детерминација
1	D1	99.28	0.72	/	Песак
2	D2	97.22	2.78	/	Песак
3	E1	99.45	0.55	/	Песак
4	E2	99.23	0.77	/	Песак
5	E3	99.54	0.46	/	Песак
6	E4	99.53	0.47	/	Песак

Резултати гранулометријских анализа показали су да испитивани пескови одговарају ситно до средњезрним песковима са доминирајућим фракцијама 0.125–0.25 и 0.25–0.50 mm (табела 3).

Песак је изграђен од кварца, фелдспата, одломака стена, калцита, лискуна, превучених зрна и тешких минерала (табела 4). Испитивани пескови се истичу доминацијом кварца (48.31–50.05%) и одломака стена (27.81–34.46%). Кварц је бистар са заобљеним формама. Одломци стена потичу од ситнозрних кварцних стена метаморфног порекла, рожнаца и мање од серпентинита. Превучена зрна су посебно издвојена јер се не могу оптички јасно дефинисати. Плагиокласи су доминантни фелдспати. Лискуни су углавном мусковитског

типа у виду лиски. Тешка фракција је изграђена од асоцијације минерала или састојака који укупно чине 0.30–0.93% песка. Асоцијацију тешких минерала изграђују ретки: гранат, циркон, амфибол, пироксен, сфен, епидот и метални минерали.

Табела 3. Процентуални садржај издвојених фракција у испитиваним песковима

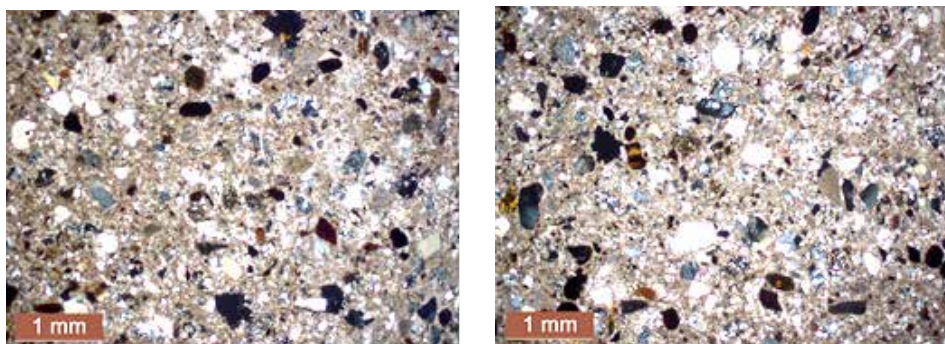
Састојци	Ознаке узорака					
	D1	D2	E1	E2	E3	E4
Кварц	48.31	45.82	46.03	48.40	49.12	50.05
Фелдспати	1.21	1.18	1.44	1.97	1.72	1.76
Одломци стена	31.27	31.96	34.46	27.81	31.53	30.97
Калцит	4.91	5.30	5.11	8.49	3.09	4.31
Превучена зрна	13.65	15.21	12.20	12.43	13.65	11.92
Лискуни	0.27	0.13	0.07	0.06	0.15	0.06
Тешки минерали	0.37	0.40	0.68	0.84	0.74	0.93
Укупно	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Табела 4. Квалитативни и квантитативни садржај испитиваних пескова (%)

Ред. број	Ознака узорка	Фракције (mm)					
		2–1	1–0.5	0.5–0.25	0.25–0.125	0.125–0.063	< 0.063
1	D1	0.09	0.68	48.35	44.96	4.44	1.49
2	D2	0.05	0.54	38.34	52.69	3.84	4.54
3	E1	0.03	1.07	44.03	49.87	3.83	1.16
4	E2	0.02	0.14	9.21	79.34	9.62	1.67
5	E3	0.34	0.87	27.48	60.93	9.26	1.11
6	E4	0.02	0.71	30.26	58.33	9.54	1.13

Из тврдог, карбонатног нивоа конкреција који се протеже целом ширином у подини профила, урађена су оптичка испитивања и садржај карбоната. Садржај CaCO_3 (калцита) од 38–40%, у узорцима конкреција (Ео, Ег) указује на мешовити карбонатно-кластични тип стене. Конкреције су најчешће неправилно елипсоидалног облика настале излучивањем калцита из порних вода у песку. Димензије су им око 10 па и више центиметара. Калцитске конкреције са поменутиим ознакама у песковима су оптички обрађене у петрографским препаратима (сл. 6). Дефинисане су као калцитски пешчари/калкаренисти.

