

PALEOZÁZNAM MÄKKÝŠOV AKO PRAMEŇ PRE POZNANIE VÝVOJA ALUVIÁLNEJ KRAJINY DUNAJA V DEVÍNSKEJ BRÁNE

EVOLUTION OF FLUVIAL LANDSCAPE BASED ON FOSSIL MOLLUSCAN ASSEMBLAGES (THE DEVÍN GATE, SW SLOVAKIA)

Peter PIŠÚT^{1*} – Tomáš ČEJKA² – Mário MIKLOVIČ³ – Romana KOHILOVÁ⁴
– Eva UHERČÍKOVÁ⁵

ABSTRACT

In this paper we present the results of an interdisciplinary study focused on mineral alluvial soil which has developed from calcareous fluvial silty loams in former Danube River side channel (location: Devín Gate, Bratislava, former Pečňa Island, SW Slovakia). Paleoenvironmental reconstruction is based on fossil molluscan assemblages and spans more than ± 250 years of local site development and hydrosere succession. Recognised changes of both water regime and floodplain habitats are based on 4 local malacozones that correspond well with the evidence of island development and land use in the past (17 – 19th century historical maps, written accounts, floristic data, respectively). In total 416 subfossil shells of Mollusca belonging to 33 taxa provide us with a picture of how the early side channel of parapotamal type gradually changed into the isolated waterbody (plesiopotamal type) and eventually transformed itself into a narrow field depression covered by forest. They also characterise a different sedimentary settings (recent vertical accretion of overbank silty loams vs. earlier subaquaceous deposition in abandoned channel). Fossil molluscan assemblages also illustrate a change in local habitat from 1. shallow marsh with reed bed, through 2. an initial hygrophilous Salici-Populetum woodland and eventually into the 3. current mesophilous type of bottomland woodland (Fraxino pannonicae – Ulmetum type). Over a study period, due to the Danube channel modifications and regulation the overbank sediment delivery decreased and became only episodic. Drop in mean groundwater levels coupled with channelization and elimination of floods by protective levees also explains a soil successional pathway from initial gleysol, intermediate gleyic fluvisol until the current fluvisol. Although fossil molluscan assemblages may also contain a significant proportion of allochthonous shells, in our case they mainly reflect local habitats and even the presence of an agrarian enclave which existed on the island in the past.

KEYWORDS

paleolimnology, Mollusca, historical maps, succession, land use, floodplain soils and woodlands.

¹ Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, SK – 842 15 Bratislava 4, Slovensko; e-mail: peter.pisut@uniba.sk

² Oddelenie geobotaniky, Botanický ústav CBRB SAV, Dúbravská cesta 9, SK – 845 23 Bratislava, Slovensko; e-mail: tomas.cejka@savba.sk

³ Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, SK – 842 15 Bratislava 4, Slovensko; e-mail: miklovic15@uniba.sk

⁴ Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, SK – 842 15 Bratislava 4, Slovensko; e-mail: romana.kohilova@uniba.sk

⁵ Slovenské národné múzeum, Prírodovedné múzeum, Vajanského nábrežie 2, SK – 810 06 Bratislava, Slovensko; e-mail: eva.uhercikova@snm.sk

* Autor pre korešpondenciu.

Úvod

Výskum a rekonštrukcia vývoja riečnych krajín môžu významne profitovať aj z fosílnych záznamov mäkkýšov (Mollusca). Sú výbornou modelovou skupinou s úzkou väzbou na vegetáciu, pôdu a vlhkosť. Schránky mäkkýšov sa bežne vyskytujú aj v prostrediach, kde iné fosílie absentujú. Vyplavením niektorých fosiliférnych vrstiev sa dá pomerne ľahko získať bohatý materiál rôznych malakocenóz. Výskyt mäkkýšov je však limitovaný na vápnite pôdy a sedimenty, hoci žijú aj na opadanke viacerých listnatých drevín napr. i na sutinách kremencov, žúl a pod. (LOŽEK, 2011). V určitých prostrediach – spráše, travertín, vápnite slatiny, karbonátové náplavy – sa schránky mäkkýšov často nachádzajú vo veľkých množstvách (LOŽEK, 2010). Fosílna spoločenstvá mäkkýšov (ďalej FSM) indikujú pestrosť biotopov v celej škále vegetačných stupňov: prítomnosť lesa alebo bezlesie, ráz porastov drevín (zapojený tienny vs. svetlý les), ale aj mezo-, resp. mikroklimu stanovišťa – vlhkosť a teplotu (LOŽEK, 2011). FSM preto dnes pri paleoekologických rekonštrukciách predstavujú dôležité biologické proxy dáta (cf. JAMRICOVÁ et al., 2014; HOŠEK et al., 2017). Aj spoločenstvá vodných mäkkýšov indikujú rôzne prostredia od prúdiacich vôd, cez zarastajúce stojaté vody, mokrade až po periodické mláky. Preto sú mäkkýše v rámci bezstavovcov dôležitou skupinou, ktorá významne prispela k poznaniu vývoja krajiny v kvartéri, aj pod vplyvom človeka.

Vysušovanie nív dnes na mnohých miestach limituje či znemožňuje využitie niektorých typov prírodných archívov. Na rozdiel od palynomorf, resp. aj rastlinných makrozvyškov (cf. JACOMET, 2007) sa schránky mäkkýšov v aluviálnych sedimentoch zachovávajú aj po odvodnení krajiny; podmienkou je len prítomnosť zrnitostne jemnejších vápнитých usadenín. FSM sú preto potenciálne výhodné aj pri výskume riečnych krajín. Platí to nielen pre paleolimnologické analýzy (= zaniknuté ramená, mokrade, rybníky; cf. LOŽEK, 1955; PIŠŮT et al., 2010), ale napr. aj štúdiu pochovaných pôd (MORAVCOVÁ et al., 2018). Zdrojom FSM bývajú aj archeologické lokality, či už ide o prirodzené malakocenózy, nálezy vo výplniach rôznych objektov (HAJNALOVÁ et al., 2018), prípadne aj výsledok zámerného zberu mäkkýšov človekom (cf. JELÍNEK, 2017). Cieľom tohto príspevku je využitie paleozáznamu FSM výplne zaniknutého ramena Dunaja pri historicko-geografickej rekonštrukcii vývoja modelového segmentu riečnej krajiny. Skúmaná lokalita sa nachádza pri výtoku Dunaja z Devínskej brány v pririečnej zóne bratislavských lužných lesov. Predmetom výskumu boli FSM zo sedimentárnej sekvencie, resp. aluviálnej pôdy o mocnosti 1,2 m, reprezentujúce časový úsek vyše 250 rokov. Paleozáznam mäkkýšov sme následne konfrontovali nielen s písomnými a grafickými prameňmi, ale v rámci terénneho výskumu aj so stavom súčasnej vegetácie a malakocenóz. Štúdia vychádza zo záverečnej práce MIKLOVIČA (2019), ktorú doplníme o nové poznatky a syntézu.

POLOHA A FYZICKOGEOGRAFICKÉ POMERY PEČNIANSKEHO LESA

Pečniansky les (ďalej PL) na mieste niekdajšieho ostrova Pečna (nem. *Pötschen*, *Pötschenau*, maď. *Besenyősziget*) sa nachádza na pravom brehu Dunaja na úseku riečnych kilometrov 1872,6 – 1869,5 prevažne v bratislavskej mestskej časti Petržalka (okres BA V.), malá časť aj v k. území Karlovej Vsi (BA IV.). Rozprestiera sa medzi

Dunajom, Viedenskou cestou až po štátnu hranicu s Rakúskom. Okraj územia dnes pretína trasa rýchlostnej cesty E58, ktorá sa napája na cestu E65, vedúcu naprieč územím na most Lanfranconi. Nadmorská výška povrchu nivy kolíše od 137,6 – staršia jadrová časť po 135,8 – 136,2 m n. m. (pri bývalom Pečenskom ramene).

Územie klimaticky patrí do teplého, mierne vlhkého okrsku s miernou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu je 9 – 10 °C, v júli 20,1 – 21 °C a v januári -2 °C. Priemerný ročný úhrn zrážok je 600 – 700 mm (júl < 60 mm, január 20 – 30 mm). Hydrologicky je celé územie ovplyvnené Dunajom (priemerný prietok 2 044 m³.s⁻¹; MIKLOVIČ, 2019).

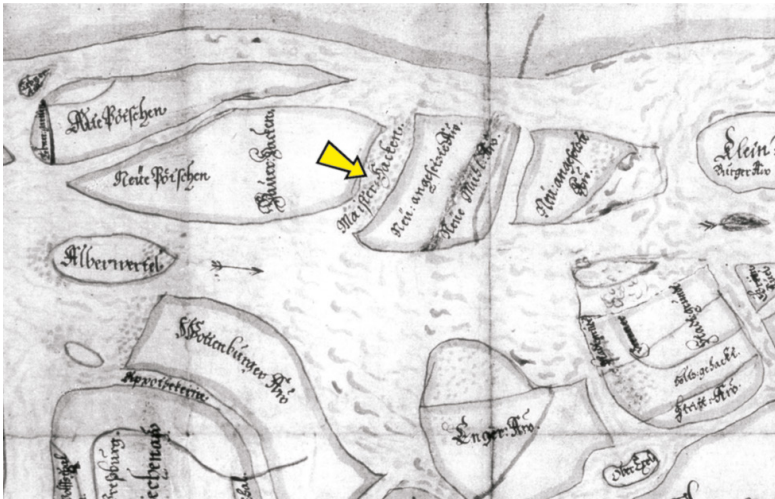
Geologicky tvoria bývalý ostrov treťohorné sedimenty, prekryté kvartérnymi fluvialnými nánosmi Dunaja, tvoriacimi nízku riečnu terasu. Na žulovom podklade sú uložené sedimenty sarmatu (ily, ílovité piesky) v hĺbke okolo 11 – 12 m, vo východnej časti PL sa pod kvartérom nachádzajú aj sedimenty panónu (PORUBSKÝ, 1973). Naprieč územím prebieha aj jedna z lineárnych depresii v povrchu neogénneho podložia, pravdepodobne paleokoryto Dunaja. Povrch sedimentov neogénu je väčšinou na úrovni 125 m n. m., vo východnej časti aj 120 m n. m. Kvartérne sedimenty na území PL dosahujú pod vplyvom tektoniky, neogénnej sedimentácie a geomorfologických procesov mocnosť od (5) 10 – 15 m (ŠUJAN, 2011). Územie je cenné z hľadiska zdrojov pitnej vody pre Bratislavu. Štrkopiesky sú totiž najmä smerom k Dunaju veľmi dobre priepustné a akumulujú veľké zásoby podzemných vôd (PORUBSKÝ, l. c.). V lokalite je momentálne v prevádzke množstvo odberných studní.

Územie z väčšej časti pokrývajú lužné lesy, ktoré administratívne spadajú do LHC Rusovce (lesný celok Lesy SR Bratislava). V roku 2012 tu bol vyhlásený chránený areál s celkovou rozlohou 295,35 ha, ktorý sa člení na tri zóny s 2 – 4 stupňom ochrany. Lokalita je tiež súčasťou Územia európskeho významu SKÚEVE0064 Bratislavské luhy (KREMPASKÝ, 2009).

REKONŠTRUKCIA VÝVOJA A VYUŽÍVANIA ÚZEMIA PODEA HISTORICKÝCH MÁP A PÍSOBNÝCH PRAMEŇOV

V hospodárení slobodného kráľovského mesta Prešporka hrali v minulosti dunajské ostrovy významnú úlohu. Boli nielen biotopom lovej zveri a zdrojom dreva, ale aj súčasťou poľnohospodárskej ekumény, najmä ich geneticky staršie časti ďalej od brehov. Vzhľadom na pravidelné povodne sa však využívali najmä extenzívne. Na mieste vyklčovaných lesov vznikali sekundárne lúky na seno, ovocné sady aj zeleninové záhrady.

Pečniansky ostrov (Pečňa) je jednou z najstarších doložených dunajských nív vôbec – ako *Beseneusciget* (Ostrov Pečenehov) sa spomína už v listine z r. 1225. Neskôr sa dostal do majetku mesta (FOGARASSY, 1970), lebo v 15. storočí už figuruje v mestských účtoch i testamentoch. Spomínajú sa na ňom záhrady (od r. 1463), ovocné sady (1573), bol tu aj „Panský rybník“ (*Hern Laken*), doložený od r. 1594 (HORVÁTH, 1990).



