

Výsledky analýzy rastlinných makrozvyškov z výplne paleomeandra Dunaja pri obci Vrakúň (Žitný ostrov)

Results of the analysis of plant macrofossil of the sedimentary fill of the Danube River palaeomeander (Vrakúň site, Žitný ostrov Island)

PETER PIŠÚT & JURAJ PROCHÁZKA

Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4, pisut@fns.uniba.sk, jurajprochazka@azet.sk

Abstract: The paper presents results of a palaeobotanical study of the Danube River terrestriated meander Vrakúň (Žitný ostrov Island, SW Slovakia). In total 1 470 diaspores separated from the 280 cm deep core contained mainly seeds of aquatic and marsh plant species, but also the charophyte oospores. Based on plant-macrofossil record supported by radiocarbon data, four local analytical zones were distinguished in the studied core. After the meander abandonment around 510 BC, local hydrosere succession started with the (1) initial calcareous, oligotrophic lake with algae, advanced through (2) eutrophic lake with aquatics and rich littoral vegetation into the (3) lake overgrown with *Typha* or reed beds and 4. shallow open marsh with *Cyperaceae*, which have eventually developed into the current fen grasslands. The study brings new data on past distribution of several species, which are currently listed as endangered, rare and protected (e. g. *Cladium mariscus*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*) and elucidates a formation of local vegetation over the past millennia.

Keywords: aquatic plant, macrofossil record, palaeomeander, Slovakia.

Úvod

V rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0362/09 prebieha od r. 2009 interdisciplinárne zameraný výskum jedného zo zaniknutých dunajských ramien na Žitnom ostrove. Jeho cieľom je aj paleoekologický výskum sedimentárnej výplne bývalého koryta.

Uvedený paleomeander predstavuje cenné refúgium pôvodných druhov a mokrad'ových spoločenstiev v poľnohospodársky intenzívne využívannej krajine. Predmetom výskumu sú preto inventarizácia súčasnej flóry a recentných mäkkýšov, ako aj mapovanie biotopov a pôd (Pišút & Procházka 2011). Všetky údaje majú slúžiť aj ako podklad pre interpretáciu paleobotanických dát a rekonštrukciu vývoja krajiny pod vplyvom človeka.

Opis lokality a súčasná vegetácia paleomeadra

Skúmaný paleomeander charakteristického pôdorysného tvaru podkovy sa nachádza v katastri obce Vrakúň. Ide o jednu z odrezaných zákрут niekoľko desiatok kilometrov dlhého bočného ramena Dunaja, doloženého pod menom *Barč*, ktoré bolo periodicky poloprietočné až do novoveku. Rameno sa od hlav-

ného toku Dunaja odpájalo v okolí Hamuliakova a viedlo popri Kvetoslavove, Blatnej na Ostrove a Kračanoch smerom na Vrakúň.

Študovaný paleomeander (dĺžka koryta 1 470 m) leží v rovinatej nížinnej krajine v nadmorskej výške 114–115 m (súradnice stredú územia 47°56'54" s. š., 17°34'38" v. d.) v klimaticky veľmi teplom a veľmi suchom regióne. Bývalé koryto dnes pokrýva pás kosených lúk na mieste niekdajších močiarov o šírke 18 až 54 m. Vyskytujú sa tu aj pásy trstín a spoločenstvá krovín so *Sambucus nigra*. Stredný úsek ramena tvorí fragment lužného lesa okolo plytkej vodnej plochy, ktorú vybagrovali v šesťdesiatych rokoch minulého storočia.

Charakter súčasnej bylinnej vegetácie je výsledkom vývoja riečného georeliéfu najmä po odstavení riečnej zákruty, ako aj zmien vodného režimu. Po pretrhnutí šije meandra sa v jeho opustených ústiach rýchlo objavili desiatky metrov dlhé náplavy. Dnes predstavujú relatívne najviac vyvýšené úseky dna ramena s pôdami typu čiernica až glej. Za náplavmi prebiehalo zametňovanie poriečného jazera pomalšie. Začalo zarastať vodným rastlinstvom a od brehov aj mokraďovou travinno-bylinnou vegetáciou. Subhydrickou akumuláciou rastlinných zvyškov s občasným prísunom povodňových kalov sa jazero postupne celkom vyplnilo sedimentami a vyvinuli sa tu slatinné organozeme.

Vzhľadom na výškové rozdiely nivelety dna ramena (do niekoľko desiatok centimetrov), hĺbku hladiny podzemnej vody a pôdotvorného substrátu tu miestami možno pozorovať zonálnosť travinno-bylinnej vegetácie tak po dĺžke, ako aj naprieč korytom bývalého ramena. Plošne najrozsiahljším biotopom sú periodicky podmäčané lúky. Vrchnú časť organozemných pôd týchto stanovišť tvorí podľa Morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska (2000) väčšinou humolit. Pod ním sa nachádzajú vrstvy slatinnej rašeliny a smerom nadol sediment prechádza do sapropelovej rašeliny, bahnitého sapropelu (cf. gyttja; Aaby & Berglund 1986), prípadne až do hĺn na dne bývalého ramena. Súvislé porasty vysokých ostríc tvoria najmä *Carex disticha*, *C. riparia* a *C. acutiformis*. Nižšiu močiarňu vegetáciu zastupujú *Carex panicea* a *C. hirta*, *Eleocharis palustris*, *E. acicularis*, *Agrostis stolonifera* a *Juncus* spp., ktoré sa súvislejšie vyskytujú najmä v západnej časti ramena, miestami s *Carex otrubae*. Významne sú zastúpené porasty s *Festuca arundinacea*.