Излучени калцит има улогу цемента који се јавља као међупросторни микрокристаласти калцит. Кластична компонента је од одломака и зрна кварца као најзаступљенијих, затим одломака рожнаца, кварцита, силификованих глинаца, кречњака и серпентинита, те ретких зрна фелдспата/плагиокласа. Од споредних састојака јављају се ретка зрна хромита, металичних минерала и лиске мусковита односно серицита.



Слика 6. Микроскопски изглед карбонатних конкреција (петрографски препарат) са доминацијом зрна и одломака кварца и рожнаца везаних калцитским цементам

3.3. Палеонтологија

Узети палеонтолошки узорци односно касније малаколошке анализе урађене су из песковите вертикале са ознаком „D“.

Релативно оскудна и доста монотона фауна представљена је следећим врстама пужева: *Granaria frumentum*, *Chondrula triden*, *Trichia hispida* и *Vallonia pulcella* (сл. 7). Фаунистичка заједница припада *Pupilla*-фауни (Ložek, 1964) умерених, степи сличних биотопа. Одсуство индексних врста криофилне фауне указује да су анализирани слојеви овог локалитета имали данашњици сличне температурне вредности, и сам локалитет је био ван периглацијалних и глацијалних области. Генерално, песковита подручја имају оскудну вегетацију и самим тим и фаунистички запис је сиромашнији. Цела асоцијација је монотона и доста добро сачувана. Према томе, фосилни материјал је *in situ*, није дошло до постседиментационе декарбонизације ових слојева, иако је појава ових процеса веома изражена на датом простору због флукуација подземних вода. Иако потичу из поменутих фосилних пескова, значајно је рећи да ове врсте настајују и данашња средњоевропска подручја са семиаридном и умерено-континенталном климом. То су сувоземни пужеви који се везују за травнато-жбунасту вегетацију. Сама асоцијација указује да је испитивани локалитет био на хипсометријски вишој коти у односу на тадашњи ниво реке и сутерише на близину или део алувијалне равни. Одсуство стратификације у песку, могло би да индицира на појаву травне вегетације око које је „навејаван“ песак из оближњих алувијалних равни након повлачења воде из зоне плављења.



Слика 7. Једнолична асоцијација сувоземних пужева (планиспирална форма *Vallonia pulcella* и торњаста врста *Granaria frumentum*)

4. ДИСКУСИЈА

Први резултати са заштићеног подручја „Земунски лесни профил“ показују сигнал магнетне сусцептибилности (МС) и одређене минералошко-петролошке и палеонтолошке карактеристике лесно-палеоземљишних хоризоната и тзв. нелесног дела профила. Варијације магнетних карактеристика седимената током времена/дубине климатски су контролисане и стога могу служити као алат за датирање у случају да се независно од тога познаје временски оквир палеоклиматских варијација (Forster et al., 1996; Fuchs et al., 2009; Marković et al., 2012)). У нашој земљи је већ креирана апсолутна временска скала формирања лесно-палеоземљишних секвенци (Marković et al., 2012). Она омогућава поуздано корелисање вредности МС са референтним временским скалама лесних седимената у Кини као и варијацијама кисеониковог изотопа $\delta^{18}\text{O}$ у дубокоморским седиментима и скелетима неких морских организама (МИС етапе), те је могуће дати временски оквир формирања анализираног профила (сл. 8). С обзиром на чињеницу да је прикупљен велики број података а да сви нису још обрађени, може се претпоставити да ће у крајњем облику одређене

интерпретације бити делимично и кориговане. С друге стране, прикупљени резултати магнетне суспензивности (МС) омогућавају поуздану стратиграфску корелацију земунског профила са другим лесно-палеоземљишним секвенцама у нашој земљи али и шире (Marković et al., 2006, 2009, 2011; Hambach et al., 2011) (сл. 8). У целини посматрано, проучавани профил је формиран унутар Brunhes нормалног геомагнетног хрона (Ogg, 2012) и нађене МС варијације одговарају краћим девијацијама нормалног магнетног поља Земље током последњих 790.000 година (Roberts, 2008).