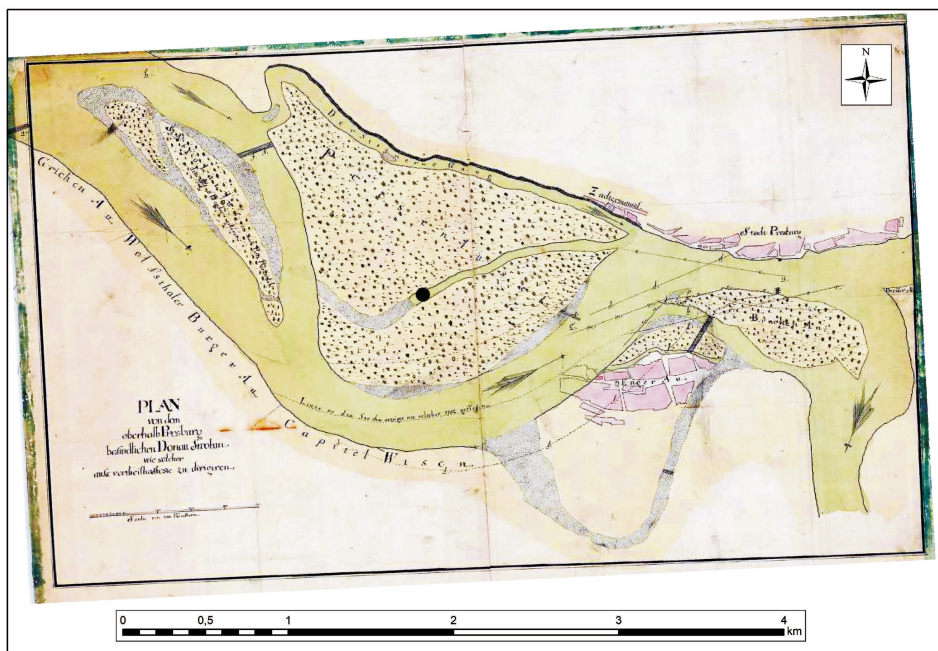
Obrázok 1. Ostrovný komplex Pečňa na mape z r. 1699 (č. 1 v zozname, inv. č. 1246). Zákres zreteľne zobrazuje aj postupné prirastanie náplavov východným smerom od jadra ostrova (*Neu angesetztte Aw*). Šipkou označené koryto „*Meister Hacken*“ zrejme predstavuje najstarší zákres skúmaného ramena.

Figure 1. Island complex of Pečňa on the 1699 map (n. 1 in reference list, archival n. 1246). Progressively accreting bars eastwards of the island core are also clearly seen (*Neu angesetztte Aw*). Channel marked by arrow „*Meister Hacken*“ probably represents earliest depiction of the studied palaeochannel.

V 17. a 18. storočí sa hlavný tok Dunaja nachádzal na južnej strane ostrova, čo uľahčovalo prístup na ostrov zo strany mesta. Podľa historických máp v prvej tretine 18. storočia pozostával ostrov zo starej a novej časti (*Alte Pötschen*, *Neue Pötschen*). Geneticky najstaršou bola teda SZ časť územia, pričom na východ od „*Novej Pečne*“ sa nachádzali prirastajúce náplavy, kolonizované lužným lesom (Obrázok 1). Podľa M. BELA (1732) boli na oboch vysadené ovocné sady „*s najvyberanejšími stromami, ale nadmieru vystavené nástrahám Dunaja... Seno, ktoré sa tu rodí, je dobré a výdatné, ak ho nepoškodí bahno rozvodnenej rieky v čase, keď je ešte na koreni*“ (BEL, 1732 in TIBENSKÝ et al., 1984). Tieto informácie o využívaní územia potvrdzujú aj vertikálnu akreciu nivy za pravidelných povodní („*bahno*“). Progredujúca translácia hlavného toku smerom po prúde v súvislosti s postupným vývojom jeho zákruty okolo Pečňa napokon v polovici 18. storočia ohrozila dedinu *Engerau* (starú Petržalku; cf. PIŠŤT, 1993).

Zvyškovou formou tohto laterálneho presunu hlavného koryta je aj priehlbeň bývalého ramena, skúmaná v tomto príspevku. Možno ju rozpoznať už na mapách z r. 1699 – 1702 (č. 1 v zozname) a stotožniť s ramenom „*Maister Hacken*“ (Obrázok 1). Od r. 1753 už jej polohu presne znázorňujú viaceré mapy. Slepé rameno typu *parapotamál* (cf. KRNO, 2009), spojené s Dunajom už iba dolným koncom názorne

zachytáva aj plán z r. 1767 (č. 3 v zozname; Obrázok 2). Práve v tomto čase sa hlavný tok Dunaja začal pri Pečni prirodzene prelievať do úzkej severnej vetvy. Jej rozširovanie trvalo niekoľko rokov. Výsledkom bol presun hlavného toku poviše predmestia Zuckermandel do dnešnej polohy, pričom z pôvodného koryta vzniklo bočné Pečenské rameno (Pišúť, 2005).



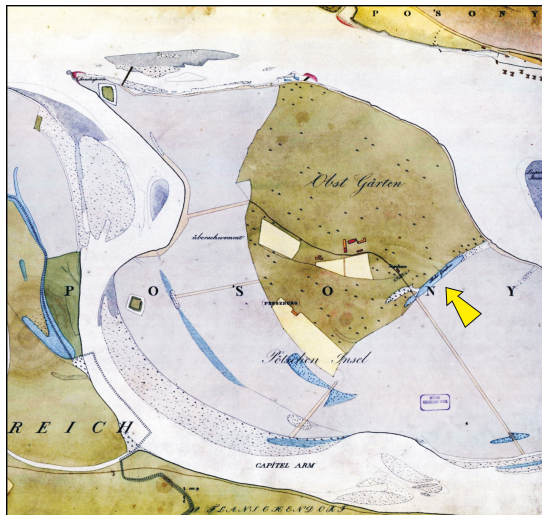
Obrázok 2. Plán Dunaja pri ostrove Pečna z júna 1767 od inžiniera S. von Huberta (č. 3 v zozname) s vyznačením výskumného bodu (bodka). Historická mapa bola georeferencovaná do S-JTSK pomocou 8 lícovacích bodov polynomicou transformáciou 1. rádu (s chybou RMSE = 23,52601 m)

Figure 2. The Danube river at Pečna Island on the plan by engineer von Hubert from June 1767 (plan n. 3 in reference list) with location of study site (black dot). Historical map was rectified into the national coordinate system S-JTSK by 1st Order Polynomial transformation (8 points, RMSE = 23,52601 m)

Tieto radikálne zmeny počas Malej doby ľadovej významne oklieštili plochu starého, poľnohospodársky využívaného jadra ostrova, narástla však rozloha jeho lesov. Kvôli nim mesto neskôr na Pečni zriadilo aj horáreň (*Jäger Haus*; Obrázok 3). Firma A. Ehrnhoffera tu v r. 1855 založila aj višňové sady na výrobu vychádzkových paličiek a fajok (PORTISCH, 1933). Ostrov sa postupne stal aj cieľom vychádzok (k hostincu *U Krištofka*).

Vzhľadom na svoju geografickú polohu bol ostrov vždy strategicky významný. Už v r. 1809 na ňom vybudovali zemné reduty (Kováč, 2019), v r. 1937 čs. betónové

bunkre (VONDROVSKÝ, 1993). Naposledy vznik stráženého hraničného pásma po r. 1950 v rámci tzv. Železnej opony uzavretím ostrova pre bežných občanov a zbúraním solitérnych domov znamenal zastavenie prípadnej urbanizácie ostrova. Od r. 1972 tu ale postupne budovali studne na odber pitnej vody. Územie poznačila tiež výstavba mosta Lanfranconi (1985 – 1991) a k nemu vedúcich komunikácií. Tieto zásahy mali napokon za následok aj degradáciu pôvodného okrsku kultúrnej stepi v centre ostrova. Väčšinu ovocných stromov vyrúbali a celý priestor rozorali. Po r. 1989 potom postupne zarástol sekundárnymi drevinami.

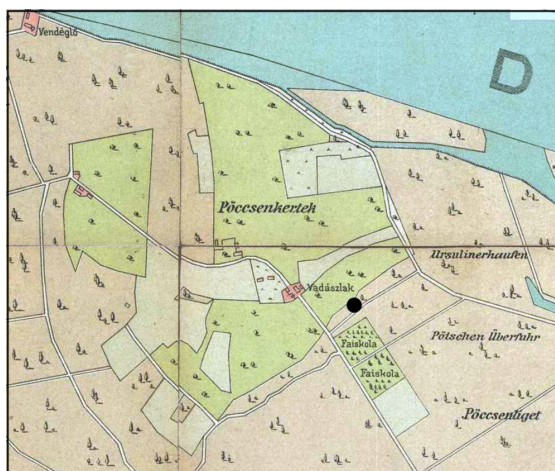


Obrázok 3. Časť ostrova Pečňa na mape z r. 1828. Svetlohnedou farbou sú vyznačené ovocné sady (*Obst Gärten*) v centrálnej časti ostrova, svetloružovou lesy, sýtomodrou močaristá depresie.

Figure 3. Part of the Pečňa Island on the 1828 map. Orchards (*Obst Gärten*) in the genetically oldest central part = light brown (khaki) colour; woodlands = faded pink colour; swampy depressions = blue colour.

Historické mapy i cenné údaje o vegetácii (LUMNITZER, 1791), ale aj hladinách podzemnej vody (ďalej HPV) dokumentujú postupné vysušovanie tejto dunajskej nivy už v 19. storočí. Zatiaľ čo na mape dunajského mapovania (č. 4 v zozname) bol ešte ostrov popretkávaný močaristými depresiami a lužné lesy s poznámkou „überschwemmet“, t. j. (pravidelne) „zaplavované“ (Obrázok 3), v ďalších dekádach sa situácia mení. Po regulačných úpravách hlavného toku postupne poklesávala aj priemerná HPV v príľahlej nive. Pred r. 1973 sa pri priemerných stavoch vody v Dunaji HPV pod terénom pohybovala na Pečni v hĺbke 2 – 3 m. Pri maximálnych prietokoch síce stúpala až na 0,25 pod povrch pôdy, naproti tomu v období minimálnych prietokov klesala až na 4 – 6,5 pod terén (PORUBSKÝ, 1973). V nasledujúcich desaťročiach potom HPV ešte ďalej zaklesla, takže v r. 1992 sa už nachádzala priemerne v hĺbke 4,5 – 5 m pod povrchom (HLAVATÝ & BANSKÝ, 2006).

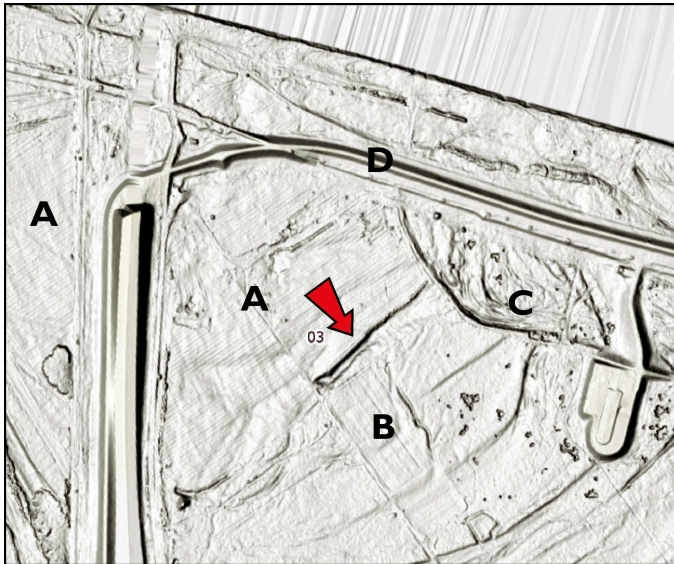
Kvôli ochrane vodných zdrojov po r. 1973 zasypali aj Pečenské rameno a postavili ochrannú protipovodňovú hrádzu, čím sa východná časť PL ocitla celkom mimo záplav Dunaja.



Obrázok 4. Centrálna časť ostrova Pečňa so záhradami (*Pöccsenkertek*), horárňou (*Vadászlak*) a lesnou škôlkou (*Faiskola*) v roku 1900. Svetlohnedá farba = lesné porasty, svetlozelená = sady a záhrady, svetlá = oráčiny. Niekdajšie rameno priamo hraničí s otvorenými plochami. Mapa J. Mazu, kompilácia 4 listov (č. 5 v zozname).

Figure 4. Central part of the Pečňa Island with gardens (*Pöccsenkertek*), gamekeeper's lodge (*Vadászlak*) and forest tree nursery (*Faiskola*) in 1900. Light brown colour = woods, light green = orchards and garden, light colour = ploughland. Former channel is directly in contact with open country. Map of J. Maza, 4 sheets combined (n. 5 in reference list).

Skúmaná **terénna depresia**, predstavujúca zvyškovú formu pri niekdajšom ľavom brehu hlavného toku Dunaja spreď 18. storočia sa nachádza v centrálnej časti na hranici starého jadra ostrova (nadmorská výška terénu asi 136,8 – 137,9 m n. m.) a náplavov, usadených od druhej polovice 17. storočia (135,8 – 136,2 m n. m.). Oddeluje tak oba segmenty, prebiehajúc smerom JZ – SV. Priehlbeň je dobre sledovateľná v dĺžke 270 m. Najhlbšia – dno 2,5 – 3 m pod susedným terénom – je v JZ polovici, kde má ešte pomerne dobre zachovaný aj SZ breh. Smerom k Dunaju sa mierne rozširuje a východný breh je zotretý. Ešte v r. 1767 bol zavodnený úsek priehlbeň dlhý najmenej 1 360 m a široký od 38 do 67 m (Obrázok 2). Na SV konci je však kolmo utatá ďalšou výraznou depresiou. Ide o niekdajší nárazový breh bočného ramena okolo ostrova *Leopoldova niva*, ktorý sa po r. 1809 rýchlo zarezával do staršieho terénu ostrova a skracoval tak aj skúmanú depresiou (Obrázok 5, C). Tento vývoj ukončilo až odstavenie ramena kamenným výhonom po r. 1823 (Pišút, 2016-2017).