Pásmovitosť lúčnej vegetácie možno pozorovať na transektoch naprieč korytom bývalého ramena – od organozeme s užším pásom *Phragmites australis* pri bývalom nárazovom brehu, cez porasty vysokých ostríc a *Schoenoplectus tabernaemontani* až do pásu pozdĺž vnútorného brehu ramena, kde nachádzame porasty nízkych ostríc s bahničkami a *Festuca arundinacea*. Výrazné pôdno-ekologické katény sa vyvinuli aj pozdĺž bývalých lavíc. Smerom k ús-

tiam ramena tu vegetácia prechádza od (1) ostríc so škripincom na slatinnej organozemi, cez (2) porast trste na organozemnom gleji až po (3) suchšiu mezofilnú lúku vyvýšenej bývalej lavice s *Arrhenatherum elatius* a *Bromus erectus* na glejovej až modálnej čiernici.

Z čiastkových pôdotvorných procesov sa v lokalite v súčasnosti uplatňuje periodické zasoľovanie pôd (slaniskový proces) mineralizovanými podzemnými vodami s vysokým obsahom karbonátov, preukázané analyticky (Pišút & Procházka 2011), ale aj prezenciou viacerých fakultatívnych halofytov (*Schoenoplectus tabernaemontani*, *Carex otrubae*, *Potentilla anserina*, *Pulicaria dysenterica*, *Bolboschoenus planiculmis*).

V bývalom ramene sa nachádzajú aj fragmenty mäkkého lužného lesa (*Salici-Populetum* Jurko 1958) s *Eupatorium cannabinum*. Pri vodnej ploche sa zachoval aj fragment prechodného až tvrdého lužného lesa asociácie *Fraxino pannonicæ-Ulmetum* s *Corylus avellana* a *Hedera helix*. Uvedené spoločenstvo, zodpovedajúce asociácii *Fraxino-Populetum* až subasociácii *Ulmox-Fraxinetum hederetosum* (Jurko 1958), poukazuje na možný ráz pôvodných lesov tejto oblasti.

Analýza využívania krajiny (Procházka 2010) ukázala, že územie vo vnútri slučky meandra sa podnes kontinuálne využíva ako orná pôda prinajmenšom od roku 1825. Slatinné mokrade na dne ramena, využívané ako vlhké lúky, však pôvodne zaberali výrazne väčšiu rozlohu, čo súviselo s vyššie položenou hladinou podzemnej vody v minulosti.

Metodika

Miesto sondy na odber vzoriek pre paleoekologickú analýzu sa nachádza v antropicky neporušenej časti bývalého dna ramena, lokalizované do homogénneho porastu vysokých ostríc (súradnice 47°56'56,5" s. š., 17°34'50,7" v. d.). Odber vzoriek sme uskutočnili dňa 23. 8. 2010 komorovým vrtákom na odber neporušených vzoriek (Russian Peat Corer). Z uvedeného profilu sme v pravidelných intervaloch po 5 cm odobrali vzorky na peľovú analýzu (Dr. E. Břízová, Česká geologická služba) a po 10 cm na rozbor rastlinných a živočíšnych makrozvyškov. Z 280 cm dlhého profilu sme takto celkove odobrali 56 vzoriek na analýzu palynomorf a 28 vzoriek na analýzu makrofosílií. Zároveň sme popisovali morfológické vlastnosti profilu (v zmysle Čurlíka & Šurinu 1998), u subhydrických horizontov aj podľa Aabyho & Berglunda (1986). Farbu pôdy a sedimentov sme určovali podľa štandardizovaných tabuliek (Munsell Soil Color Charts 2000).

Vzorky materiálu s objemom asi 150 ml a hmotnosťou 120–157 g sme nechali dispergovať 3 % roztokom H₂O₂ po dobu 24 hodín. Následne sa suspenzia opakovane preplavovala sítom o priemeru oka 0,25 mm, pričom sa vyberali všetky živočíšne a rastlinné makrozvyšky. Tieto sa po vysušení na vzduchu determinovali pod binokulárnou lupou pri 6 až 42-násobnom zväčšení. Na ich determináciu poslúžili príslušné atlasy semien (napr. Anderberg 1994, Berggren 1981, Cappiers et al. 2006), najmä však vlastná porovnávacía vzorka semien a plodov súčasnej flóry (uložená na

Katedre fyzickej geografie a geokológie Prírodovedeckej fakulty UK Bratislava). Determinácii ostríc v niektorých prípadoch napomohli spoločné nálezy nažiek aj pamechúrikov vo vzorkách (*Carex pseudocyperus*, *C. riparia*). Alternatívne určenie do druhu je vyjadrené lomkou (napr. *Mentha aquatica/arvensis*). Nomenklatúru rastlinných taxónov uvádzame podľa Marholda et al. (1998), syntaxónov podľa Jurka (1958), Mucinu & Maglockého (1985), resp. Ořahelovej et al. (2001).

Datovanie vývoja skúmanej časti alúvia Dunaja vychádza i z údajov, získaných AMS rádiokarbónovým datovaním ¹⁴C semien a zvyškov rastlín (analyzované v Center for Applied Isotope Studies, University of Georgia, Athens, USA). Na grafické znázornenie determinovaných makrozvyškov sme využili program POLPAL (Walanus & Nalepka 1999). Interpretácia subfosilných nálezov sa opiera aj o údaje o aktuálnej vegetácii biotopov v priestore bývalého meandra.

Ďňa 1. 7. 2011 sme z ďalšieho profilu, navrhnutého v tesnej blízkosti (= 0,75 m) prvého, odobrali vzorky pôdy a sedimentov na zistenie chemicko-fyzikálnych vlastností. Vzorky boli analyzované na Výskumnom ústave pôdnej úrodnosti a ochrany pôdy v Bratislave.