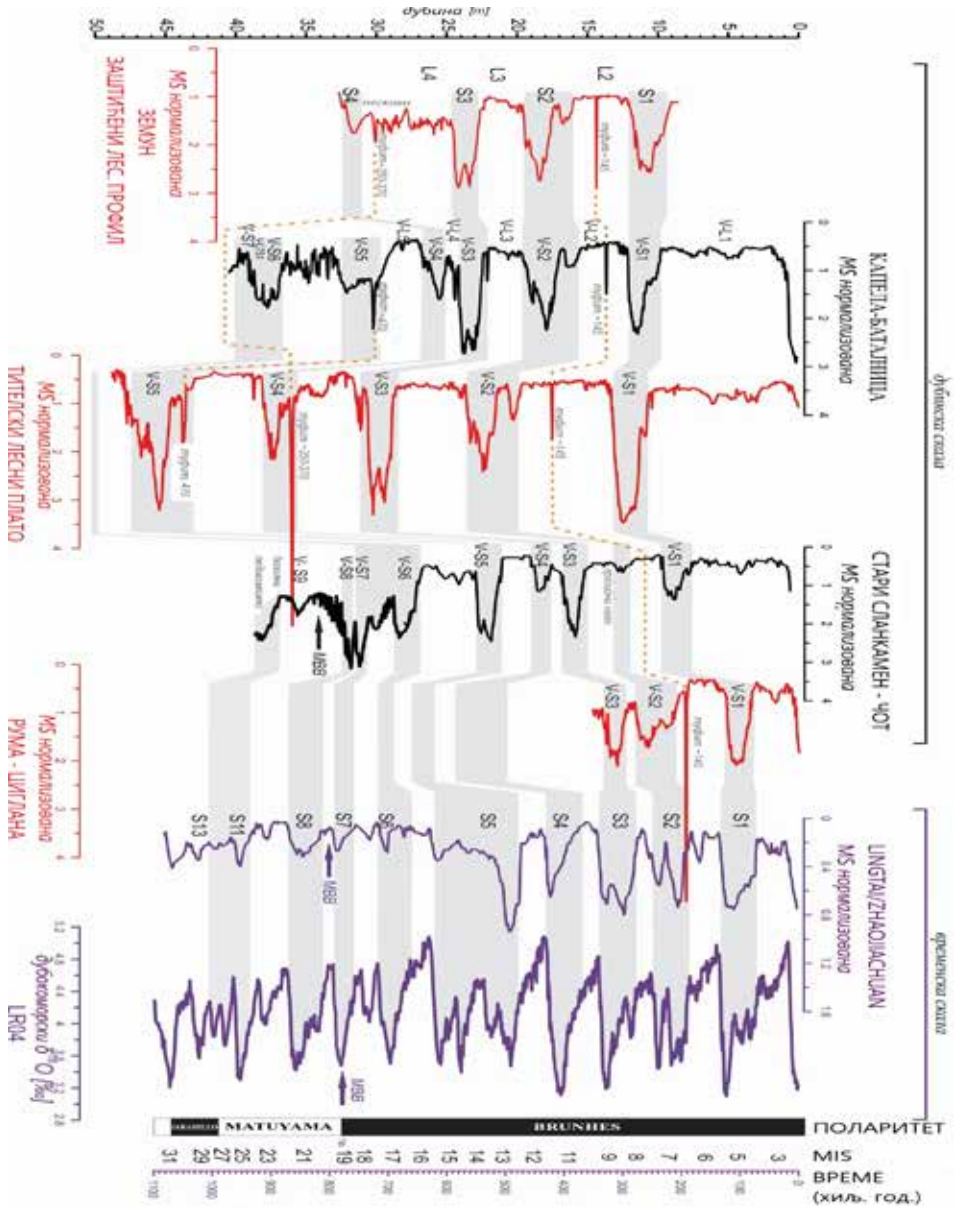
На заштићеном земунском профилу детектовани су хоризонти од S1 до S4, што одговара старости лесно-палеоземљишних секвенци од преко 400.000 година (сл. 8, 9). На тај начин се модификују досадашња мишљења о горњоплеистоценској старости лесне серије Земуна (Butrum et al., 1991) и одређује јасан временски оквир настанка овог профила. Граница између горњег и средњег плеистоцена постављена је испод најмлађег палеоземљишта (S1).

Корелацијом са другим профилима (сл. 8), може се закључити да су палеоземљишта формирана у условима умерено-континенталне климе, па су S3 и S2 благо деградирани черноземи, а S1 типски чернозем (Marković et al., 2006, 2009; Hambach et al., 2011).

Слој вулканског пепела (туфита) у хоризонту L2 карактеристичан и за друге профиле на северу наше земље и суседних земаља. На пример, на лесном профилу код Вуковара (Хрватска), његова старост је одређена на око 145.000 година (Wacha & Frechen, 2011). Датирање овог туфита омогућава реконструкцију стопа седиментације/ерозије у L2 изнад и испод вулканског пепела (сл. 9).