Obrázok 5. Digitálny model reliéfu na základe dát LIDARu. A – zreteľné paralelné línie – brázdy – po rozoraní odlesnenej enklávy; B – bývalá lesná škôlka; C – breh ostrova Leopoldova niva; D – hrádza. Šípka = skúmaná priehlbeň. Zdroj produktov LSS: ÚGKK SR.

Figure 5. Digital elevation model based on LIDAR data. A – distinct parallel lines (ridges) after the deforested enclave had been tilled; B – past forest tree nursery; C – former outer bank of the Leopold Island; D – protective embankment. arrow = examined depression. Source of LIDAR data: Geodesy, Cartography and Cadastre Authority of the Slovak Republic.

METODIKA

Pedologický výskum.

Pôdny profil v kopanej sonde sme opísali dňa 5.9.2014 v zmysle ČURLÍKA & ŠURINU (1998), resp. SKALSKÉHO (2010). Farbu pôdnych horizontov a domén sme určovali podľa tabuliek MUNSELLA (2000). Z jednotlivých horizontov sme odobrali 5 vzoriek na analýzu fyzikálnych a chemických vlastností (v Oddelení laboratórnych činností VÚPOP, Bratislava). Zrornosť jemnozeme bola určená pipetovacou metódou, pričom frakcie FAO (CEN ISO/TS 17892-4) boli prepočítané aj na frakcie podľa USDA. Pôdna reakcia (pH v H₂O aj KCl) boli stanovené potenciometricky (STN ISO 10390), obsah oxidovateľného uhlíka C_{ox} oxidimetricky, C_{tot} a N_{tot} suchou cestou analyzátorom (ISO 10694). Obsah karbonátov sme odhadli už v teréne pomocou zriedenej HCl 10%, následne bol upresnený aj laboratórnym stanovením (titráciou). Obsah spaliteľných látok (LOI) sa určil gravimetricky žíhaním, elektrická konduktivita pôdnej pasty v zmysle STN EN 27888.

Makrofosílie.

Zo skúmaného profilu sme odobrali vzorky sedimentu s hmotnosťou 1 – 1,5 kg zeminy v pravidelnom intervale po 10 cm. Po ich vysušení na vzduchu sme odmerali približne 1 liter zeminy, predstavujúci hmotnosť okolo 600 g (od 523 do 683 g materiálu). Každú vzorku sme zaliali destilovanou vodou s pridaním 3% H₂O₂ (kvôli dizagregácii štruktúrnych agregátov bez poškodenia makrofosílií) a nechali zakrytú cca 24 hodín. Následne sme ich postupne preplavovali sitom s priemerom oka 0,25 mm. Vyseparované ulity mäkkýšov a ich fragmenty, semienka a iné makrozvyšky sme potom vyberali pomocou entomologickej pinzety, po vytriedení usušili a determinovali pomocou binokulárnej lupy (zväčšenie 2 – 45 ×). Úlomky schránok sa započítali len v prípade vrcholového úlomku. Determinované schránky mäkkýšov boli následne vyhodnotené a klasifikované podľa počtu ulít, jednotlivých druhov i v rámci ekologických tried, všetko vo vzťahu k hĺbke príslušnej vzorky.

Výskum vegetácie.

Fytocenologické snímky sme robili štandardnou metódou, kde je zastúpenie druhov vyjadrené semikvantitatívnou kombinovanou stupnicou abundancie a dominancie (BRAUN-BLANQUET, 1964). Plocha zápisov bola 400 m², resp. iná podľa možnosti a konfigurácie terénu. Lokality sme zamerali (GPS) navigačným prístrojom Garmin Colorado 300. Názvoslovie cievnatých rastlín uvádzame podľa MARHOLDA et al. (1998). Nomenklatúra rastlinných spoločenstiev je v súlade s prehľadom vegetačných jednotiek Slovenska (JAROLÍMEK et al., 2008), pričom sme zohľadnili aktuálnu syntaxonomickú revíziu tvrdých lužných lesov Slovenska (PETRÁŠOVÁ & JAROLÍMEK, 2012). Údaje o vekovej a druhovej skladbe jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL) sme získali z lesníckeho informačného systému L-GIS.

Výsledky pedologickej i malakologickej analýzy sme napokon vizualizovali v podobe stĺpcových i výsečových diagramov (MS Excel), najmä však v programe Strater (Obrázky 7, 9 - 10).

VÝSLEDKY

I. Pedón skúmanej pôdy

Pôdny profil kopanej sondy na dne skúmanej terénnej depresie sme popísali dňa 5. 9.2014 Súradnice bodu sú 48° 08' 6,7" N, 17 ° 04' 46,6" E, presnosť ± 5 m (miesto je totožné s fytocenologickým zápisom č. 1; Obrázok 6). Morfológické vlastnosti jednotlivých horizontov sú v Tabuľka 2. Pôdnym typom je hlboká fluvizem modálna, karbonátová varieta (signatúra: **FMm^{chmt} - js-ssh - nf3 - h**; SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA, 2014). Aj v klasifikácii WRB (IUSS WORKING GROUP WRB, 2015) ide o intrazonálnu aluviálnu pôdu endoglejický, kalkarický Fluvisol (siltický).



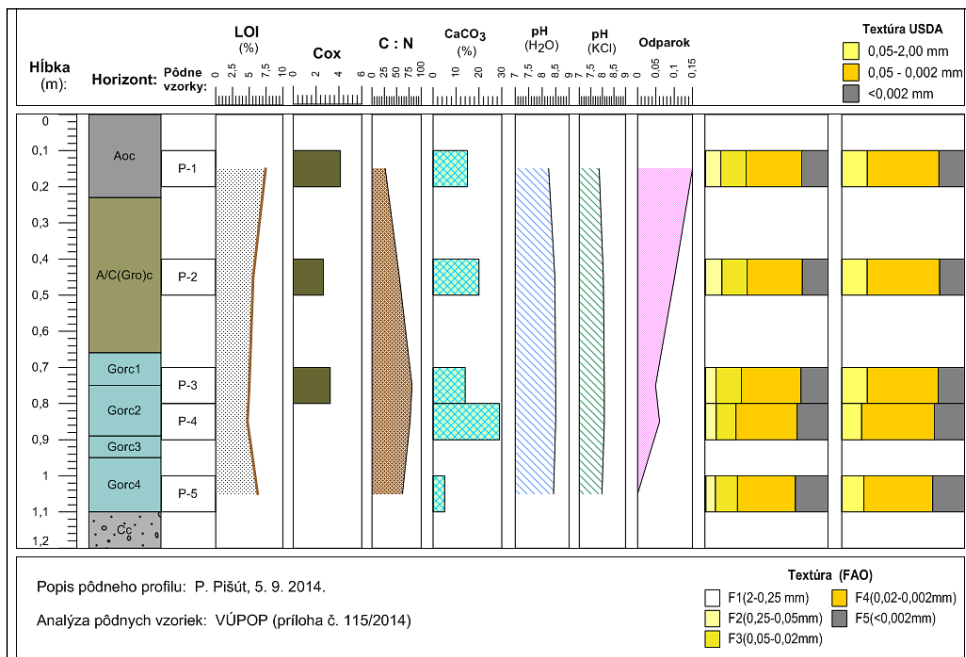
Obrázok 6. Skúmaný pôdny profil. V hĺbke 110 cm štrkopiesková vrstva korytovej fácie alebo korytovej lavice. Zreteľne vidno kumulatívny charakter vrstvenia hlinitých nánosov, zreteľných je najmenej 11 povodňových udalostí. Foto P. Pišút, 5. 9. 2014.

Figure 6. The soil profile under study. Lowermost sandy-gravel layer represents bedload facies or channel gravel bar (in 110 cm). Cumulative nature of layered loamy deposits is clearly visible corresponding to > 11 high waters. Photo P. Pišút, 5. 9. 2014.

Tabuľka 1. Morfológický popis skúmaného pôdneho profilu.

Table 1. Morphological properties of the profile under study.

Horizont	Hĺbka (cm)	Morfologické vlastnosti
Oon	+ 0 až + 0,5	nekrotický subhorizont opadu listov orecha vlašského, nesúvislý
Aoc	0 - 23	ochrický povrchový minerálny humusový horizont, tmavohnedý, farby (Munsell za vlhka) 10 YR 4/1. Navlhnutá, kyprá prachovito – hlinitá zemina s dobre vyvinutou, stredne (80 %) až hrubo (20 %) hrudovitou štruktúrou, silne šumí pri reakcii s HCl. Zreteľný (2 – 5 cm) prechod do
A/C(Go) c	23 – 66	hnedý prechodný horizont s príznakmi glejovatenia, obsahuje ulity <i>Viviparus acerosus</i> . Napatrné hrdzavé, stredne kontrastné škvryny s difúznym prechodom v rozsahu do 15%. Prachovito – hlinitá zemina, karbonátová. Dobre vyvinutá, veľmi drobne (50 %) až drobne (50 %) polyedrická zaoblená štruktúra, ulity Mollusca. Silne šumí s HCl. Primes humusových agregátov v rozsahu 2 - 10%. Známy prítomnosti mezoedafónu do 10%. Ostrý (do 2cm) prechod do
Gorc	66 – 110	glejový oxidačno-redukčný karbonátový horizont; pozostáva z vrstiev náplavov – prachovitých hlín, zodpovedajúcim jednotlivým povodňovým udalostiam. Farebná zmena pôdnej matrice v rozsahu 100%: 70% nevýrazne sivá vzorka farby 2,5 Y 5/1,5, 30% stredne veľké (5 – 15 mm), stredne kontrastné hrdzavé škvryny so zreteľným prechodom. Slabo vyvinutá, drobne lamelárna štruktúra, silno šumí s HCl. Bez skeletu, ostrý prechod do
Cc	110 – 120	štrkopiesok, ojedinele jemné koreničky. Štrk hrubý (2 – 5 cm) – 50 %, štrk stredný (0,5 – 2 cm) 50 %. Pravdepodobne korytová fácia dna ramena. Valúny oválne, nízko až vysoko sférické.



Obrázok 7. Základné fyzikálne a chemické parametre skúmaného pôdneho profilu – vizualizácia údajov.

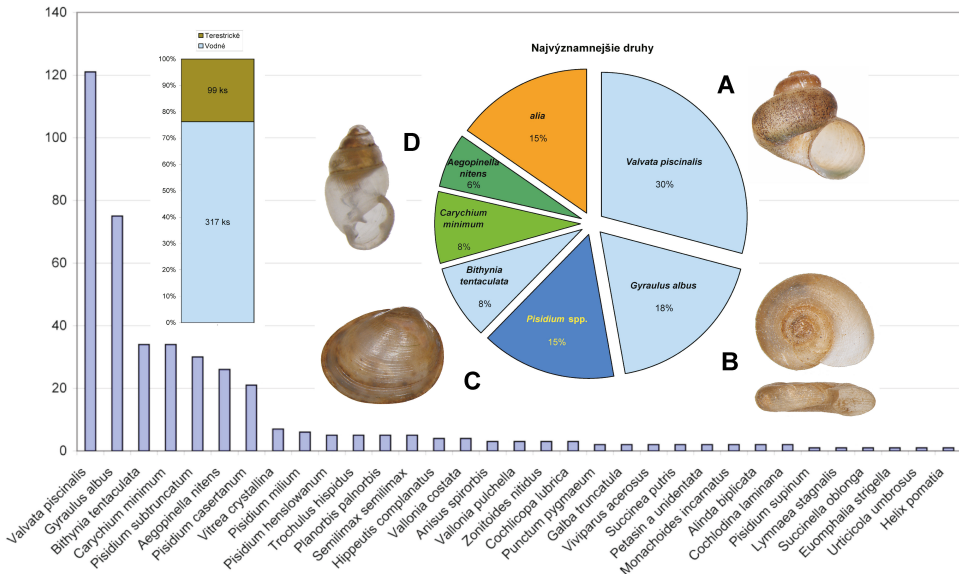
Figure 7. Basic physical and chemical parameters of the studied soil – visualised data.

Pôda je vyvinutá z nespevnených karbonátových prachovitých hĺn. V pôdnom profile sa od 110 cm vyššie nenachádzal žiadny skelet (fáza: hlboká pôda, 60 – 120 cm). Zrntostne je pomerne homogénna. Vo všetkých vzorkách prevládala frakcia prachu (obsah 55,7 – 58,8 %), presnejšie jemného prachu (= minerálne častice o veľkosti 0,02 – 0,002 mm). Obsah ílu bol do 26,5 %. Z hľadiska textúry teda patrí pôda do jemnozrnnej triedy (j), skupiny stredných pôd – ssh (SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA, 2014).