Výsledky

Litológia a morfológické vlastnosti skúmaného profilu

Opis skúmaného profilu a morfológické vlastnosti jednotlivých vrstiev sedimentov sú uvedené v tabuľke 1. V zmysle platného morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska (2000) ide o pôdny typ organozem slatinná, forma mezická (OMe^m). Vrchnú časť pôdy tvorí humolít (Oh-horizont), ktorý geneticky predstavuje mineralizovanú časť pôvodnej slatinnej rašeliny (cf. Bedrna 2002). Podľa výsledkov pôdných analýz slatinná pôda zároveň vykazuje známky zasolenia karbonátového typu (odparok 1,07 % pri 105 °C vo vzorkách z hĺbky 10–20 cm). Najvrchnejšia časť profilu obsahovala 13,5 % karbonátov, zatiaľ čo jeho stredné časti sú slabo až veľmi silne kyslé (tab. 2). S tým súvisí aj zachovanosť schránok mäkkýšov, ktoré boli najpočetnejšie v hĺbkach 0–40 cm, pričom nižšie v profile sa v kyslom prostredí slatinnej rašeliny ulity celkom rozpustili.

Výsledky rádiokarbónového datovania profilu

Vek biologického materiálu zo štyroch vrstiev výplne ramena bol stanovený rádiokarbónovým datovaním. Podrobnejšie údaje o analyzovaných vzorkách a ich zistený nekalibrovaný vek, udávaný v rádiokarbónových rokoch pred r. 1950 (roky BP), sú uvedené v tabuľke č. 3.

Výsledky paleobotanickej analýzy – zonácia a stratigrafia profilu

Vzhľadom na zachovanosť organických vrstiev predstavuje zaniknuté dunajské rameno pri Vrakuňi významný prírodný archív. Vzorky sedimentov z výplne paleomeandra obsahovali rastlinné makrozvyšky – semená rastlín,

Tab. 1. Litológia a morfológické vlastnosti profilu „Vrakúň“
 Tab. 1. Lithology and morphologic properties of the profile „Vrakúň“

Hĺbka (cm)	Morfológia profilu	Označenie pôdneho horizontu ^{*)}
0–1	zvyšky stoniek šachorovitých rastlín	(Om _h)
1–30	čierny humolit, karbonátový s početnými subfosílnymi ulitami mokradných druhov ulitníkov, farba 10YR 2/1	Oh (Sc)
30–90	tmavá slatinná rašelina, farba 10 YR 2/2, výrazný zápach sírovodíka	Ot ₁
90–136	hnedý sapropel s prímiesou slatinnej rašeliny, farby 2,5 Y 3/3, silný zápach H ₂ S	Ot ₂
136–165	hnedý homogénny sapropel (gyttja) farby 2,5 Y 3,5/2 s jemnými úlomkami rastlinných zvyškov, badateľné povodňové vrstvičky, silný zápach H ₂ S	
165–222	tmavohnedý sapropel (gyttja) so základnou hmotou farby 10 YR 3/3 a načervenalou „drvinou“ (organickými zvyškami) farby 5 YR 4/5, silný zápach H ₂ S	Ots?
222–250	hnedozelený, ± homogénny sapropel farby 5 Y 3,5/1,5, silný zápach H ₂ S	
250–285	prachovito-hlinitý sivý sapropel farby 5 Y 4/1	
285–300	štrkopiesok fácie dna bývalého ramena, prevládajúce valúny strednej veľkosti (5-25 mm).	Cc

^{*)} Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska (2000).

Tab. 2. Niektoré chemické vlastnosti profilu „Vrakúň“
 Tab. 2. Some chemical properties of the profile „Vrakúň“

Označenie	Vzorka (cm)	Spáliteľný podiel pri 550°C (%)	CaCO ₃ (g/100g)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Odparok pri 105°C (%)	EC ^{*)} (mS/m)
Oh(Sc)	10–20	34,5	13,5	7,5	7,41	1,070	209
Otm ₁	60–90	72,5	0,38	6,06	5,87	–	–
sapropel	100–135	26,9	0,05	4,81	4,52	–	–
sapropel	136–155	31,1	0,6	6,5	6,42	–	–
Ots	165–200	80,8	< 0,05	4,63	4,31	–	–
sapropel	222–250	18,7	30,0	7,49	7,43	–	–
sapropel	255–285	9,2	41,0	7,9	7,63	–	–
štrkopiesok	285–300	–	–	–	–	–	–

^{*)} EC = Elektrická konduktivita

Tab. 3. Rádiokarbónové veku organických vzoriek z výplne ramena

Tab. 3. Radiocarbon ages of plant material from the paleomeander sedimentary fill

UGAMS ^{a)}	Hĺbka (cm)	Analyzovaný materiál	Vek ¹⁴ C (BP)
7556	45	fragment pletiva <i>Cyperaceae</i>	960 ± 25
7555	115	zuhlňatý fragment pletiva (<i>Phragmites australis?</i>)	1 910 ± 25
7554	195	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , nažka	2 380 ± 25
7553	275	<i>Cornus sanguinea</i> , polovica semena	2 460 ± 25

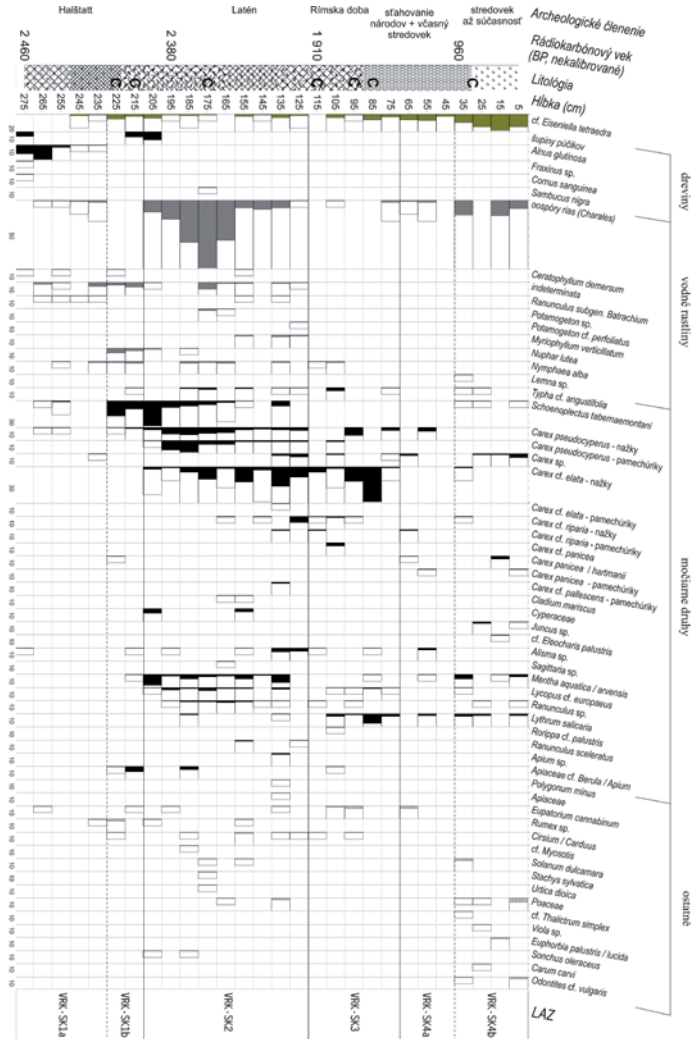
^{a)} UGAMS = kód vzorky laboratória CAIS.