Песак који се налази испод палеоземљишта S3 није поуздани носилац сигнала МС па није очекивано да овај показатељ одреди његов временски оквир. Испитивани песак је добро сортиран, ситно- до средњозрни са доминирајућом фракцијом од 0.063–0.125 mm. Садржај алевритске и глиновите фракције је мањи од 10 %. Не садржи карбонате. Доминантан састојак је кварц (преко 60 %). Добра сортираност песка и доминација једне фракције зрна последица су генезе и честа су особина алувијалних система као што су речно корито, мртваја, меандарски пруд. С обзиром на то да немају изражену ламинацију нити косу слојевитост може се претпоставити да представљају депонате гравитационог тока који се често појављују у малим каналима или у обалским деловима.

Ипак, унутар тог слабог сигнала МС, важан мањи пик са значајно вишим вредностима МС уочен је изнад најстаријег палеоземљишта S4 (сл. 8). Слично као и на неким другим локалитетима дуж Дунава у Војводини али и у Мађарској и Словачкој (Marković et al., 2009), овај сигнал указује на врло танак вулкански пепео, тзв. тефрохронолошки маркер слој карактеристичан за средњи плеистоцен средње Европе односно Панонског басена (Juvigné et al., 1991). Анализом величине зрна и минералошког састава вулканског стакла и главних магматских минерала (доминатно клинопироксени) на неколико локалитета широм средње Европе, дошло се до спознаје да су веома мала одступања, тј. да је скоро исти материјал „покрио“ лесне наслаге на удаљености од преко 250 км.



Слика 8. Сигнал масене магнетне суспектибилности за заштићени профил у Земуну и његова корелација према лесним профилима у Батајници, Тителу, Старом Сланкамену и Руми (Србија) и типском профилу у Кини. Усклађено према глобалним магнетним зонама поларитета (GPTS), морским изотопним фазама (MIS) и скали времена у хиљадама година. Упрошћено и модификовано према Imbrie et al. (1984) и Ogg (2012).

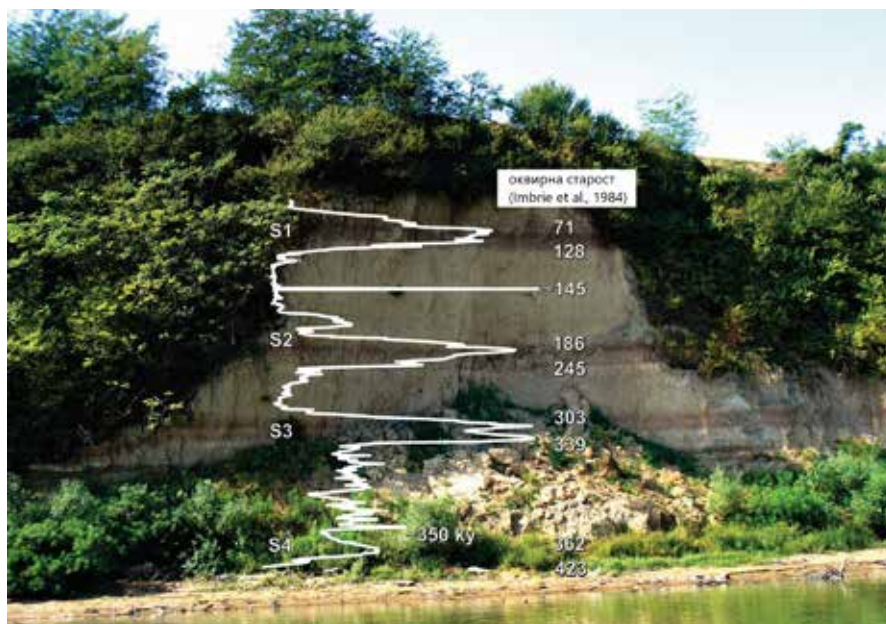
Другим речима, вулкански пепео потиче од истог вулкана. Поређењем средњоплеистоценских калкоалкалних експлозивних вулкана у Европи који

су сви удаљени од 500 до 1.200 km од Дунава, и на основу реконструкције доминантних праваца струјања ветрова, верује се да је материјал донет из регије Кампања у Италији (Roucllet et al., 1999). Исти аутори наводе да оближњи вулкани који су били активни у то време у Карпатима, имају другачији карактер магме.