Z hľadiska *obsahu karbonátov* (5 – 29 %) je pôda vápenatá až silno vápenatá s ich najvyšším obsahom vo vzorke 80 – 90 cm. S tým súvisia nielen výborné podmienky pre zachovanie schránok mäkkýšov, ale aj stredne alkalická pôdna reakcia (cf. ČURLÍK & ŠURINA, 1998). Nivné pôdy Podunajskej nížiny majú vo všeobecnosti vysoký obsah CaCO_3 , najčastejšie medzi 20 – 28 % (JURKO, 1958; FULAJTÁR et al., 1998). Pôdy pravidelne zaplavované majú pritom zvyčajne vyšší obsah uhlíčanu vápenatého vo vyšších vrstvách pôdy. Humusový horizont má pomerne tmavú farbu (10 YR 4/1 za vlhka), je kyprý, štruktúrny, biologicky dobre oživený a veľmi silne humózný – obsah humusu po prepočte 7,12 %. Pôdnu organickú hmotu charakterizujú okrem obsahu oxidovateľného uhlíka C_{ox} aj spaliteľný podiel (LOI) a pomer C : N. Smerom k povrchu pôdy sa zlepšujúci pomer C : N je najnižší práve v humusovom horizonte, stále však > 12 (hodnota < 12 je jedným z kritérií pre Am-molický horizont). Na povrchu tejto pôdy je prítomná len nesúvislá tenká vrstva opadanky (nekrotický subhorizont Oon), humusovou formou je *typický mull* (hmt).

II. Analýza fosílnych spoločenstiev mäkkýšov (Mollusca)

Preplavením 11 litrov sedimentu (zeminy) o sumárnej hmotnosti 6,57 kg sa celkove získalo 416 ks ulít a determinovateľných úlomkov (vrátane viečok), pričom identifikovaných bolo dovedna 33 druhov ulitníkov.



Obrázok 8. Počet ulít jednotlivých druhov mäkkýšov, percentuálne zastúpenie vodných vs. terestrických druhov celkove (vľavo), percentuálne zastúpenie najvýznamnejších druhov, resp. čeladi (*Pisidium* spp.) – výsečový diagram a ukážky ulít charakteristických druhov mäkkýšov (prameň: Malacologica Bohemoslovaca, foto M. Horsák). A – *Valvata piscinalis*, B – *Gyraulus albus*, C – *Pisidium subtruncatum*, D – *Carychium minimum*.

Figure 8. Number of shells and percentual proportion of aquatic vs. terrestrial species in total (left), proportion of the most abundant species / families (*Pisidium* spp.) – pie diagram and showcases of typical shells (source: Malacologica Bohemoslovaca, photo by M. Horsák): A – *Valvata piscinalis*, B – *Gyraulus albus*, C – *Pisidium subtruncatum*, D – *Carychium minimum*.

Počet druhov vo vzorkách sa pohyboval od 4 (vzorka z hĺbky 40 – 50 cm) do 13 (10 – 20 cm), priemerne 8. Celkove v profile prevažovali ulity vodných ulitníkov – 317 ks, čo predstavuje 76 % spoločenstva mäkkýšov. Vodné druhy takmer úplne dominovali v spodnej časti profilu (od hĺbky 40 do 110 cm). Suchozemské (terestrické) druhy tvorili 24 % (spolu 99 ulít; Obrázky 9 a 10) a prevládali v hornej časti profilu.

Celkove najpočetnejšími druhmi boli *Valvata piscinalis* (121 ks ulít - 29 %) a *Gyraulus albus* (75 ks - 18 %), ktoré spolu reprezentovali takmer polovicu (47 %) všetkých zistených subfosílnych makrozvyškov. Ďalších 5 druhov možno označiť ako subdominantné: okrem vodných druhov *Bithynia tentaculata* - 34 ks (8 %), *Pisidium*

subtruncatum (30 ks; 7%) a *P. casertanum* (21 ks - 5%) tu už boli zastúpené aj terestrické ulitníky *Carychium minimum* (34 ks - 8%) a *Aegopinella nitens* – 26 (6%). Uvedených 7 taxónov predstavovalo 4/5 všetkých zistených ulít. Každý zo zvyšných 26 druhov bol doložený len niekoľkými kusmi ulít, boli teda percentuálne zastúpené len < 2% (od 0,24 – 1,86%).

Na základe dôkladného poznania súčasnej fauny mäkkýšov na území veľkej Bratislavy (ČEJKA et al., 2020) sme jednotlivé druhy podľa ich nárokov na prostredie, v ktorom sa vyskytujú, zadelili do ekologických skupín. Pomerne podrobné rozčlenenie pre účely tejto štúdie ich zahŕňa celkovo 16 (Tabuľka 2).

Najpočetnejšou skupinou ulitníkov boli vodné eurytopné druhy (Et), žijúce v stojatých aj tečúcich vodách. Typickým predstaviteľom je valvata rybia (*Valvata piscinalis*). Ekologická skupina s najvyšším počtom druhov ulitníkov (7) reprezentuje druhy žijúce v stojatých a pomaly tečúcich vodách, brehoch jazier a iných plytkých úsekoch s výskytom vodných makrofytov (St). Druhy majú širokú ekologickú valenciu. Patrí do nej aj náš druhý najpočetnejší druh *Gyraulus albus*. Skúmaný profil je zaujímavý aj bohatstvom hrachoviek (*Pisidium* spp.) – až 5 druhov (čo predstavuje 15% všetkých ulít).

Tabuľka 2. Ekologické skupiny druhov ulitníkov.

Table 2. Ecological groups of molluscs.

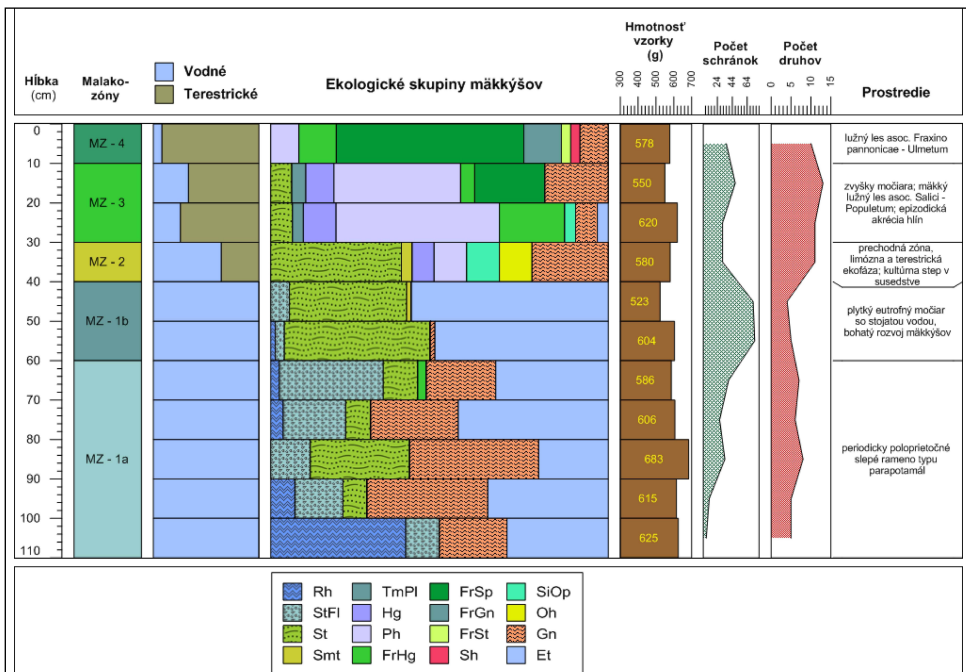
Skratka	Ekologická charakteristika	Charakteristický zástupca
Et	vodné eurytopné druhy (stojaté aj tečúce vody)	<i>Valvata piscinalis</i>
FrGn	lesné eurytopné druhy	<i>Monachoides incarnatus</i>
FrHg	lesné vlhkomilné druhy	<i>Vitrea crystallina</i>
FrSp	typické lesné druhy (druhy tiennych zapojených lesov)	<i>Aegopinella nitens</i>
FrSt	lesostepné druhy; tiež druhy kultúrnej lesostepi (napr. parky, sady) a suchých polootevorených lesných biotopov	<i>Euomphalia strigella</i>
Gn	vodné euryekné druhy (<i>sensu lato</i>)	<i>Bithynia tentaculata</i> , <i>Pisidium casertanum</i>
Hg	suchozemské hygrofilné druhy	<i>Trochulus hispidus</i>
Oh	druhy otvorených stanovišť	<i>Vallonia pulchella</i>
Ph	suchozemské polyhygrofilné druhy	<i>Carychium minimum</i>
Rh	reofilné druhy tečúcich vôd	<i>Pisidium henslowanum</i>
Sh	rozvolnené lesy, preferujú kroviny; tiež na antropicky narušených stanovištiach	<i>Helix pomatia</i>
SiOp	druhy rozvolnených, presvetlených lesov	<i>Vallonia costata</i>
Smt	semiterestrické druhy vlhkých lužných lesov aj vlhkých lúk; tiež na rastlinách a kameňoch v malých vodných telesách	<i>Galba truncatula</i>
St	stojaté a pomaly tečúce vody, brehy jazier, plytké úseky s vodnými makrofytmí; široká ekologická amplitúda	<i>Gyraulus albus</i>
SFl	zvyčajne v pomaly tečúcich vodách ľubovľnej veľkosti s bahňatým dnom	<i>Pisidium subtruncatum</i>
TmPl	periodické mláky	<i>Anisus spirorbis</i>

III. Miestne analytické zóny Mollusca:

Na základe počtu druhov v jednotlivých vrstvách, súčtu zachovaných schránok, ako aj zastúpenia ekologických skupín mäkkýšov bolo možné študovaný profil rozdeliť na 4 miestne malakozóny (MZ 1 – 4), a v rámci nich ešte na dve podzóny. Odzrkadľujú určité vývojové fázy stanovišťa, resp. zmeny v podmienkach pedo-sedimentárneho vývoja študovanej lokality.

Spodná malakozóna **MZ-1** sa vyznačuje takmer absolútnou dominanciou akvatických druhov ulitníkov, poukazujúcich na vodné prostredie poloprietočného alebo periodicky poloprietočného ramena.

Zónu **MZ-1a** v hĺbke 60 až 110 cm reprezentovali hlavne *Valvata piscinalis* a druhy hrachoviek, najmä *Pisidium subtruncatum* a *P. casertanum*. Priemerný počet ulít vo vzorke predstavoval 25 kusov a priemerný počet druhov bol 6. V tejto zóne boli zastúpené ešte aj niektoré reofilné druhy, napr. *Pisidium henslowanum*.



Obrázok 9. Diagram makrofosílií ulitníkov (Mollusca) zo skúmaného profilu: základné údaje o zastúpení ekologických skupín, počte druhov, ulít a parametroch analyzovaných vzoriek.

Figure 9. Diagram of Mollusca showing 1. a number of shells, 2. number of species, 3. sample weight and 4. proportion of ecological groups, respectively, as related to the layer depth.

Zóna **MZ-1b** v hĺbke 40 až 60 cm sa vyznačovala najnižším priemerným počtom druhov v rámci celého profilu (4 – 5), avšak zároveň tu bol zaznamenaný najväčší počet ulít. V druhovo chudobnej zóne prevládali vodný eurytopný druh *Valvata piscinalis* a kotúľka ryhovaná (*Gyraulus albus*), prevažne stagnikolný druh, na území Bratislavy dnes pomerne vzácny (ČEJKA et al., 2020).

Zóna **MZ-2** v hĺbke 30 až 40 cm charakterizuje prechod z prevládajúceho vodného prostredia do suchozemských podmienok. Počet ulít vodných mäkkýšov v nej klesol, celkový počet druhov sa však zdvojnásobil. Objavujú sa zástupcovia semiterestrických a terestrických hygrofilných aj polyhygrofilných druhov (*Galba truncatula*, *Carychium minimum*), indikujúce napr. z hľadiska mokradných rastlín tzv. limóznou a terestrickú ekofázu. Zároveň je v tejto zóne dôležitá ale aj prítomnosť druhov otvorených stanovišť (napr. *Vallonia pulchella*) a preferujúcich rozvoľnené presvetlené lesy (*Vallonia costata*).

V zóne **MZ-3** v hĺbke 10 – 30 cm dosiahol počet druhov vo vzorke maximum v rámci profilu. Prevažujú v nej polyhygrofilné (*Carychium minimum*), ale už aj hygrofilné (Hg – *Trochulus hispidus*) druhy, prístupujú zástupcovia lesných silvikolov (FrHg). Zóna zrejme reprezentuje vlhký mäkký lužný les asociácie *Salici-Populetum* (JURKO, 1958). Poslednou jasne vyhranenou zónou je **MZ-4** v hĺbke 0 – 10 cm s úplnou prevahou typických druhov zatienených lesov (napr. *Aegopinella nitens*). Je to zóna súčasného prechodného až tvrdého lužného lesa, ktorý sa na Pečni vytvoril po regulácii Dunaja, ustálení zmien hladinového režimu, výstavbe protipovodňovej hrádze, ale aj pod vplyvom lesohospodárskych zásahov. V tejto zóne takmer úplne dominujú terestrické druhy mäkkýšov, z vodných sa tu našlo len niekoľko ulít *Bithynia tentaculata*.

PALEOZÁNAM MÁKKÝŠOV AKO PRAMEŇ PRE POZNANIE VÝVOJA ALUVIÁLNEJ KRAJINY DUNAJA
V DEVÍNSKEJ BRÁNE



Obrázok 10. Ostrov Pečňa, diagram zastúpenia väčšiny vodných (hore) a suchozemských (dole) mäkkýšov.

Figure 10. Pečňa Island, diagrammatic representation of most of the aquatic (upper) and terrestrial molluscs (lower).