oogóniá a oospóry rias (*Charales*), zuhlňatené fragmenty, púčiky drevín, ojedinele úlomky listov, ďalej časti tiel hmyzu (*Insecta*), ulitky lastúrničiek (*Ostracoda*), kokóny obrúčkavcov, s najväčšou pravdepodobnosťou patriace druhu dážďovky *Eiseniella tetraedra* (Košel, in verb.), ako aj subfosilne ulity mäkkýšov (*Mollusca*). Z analyzovaných vzoriek sme vyseparovali celkove 1 470 ks diaspór rastlín, ktoré sa podarilo identifikovať prinajmenšom do čeľade, rodu (napr. *Carex*), ba viaceré bezpečne aj do úrovne druhu. Počet determinovaných makrozvyškov vo vzorkách sa pohyboval od 3 (vzorka z 40–50 cm) do 169 ks (170–180 cm), priemerne 53 ks. Dané množstvá nie sú úplne optimálne z hľadiska reprezentatívnosti, vyplynuli však z limitov, daných technickými možnosťami odberného nástroja. Celkove najpočetnejšími nálezmi boli nažky *Cyperaceae* (*Carex* sp., *Schoenoplectus tabernaemontani*) a oospóry rias (*Charales*).

Na základe druhej skladby tanatocenózy, s pomocou PCA a rádiokarbónových dát bol profil stratigraficky datovaný a rozdelený do štyroch miestnych analytických zón (vrátane subzón), ktoré charakterizujú vývoj vegetácie a hydrosérie: zóna VRK SK 1: hĺbka 210–280 cm, *Alnus glutinosa* – vodné makrofyty – *Schoenoplectus tabernaemontani*, VRK SK-2: hĺbka 210–120 cm, *Charales* – vodné makrofyty – *Schoenoplectus tabernaemontani* – *Carex pseudocyperus* – *C. elata* – *Mentha*, VRK SK-3: hĺbka 120–70 cm, *Carex elata* (*C. pseudocyperus* – *Lythrum salicaria*), VRK SK-4: hĺbka 0–70 cm, *Carex* sp. – *Poaceae* – *Mentha* – *Lythrum* – *Poaceae* – *Charales*. Výsledky sú v grafickej forme prezentované na obr. 1.

Zóna VRK-SK 1

Podľa doterajších výsledkov došlo k oddeleniu meandra v období okolo roku 2460 BP, t. j. asi okolo r. 510 pred n. l. Vývoj miestnej hydrosérie sa začal štádiom čerstvo opusteného ramena, ktoré však stále malo prísun tečúcej vody. Rádiokarbónové údaje ukazujú, že najspodnejšie vrstvy bahňitého sapropelu



Obr. 1. Diagram rastlinných makrozvyškov z profilu Vrakúň, paleomeander (histogram, podľa absolútnych počtov diaspór v jednotlivých horizontoch. Vysvetlivky: LAZ – miestna analytická zóna, C – vrstva s vyšším počtom zuhoľnatených fragmentov rastlín.

Fig. 1. Plant macrofossil diagram from the profile Vrakúň, palaeomeander (based on absolute numbers of diaspore in the horizons). Legend: LAZ – local analytical zone, C – layer with greater number of charred plant remains.

s nízkym obsahom spaliteľných organických látok (9,2–18,7 %) na dne ramena v hĺbkach 190–280 cm sedimentovali v priebehu pomerne krátkeho obdobia, pravdepodobne najneskôr v priebehu niekoľkých desiatok rokov. Rastlinné makrozvyšky z tejto zóny (VRK-SK1) preto ešte reprezentujú predovšetkým tie druhy, ktoré rástli v koryte, litoráli a na brehoch pôvodného ramena *Barč*. Predbežné výsledky peľovej analýzy z týchto vrstiev (Břízová, in verb.) potvrdzujú bohaté spoločenstvá vodných a mokraďových rastlín. Z drevín boli najpočetnejšie *Quercus* a *Alnus*. Z analýzy rastlinných makrozvyškov jednoznačne vyplýva, že na brehoch ramena išlo o *Alnus glutinosa*, doloženú náležmi semien v subzóne VRK-SK 1a. V tejto subzóne sme našli aj *Cornus sanguinea* (tab. 1) a *Fraxinus* sp. (úlomky dreva v hĺbke 280–285 cm). V lese resp. pobrežných krovinách rástol aj *Eupatorium cannabinum*.

Už v tejto zóne sú zastúpené aj riasy (*Charales*) a vodné makrofyty (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*, *Nymphaea alba* a *Ceratophyllum demersum*), rastúce v úsekoch s pomalšie tečúcou vodou. Z litorálnej a mokraďovej vegetácie sú už v spodnej časti profilu doložené aj *Carex pseudocyperus* a *Schoenoplectus tabernaemontani*.

Známky zmien v litoráli, najmä mohutnejší rozvoj spoločenstva škripinca dvojbliznového v subzóne VRK-SK 1b, naznačujú na postupnú zmenu sedimentačného prostredia, keď sa po čase odstavené rameno pravdepodobne stalo poloprietočným už len za vyšších vodných stavov. Z vodných druhov sa objavuje *Nuphar lutea*.

Zóna VRK-SK 2

V ďalšej etape vývoja hydrosérie, ktorá v archeologickom členení zodpovedá zhruba dobe laténskej (Kelti), sa spojenie odstavenej slučky s materským ramenom *Barč* postupne prerušilo a jej zazemňovanie sa spomalilo. Výsledkom relatívne pokojného hromadenia organických zvyškov je sapropel resp. až sapropelová rašelina (Tab. 2) s obsahom organických látok 31,1–80,8 %. Na druhej strane, niekoľko zreteľných vrstvičiek povodňových nánosov v organickom sedimente indikuje zvýšenie povodňovej aktivity v povodí ramena *Barč* v druhej polovici tohto obdobia. Podľa makrofosílií pokračoval vývoj hydrosérie najprv štádiom kalcifilného, oligotrofného (cf. Hannon & Gaillard 1997) poriečneho jazera s pomaly alebo periodicky tečúcou či až stojatou vodou. V mediáli spočiatku došlo k rozvoju rias, ktoré podľa zastúpenia oospór dosiahli svoje optimum pred polovicou zóny VRK-SK 2 (v hĺbke 175 cm). Rameno však postupne zarastalo aj vodnými rastlinami pionierskych spoločenstiev tried *Lemneta* a *Potametea*. Boli to *Ceratophyllum demersum*,

druhy rodu *Potamogeton*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Ranunculus* subgen. *Batrachium*, *Myriophyllum verticillatum* a ďalšie. Paralelne sú doložené aj litorálne spoločenstvá, ktorých róz určovali druhy z čeľade *Cyperaceae*, tiež *Typha* cf. *angustifolia*, ale v priebehu celej zóny sú zastúpené aj viaceré typové a indikačné druhy triedy *Phragmito-Magnocaricetea*, najmä *Mentha* sp., *Lycopus* cf. *europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Ranunculus* sp., *Alisma* sp. a *Sagittaria* sp. Najmä na začiatku tejto zóny sa v litoráli ešte významne uplatnil *Schoenoplectus tabernaemontani*. Na okraji vodných plôch rástla *Carex pseudocyperus*, kontinuálne doložená v celej zóne. Zistili sa aj *Ranunculus sceleratus* a *Cladium mariscus* (nálezy endokarpov nažiek). V priebehu zóny postupne stúpajúci počet nažiek *Carex* cf. *elata* vo vzorkách je dokladom rozvoja charakteristických spoločenstiev tohto druhu.

Už v tejto zóne sú dokumentované aj niektoré charakteristické druhy pobrežných húštin a lužného lesa, prípadne už antropicky ovplyvnených stanovišť (*Stachys sylvatica*, *Eupatorium cannabinum*, *Solanum dulcamara*, *Rumex* sp., *Urtica dioica*, *Cirsium/Carduus*, *Sonchus oleraceus*).

Zóna VRK-SK 3

Vymiznutie rias, viacerých vodných makrofytov, ale aj zmeny v zastúpení niektorých šáchorovitých rastlín (*Schoenoplectus*, *Carex pseudocyperus*, *Carex* cf. *riparia*, *C.* cf. *elata*) naznačujú, že v tejto fáze, ktorá zodpovedá približne rímskej dobe až obdobiu sťahovania národov, došlo postupným ukladaním slatinnej rašeliny s obsahom spaliteľných látok až 72,5 % (tab. 2) k zaneseniu poriečneho jazera a jeho definitívnej zmene na plytký močiar. Aj v mediáli evidentne došlo k úplnému zarasteniu, resp. zatieneniu vodnej plochy ramena, pravdepodobne vysokými bylinami spoločenstiev triedy *Phragmito-Magnocaricetea*. Zrejme išlo najskôr o súvislé líniové porasty pálky (*Typha* cf. *angustifolia*), čo zodpovedá aj obvyklej hĺbke vody 60–130 cm spoločenstva *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 v súčasných podmienkach Slovenska (Hejný 1960 in Ořahelová et al. 2001). Niektoré časti ramena boli zároveň periodicky obnažované (nález semien *Rorippa* cf. *palustris*).

Zóna VRK-SK 4

V poslednej, najmladšej fáze vývoja hydrosérie sa niekdajšie rameno napokon úplne pretransformovalo na plytký močiar s rôznymi ostricami, prípadne trst'ou. Začiatok tejto fázy spadá približne do obdobia včasného stredoveku. Spodná časť tejto zóny – subzóna VRK-SK 4a, tvorená tmavou slatinnou rašelinou (vzorky z hĺbok 40–70 cm), bola pomerne veľmi chudobná na semená

rastlín (vrstva 40–50 cm napríklad obsahovala len 3 diaspóry a fragmenty pleťív). V najvrchnejších vrstvách organickej výplne (0–40 cm, subzóna VRK-SK 4b), ktorej vznik chronologicky zodpovedá obdobiu od stredoveku (990 AD) po súčasnosť, sa počet diaspór opäť mierne zvýšil.

Charakter sedimentárnej výplne celej zóny bol v minulosti výrazne ovplyvnený zmenami vodného režimu. Nálezy makrozvyškov v najmladšej subzóne (VRK-SK 4b) – znova sa objavili *Typha*, *Schoenoplectus*, *Lemna*, *Carex* cf. *elata*, oospóry rias - poukazujú opäť na určité zvlhčenie prostredia.

V priebehu uplynulého milénia pokrývali koryto bývalého ramena plytké močiare, ktoré sa v relatívne suchších obdobiach využívali ako periodicky kosené lúky (cf. nálezy niektorých kultúrnych resp. lúčnych rastlín – *Carum carvi*, *Odontites* cf. *vulgaris*, *Poaceae*). Po väčších záplavách na Dunaji, resp. vo vlhších obdobiach a sezónach však ostricové lúky pravdepodobne výrazne zarastali trstou. Výborným príkladom takejto sezóny bolo vegetačné obdobie r. 2010, počas ktorého stála v ramene voda od mája až do júla, miestami do výšky 70 cm; prístup na lúky poľnohospodárskou technikou bol úplne nemožný, vďaka čomu na nich došlo k rozvoju spoločenských viacerých vzácnych a ohrozených druhov rastlín. Aj podľa analýzy tanatocenózy ulít mäkkýšov s prevažou druhov stojatých a zarastených vôd išlo o plytké otvorené mokrade a vlhké lúky (Čejka, in verb.). Tieto údaje dopĺňajú aj niektoré nálezy semien (cf. *Thalictrum simplex*, *Euphorbia palustris/lucida*).

Diskusia

Rozbor rastlinných makrozvyškov zo sedimentov bývalých jazier je dnes vcelku bežnou, nie však samozrejmovou súčasťou paleobotanických rekonštrukcií (pozri napr. pramene v prácach Wasylikowa 1986, Cohen 2003). Rekonštrukcia vegetácie čisto na báze peľovej analýzy pritom môže v určitých typoch krajiny – vzhľadom na limitované taxonomické rozlíšenie a diaľkový transport peľu – viesť k mylným záverom, preto interpretácia by sa mala v čo najväčšej miere opierať aj o výsledky štúdia rastlinných makrozvyškov (Birks & Birks 2000). Hoci nálezy semien a plodov rastlín potenciálne predstavujú dôležitý biostratigrafický materiál, ich interpretácia má svoje špecifiká a niektoré obmedzenia. Problémy vyplývajú z rôznej produkcie semien a ich šírenia u jednotlivých druhov, ich nerovnomerného ukladania a konzervovania v jazerných sedimentoch, z možnej sekundárnej redepozície a pod. Banka semien v pôde sa vo všeobecnosti do značnej miery líši od skladby vegetácie a len malá časť semien má šancu na fosilizáciu (Wasylikowa l. c., Hannon & Gaillard 1997). Z týchto dôvodov i diaspóry rastlín v sedimentoch odrážajú

skladbu skutočných spoločenstiev, ktoré rástli v jednotlivých obdobiach na danej lokalite, len do určitej miery. Výpovedná hodnota nálezov semien vodných a močiarnych rastlín je taktiež v značnej miere obmedzená na druhy, ktoré rástli priamo in situ, prípadne v tesnej blízkosti skúmaných lokalít (na brehu). Na druhej strane, takto získané nálezové súbory dobre charakterizujú vývoj lokálnej sukcesie hydrosérie, napríklad priebeh zazemňovania jazier. Rastlinné makrozvyšky majú najväčšiu výpovednú hodnotu v kontexte ďalších údajov, okrem peľovej analýzy aj tanatocenóz mäkkýšov, lastúrníčiek a i. (cf. Pišút et al. 2010). Z vyššie popísaných príčin je pri paleolimnologických výskumoch užitočné analyzovať biostratigrafický záznam aspoň z dvoch, prípadne aj z viacerých profilov (Hannon & Gaillard l. c.).

Výplavom 28 vzoriek zo sedimentárnej výplne dunajského paleomeandra „Vrakúň“ sa podarilo získať početný súbor diaspór vodných a mokraďových rastlín, ktoré zachytávajú vývoj vegetácie v danej lokalite za posledných cca. 2 500 rokov. Z paleobotanického hľadiska ide pravdepodobne o prvý cieľene a takto kompletne vyhodnotený profil výplne riečneho ramena z oblasti Žitného ostrova.

Analýza priniesla nové poznatky o výskyte a historickom rozšírení viacerých dnes ohrozených, zriedkavých a chránených druhov vodných a močiarnych rastlín flóry Slovenska. Umožňuje taktiež rekonštruovať priebeh zazemňovania ramena, pri ktorom postupne došlo k zániku otvorenej vodnej plochy poriečneho jazera a jej premene na súčasný biotop. Napriek tomu, že zistené taxóny reprezentujú najmä prirodzene rastúcu vodnú a močiarnu vegetáciu, nálezmi sa podarilo a doložiť aj druhy, ktoré môžu byť dokladom prítomnosti človeka v mikroregiónne Žitného ostrova už v dobe železnej (napr. *Sonchus oleraceus*, *Cirsium/Carduus*).

Odstavenie študovaného meandra spadá ešte do „jelšového“ obdobia minulosti Žitného ostrova, ktoré bolo zachytené paleobotanickými nálezmi aj v profile paleomeandra Dudváhu (Pišút et al. 2010). Slatinné jelšiny s jelšou lepkavou (*Alnion glutinosae*) boli bežným typom tunajšej lesnej vegetácie až do subatlantika (cf. Krippelová 1967). Ich zvyšky existovali na Žitnom ostrove ešte v päťdesiatych rokoch minulého storočia. Práve z tých čias z lesíka medzi Vrakúňom a Gabčíkovom, pomerne blízko od študovanej lokality, pochádza Jurkov (1958) zápis, dokladajúci výskyt spoločenstva *Carici elongatae-Alnetum* Koch 1926.

Azda najvernejšie sa podarilo zdokumentovať vegetáciu, ktorá rástla v koryte a na brehoch odstaveného meandra v dobe železnej (asi 510 pred n. l. až 40 n. l.). V tejto zóne (VRK-SK 2) boli nálezy semien rastlín najpočetnejšie,

druhovo najpestrejšie a vzhľadom na silne redukčné prostredie s nedostatkom kyslíka aj najlepšie zachované. Paralelný výskyt rôznych druhov umožňuje s pomerne vysokou mierou pravdepodobnosti rekonštruovať zonáciu vegetácie a prítomnosť viacerých ich charakteristických spoločenstiev, ktoré rástli v tom čase v ramene i na jeho brehoch. Podľa nich riečne jazero zarastalo najprv riasami, postupne aj vodnými makrofytmí, pričom tu môžeme predpokladať výskyt viacerých charakteristických spoločenstiev tried *Lemnetea* a *Potametea*. Predpokladáme, že rozvoj týchto spoločenstiev mal postupne za následok ústup rias a zmenu stanovišťa na eutrofné. Mohlo sa tu napríklad vyskytovať spoločenstvo *Nymphaeetum albo-luteae* Nowiński 1928, doložené nálezmi oboch charakteristických druhov – *Nymphaea alba* a *Nuphar lutea*. V litoráli rástli zrejme líniové porasty pálky, ostrice vysokej, škripinca, marice pílkatkej a pravdepodobne aj trste. Okrem slatinných jelšín, ktoré mohli porastať znížený vnútorný nánosový breh ramena, rástli v jeho susedstve aj mezofilné lužné lesy s jaseňom, dubom a svíbom.

Vymiznutie rias, viacerých vodných makrofytov a zmeny v zastúpení niektorých šáchorovitých rastlín v zóne VRK-SK 3, spolu s vrcholiacou krivkou *Carex cf. elata* v tomto období naznačujú, že smerom k brehu sa v litoráli v tomto čase výrazne, azda až dominantne mohli uplatňovať vyvýšené, trsovité, rozvoľnené až slabo zapojené porasty ostrice vysokej. Spoločenstvo *Caricetum elatae* Koch 1926 sa vyznačuje relatívne najvyššou hladinou záplavovej vody, ale aj najväčšími fluktuáciami hladiny v rámci podzväzu *Caricenion rostratae* (O'ahelová et al. 2001).

Opätovné doklady niektorých vodných a mokrad'ových rastlín, ako aj oospór rias v najmladšej subzóne (VRK-SK 4b) poukazujú opäť na určité zvlhčenie prostredia. Domnievame sa, že mohlo súvisieť s prejavmi tzv. Malej doby ľadovej (= vlhšie vegetačné obdobia, častejšie zrážky a povodne, zvýšené prenikanie vysokých vôd do vnútrozemia Žitného ostrova).

Najvrchnejšia časť súčasnej slatinnej pôdy bola v uplynulých storočiach významne ovplyvnená zmenami klímy a človekom. Hladinový režim v oblasti pozmenila už koncom 18. storočia kompletizácia protipovodňových hrádzí, ale v menšej miere aj výstavba odvodňovacích kanálov v strednej časti Žitného ostrova po r. 1839. Ešte v roku 1893 však hranice mokradí siahali výrazne ďalej za dnešné línie brehov koryta (Procházka 2010). V päťdesiatych až šesťdesiatych rokoch 20. storočia časť vôd zo slatin v paleomeandri zachytil a odviezol úzky odvodňovací kanál. Pred výstavbou vodného diela Gabčíkovo sa aj v tejto oblasti prejavoval dlhodobý trend poklesu priemerných hladín podzemných vôd, v rozpätí –0,5–1 m za obdobie rokov 1962–1992 (Hlavatý

& Banský 2006). Z týchto dôvodov podobne ako inde (cf. Koděrová 1997 in Bedrna 2002) časť slatinnej rašeliny zmineralizovala na dnešný humolit a výraznejšie sa začali prejavovať aj známky zasolenia pôdy.

Podľa biostratigrafického záznamu viaceré súčasné druhy sú v skúmanej lokalite doložené od najstarších fáz hydrosérie, teda rastú v tejto lokalite nepretržite okolo 2 500 rokov. Sčasti to platí aj pre škripinec dvojbliznový (*Schoenoplectus tabernaemontani*). Významne bol zastúpený v dobe laténskej a potom sa jeho semená opäť objavili v najmladšej fáze (stredovek až súčasnosť), čo by mohlo súvisieť so zasoľovaním pôdy v posledných obdobiach. Škripinec má dnes v koryte ramena niekoľko izolovaných populácií, pričom v mokrom roku 2010 došlo k jeho výraznému zmladzovaniu na viacerých ďalších miestach. Iné druhy rastlín boli významne zastúpené v minulosti, pričom v súčasnosti sa v lokalite, ani v širšom okolí nevyskytujú už buď vôbec (*Carex pseudocyperus*, *Alnus glutinosa*), alebo len s nízkou prezenciou (*Carex elata*). *Carex pseudocyperus*, doložený početnými pamechúrikmi aj nažkami, bol významne zastúpený v dobe laténskej (= súvislá krivka v zóne VRK SK 2) a v menšej miere až do stredoveku (prerušovaná krivka), odkedy však úplne vymizol. Samostatnú skupinu tvoria druhy, ktoré sa dnes v lokalite nevyskytujú v dôsledku prirodzeného zániku pôvodného jazerného biotopu (*Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton* sp., *Myriophyllum*, *Batrachium*).

Zaujímavým nálezom je aj *Cladium mariscus* (v zóne VRK SK-2). Marica pilkatá, kriticky ohrozený a chránený druh flóry Slovenska, sa dnes na Žitnom ostrove vyskytuje len v niekoľkých izolovaných populáciách (Eliáš et al. 2003). Naše výsledky prinášajú ďalší dôkaz, že spoločenstvo *Mariscetum serrati* Zobrist 1935 bolo v holocéne bežnou súčasťou mokradí tejto oblasti, ako o tom svedčia aj početné (hoci zatiaľ presnejšie nedatované) nálezy zo zazemneného ramena pri obci Mad (Pišút et al. 2004). Potvrďuje sa aj poznatok (Bosáčková 1971), že v slatinách Žitného ostrova rástlo spoločenstvo v kontakte s *Caricetum elatae* a *Phragmitetum vulgaris*.

V profile sme taktiež identifikovali viacero vrstiev s početnými zuhoľnatými fragmentami rastlín (obr. 1). V prevažnej väčšine ide o úlomky rôznych častí močiarnych bylín a tráv, pravdepodobne ostríc, trste, škripinca, pálky; iba v dvoch prípadoch išlo o uhľiky drevín (*Salix*, *Alnus*; Hajnalová 2011). Sú dokladmi lokálnych, prípadne až regionálnych požiarov, ktoré mohli vzniknúť náhodne, no mohli by azda indikovať aj zhruba štyri výraznejšie obdobia klčovania lesov na Žitnom ostrove a ich premeny na poľnohospodársku pôdu (210–230 cm, VRK-SK1b – doba železná; 170–180 cm, VRK-SK2 – latén,

80–120 cm, VRK-SK3 – doba rímska, 30–40 cm, VRK-SK 4b – vrcholný stredovek). Na druhej strane, mohlo ísť aj o výsledok samovznietenia slatinnej rašeliny či hrubších organických vrstiev minerálnych pôd, ku ktorému v minulosti príležitostne dochádzalo aj v iných mokradiach našich najteplejších nížin, napr. v Šúri (cf. Petrлік 1968).

Podakovanie

Výskum bol financovaný z prostriedkov grantovej agentúry VEGA v rámci projektov č. 1/0362/09 a 2/0037/11. Dr. H. Ořahelovej ďakujeme za ochotnú pomoc pri identifikácii vybraných taxónov, dr. V. Košelovi za identifikáciu kokónov obrúčkavcov.

Literatúra

- Aaby B. & Berglund B.E. 1986. Characterization of peat and lake deposits. In Berglund B. E. (ed.). Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. John Wiley & Sons Ltd. Chichester. p. 231–246.
- Anderberg A.L. 1994. Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species with morphological descriptions, Part 4 Resedaceae – Umbeliferae. Stockholm. p. 281.
- Bedrna Z. 2002. Environmentálne pôdoznanectvo. VEDA, Bratislava. p. 352.
- Berggren G. 1981. Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species, Part 3 Salicaceae – Cruciferae. Stockholm.
- Birks, H. H. & Birks H. J. B. 2000. Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. Journal of Biogeography, 27: 31–35.
- Bosáčkova E. 1971. Príspevok k ochrane podunajských slatin. Československá ochrana prírody, 11: 195–210.
- Cappers R. T. J., Bekker R. M. & Jans J. E. A. 2006. Digitale Zadenatlas van Nederland. Groningen Archaeological Studies, 4, Barkhuis Publishing, Groningen.
- Cohen A. S. 2003. Paleolimnology: The History and Evolution of Lake Systems. Oxford University Press, New York.
- Čurlík J. & Šurina B. 1998. Príručka terénneho prieskumu a mapovania pôd. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava. p. 134.
- Eliáš P., Dítě D. & Sádovský M. 2003. Poznámky k výskytu *Cladium mariscus* (L.) Pohl na Slovensku. Bull. Slov. Bot. Spoločen. 25: 109–114.
- Hajnalová, M. 2011. Predbežná výskumná správa archeobotanická č. 1/2011. Vrakúň – paleomeander. Nitra, msc., 3 s., depon. in Prírodovedecká fakulta UK Bratislava, Katedra fyzickej geografie a geoekológie.
- Hannon G. E. & Gaillard M. J. 1997. The plant-macrofossil record of past lake-level changes. Journal of Paleolimnology 18: 15–28.
- Hlavatý Z. & Banský E. 2006. Ground water levels and soil moisture. In Mucha, I. & Lisický, M. J. L. (eds.). Slovak-Hungarian Environmental monitoring on the Danube. Ground Water Consulting Ltd., Bratislava. p. 85–88.
- Jurko A. 1958. Pôdne ekologické pomery a lesné spoločenstvá Podunajskej nížiny. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava.
- Krippelová T. 1967. Vegetácia Žitného ostrova. Spoločenstvá pastvín a rekonštrukcia vegetácie. Biologické práce, 13, 2, 1–108.

- Marhold K., Goliašová, K., Hegedúšová, Z. et al. 1998. Paprad'orasty a semenné rastliny. In Marhold, K. & Hindák, F. (eds.). Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Veda, Bratislava. p. 333–687.
- Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska, 2000. Bazálna referenčná taxonómia. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, 74 p.
- Mucina L. & Maglocký Š. 1985. A list of vegetation units of Slovakia. *Doc. Phytosoc. N.S.* 9: 175–220.
- Munsell Soil Color Charts 2000. Revised washable edition. Gretagmacbeth, New York.
- Oťahelová H., Hrivnák R. & Valachovič M. 2001: *Phragmito-Magnocaricetea*. In Valachovič, M. (ed.). Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 3. Vegetácia mokradí. Veda, Bratislava. p. 53–83.
- Petrlik F. 1968. Jurský Šúr. Vydavateľstvo SAV, Bratislava.
- Pišút P., Břízová E., Čejka T. & Pipík R. 2010. Paleofloristic and paleofaunistic analysis of Dudváh River oxbow and its implication for Late Holocene palaeoenvironmental development of the Žitný ostrov Island (SW Slovakia). *Geologica Carpathica*, 61 (6): 513–533.
- Pišút P., Kubalová S., Hajnalová M. & Slamková M. 2004. Study of the Danube River Palaeo-channel, Slovakia (preliminary results). *Geomorphologica Slovaca*, 4 (1): 12–21.
- Pišút P. & Procházka J. 2011. Príspevok k poznaniu genézy pôd a štruktúry pôdnej pokrývky na Žitnom ostrove (paleomeander Dunaja, Nekyje). In Sobocká, J. (ed.) Diagnostika, klasifikácia a mapovanie pôd. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava. p. 236–243.
- Procházka, J. 2010. Mapovanie a štruktúra pôdneho krytu vybraného územia na Podunajskej rovine (Žitný ostrov, paleomeander Nekyje). Bakalárska záverečná práca, msc. depon. in. PríF UK Bratislava.
- Walanus A. & Nalepka D. 1999. POLPAL program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis. *Acta Palaeobot.* 2, Suppl., 2: 659:661.
- Wasylikowa K. 1986. Analysis of fossil fruits and seeds. In Berglund B.E. (eds). *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester. p. 571–590.

Došlo 27. 9. 2011
Prijaté 10. 1. 2012