У доњем делу лесног профила, широко је заступљен хоризонт карбонатних конкреција дефинисаних по типу калцитског пешчара/калкаренита. То је, такође, једна врло маркантна и препознатљива појава која се често среће у лесним профилима (нпр. Тителски лесни плато – Hambach et al., 2011). Оне су неправилног облика и понекад врло крупне (десетак центиметара), а настале су процеђивањем и таложењем раствореног карбонатног материјала кроз цевасту грађу лесне серије и накнадном цементацијом.

Сигнал МС за црвено глиновито земљиште у подини профила, које се данас граничи са нивоом Дунава, не омогућава његово препознавање и одређивање стратиграфске припадности. Ипак, на основу положаја сличних творевина у Панонском басену, може се претпоставити да одговара старијем делу средњег плеистоцена или млађем делу доњег плеистоцена. Евентуалном применом палеомагнетних метода могао би се ближе одредити временски оквир формирања овог земљишта.

Малобројна копнена малакофауна пужева: *Granaria frumentum*, *Chondrula triden*, *Trichia hispida* и *Vallonia pulcella* индицира постојање једног травнато-жбуноликог станишта са умерено-континенталном климом (Ložek, 1964; Krolopp & Sümegi, 1995).



Слика 9. Старост лесно-палеоземљишних хоризоната на заштићеном лесном профилу у Земуну (у хиљадама година, према Imbrie et al., 1984)

5. ЗАКЉУЧАК

На заштићеном земунском профилу детектовани су хоризонти од S1 до S4, што одговара старости лесно-палеоземљишних секвенци од преко 420.000 година.

Граница између горњег и средњег плеистоцена постављена је испод најмлађег палеоземљишта (S1). На тај начин се модификују досадашња мишљења о горњоплеистоценској старости лесне серије Земунa.

Корелацијом са другим профилима, може се закључити да су палеоземљишта формирана у условима умереноконтиненталне климе, па су S3 и S2 благо деградирани черноземи, а S1 типски чернозем.

Идентификовани слој вулканског пепела (туфита) у хоризонту L2 је карактеристичан и за друге профиле на северу наше земље и суседних земаља. Његова старост је одређена на око 145.000 година. При дну песковитог дела профила који би одговарао L4 хоризонту, регистрована је још једна вулканска тефра чија је старост процењена на око 350.000 година.

Седиментолошке особине песка (добра сортираност, доминација једне фракције зрна) последица су генезе и честа су особина алувијалних система као што су речно корито, мртваја, меандарски пруд. С обзиром на то да немају изражену ламинацију нити косу слојевитост може се претпоставити да представљају депонате гравитационог тока који се често појављују у малим каналима или у обалским деловима.

Детерминисана копнена фауна пужева као што су *Granaria frumentum*, *Chondrula triden*, *Trichia hispida* и *Vallonia pulcella* указује на травнато-жбунолико станиште са умерено-континенталном климом.

Сигнал MC за најстарије, црвено, глиновито земљиште у подини профила, за сада не омогућава његово препознавање и одређивање стратиграфске припадности.

На крају, сходно прихваћеним и добрим примерима у пракси да се одређени објекти геонаслеђа именују у част еминентних истраживача који су радили на истраживању неког подручја (Wacha & Frechen, 2011), потписани аутори предлажу да се у називу заштићеног лесног профила дода име проф. Владимира Ласкарева. Досадашњи назив (Земунски лесни профил) не даје прецизну одредницу локалитета. Наиме, уз целу дунавску обалу Горње вароши у Земуну, постоји километарски дугачак лесни одсек на којем се налази више откривених лесних профила. Овим предлогом и именовањем јасно смо одредили који је од тих земунских лесних профила предмет овог истраживања. Профил треба означити именом академика Владимира Д. Ласкарева, због његовог великог доприноса геолошком картирању неогена и квартара околине Београда, проучавању каснокенозојских седимената југоисточне Европе и једном од првих истраживача земунског леса.

6. ЗАХВАЛНОСТ

Овим путем желимо да се захвалимо Удружењу „Еколошки покрет Земун“ које нам је омогућило рад на терену и које одговорно брине и управља овим заштићеним природним спомеником и на најбољи начин промовише његове вредности.