IV. Rastlinné a živočíšne makrozvyšky

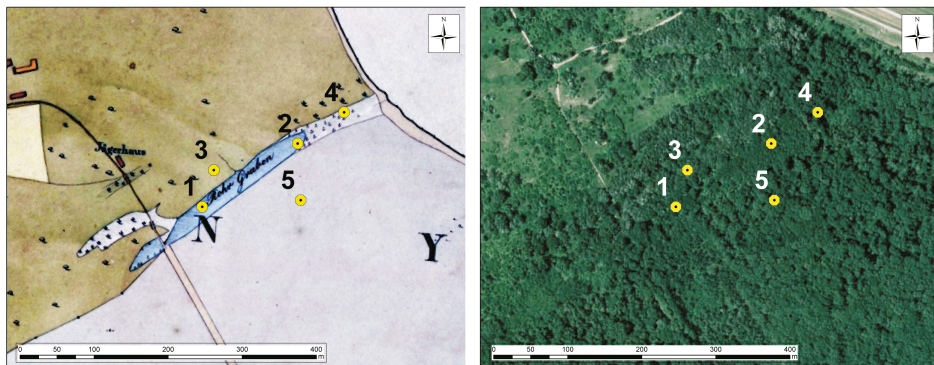
Napriek tomu, že v skúmanom profile dnes prevládajú podmienky s rýchlym rozkladom pôdneho biologického materiálu (cf. JACOMET, 2007) sa výplavom podarilo zachytiť aj ojedinelé semená rastlín, ktoré sú súčasťou pôdnej semennej banky lesnej vegetácie. V hĺbke 0 až 10 cm sme napr. identifikovali semená agátu (*Robinia pseudoacacia*), bazy čiernej (*Sambucus nigra*), cesnaku medvedieho (*Allium ursinum*), inváznej netýkavky

malokvetej (*Impatiens parviflora*), ale aj niektorých druhov fialiek (*Viola* spp.). V hĺbke 20 až 30 cm sme okrem bazy našli aj 1 oospóru rias (Charales).

Subfosilné makrofosilie sme dokumentovali až vo vzorkách z najnižšej časti profilu. Niekdajšie vodné prostredie dokladajú opäť oospóry rias (Charales; 20ks) v hĺbke 70 – 80 cm. Vo vzorke zo 100 až 110 cm sme doložili nielen výskyt žabníka (*Alisma* sp.), ale aj 26 tzv. statoblastov machoviek (Bryozoa), a tiež 1 uhlík. Sladkovodné machovky mierneho pásma sú drobné vodné živočíchy, hermafrodity, ktoré na jeseň hynú a zimu prečkávajú vo forme hibernačných púčikov – statoblastov. Žijú prevažne v litoráli stojatých vôd (rybníky, vodné nádrže), kde pokrývajú kamene, schránky mäkkýšov a pod. (FRANC, 2005).

V. Súčasná vegetácia

Súčasnú lesnú vegetáciu na dne skúmanej priehlbne a v jej bezprostrednom okolí charakterizuje 5 fytoocenologických zápisov. Snímkovanie zachytáva jarň aspekt vegetácie dňa 7. mája 2019. Pokryvnosti jednotlivých vrstiev a počty druhov v nich sú graficky znázornené na Obrázok 13 (a, b).



Obrázok 11. Lokalizácia fytoocenologických zápisov v súčasných lesoch (ortofotomapa) a ich priemet do situácie v r. 1828.

Figure 11. Location of phytosociological relevés in current woods (orthophotomap) and their overlay into the situation in 1828.

Terénna depresia: jej plocha figuruje ako samostatná JPRL 344 b s výmerou 1,38 ha. Vek porastu je 35 rokov (v r. 2021), plánovaný rubný vek 120 rokov. Dnes sú stromy v rastovej fáze tenkej kmeňoviny, hrúbky 20 – 27 cm. V rámci celého porastu prevládajú vysadený jaseň úzkolistý (zastúpenie 80 %), javor horský (15%) a agát (5 %). Dreviny mali v r. 2016 výšku 17 – 19 m. Súčasnú vegetáciu reprezentujú zápisy č. 1 a 2:

Zápis č. 1: priamo v mieste pedologickej sondy na dne depresie, ktorá je zahĺbená asi 2,5 – 3 m, o šírke asi 13 m. Plocha zápisu je 13 × 30 m. Ide o zmiešaný viacúrovňový porast jaseňa, orecha vlašského (*Juglans regia*) a brestu (*Ulmus laevis*). Orech pochádza z prirodzeného zmladenia (semená, čiastočne výmladky). V stromovej vrstve je primiešaný aj invázný agát (*Robinia pseudoacacia*). Bylinnú vrstvu tvorí 26 taxónov s početným zastúpením semenáčikov drevín (Tabuľka 1), hlavne domáceho brestu, ale i nepôvodného

invázneho javorovca jaseňolistého (*Acer negundo*). Z bylín v E_1 dominoval medvedí cesnak (*Allium ursinum*). Prítomnosť subdominantnej netýkavky (*Impatiens parviflora*) indikuje, že po odumretí cesnaku tento invázny terofyt naplno obsadil uvoľnenú nikú a v lete bude zrejme dominovať.

Zápis č. 2: vysadený hospodársky les pri dolnom ústí bývalého ramena tvorí porast javora horského (*Acer pseudoplatanus*) s jaseňom (*Fraxinus angustifolia*), v pravidelnom spon. Plocha zápisu 20×30 m, pokryvnosti pozri Obrázok 13; súradnice $48^\circ 08' 9,6''$ N, $17^\circ 04' 52,6''$ E, presnosť ± 7 m. Vo vrstve E_2 dominuje *Acer negundo*. Bylinnú vrstvu tvorí až 33 taxónov. Prevláda v nej *Impatiens parviflora*, subdominantou je opäť medvedí cesnak. Významnejšie je ešte zastúpená *Stellaria media*, pôvodný nitrofilný terofyt.



Obrázok 12. Na SZ brehu skúmaného ramena na mieste bývalých sadov a záhrad na geneticky staršom teréne sa dnes nachádza sekundárny prechodný lužný les asociácie *Fraxino – Populetum*. Zápis č. 3. Foto P. Pišút, 7. 5. 2019.

Figure 12. The NW bank of examined depression which had been deforested in the past is presently overgrown by secondary transitional floodplain forest of the association *Fraxino – Populetum*. Relevé n. 3. Photo P. Pišút, 7. 5. 2019.

Okolie ramena reprezentujú zápisy č. 3 – 5:

Zápis č. 3: na SZ brehu bývalého ramena sa v súčasnosti nachádza vzrastlý porast topola sivého s jaseňom. Ide o plochu bývalých sadov / záhrad (ešte v r. 1955 – 1961), ktorá nefiguruje ako lesný pôdny fond. Sekundárny prechodný lužný les (Obrázok 12) rastie na okraji geneticky staršieho, mierne vyvýšeného terénu bývalého jadra ostrova Pečna a vznikol prirodzeným zmladením po roku 1970. Plocha zápisu 20×20 m, súradnice: $48^\circ 08' 8,3''$ N, $17^\circ 04' 47,1''$ E, ± 8 m.

Topole sivé (*Populus × canescens*) dosahujú priemernú hrúbku ca 60 cm. V podúrovni, ale i hlavnej stromovej úrovni porastu je primiešaný agát. Vo vrstve krov prevláda svíb (*Cornus sanguinea*). V bylinnej vrstve dominujú *Allium ursinum* a *Impatiens parviflora* (Tabuľka 3). Aj tu sú bohato zastúpené semenáčky a odrostajúce jedince drevín a krov, najviac domáci jaseň *Fraxinus angustifolia*.

Zápis č. 4: reprezentuje skupina starých mohutných topolov čiernych (*Populus nigra*) s brestami a jaseňom v hlavnej úrovni z prirodzeného zmladenia na dne bývalého ramena, ktoré obtekalo ostrov Leopoldova niva. Terén je relatívne mladý – vznikol až v tridsiatych rokoch 19. storočia (pred r. 1835). Plocha zápisu: 15×30 m, súradnice: $48^\circ 08' 11,3''$ N, $17^\circ 04' 55,1''$ E (± 8 m).

V stromovej podúrovni sa presadzujú brest a javor horský (Tabuľka 3). Štruktúra bylinného podrastu je mozaikovitá. V jarnom aspekte prevažovali jarné geofyty *Allium ursinum*, *Galanthus nivalis* a *Anemone ranunculoides*. Fyziognomicky sa tu významne uplatnili aj semenáčky javora horského a netýkavky (*Impatiens parviflora*).

Zápis č. 5: je v JPRL 351 a, ktorý lemuje priehľbeň z východnej strany (súradnice: 48° 08' 7,4" N, 17° 04' 52,9" E, presnosť ± 9 m). Reprezentuje geneticky o niečo mladší terén, ako zápis č. 3. Ide o les osobitného určenia vo veku 75 rokov v rastovom stupni strednej kmeňoviny. Rubná doba porastu je 130 rokov. V poraste ako celku prevládajú jaseň úzkolistý (80 %), agát (10 %), javor horský (5%) a mliečny (5%). Tomu približne zodpovedá aj skladba druhov v mieste zápisu (Tabuľka 3). Krovinnú vrstvu tvorili 3 taxóny; bylinnú vrstvu, takmer súvislo zapojenú, 19 druhov. Dominovali *Allium ursinum* a *Impatiens parviflora*. Vyššiu pokryvnosť mala snežienka (*Galanthus nivalis*).

Všetky zápisy zo skúmaného územia možno v syntaxonomickom systéme zaradiť do asociácie *Fraxino pannonicae* – *Ulmetum* Soó in Aszód 1936 corr. Soó 1963, triedy *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937, radu *Fagetalia* Pawlowski et al. 1928, podzväzu *Ulmenion* Oberd. 1953 (JAROLÍMEK et al., 2008). Ide o nížinné lužné lesy charakteru prechodných až tvrdých lužných lesov.

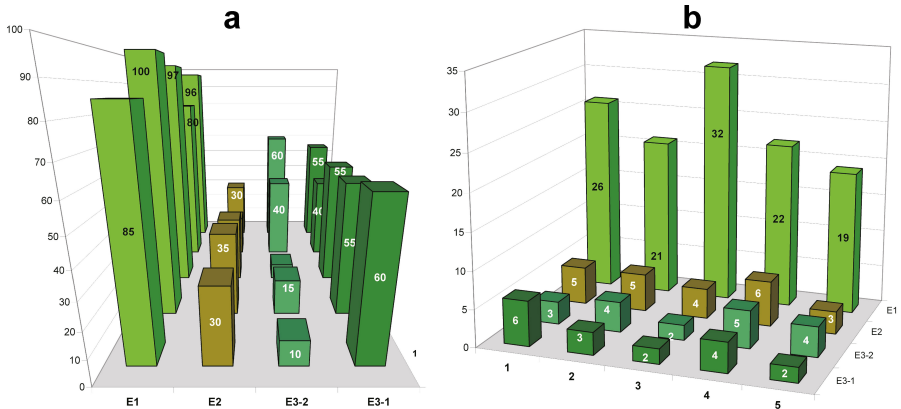
Tabuľka 3. Fytocenologická tabuľka, zápisy 1 – 5.

Table 3. Phytosociological table, relevés 1 – 5.

Fytocenologický zápis č.	1	2	3	4	5	Fytocenologický zápis č.	1	2	3	4	5
E3						E1 (pokračovanie):					
<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	2	2	1	4	<i>Fraxinus angustifolia</i>	-	-	3.2	r	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	3	-	-	1	<i>Cornus sanguinea</i>	+	-	2.1	r	-
<i>Populus × canescens</i>	+	-	3	-	-	<i>Ulmus laevis</i>	l	r	r	-	+
<i>Populus nigra</i>	-	-	-	3	-	<i>Ligustrum vulgare</i>	-	-	1.1	-	-
<i>Clematis vitalba</i>	+	-	-	-	-	<i>Stellaria media</i>	r	3.2	-	-	-
<i>Juglans regia</i>	3	-	-	-	-	<i>Parietaria officinalis</i>	r	1.2	-	r	+
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	-	+	-	-	<i>Rubus caesius</i>	+	+	r	+	-
<i>Ulmus laevis</i>	-	-	-	1	-	<i>Stachys sylvatica</i>	r	+	-	r	+
<i>Viscum album</i>	r	-	-	-	-	<i>Acer campestre</i>	r	-	-	r	r
<i>Acer platanoides</i>	-	-	-	+	-	<i>Juglans regia</i>	-	r	-	r	r
E3-2						<i>Lamium maculatum</i>	-	r	-	r	r
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	1	1	2	1	<i>Sambucus nigra</i>	r	-	+	-	r
<i>Fraxinus angustifolia</i>	+	1	-	1	1	<i>Aesculus hippocastanum</i>	-	r	-	r	-
<i>Ulmus laevis</i>	2	-	-	2	3	<i>Heracleum sphondylium</i>	-	r	-	-	r
<i>Juglans regia</i>	-	-	+	+	+	<i>Arctium lappa</i>	r	-	r	-	-
<i>Padus avium</i>	1	-	-	-	-	<i>Crataegus monogyna</i>	r	-	r	-	-
<i>Clematis vitalba</i>	-	-	+	+	-	<i>Geum urbanum</i>	r	-	r	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	1	-	-	<i>Ficaria bulbifera</i>	+	r	-	-	-
E2						<i>Polygonatum latifolium</i>	-	-	r	-	+
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	r	r	2	2	<i>Populus alba</i>	r	r	-	-	-
<i>Cornus sanguinea</i>	+	-	3	r	-	<i>Viola reichenbachiana</i>	r	-	-	+	-
<i>Acer negundo</i>	2	3	-	r	-	<i>Ailanthus altissima</i>	-	r	-	-	-
<i>Juglans regia</i>	-	r	1	-	1	<i>Ajuga reptans</i>	-	-	r	-	-
<i>Sambucus nigra</i>	-	-	+	+	-	<i>Euonymus europaea</i>	r	-	-	-	r