ЛИТЕРАТУРА

- Buggle, B., Glaser, B., Zöller, L., Hambach, U., Marković, S. B., Glaser, I., Gerasimenko, N., (2008). Geochemical characterization and origin of Southeastern and Eastern European loesses (Serbia, Romania, Ukraine). *Quaternary Science Reviews* 27, 1058-1075.
- Buggle, B., Hambach, U., Kehl, M., Marković, S.B., Zöller, L., Glaser, B., (2013). The progressive evolution of a continental climate in SE-Central European lowlands during the Middle Pleistocene recorded in loess paleosol sequences. *Geology* 41, 771-774.
- Butrym, J., Maruszczak, H., Zeremski, M., (1991). Thermoluminescence stratigraphy on Danubian loess in Belgrade environs. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec. B* 46, 53-64.
- Forster, T., Heller, F., Evans, M.E. & Havlicek, P., (1996). Loess in the Czech Republic: Magnetic properties and paleoclimate. *Studia geophysica et geodetica*, 40, 243-261.
- Fuchs, M., Rousseau, D. D., Antoine, P., Hatté, C., Gauthier, C., Marković, S. B., Zöller, L., (2008). Chronology of the last climatic cycle (Upper Pleistocene) of the Surduk loess sequence, Vojvodina, Serbia. *Boreas* 37, 66-73.
- Gaudenyi, T., (2010). Rekonstrukcija paleoekoloških i paleoklimatskih uslova poslednjeg glacijala na području Titelskog brega. Doktorska disertacija u rukopisu. Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad, 167 str.
- Gaudenyi, T., Jovanović, M., (2011). Franz Ritter von Hauer's work and one of the first loess map of Central Europe. *Quaternary International* 234: 4-9.
- Gaudenyi, T., Jovanović, M., (2013). Definition and classification of loess and loess-like sediments (Дефиниција и класификација леса и лесу сличних седимената). *Zapisi SGD za 2011. godinu*, 113-130. (in Serbian with English abstract).
- Gaudenyi, T., Nenadić, D., Stejić, P., Jovanović M., Bogičević, K., (2015). Stratigraphic revision of the Quaternary material from the vicinity of Belgrade and the Serbian segment of the Tisza valley analysed by V.D. Laskarev. *Quaternary International* 357: 93-109.
- Gorjanović-Kramberger, K., (1911a). Slavonski prapor (Löss) i njegov upliv u hidrografijske prilike. *Vijesti Hrvatskoga društva inženira i arhitekata u Zagrebu*, XXXII (9), 121-139. (in Croatian)

- Gorjanović-Kramberger, K., (1911b). Die Tätigkeit der geologischen Kommission der Königreiche Kroatien-Slavonien 1910. Berichte der geologischen Kommission Königreiche Kroatien-Slavonien für das Jahr 1910, II, 8-13. (in Croatian and German)
- Gorjanović-Kramberger, K., (1912). Über eine diluviale Störung von Stari Slankamen in Slavonien. Comptes rendus de la XI^e session du Congrès Géologique International (Stockholm, 1910), II, 1055-1061.
- Gorjanović-Kramberger, K., (1914a). Bericht über die Tätigkeit der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung des Srijem in Jahre 1911. Berichte der geologischen Kommission Königreiche Kroatien und Slavonien für die Jahre 1912 und 1913, III-IV, 21-26 (in Croatian and German).
- Gorjanović-Kramberger, K., (1914b). Aus den Lössgebieten Slavoniens. Berichte der geologischen Kommission Königreiche Kroatien und Slavonien für die Jahre 1912 und 1913, III-IV, 109-111 (in Croatian and German).
- Грубић, А., Пантић, Н., (2000). Владимир Димитријевић Ласкарев. *Животи и дело српских научника*, књ. 6, Српска академија наука и уметности, Биографије и библиографије, књ. 6, 1-41.
- Hambach, U., Jovanović, M., Marković, S.B., Gaudenyi, T., (2011). The Titel Loess Plateau case study: a unique European palaeoclimatic record covering the last 600 kyrs. International Workshop, 6th Loess Seminar: Climate Change in the Carpathian Balkan region during the Late Pleistocene and Holocene, Suceava, Romania, 9-12 June 2011, Abstract book, 35-36.
- Imbrie, J. D., Hays, J. D., Martinson, D. G., McIntyre, A., Mix, A. C., Morley, J. J., Pisias, N. G., Prell, W. L., Shackleton, N. J., (1984). Stacked and smoothed oxygen-isotope record as a function of age in the SPECMAP time scale (SPECMAPStack). PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.56063>
- Jovanović, M., (2012). Srednje pleistocene lesno-paleozemljišne sekvence Vojvodine. Doktorska disertacija u rukopisu. Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad, 323 str.
- Jovanović, M., Gaudenyi, T., O'Hara-Dhand, Smalley, I., (2014). Karl Caesar von Leonhard (1779-1862), and the beginnings of loess research in the Rhine valley. *Quaternary International* 334-335: 4-9.
- Juvigné, E., Horváth, E., Gábris, G., (1991). La Téphra de Bag: une retombée volcanique à large dispersion dans le loess pléistocène d'Europe centrale. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, Hannover, 41: 107-118.
- Konta, J., (1973). Kvalitativni system rezidualnich hornin, sediment a vulkanoklastických usazenin. *Universita Karlova Praha*, pp 375.
- Krolopp, E. & Sümegi, P., (1995). Palaeoecological Reconstruction of the Late Pleistocene, Based on Loess Malacofauna in Hungary. *GeoJournal* 36, no. 2/3, Loess-Paleosol and Paleoclimatic Investigations: Principles, Methods and Criteria (June/July 1995), 213-222
- Kukla, G., (1977). Pleistocene land – sea correlations I. Europe. *Earth Science Reviews* 13, 4, 307-374.

- Kukla, G. & An, Z., (1989). Loess stratigraphy in central China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 72, 203-225.
- Laskarev, V. D., (1922). Sur le loess des environs de Belgrade. *Annales geologiques de la Peninsule Balkanique* 7/1, 14-21.
- Laskarev, V. D., (1926). Deuxieme note sur sur le loess des environs de Belgrade. *Annales geologiques de la Peninsule Balkanique* 8/2, 1-18.
- Laskarev, V. D., (1938). Трећа белешка о кварталним наслагама у околини Београда. *Annales geologiques de la Peninsule Balkanique* 15, 1-35.
- Marković-Marjanović, J., (1968a). Loess sections in the Danube Valley, Yugoslavia and their importance for the Quaternary stratigraphy of southeastern Europe. Proc. 7th INQUA Congress 12, 261-278.
- Marković-Marjanović, J., (1968b). The loess in Serbia (and adjacent areas). Proc. 7th INQUA Congress 12, 337-338.
- Marković-Marjanović, J., (1969). Les profils de loess du bassin Pannonique: Region classique du loess de Yougoslavie. In: La Stratigraphie des Loess d'Europe. INQUA, 1969 pp. 165-170.
- Marković, S. B., Oches, E.A., Jovanovic, M., Gaudenyi, T., Hambach, U., Zöller, L., Sümegi, P., (2004). Paleoclimate record in the Late Pleistocene loess-paleosol sequence at Miseluk (Vojvodina, Serbia). *Quaternaire* 15, 4: 361-368
- 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. P., Vandenberghe, J., McCoy, W. D., Oches, E. A., Hambach, U., Gaudenyi, T., Jovanović, M., Stevens, T., Zöller, L., Machalet, 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., Catto, N., Jovanović, M., Buggle, B., Machalet, B., Zöller, L., Glaser, B., Frechen, M., (2009). The middle and late Pleistocene loess-paleosol sequences at Batajnica, Vojvodina, Serbia. *Quaternary International* 198, 255-266.
- Marković, S. B., Hambach, U., Stevens, T., Kukla, G. J., Heller, F., McCoy, W. D., Oches, E. A., Buggle, B., Zöller, L., (2011). The last million years recorded at the Stari Slankamen loess-palaeosol sequence: revised chronostratigraphy and longterm environmental trends. *Quaternary Science Reviews* 30, 1142-1154.
- Marković, S. B., Hambach, U., Stevens, T., Jovanović, M., O'Hara-Dhand, K., Basarin, B., Lu, H., Smalley, I., Buggle, B., Zech, M., Svirčev, Z., Sümegi, P., Milojković N., Zöller, L., (2012). Loess in the Vojvodina region (Northern Serbia): an essential link between European and Asian Pleistocene environments. *Netherlands Journal of Geosciences* 91, 1-2, 173-188.
- Marković, S.B., Timar-Gabor, A., Stevens, T., Hambach, U., Popov, D., Tomić, N., Obreht, I., Jovanović, M., Lehmkuhl, Kels, H., Marković, R., Gavrilov, M.B., (2014). Environmental dynamics and luminescence chronology from the Orlovat loesspalaeosol sequence (Vojvodina, northern Serbia). *Journal of Quaternary Sciences* 29 (2): 189-199.

- Marković, S. B., Stevens, T., Kukla, G.J., Hambach, U., Fitzsimmons, K.E., Gibbard, P., Bugge, B., Zech, M., Guo, Z., Hao, Q., Wu, H., O'Hara-Dhand, K., Smalley, I., Újvari, G., Sümegi, P., Timar-Gabor, A., Veres, D., Sirocko, F., Vasiljević, Dj.A., Jary, Z., Svensson, A., Jović, V., Lehmkuhl, F., Kovacs, J. Svirčev, Z., (2015). Danube loess stratigraphy - Towards a pan-European loess stratigraphic model. *Earth Science Reviews* 148, 228-258.
- Marković, S. B., Sümegi, P., Stevens, T., Schaetzl, R.J., Obrecht, I., Chu, W., Bugge, B., Zech, M., Zech, R., Zeeden, C., Gavrilov, M.B., Perić, Z., Svirčev, Z., Lehmkuhl, F., (2018). The Crvenka loess-paleosol sequence: A record of continuous grassland domination in the southern Carpathian Basin during the Late Pleistocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 509, 33-46.
- Ogg, J. G., (2012). "Geomagnetic polarity time scale". In Gradstein, F. M.; Ogg, J. G.; Schmitz, Mark; Ogg, Gabi. The geologic time scale 2012. Volume 2 (1st edition). Elsevier, 85-114.
- Pécsi, M., (1966a). Lösses und lösartige Sedimente im Karpatenbecken und ihre lithostratigraphische Gliederung - Erster Teil. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 110 (3). 177-189.
- Pécsi, M., (1966b). Lösses und lösartige Sedimente im Karpatenbecken und ihre lithostratigraphische Gliederung - Zweiter Teil. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 110 (4), 241-250.
- Pye, K., (1995). The nature, origin and accumulation of loess. *Quaternary Science Reviews* 14 (7-8), 653-667.
- Poulet, A., Horvath, E., Gabris, I., Juvigné, E., (1999). The Bag Tephra, a widespread tephrochronological marker in Middle Europe: chemical and mineralogical investigations. *Bulletin of Volcanology* 61/4, 265-272.
- Roberts, A. P., (2008). Geomagnetic excursions: Knowns and unknowns. *Geophysical Research Letter* 35, L17307, doi:10.1029/2008GL034719
- Smalley, I., Gaudenyi, T., Jovanovic M., (2015). Franz Ritter von Hauer's work and one of the first loess map of Central Europe. *Quaternary International* 372, 45-50.
- Wacha, L. & Frechen, M., (2011). The geochronology of the "Gorjanović loess section" in Vukovar, Croatia. *Quaternary International* 240/1-2, 87-99.

Ljupko Rundić, Mladen Jovanović, Tivadar Gaudenyi, and Violeta Gajić

THE FIRST RESULTS OF RESEARCH OF THE PROTECTED LOESS SECTION IN ZEMUN

S u m m a r y

This paper presents the first results of the two-year research of loess-paleosol sequences on the protected profile in Zemun. On the basis of the magnetic susceptibility analysis (MS), the stratigraphic position of the four horizons of loess (L) and the four horizons of the paleosol (S), which correspond to a time frame of over 420,000 years, has been defined. The boundary between the Upper and Middle Pleistocene is placed below the youngest paleosol (S1) that modifies the previous views on the Upper Pleistocene age of the Zemun loess section. In addition, mineralogical, petrological, and chemical analyses of sand and carbonate concretions in the loess section as well as several paleontological analyses from the sandy part of the profile suggest alternation of cold and dry climate with periods of warmer and humid climates. By correlation with other profiles, it can be concluded that the paleosols were formed in conditions of moderate-continental climate (slightly degraded and typical chernozems), as evidenced by the founding terrestrial fauna of the snails, which points to the grass-bushy habitat.

The identified volcanic ash (tuffite) in the L2 horizon is a characteristic marker layer present on the other loess sections in the north of our country and neighboring countries. Its age is estimated at around 145,000 years. At the bottom of the sandy part of the section that corresponds to L4 horizon, another volcanic tephra is registered whose age is estimated at around 350,000 years.

The MS signal for the oldest, red, clayey soil in the bottom of the section, for the time being does not allow its recognition and determining the stratigraphic affiliation.

Sedimentological properties of sand (good sorting, dominance of one grain fraction) are a consequence of genesis and are a common feature of alluvial systems such as riverbed, oxbow, abandoned minor meander, etc. Since they have no pronounced lamination or oblique-stratification, layers can be assumed to represent gravity flow deposits that often appear in small channels or in coastal areas.

The authors suggest that this loess section should be named after academician Vladimir Dimitrijevič Laskarev, due to his great contribution to the geological mapping of the late Cenozoic sediments of Southeast Europe, as well as the Neogene and Quaternary of the surroundings of Belgrade, and given the fact that he was one of the first researchers of loess sections in Zemun.