PALEOZÁZNAM MÁKKÝŠOV AKO PRAMEŇ PRE POZNANIE VÝVOJA ALUVIÁLNEJ KRAJINY DUNAJA
V DEVÍNSKEJ BRÁNE

<i>Ligustrum vulgare</i>	-	-	+	-	-	<i>Alliaria petiolata</i>	-	-	-	r	-
<i>Padus avium</i>	1	-	-	-	-	<i>Chelidonium majus</i>	-	r	-	-	-
<i>Viburnum opulus</i>	r	-	-	-	-	<i>Anthriscus sylvestris</i>	-	r	-	-	-
<i>Acer campestre</i>	-	-	-	r	-	<i>Colchicum autumnale</i>	r	-	-	-	-
E1						<i>Hedera helix</i>	r	-	-	-	-
<i>Allium ursinum</i>	5.5	3.3	4.4	3.3	4.5	<i>Melica nutans</i>	-	-	r	-	-
<i>Impatiens parviflora</i>	3.3	4.3	4.3	3.3	4.3	<i>Padus avium</i>	-	-	+	-	-
<i>Galanthus nivalis</i>	+	1.1	-	2.2	2.2	<i>Physalis alkekengi</i>	-	+	-	-	-
<i>Galium aparine</i>	+	1.1	r	r	r	<i>Prunus avium</i>	-	r	-	-	-
<i>Aegopodium podagraria</i>	-	1.2	-	1.1	-	<i>Glechoma hederacea</i>	-	r	-	-	-
<i>Anemone ranunculoides</i>	-	r	-	2.2	-	<i>Stenactis annua</i>	-	r	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	r	+	3.1	1.2	<i>Urtica dioica</i>	-	+	-	-	-
<i>Viola odorata</i>	r	r	+	+	2.1	<i>Veronica hederifolia</i>	-	r	-	-	-
<i>Acer platanoides</i>	+	-	r	1,1	+	<i>Viburnum opulus</i>	-	r	-	-	-
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	r	r	+	r	+	<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	+	-
<i>Acer negundo</i>	1	1.1	r	-	-	<i>Ribes sp.</i>	-	-	-	-	r



Obrázok 13. Pokryvnosti (a) jednotlivých etáží fytoecenologických zápisov (E_{3-1} – vrstva stromov, hlavná úroveň; E_{3-2} vrstva stromov, podúroveň; E_2 – vrstva krov; E_1 – bylinná vrstva). b) počty druhov v jednotlivých etážach.

Figure 13. Cover percent of vegetation layers (a – left) and numbers of tree species in individual layers (b, right). E_{3-1} – tree layer, main canopy; E_{3-2} tree layer, mid-storey; E_2 – shrub layer; E_1 – herb layer.

DISKUSIA

Súčasná vegetácia. Po vyše dvesto rokoch sukcesie dnes na dne bývalého ramena ani v jeho blízkom okolí takmer niet stôp po vodnom alebo močiarnom prostredí. Naopak, nachádzajú sa tu vzrastlé zapojené lesy charakteru prechodných až tvrdých luhov podzväzu *Ulmion* (Obrázok 12). Napriek prítomnosti inváznych taxónov (*Robinia pseudoacacia*, *Negundo aceroides*, *Impatiens parviflora*, *Parietaria officinalis*) majú prevažne prirodzenú druhovú skladbu. Dreviny boli pomerne početne zastúpené aj v bylinnej vrstve porastov v počte od 8 (zápisy č. 4 a 5) do 10 druhov (č. 1, 2, 3), čo svedčí o výbornej prirodzenej obnove.

Medzi jednotlivými porastami na skúmanej ploche a v jej tesnej blízkosti sú len malé rozdiely. V rámci nedávno revidovanej syntaxonómie nížinných lužných lesov a vylíšených štyroch hlavných podtypov asociácie *Fraxino pannonicae-Ulmetum*, je možné naše zápisy detailnejšie rozčleniť do 1. relatívne vlhšej subasociácie *Fraxino pannonicae-Ulmetum populetosum* (Jurko, 1958) Džatko 1972 a 2. mezofilnejšej subas. *carpinetosum* (Simon, 1957) Džatko 1972. Na základe prítomnosti alebo absencie diferenciálnych taxónov sa však vo všetkých prípadoch už prikláňame skôr k druhému, mezofilnejšiemu typu. Charakteristickou preň je napríklad prítomnosť jarnej dominanty *Allium ursinum* vo všetkých zápisoch. Cesnak medvedí je v rámci asociácie *Fraxino pannonicae-Ulmetum* práve diferenciálnym druhom subas. *carpinetosum* (PETRÁŠOVÁ & JAROLÍMEK, 2012). Je aj diagnostickým druhom zväzu *Aceri tatarici-Quercion*, triedy *Quercio-Fagetea* (cf. JAROLÍMEK & ŠIBÍK, 2008).

Toto zaradenie potvrdzuje aj prítomnosť subdominantnej *Impatiens parviflora*, ktorá je tiež vlhkosťne tolerantným, mezofilnejším druhom. Celkove druhy, náročnejšie na vlhkosť sú v zápisoch málo početné, resp. absentujú. Z drevín sú výnimkou len *Populus × canescens* (zápis č. 3) a *P. nigra* (zápis č. 4).

Oba porasty na dne samotnej terénnej depresie (zápis č. 1 a 2) by v staršej klasifikácii podľa Jurka (1958) patrili k tzv. prechodnému lužnému lesu asociácie *Fraxino-Populetum* (stojacemu medzi hygrofilným mäkkým a mezofilným tvrdým luhom). K druhému typu, ktorý by predstavoval syntaxón *Ulmeto-Fraxinetum aegopodietosum* JURKO, 1958, patrí zápis č. 5. Je zaujímavé, že k tejto mezofilnejšej jednotke patrí podľa skladby vegetácie aj zápis č. 4, hoci absolútny vek daného stanovišta (= dno bývalého ramena s koncom aktivity pred r. 1835) je „len“ 184 rokov. Priam modelovým porastom asociácie *Fraxino-Populetum*, prinajmenšom z hľadiska hlavných drevín, by bol v zaradení JURKA (1958) zápis č. 3.

Vývoj stanovišta a pôdy. Historické mapy dokladajú kontinuálnu prítomnosť vodnej plochy v odstavenom ramene do prvej tretiny 19. storočia. V r. 1767, pred zmenou toku Dunaja, malo slepé rameno ešte šírku do 67 m, dĺžku vyše 1 300 m a predstavovalo typ *parapotamál* (cf. KRNO, 2009). Zrejme tu rástli aj niektoré z najmenej 21 druhov vodných a močiarnych rastlín, ktoré v osemdesiatych rokoch 18. storočia zo stojatých vôd a mokradí Pečne udáva Š. LUMNITZER (1791). Sedimentácia materiálu na dne periodicky poloprietočného ramena bola sprvoti ešte pomerne intenzívna. Svedčia o tom niekoľko centimetrov hrubé vrstvy hĺn, ukladané na štrkopieskoch korytovej fácie ramena, zodpovedajúce jednotlivým vysokým vodám. Postupne sa však prírastky nánosov spomaľovali. V prvých dekádach 19. storočia bolo už rameno

neprietočné (typ: *plesiopotamál*) s izolovanou vodnou plochou plytkého riečného jazera so stojatou vodou o rozmeroch 300 × 25 m (Obrázok 11). Časť koryta alebo jeho litorál zrejme pokrývali aj porasty trste (*Phragmites australis*) – dokladá to nemecký miestny názov *Rohrgraben* (Trstinová priehľbeň; 1828). Skutočnosť, že šírka ramena bola zhruba dvojnásobná, ako dnes, poukazuje aj na antropické modifikácie reliéfu (prihrnutie zeminy do ramena pri úpravách terénu, napr. po holorubnej ťažbe dreva).

Po zazemnení vodnej plochy ramena pokrývala dno depresie pravdepodobne minerálna pôda typu glej modálny, s priemernou HPV plytko pod povrchom, každopádne už v hĺbke do 50 cm. Horizont A/C(Gor)c s príznakmi glejovatenia, ale aj horizonty Gorc pod ním predstavujú vlastne pôvodný *glejový redukčný Grc-horizont*, ktorý sa v minulosti vytvoril vďaka trvalému hydromorfnému ovplyvneniu pedónu. Znak oxidáčno-redukčných procesov sú v nich preto hlavne subfosílného charakteru a odzrkadľujú vlhkostný režim pôdy na lokalite v minulosti (cf. JURKO, 1958; UHERČÍKOVÁ & PIŠŮT, 2013).

Ako sme načrtli vyššie, vodný režim lokality sa v priebehu posledných 250 rokov postupne menil, a to etapovite. Prvý, hoci ešte nie výrazný pokles priemernej HPV môžeme predpokladať už v 70. rokoch 18. storočia po presune Dunaja na severnú stranu Pečenského ostrova. Nové koryto sa vtedy rozširovalo nielen bočnou, ale aj dnovou eróziou, ktorá postupovala proti prúdu rieky (cf. PIŠŮT, 2016-2017). Ďalší pokles HPV nastal od r. 1832 v súvislosti s regulačnými úpravami úseku Devín – Hamuliakovo (PIŠŮT, 2018). Hlavný tok sa vtedy vzdialil od ramena, takže rádo vo klesla aj sedimentácia plavenín (mocnosť vrstvičiek už iba v mm až cm). Pri dne depresie sa vtedy voda zrejme ešte stále nachádzala v hĺbke do 1 m (pôdny typ: fluvizem glejová). V tomto režime asi pôda existovala prinajmenšom niekoľko desaťročí. Po definitívnej regulácii Dunaja na strednú vodu (PIŠŮT, 2016-2017), a napokon po r. 1961 ale hladina ďalej poklesávala. Tento nepriaznivý trend pozastavilo až sprevádzkovanie Hrušovskej zdrže VD Gabčíkovo. Súčasná hĺbka HPV pod terénom determinuje klasifikáciu dnešnej pôdy k typu fluvizem modálna (cf. SOCIETAS PEDOLOGIA SLOVACA, 2014).

Veľmi vysoký obsah humusu (7,12 %), vyšší ako u bežných fluvizemí (cf. JURKO, 1958; FULAJTÁR et al., 1998) naznačuje vývojovú tendenciu resp. postupnú transformáciu aluviálnych pôd východnej časti PL (za hrádzou) po zmene vodného režimu smerom k automorfným pôdam černoziemného typu s molickým Amc-horizontom. Je to nielen vďaka polohe v klimaticky teplej a suchej oblasti (no už bez výraznejšieho vylepšovania vlhovej bilancie kapilárnym vztlánaním), ale i vďaka priaznivému priebehu humifikácie a obsahu karbonátov. Podobný vývoj prebieha napr. aj v Jarovskej Bažantnici (UHERČÍKOVÁ a PIŠŮT, 2013), ale i v Rakúsku na alúviu Dunaja pod Viedňou (cf. GERZABEK et al., 2010). Už v priebehu desiatok až stoviek rokov sa pritom menia nielen podiel železa (Fe_0/Fe_d , ukazovateľ zvetrania) v aluviálnych pôdach, ale časom významne rastie aj obsah organického fosforu, ktorý sa postupne vyrovná obsahu apatitového P, prevládajúceho v čerstvých povodňových náplavoch Dunaja (cf. ZEHETNER et al., 2008).

Fosílnne spoločenstvá mäkkýšov. Analýza dunajských sedimentov potvrdila predpoklad, že skúmaný profil v karbonátových náplavoch môže obsahovať dostatok ulít na paleoenvironmentálnu rekonštrukciu. Preplavom vzoriek sa podarilo identifikovať spolu 33 druhov mäkkýšov. Napriek tomu, že ide o spektrum druhov v rámci celého vývoja hydrosérie v čase a nie o jednorazový faunistický snímok konkrétneho biotopu v určitom momente, zistený počet druhov ulitníkov je aj v porovnaní s ochranársky významnými lokalitami Podunajska vcelku vysoký. Tak napr. v NPR Čičovské rameno bolo zistených 36 druhov, v NPR Klátovské rameno 32 druhov a v NPR Parížske močiare dovedna identifikovali 24 druhov (ČEJKA et al., 2015).

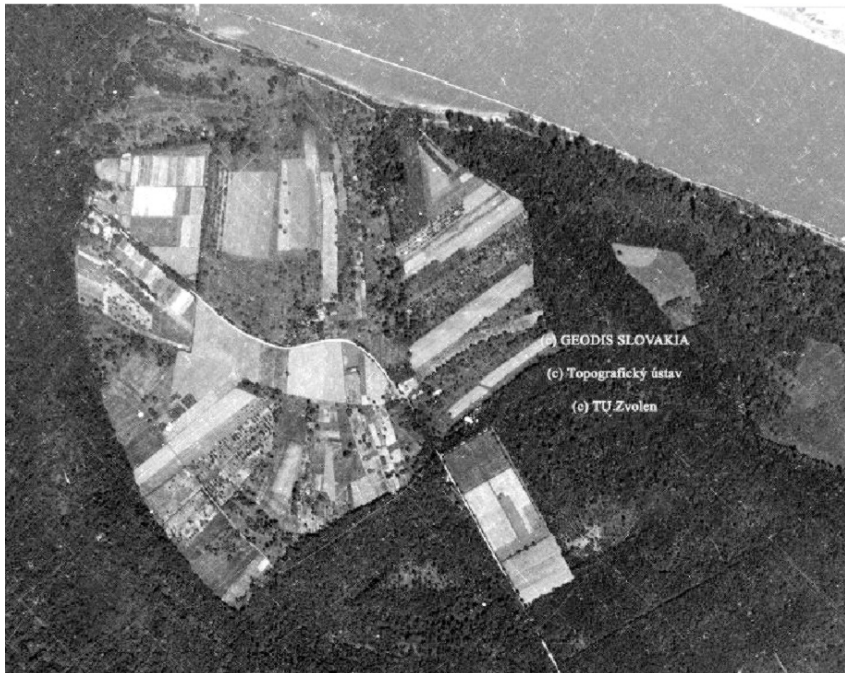
FSM z riečnych alúvií môžu okrem schránok tých, ktorí žili priamo *in situ*, alebo v blízkom okolí, obsahovať aj alochtónne schránky mäkkýšov, naplavené na lokalitu za povodní aj zo vzdialenejších vyššie položených polôh a prítokov povodia, prípadne spláchnutých z okolitých svahov (cf. LOŽEK, 2011). Ich interpretácia preto nemusí byť priamočiara a vyžaduje si opatrnosť. V našom prípade však analyzované malakocenózy pomerne dobre odzrkadľujú nielen sukcesiu hydrosérie odstaveného ramena, ale aj prítomnosť vegetačných foriem priamo na dne a v litoráli depresie, ba aj v jej tesnom susedstve. Okrem toho v skúmanom profile umožnili veľmi dobre oddeliť subhydrickú fázu sedimentácie v zavodnenom ramene od následnej terestrickej fázy vývoja stanovišťa po jeho vyschnutí (epizodickou akreciou povodňových hĺn).

Mladší segment alúvia východne od skúmanej depresie súvisle porastali v prvých dekádach 18. storočia lužné lesy, ktoré vznikli náletom semien na obnažené, prirastajúce dunajské náplavy. Dokladajú to historické mapy, napr. z r. 1753 (č. 2 v zozname). Bezpochyby teda išlo o hygrofilné, pravidelne zaplavované vrbovo-topolové lesy (mäkký lužný les, asoc. *Salici-Populetum*). Po zmenách vodného režimu v určitej vývojovej fáze, konkrétne po r. 1832, tento typ lesa kolonizoval aj obnažené brehy a časti dna skúmanej depresie. S najväčšou pravdepodobnosťou je doložený práve malakozónami MZ-2 a najmä MZ-3 v hĺbke 10 – 30 cm. Svedčia o tom charakteristické polyhygrofilné druhy mäkkýšov (*Carychium minimum*, *Zonitoides nitidus*) či hygrofilné *Vitrea crystallina* a *Trochulus hispidus*. Rovnakú prechodnú fázu vlhkého lesa – mäkkého luhu – zachytila aj analýza náplavov vo Vlčom Hrdle, ktoré sa usádzali na holej štrkopieskovej lavici od r. 1780 (PIŠŤT & ČEJKA, 2002).

ČEJKA (2000) pri rozbere schránok mäkkýšov, naplavených na brehu ostrova Sihof pri povodni v r. 1999 zistil, že hoci materiál obsahoval až 70 druhov mäkkýšov (= $\frac{3}{4}$ všetkých druhov, známych z Podunajska k danému roku), druhy viacerých čeladií v ňom z rôznych dôvodov chýbajú (napr. tie s veľkými a ťažkými schránkami). Najpočetnejšími boli terestrické vlhkomilné druhy lužných lesov (*Zonitoides nitidus*, *Succinea putris*, *Pseudotrachia rubiginosa*). Druhy otvorených priestranstiev (najmä *Vallonia pulchella*) tvorili 6,7% a druhy lesostepné len 2% z celkového počtu suchozemských druhov v náplavoch. Tieto poznatky majú význam aj pre interpretáciu našej nálezovej situácie.

V rámci prechodnej zóny MZ-3 boli i v našom profile zachytené niektoré patentikoly, dnes typické aj pre tzv. kultúrnu step. Tieto môžu teoreticky pochádzať aj úsekov pozdĺž rieky vyššie proti prúdu Dunaja. Najlogickejšou sa však javí práve hypotéza, že sú z poľnohospodárskej enklávy otvorenej krajiny s ovocnými sädmi, záhradami

a lúkami (plocha o rozlohe asi 51 ha) za SZ brehom ramena, v tesnom susedstve priehlbne. Ich potenciálnym zdrojom mohla byť aj lesná škôlka, neskôr roľa za východným brehom depresie, ktorá tu existovala ešte v r. 1950 (Obrázok 14). Môžeme teda predpokladať, že FSM z terénnej depresie obsahuje aj malý počet alochtónnych redeponovaných ulít z lokalít a porastov, vzdialených desiatky, prípadne aj stovky metrov. Toto percento je však nevýznamné, keďže spodná časť profilu v podstate obsahovala len vodné (autochtónne) druhy. Vodným druhom, kde zrejme treba tiež uvažovať aj s prítomnosťou naplavených ulít, by mohla byť napr. bitýnia bahenná (*Bithynia tentaculata*, eurytopný druh nížinných vôd). Jej ulity boli roztrúsené prítomné, hoci len v počte niekoľko kusov vo vzorkách z väčšej časti profilu. Každopádne aj vzhľadom na celkový zistený počet druhov v našich FSM zrejme alochtónny materiál mákkýšov tvorí len malé percento.



Obrázok 14. Systém maloblokových parciel s ovocnými sadičkami, lúkami s rozptýlenými drevinami a poličkami – odlesnená enkláva staršieho jadra ostrova Pečňa na historickej ortofotomape (1950). Obdĺžniková plocha = lesná škôlka.

Figure 14. System of small-scale landholdings with orchards, meadows, scattered trees and patchy fields – a deforested enclave on the core of Pečňa Island captured on historical orthophotomap (1950). Rectangle area = forest tree nursery.

Niekedy medzi rokmi 1950 a 1989 väčšinu ovocných a ostatných drevín poľnohospodárskej enklávy vyrúbali a celú plochu rozorali. Stopy brázd, prechádzajúcich krížom cez predchádzajúce maloblokové parcely zreteľne ukazuje digitálny model povrchu terénu,

odvodený z údajov LIDARu (Obrázok 5). Stalo sa tak buď už v šesťdesiatych rokoch 20. storočia po zriadení hraničného pásma, alebo v druhej polovici osemdesiatych rokov v súvislosti s výstavbou mosta Lanfranconi.

Klimaxovú fázu sukcesie na dne ramena reprezentuje malakozóna MZ-4 (hĺbka 0 – 10 cm). Prevládajú v nej druhy lesného ilýrskeho regiotypu, typické pre väčšinu dnešných bratislavských lužných lesov (cf. ČEJKA et al., 2020) – *Aegopinella nitens*, *Monachoides incarnatus*, *Petasina unidentata*, *Euomphalia strigella* a *Urticola umbrosus*. Skladba druhov ulitníkov je podobná tej, ktorú opisujú ČEJKA et al. (l. c.) v 3 faunistických snímkoch z ostrova Pečna (z r. 2011 až 2015). Ako suverénne dominantný druh sa všade uplatňuje jagavka lesklá (*Aegopinella nitens*) – typický lesný druh tiennych zapojených lesov, v menšej miere potom aj ďalšie nami zaznamenané druhy. Hygrofilné, polyhygrofilné a lesné hygrofilné druhy sa dnes v území vyskytujú len ojedinele.

ZÁVER

V práci prezentujeme výsledky interdisciplinárneho výskumu, ktorý vzájomne prepojil tak terénny (paleozáznam mäkkýšov + pôda + vegetácia), ako aj archívny výskum. Predmetom štúdia boli zachované fosílné schránky mäkkýšov, okrajovo aj rastlinné makrozvyšky v 1,2 m hlbokom pôdnom profile, vyvinutom v prachovito – hlinitých náplavoch bývalého dunajského ramena.

Vďaka vápnitej povahe sedimentov je možné na základe FSM, ktoré sa v nich zachovali, rekonštruovať 4 odlišné malakozóny, resp. fázy v zazemňovaní ramena. Paleolimnologický záznam dobre korešponduje aj s informáciami starých máp o využívaní tohto územia a údajmi o zmenách vodného režimu. Vodné mäkkýše, úplne prevládajúce v spodnej polovici profilu indikujú najprv prostredie periodicky poloprietočného ramena (MZ-1a) a neskôr plytkého jazera až močiara, zarasteného trstou (MZ-1b). Smerom nahor pristupujú suchozemské ulitníky (MZ-2 a 3), ktoré napokon v najvrchnejšej časti celkom dominujú (= humusový horizont súčasnej pôdy; MZ-4).

Skúmaná riečna forma bola pôvodne v 17. storočí súčasťou hlavného toku Dunaja. Postupne sa však transformovala najprv na odstavené bočné rameno typu *parapotamál* (pred r. 1753), neskôr typu *plesiopotamál*. Prísunom povodňových hĺn sa staré koryto postupne zanášalo, vyplytčovalo, ale aj zužovalo. V prvých dekádach 19. storočia sa zároveň ďalšími zmenami koryta Dunaja dĺžka priehlbne skrátila asi o 300 m. V odozve na regulačné zásahy na hlavnom toku (po r. 1830) a na zmeny hladín močaristá depresia vyschla a vodné prostredie úplne zaniklo. Keďže breh Dunaja sa reguláciou posunul ďalej od ramena, prísun alochtónnych naplavených ulít na lokalitu bol stále menej pravdepodobný a značne sa spomalila aj akrcia plavenín. Paleozáznam FSM tak poskytuje nielen hmatateľný dôkaz, ale aj spoľahlivý odhad biotopov, ktoré existovali tak priamo na dne depresie, ale i v susedstve skúmaného ramena. Zároveň dokladá aj priebeh sukcesie lužného lesa v tejto oblasti: súčasné mezohygrofilné lesy sa prinajmenšom sčasti vyvinuli z iníciaľného mäkkého lužného lesa, ktorý vznikol primárnou sukcesiou na holých náplavoch rieky. S tým súvisí aj vývojový rad aluviálnych pôd na dne depresie – od pôdy typu glej modálny, cez fluvizem glejový až po f. modálnu (karbonátová varieta), ktorá je dnes dominantným pôdnym typom aj v celom širšom okolí.

Po úpravách Dunaja na tzv. strednú a malú vodu sa územie ďalej vysušovalo a už ho epizodicky zasahovali len veľké povodne, ako napr. v r. 1965 (HAMBEK, 1995). Radikálne zmeny krajiny nastali po r. 1950: vznik hraničného pásma, výstavba odberných studní, hrádze a cestných telies. Obdobie po r. 1989 napokon odštartovalo sekundárnu sukcesiu aj na bývalej poľnohospodárskej pôde. V súčasnosti je skúmaná terénna depresia zarastená a skrytá v lužnom lese, ktorý je sčasti prirodzeného pôvodu, a sčasti bol umelo vysadený. Tunajšie lesy už majú odlišný charakter ako v 18. storočí – ide o mezofilnejšie typy prechodných až tvrdých lužných lesov podzväzu *Ulmion* so zastúpením viacerých nepôvodných druhov – agát, topoľ I-214, pajaseň žliazkatý, borovica a i.

Hlavné prínosy využitia analýzy subfosílnych schránok mäkkýšov na skúmanej lokalite možno zhrnúť a zovšeobecniť aj pre prípady iných karbonátových alúvií väčších i menších riek Slovenska takto:

1. Základná informácia o faunistickej pestrosti a diverzite mäkkýšov v danej lokalite v čase, spresňujúca údaje o súčasnom a historickom výskyte jednotlivých druhov mäkkýšov a ich ekologických nárokoch;
2. Mäkkýše rozvádžajú a dopĺňajú údaje o synchronnom výskyte vodných i terestrických biotopov v danej lokalite v určitých konkrétnych historických obdobiach a upresňujú ich charakter;
3. FSM umožňujú stratigrafickú koreláciu vrstiev aluviálnych nánosov. V prípade fluviálnych depresií a zazemnených riečnych jazier umožňujú rozpoznať a odlíšiť subhydrickú a terestrickú fázu vývoja sukcesie hydrosérie.
4. FSM dobre korelujú s využívaním krajiny v študovaných segmentoch nív, rekonštruovaných na základe historických máp či pramenných údajov.
5. Sukcesia malakozón potvrdila historickú existenciu „vlhkej fázy“ v existencii ostrova Pečna (MZ-3), indikovanú starými mapami aj botanickými údajmi (cf. LUMNITZER, 1791) a to aj *s. stricto* – existenciu vlhkého lužného lesa s dominanciou hygrofilných a polyhygrofilných druhov aj priamo *in situ*, na dne študovanej depresie, ktorý predchádzal dnešnému typu lesa *Fraxino pannonicae-Ulmetum*.
6. Poznatky o genéze biotopov dnešných chránených území majú praktický význam v praxi ochrany prírody z hľadiska ich ďalšieho manažmentu.

Výsledky práce ilustrujú potenciál analýzy živočíšnych a rastlinných makrozvyškov pri rekonštrukcii prírodného prostredia a historicko – geografickom výskume aluviálnych krajín strednej Európy.

POĎAKOVANIE

Práca vznikla vďaka podpore VEGA v rámci riešených projektov 1/0781/17, 2/0079/18, 1/0555/20 a 2/0108/21, ako aj výskumnej úlohy „Štúdium vybraných invázných, vzácnejších a ohrozených druhov flóry Slovenska na vytipovaných lokalitách Podunajskej nížiny a Malých Karpát“, riešenej v SNM-PM.

LITERATÚRA

- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Pflanzensozologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3rd ed. Springer Verlag, Wien. 631 p.
- ČEJKA, T., 2000. Analýza náplavov Dunaja pri Bratislave v oblasti slovensko-rakúskej hranice z malakozoológického hľadiska. *Folia Faunistica Slovaca*, 5: 73-80.
- ČEJKA, T. – ČAČANÝ, J. – DVOŘÁK, L., 2020. Mäkkýše Bratislavy. Slovenské národné múzeum, Bratislava, 175 p.
- ČEJKA, T. – ČAČANÝ, J. – HORSÁK, M. – JUŘÍČKOVÁ, L. – BUĐOVÁ, J. – DUDA, M. – HOLUBOVÁ, A. – HORSÁKOVÁ, V. – JANSOVÁ, A. – KOCURKOVÁ, A. – KORÁBEK, O. – MAŇAS, M. – ŘÍHOVÁ, D. – ŠÍZLING, A. L., 2015. Vodné mäkkýše ochranný významných lokalít na Podunajskej nížine. *Malacologica Bohemoslovaca*, 14: 5-16.
- ČEJKA, T. – HAJNALOVÁ, E., 2000. Reconstruction of environment in the surrounding areas of Komárno in the Roman period on the basis of the analysis of plant macroremains and molluscan thanatocoenoses. *Archeologické rozhledy*, 52: 316-329.
- ČURLÍK, J. – ŠURINA, B., 1998. Príručka terénneho prieskumu a mapovania pôd. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava, 134 p.
- FOGARASSY, L., 1970. Najstarší opis chotára Petržalky v donačnej listine z roku 1225. *Spisy mestského múzea v Bratislave*, 6: 379-388.
- FRANC, V., 2005. Systém a fylogénéza živočíchov – bezchordáty. Katedra biológie Fakulty prírodných vied UMB, Banská Bystrica, 149 p.
- FULAJTÁR, E. – ČURLÍK, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – SEDLÁKOVÁ, B., 1998. Vplyv vodného diela Gabčíkovo na poľnohospodárske pôdy. VÚPOP, Bratislava, 199 p.
- GERZABEK, M. H. – LAIR, G. J. – FIEBIG, M. – ZEHETNER, F. 2010. Development of soil properties in a riverine floodplain with time – results from a chronosequence study in the National Park Donau-Auen in Austria. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (Brisbane, Australia). Published on DVD, 4-7.
- HAMBEK, B., 1995. Povodeň v roku 1965 bola aj v Petržalke. *Vodohospodársky spravodajca*, 38(6): 9.
- HAJNALOVÁ, M. – BIELICHOVÁ, Z. – RAJTÁR, J. – KRČOVÁ, E. – ČEJKA, T. – ŠUSTEK, Z. – MIHÁLYIOVÁ, J., 2018. A Roman Structure from Hurbanovo, SW Slovakia: Multiproxy Investigation of Unique Waterlogged Deposit. *Interdisciplinaria Archaeologica*, 9(1): 43-69.
- HLAVATÝ, Z. – BANSKÝ, L., 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, Bratislava: 85-88.
- HORVÁTH, V., 1990. Bratislavský topografický lexikon. Tatran, Bratislava, 408 p.
- HOŠEK, J. – LISÁ, L. – HAMBACH, U. – PETR, L. – VEJROSTOVÁ, L. – BAJER, A. – GRYGAR, T. M. – MOSKA, P. – GOTTWALD, Z. – HORSÁK, M., 2017. Middle Pleniglacial pedogenesis on the northwestern edge of the Carpathian basin: A multidisciplinary investigation of the Bina pedo-sedimentary section, SW Slovakia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 487, 321-339.
- JACOMET, S., 2007. Use in Environmental Archaeology. In: *Encyclopedia of Quaternary Science, Plant Macrofossil Methods and Studies in Environmental Archaeology*, pp. 2384-2412.
- JAMRICHOVÁ, E. – HÁJKOVÁ, P. – HORSÁK, M. – RYBNÍČKOVÁ, E. – LACINA, A. – HÁJEK, M., 2014. Landscape history, calcareous fen development and historical events in the Slovak Eastern Carpathians. *Vegetation History and Archaeobotany*, 23(5): 497-513.
- JAROLÍMEK, I. – ŠIBÍK, J., (eds.) 2008. Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia. VEDA, Bratislava, 332 p.
- JAROLÍMEK, I., et al., 2008. A list of vegetation units of Slovakia. In: JAROLÍMEK, I. – ŠIBÍK, J. (eds.) 2008: Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia. Veda, Bratislava, 295-329.
- JELÍNEK, P., 2017. Príspevok k zloženým artefaktom zo sladkovodnej malakofauny v staršej dobe bronzovej. In: HARMADYOVÁ, K. (ed.) *Devín Veroniky Plachej*. Múzeum mesta Bratislavy, 25-28.
- IUSSWORKING GROUP WRB, 2015. World reference base for soil resources 2014. Update 2015. *World Soil Resources Reports*, 106, FAO, Rím, 192 p.

- JURKO, A., 1958. Pôdne ekologické pomery a lesné spoločenstvá Podunajskej nížiny. Vydavateľstvo SAV, Bratislava. 268 p.
- KOVÁČ, J. 2019. Valové opevnenie z obdobia napoleonských vojen na lokalite Pečniansky les v bratislavskej Petržalke. In KOŠOVÁ, P. – GONDOVÁ A. (eds.) Fortifikačné systémy na území Bratislavy. Od praveku po 2. svetovú vojnu. Bratislava (Mestský ústav ochrany pamiatok v Bratislave), pp. 261-286.
- KREMPÁSKÝ, P., 2009. Bratislavské luhy. Ochrana prírody Slovenska, 2: 9-11.
- KRNO, I., 2009. Limnológia tečúcich vôd. Bratislava: Univerzita Komenského. 73 p.
- LOŽEK, V., 1955. Zpráva o malakozoologickém výzkumu Velkého Žitného ostrova v roce 1953. Práce II. sekcie Slovenskej akadémie vied, Sériá biologická, I(6): 51-31.
- LOŽEK, V., 2010. Spraš a sprašová step – přehlížený biom ledových dob. I. Spraš – zemina dvou tváří. Živa, 3: 98-101.
- LOŽEK, V., 2011. Po stopách pravěkých dějů. O silách, které vytvářely naši krajinu. Dokořán, s. r. o., Praha, 184 p.
- LUMNITZER, Š., 1791. Flora Posoniensis exhibens plantas circa Posonivum sponte crescentes secundum systema sexuale Linneanum digestas. Lipsko, 537 p.
- MARHOLD, K., et al. 1998. Papraďorasty a semenné rastliny. In: MARHOLD, K. – HINDÁK, F. (eds.), Zoznam vyšších a nižších rastlín Slovenska, Bratislava (VEDA). pp. 109-367.
- MIKLOVIČ, M., 2019. Rekonštrukcia vývoja odstaveného ramena Dunaja. Bakalárska práca, ms depon. In: Prírodovedecká fakulta UK, Katedra fyzickej geografie a geinformatiky. 53 p.
- MORAVCOVÁ, M. – MAGLAY, J. – ŠEFČÍK, P. – FORDINÁL, K., 2018. Paleoenvironmental reconstruction based on land snail isotope analysis, lithology, geochemistry and dating – case study from Most pri Bratislave (Older Subatlantic). In: KLEPRLÍKOVÁ, L. – ŠAMÁNEK, J. – TUREK, T. – CALÁBKOVÁ, G. – IVANOV, M., (eds.) 24. Kvartér. Sborník abstraktů. ÚGV PŘF Masarykova univerzita, Brno, 45-46.
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 2000. Revised washable edition. Gretamacbeth, New York.
- PETRAŠOVÁ, M. – JAROLÍMEK, I., 2012. Hardwood floodplain forests in Slovakia: syntaxonomical revision. Biologia, Bratislava, 67(5): 889-908.
- PIŠŮT, P., 1993. Deštrukcia Petržalky v 2. polovici 18. storočia laterálnou eróziou Dunaja. Geografický časopis, 45(1): 41-52.
- PIŠŮT, P., 2005. Príspevok historických máp k rekonštrukcii vývoja koryta Dunaja na uhorsko-rakúskej hranici (16. – 19. storočie). In: PRAVDA, J., (ed.) Historické mapy. Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV, Bratislava, 167-181.
- PIŠŮT, P., 2016-2017. Bratislavské Podhradie (Zuckermandel) v 17. až 20. storočí. Woch, 3-4: 42-69.
- PIŠŮT, P., 2018. Využitie historických krajinomalieb na rekonštrukciu regulačných prác v koryte rieky – príklad Dunaja v Bratislave. Geographia Cassoviensis, 12(2): 173-194.
- PIŠŮT, P. – BRÍZOVÁ, V. – ČEJKA, T. – PÍPÍK, R., 2010. Paleofloristic and paleofaunistic analysis of Dudvák River oxbow and implication for Late Holocene Paleoenvironmental development of the Žitný ostrov Island (SW Slovakia). Geologica Carpathica, 61(6): 513-533.
- PIŠŮT, P. – ČEJKA, T., 2002. Historical development of floodplain site using Mollusca and cartographic evidence. Ekológia (Bratislava), 21(4): 378-396.
- PORTISCH, E., 1933. Geschichte der Stadt Pressburg Bratislava. 2. diel. (Commissionsverlag S. Steiner, Pressburg – Bratislava, 640 p.
- PORUBSKÝ, A., 1973. Podzemné vody Bratislavy a jej okolia. Geografický časopis, 25(3): 216-232.
- SKALSKÝ, R., 2010. Metodika pôdneho prieskumu pre potreby aktualizácie pôdnych máp KPP 1 : 10 000. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava, 80 p.
- SOCIETAS PEDOLOGICA SLOVACA, 2014. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. NPPC – VÚPOP, Bratislava, 96 p.
- ŠUJAN, M., 2011. Morfológia rozhrania kvartér / neogén v oblasti Bratislavy. Acta Geologica Slovaca, 3: 131-141.
- TIBENSKÝ, J. – LEFÍKOVÁ, A. – NOVACKÁ, M. – PAVELEK, J. – DUBOVSKÝ, J. – ŠÁŠKY, L., 1984. Bratislava Mateja Bela. (Výber z diela Notitia, zv. I, II, vyd. v rokoch 1735-6 vo Viedni). Obzor, Bratislava, 232 p.
-

- UHERČÍKOVÁ, E. – PŘÍŠŤ, P., 2013. Jarovská Bažantnica – přírodní skvost aj kultúrno-historická pamiatka na rakúsko-slovenskej hranici. Acta Rerum Nat. Mus. Nat. Slov., 59: 45-68.
- VONDROVSKÝ, I., 1993. Opevnění z let 1936 – 1938 na Slovensku. Pevnosti, 3. Varnsdorf. 67 p.
- ZEHETNER, F. – LAIR, J. G. – MARINGER, F. J. – GERZABEK, M. H. – Hein, T., 2008. From sediment to soil. Floodplain phosphorus transformations at the Danube River. Biogeochemistry, 88: 117-125.

ZOZNAM ŠTUDOVANÝCH MÁP A PLÁNOV

1. Mapy bratislavských nív Dunaja, 1698 – 1702. Georg Rosboitner (Roßboitner, Rospeintner, Rospeimdner). Archív mesta Bratislavy, zbierka máp a plánov (ďalej AMB), inventárne č. (staré) 1243, 1246 a 1247.
2. SPECIALIS MAPPA GEOGRAPHICA TERRITORII POSONIENSIS Partim ad EXCELSAM FAMILIAM PALFYANAM Partim vero ad LIBERAM REGIAMQUE CIVITATEM Ejusdem Nominis pertinentis... A. E. Fritsch, 1753. AMB, inv. č. 1019.
3. PLAN von dem oberhalb Presburg befindlichen Donau Strohm wie solcher aufs vortheilhafteste zu dirigiren. Plán + sedemstranová správa. Žigmund v. Hubert, Prešporok, 12. júna 1767. Mierka 1 : 7 000, rozmery 69 × 48 cm. Maďarský národný archív, Budapešť, zbierka máp Uhorskej komory, signatúra S_11_No_484.
4. A Duna – Mappáció. A Duna folyó magyarországi szakaszának térképei (1819-1833) az osztrák határtól Péterváradig. List č. s80_no126_0107, DVD ROM.
5. POZSONY szabad királyi város TÉRKÉPE. Ján Maza, 1900. Prešporok (A városi mérnöki hivatal). Rozmery 67 × 48 cm. Inštitút a múzeum vojenskej histórie, Budapešť, sign. G I h 536/8.
6. Historická ortofotomapa. TU Zvolen, Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine.