

Paleoekologická rekonštrukcia vývoja zaniknutého jazera Švarcenberg (Česká republika)

Simona BUČKULIAKOVÁ, Filip ROJIK, Vladimír KUBOVČIK, Lucia BLAŠKOVÁ & Martina HAJKOVÁ

*Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka, 2117/24, 960 53 Zvolen
e-mail: kubovcik@vsld.tuzvo.sk*

Úvod

V 70-tych rokoch 20. storočia objavila Jankovská (1976) na mieste dnešného rybníka Švarcenberg jazerné sedimenty z obdobia konca pleistocénu a začiatku holocénu. Ako sa ukázalo, sedimenty vznikali na mieste voľakedajšieho jazera, ktoré bolo nazvané podľa dnešného rybníka rovnako. Jazero vzniklo pred viac ako 16 tisíc rokmi po skončení posledného zaľadnenia a definitívne zaniklo približne pred 5 tisíc rokmi v období neskorého atlantiku.

Hrubá vrstva jazerných sedimentov je dobrým predpokladom pre zachovanie zvyškov rozmanitých organizmov, ktoré sa dlhodobo ukladali do akéhosi „prírodného archívu“. Ich analýzou sa môžeme dozvedieť mnoho informácií o vývoji jazera a okolitej prírody. Takéto rozsiahle jazerné sedimentárne záznamy sú u nás, i v oblasti strednej Európy, nie bežným fenoménom. Preto sa v 90-tych rokoch minulého storočia začal rozbiehať unikátny výskum tohto zaniknutého jazera, vrátane biostratigrafických štúdií (Pokorný 2000). Svoje svedectvo už vydali zvyšky peľu a makrofosílnych rastlinných zvyškov (Pokorný & Jankovská 2000; Pokorný 2001, 2002). Špecifické paleopalynologické nálezy, zvyšky uhlíkov a objavy kamenných a drevených artefaktov pri bioarcheologickom výskume odhalili tiež ľudské osídlenie okolia jazera počas skorého a stredného holocénu. Krajina v okolí jazera Švarcenberg mohla byť pre mezolitického človeka veľmi atraktívna a ukázalo sa, že ľudské aktivity mali na vývoj jazera a okolitej vegetácie značný vplyv (Pokorný 1999; Pokorný et al. 2008; Pokorný et al. 2010). V predloženom príspevku sú stručne zhrnuté prvé informácie, ktoré nám o vývoji paleospoločenstiev pakomárov počas niekoľkotisícročnej existencie tohto jazera „vydali“ doteraz spracované sedimenty.

Larvy pakomárov (Diptera: Chironomidae) obývajú všetky typy vôd a sú veľmi hojné tiež v stojatých vodách. Keďže ich hlavové kapsuly sú odolné voči mikrobiálnemu rozkladu, zachovávajú sa v dostatočnom množstve v jazerných sedimentoch. Na základe kvalitatívnych a kvantitatívnych zmien v zložení ich paleospoločenstiev („tanatocenóz“, t.j. súborov odumretých zvyškov lariet pakomárov nájdených vo vzorkách sedimentov; je zložená zo zvyškov lariet, ktoré tvorili pôvodné spoločenstvo – biocenózu a tiež zo zvyškov, ktoré sem boli po odumretí prenesené z iných spoločenstiev) môžeme rekonštruovať historický vývoj jazera, vplyv klímy, zmeny pH, trofie, salinity, vodnej hladiny a pod. Užitočný úvod do problematiky využitia pakomárov v paleokológii podáva Walker (1987).

Charakteristika jazera

Jazero Švarcenberk vzniklo pred viac ako 16 tisíc rokmi po skončení posledného zaľadnenia. Už proces jeho vzniku je zaujímavý a nie celkom zvyčajný. Pri nízkych teplotách v období glaciálu sa na našom území tvorili trvalo zamrznuté pôdy – permafrost. Artézská voda, ktorá sa pozdĺž tektonického zlomu tlačila pod permafrost, mrzla a vytvárala šošovku podzemného ľadu. Tak vznikali kopcovité útvary známe aj dnešným Eskimákom, nazývané pingá. Po oteplení na konci zaľadnenia sa permafrost a ľadová šošovka roztopili a na mieste pinga vzniklo jazero. Jazero Švarcenberk sa nachádzalo v katastri dnešnej obce Ponědrážka (Třeboňská panva; 49°9'N, 14°42'E) v nadmorskej výške 412 m. Najväčšia dĺžka jazera bola 1400 m, najväčšia šírka 400 m. Vodná plocha mala rozlohu 0,51 km², jazero dosahovalo najväčšiu hĺbku do 10 m. Veľkosť povodia bola približne 5 km² a jazero malo spojenie s riekou Lužnice (Pokorný et al. 2008).

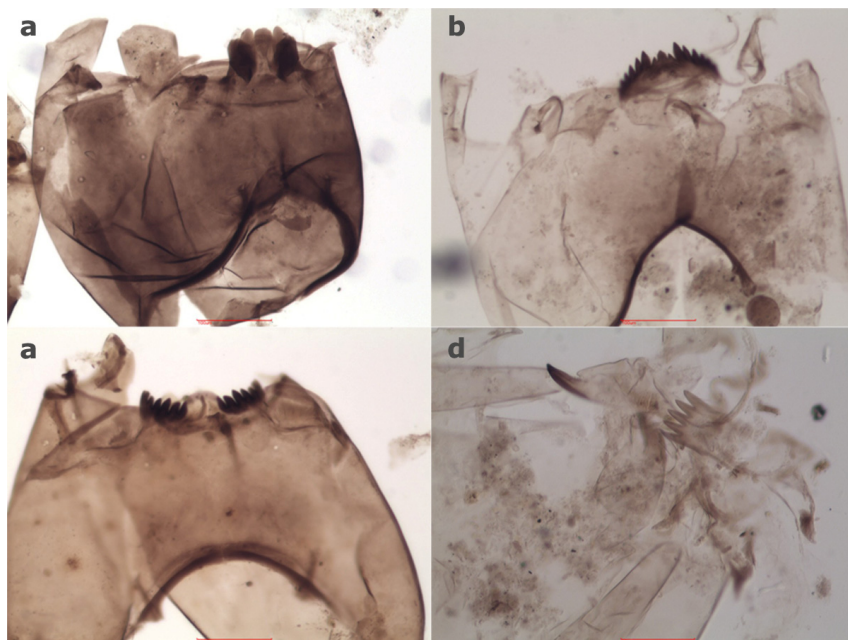
Spracovanie vzoriek a analýza údajov

Sedimenty pre štúdium biostratigrafie pakomárov boli odobraté v júni 1999 pomocou piestovej sondy s priemerom 5 cm. Získaný valec sedimentov dlhý 760 cm bol narezaný na 10 cm vrstvy. Vek niektorých vrstiev bol určovaný pomocou izotopu uhlíka ¹⁴C. Pre štúdium subfosílnych pakomárov boli sedimenty štandardne laboratórne spracované (defragmentácia a filtrácia sedimentov, separácia hlavových kapsúl) a ich nájdené zvyšky boli montované do trvalých mikroskopických preparátov (Walker & Paterson 1985; Brooks et al. 2007). Pre determináciu pakomárov boli použité príručky Fittkau & Roback (1983), Rieradevall & Brooks (2001) a Brooks et al. (2007). Počet nájdených zvyškov bol prepočítaný na 10 g suchého sedimentu. Niektoré taxóny boli zaradené do ekologických skupín podľa vzťahu k teplote, trofii jazera a batymetrickej distribúcii. Vymedzenie stratigrafických zón bolo urobené na základe výsledkov zhlukovej analýzy CONISS (Grimm 1987) a trajektória vývoja paleospoločenstiev bola rekonštruovaná pomocou korešpondenčnej analýzy (CA) v programe C2 (Juggins 2010).

Stratigrafia pakomárov a rekonštrukcia vývoja jazera

V doteraz analyzovaných 19 vzorkách sedimentov, rozmiestnených viac-menej pravidelne v celom profile, bolo nájdených 4157 hlavových zvyškov lariev pakomárov. Identifikovať sa podarilo 39 taxónov zvyčajne na úroveň rodu (30), niektoré aj na úroveň skupiny druhov (9). Dominantnými taxónmi boli *Corynocera ambigua*, *Chironomus*, *Polypedilum*, *Microtendipes*, *Tanytarsus lugens* a *Tanytarsus* sp. (Obr. 1). Na základe zmien v tanatocenózach pakomárov a pomocou zhlukovej analýzy boli vo vývoji jazera Švarcenberk vyčlenené tri zóny (Obr. 2). Najstaršia zóna, označená ako SVAR-1, zodpovedala obdobiu neskorého pleniglaciálu (>16.000–13.000 rokov BP). Zóna SVAR-2 zahŕňala obdobia allerødu/bøllingu (13.000–11.000 BP) a mladšieho dryasu (11.000–10.000 rokov BP). Najmladšia zóna, SVAR-3, spadala už do obdobia skorého holocénu (preboreál a boreál, 10.000–8.000 rokov BP). Ako vidno na Obr. 3, vzorky sedimentov boli pomocou korešpondenčnej analýzy rozmiestnené v ordinačnom priestore tak, že ich môžeme zoskupiť do troch dobre definovaných skupín, zodpovedajúcich jednotlivým obdobiam kvartéru. Zároveň si môžeme urobiť predstavu o tom, ako sa menilo zloženie tanatocenóz pakomárov vo vzorkách a teda v čase.

V období pleniglaciálu tanatocenózu pakomárov tvorili najmä oligotrofné a/alebo chladnomilné pakomáre (Obr. 2), akými sú *Procladius*,

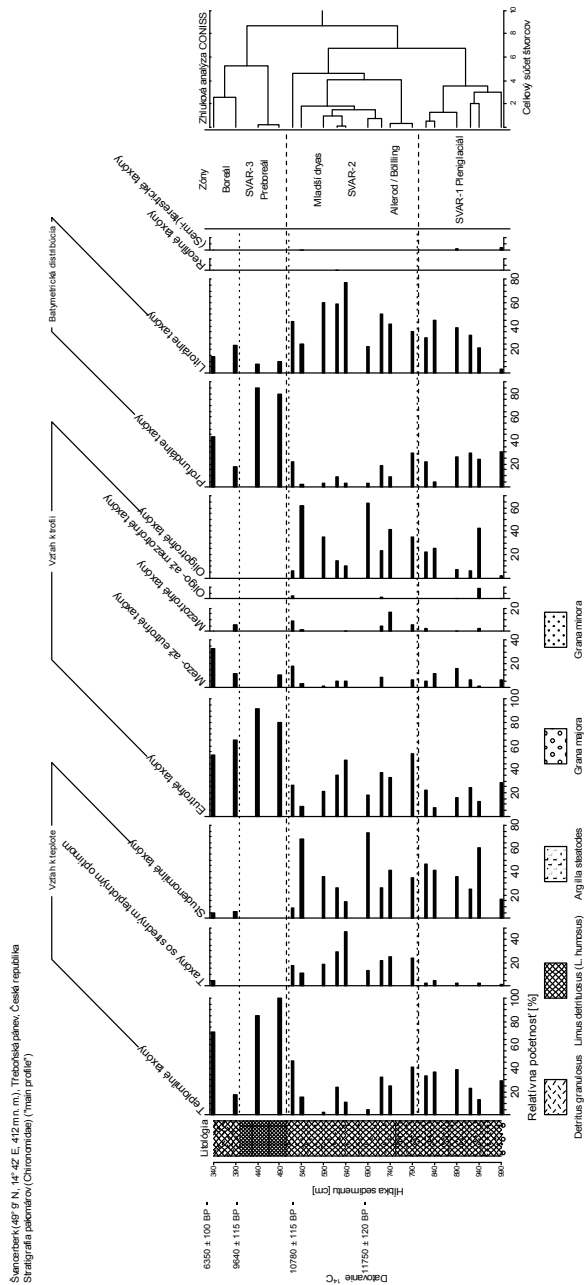


Obr. 1. Larvy pakomárov *Corynocera ambigua* sa vyskytujú v chladných oligotrofných vodách (a); larvy *Chironomus plumosus* indikujú teplé, eutrofné nádrže (b); larvy pakomárov rodov *Tanytus* (c) a *Cryptochironomus* (d) obývajú litorálnu zónu teplých, eutrofných jazier; mikroskop NIKON Eclipse 50i, foto kamera MOTICAM 2300, zväčšenie 380× pri (a), (b) a (d), pri 760× (c).

Corynocera ambigua, *C. oliveri*, *Paratanytarsus austriacus*, či *Tanytarsus lugens*. Z ďalších sa hojne vyskytovali *Chironomus* a *Microtendipes pedellus*. Toto paleospoločenstvo teda indikovalo iniciálne štádium vzniku a vývoja jazera Švarcenberk, relatívne nízke teploty a nízku produktivitu nádrže. V okolí jazera sa nachádzala bylinná pionierska vegetácia s trávami a zakrpatené kry, v okolitej otvorenej krajine boli rozptýlené borovice (*Pinus*). V pionierskej vodnej vegetácii dominovali zástupcovia rias skupiny Charophyta, neskôr došlo k rozvoju submerzných a natantných rastlín (Pokorný 2001).

V staršej časti zóny SVAR-2, zodpovedajúcej obdobiu allerødu/böllingu, v tanatocenóze stále dominovali pakomáre poukazujúce na oligotrofné podmienky a nízke teploty (*C. ambigua*), avšak už sa zvýšilo aj zastúpenie taxónov indikujúcich nárast teploty a mezo– až eutrofné podmienky v jazere (*Chironomus*, *Cladopelma lateralis*, *Polypedilum*) (Obr. 2) v súvislosti s náhlym klimatickým oteplením na začiatku tejto periódy. Ako ukázala paleopalynologická štúdiá, v okolí Švarcenberka sa šíril borovicovobrezový les a v litoráli jazera rástla hustá submerzná a natantná vegetácia (Pokorný 2001).

V období mladšieho dryasu (mladšia časť zóny SVAR-2) pomerne zastúpenie pakomárov poukazujúcich na nižšie teploty a oligotrofné podmienky opätovne vzrástlo, zatiaľ čo početnosť teplomilných a eutrofných taxónov klesla

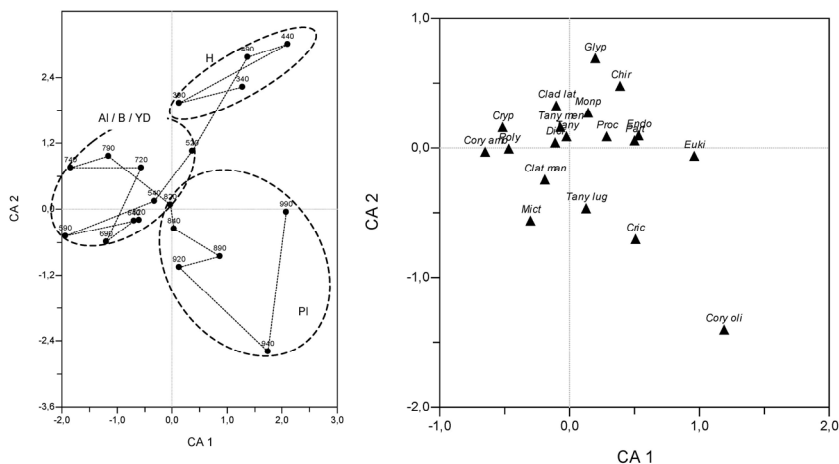


Obr. 2. Zmeny relatívnej početnosti ekologických skupín pakomárov v stratigrafickom zázname jazera Švarcenberk (v pravej časti je zhluková analýza CONISS pre objektívne vyčlenenie zón). Podľa vzťahu k teplote boli pakomáre rozdelené na teplomilné (napr. *Chironomus*, *Cladopelma lateralis*, *Glyptotendipes*, väčšina zástupcov rodu *Tanytarsus*), so stredným teplotným optimom (*Polyopedilum*, *T. lactescens*, *Psectrocladius* a i.) a chladomilné (*Corynocera*, *T. lugens*, *Diamesa* a i.). Vzhľadom k tomu boli rozdelené na eutrofné (napr. *Chironomus*, *Einfeldia*, *Polyopedilum*), mezotrofné (*Dicratandipes*, *Glyptotendipes* a i.), mezotrofné (*Cladopelma*), oligo- až mezotrofné (*Pseudochironomus*) a oligotrofné (*Corynocera*, *Paratanytarsus*).

(Obr. 2). Tanatocenózu pakomárov tvorili najmä *Microtendipes pedellus*, *Polypedilum*, *C. ambigua* a *T. lugens*. Tento vývoj mohol poukazovať na drsnejšie klimatické pomery v mladšom dryase a na pokles produktivity jazera. Nízke teploty vyvolali tiež zmeny rastlinných spoločenstiev. Z rekonštrukcie vegetácie sa dozvedáme, že v okolí jazera sa nachádzali otvorené borovicovobrezové lesy, šířila sa bylinná vegetácia, zakrpatené kry a borievka (*Juniperus*) (Pokorný 2001).

Od začiatku holocénu došlo k výraznému otepleniu. Pre vývoj spoločenstiev pakomárov to znamenalo nárast relatívnej početnosti teplomilných a eutrofných taxónov v sedimentoch zóny SVAR-3. Na druhej strane chladnomilné a oligotrofné taxóny z týchto vrstiev vymizli takmer úplne (Obr. 2). Zloženie tanatocenózy, v ktorej dominovali *Chironomus*, *Einfeldia* a *Glyptotendipes*, poukazovalo na nárast produktivity jazera a zvýšenie organickej akumulácie. Zmenám klímy zodpovedal aj vývoj vegetácie v okolí jazera (Pokorný 2001). Borovicovobrezové lesy boli postupne nahrádzané zmiešanými dubinami. Vegetáciu jazera tvorili najmä druhy *Najas marina* a *Trapa natans* a vývoj rastlinných spoločenstiev bol výrazne ovplyvňovaný aktivitami mezolitických lovcov a zberačov (Pokorný et al. 2010).

Aj keď sú doterajšie prezentované výsledky zatiaľ len predbežné, poukazujú na to, ako sa tanatocenózy pakomárov vyvíjali od konca posledného zaľadnenia až do obdobia stredného holocénu. Už teraz sme zvedaví, o čom



Obr. 3. Ordinačný diagram (CA) ukazuje trajektóriu vývoja spoločenstiev pakomárov v jazere Švarcenberk v období približne od 16.000 rokov BP do 6.500 rokov BP. Centroidy vzoriek sú spojené trajektóriou vzhľadom na ich usporiadanie v časovom rade. Skratky taxónov: *Monp* = *Monopelopia*, *Proc* = *Procladius*, *Chir* = *Chironomus*, *Clad lat* = *Cladopelma lateralis*, *Cryp* = *Cryptochironomus*, *Dacr* = *Dicrotendipes*, *Endo* = *Endochironomus*, *Glyp* = *Glyptotendipes*, *Mict* = *Microtendipes*, *Poly* = *Polypedilum*, *Clat man* = *Cladotanytarsus mancus*, *Cory amb* = *Corynocera ambigua*, *Cory oli* = *Corynocera oliveri*, *Part* = *Paratanytarsus*, *Tany lug* = *Tanytarsus lugens*, *Tany men* = *Tanytarsus mendax*, *Tany* = *Tanytarsus*, *Cric* = *Cricotopus*, *Euki* = *Eukiefferiella*. Skratky období kvartéru: PI = pleni-glaciál, AI/B/YD = Allerød/Bölling/mladší dryas, H = holocén.

budú vypovedať vzorky, ktoré budú spracovávané v ďalších rokoch.

Podakovanie

Aj na tomto mieste by sme radi poďakovali Petrovi Pokornému za poskytnutie sedimentov pre analýzu stratigrafie subfosilných pakomárov a Jolane Tátošovej za „vychytanie“ niektorých metodických problémov pri laboratórnom spracovaní vzoriek. Poďakovanie patrí aj Fakulte ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene za poskytnutie finančného príspevku (inštitucionálny projekt) potrebného pre zakúpenie magnetického miešadla.

Literatúra

- BROOKS, S.J., LANGDON, P.G. & HEIRI, O. 2007. The identification and use of Palaeartic Chironomidae larvae in palaeoecology. QRA Technical Guide No. 10, Quaternary Research Association, London, 267 pp.
- FITTKAU, E.J. & ROBACK, S.S. 1983. The larvae of the Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region – key and diagnoses, pp. 33-110. In: WIEDERHOLM, T. (ed): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 – Larvae. Entomologica Scandinavica, Suppl. 19.
- GRIMM, E.C. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. Computers & Geosciences 13 (1): 13-35.
- JANKOVSKÁ, V. 1976. Výskyt některých vodních, podbřežních a rašeliništních rostlin v Třeboňské pánvi v pozdním glaciálu a holocénu. České Budějovice, Sborník Jihočeského muzea 16: 93-101.
- JUGGINS, S. 2010. C2 tutorial. Software for ecological and paleoecological data analysis and visualisation. University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, UK, 26 pp.
- POKORNÝ, P. & JANKOVSKÁ, V. 2000. Long-term vegetation dynamics and the infilling process of a former lake (Švarcenberk, Czech republic). Folia Geobotanica 35: 433-457.
- POKORNÝ, P. 1999. Vliv mezolitických populací na krajinu a vegetaci: nové nálezy ze staršího holocénu Třeboňské pánve. Zprávy České archeologické společnosti, suppl. 38 – Archeologické výzkumy v Čechách 1998 (Sborník referátů z informačního kolokvia), pp. 21-23.
- POKORNÝ, P. 2000. Osudy zaniklého jezera: 16 000 let historie v jezerních usazeninách. Vesmír 79 (4): 209-214.
- POKORNÝ, P. 2001. Nutrient distribution changes within a small lake and its catchment as response to rapid climatic oscillation, pp. 463-482. In: VYMAZAL, J. (ed) Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands. Backhuys Publishers, Leiden.
- POKORNÝ, P. 2002. A high-resolution record of Late-Glacial and Early-Holocene climatic and environmental change in the Czech Republic. Quaternary International 91:101-122.
- POKORNÝ, P., ŠÍDA, P., CHVOJKA, O., ŽÁČKOVÁ, P., KUNEŠ, P., SVĚTLÍK, I. & VESELÝ, J. 2010. Palaeoenvironmental research of the Schwarzenberg Lake, southern Bohemia, and exploratory excavations of this key Mesolithic archaeological area. Památky archeologické 90: 5-38.
- POKORNÝ, P., ŠÍDA, P., KUNEŠ, P. & CHVOJKA, O. 2008. Mezolitické osídlení bývalého jezera Švarcenberk (jižní Čechy) v kontextu vývoje přírodního prostředí, pp. 145-176. In: BENEŠ, J. & POKORNÝ P. (eds) Bioarcheologie v České republice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta a Archeologický ústav AV ČR, České Budějovice – Praha.
- RIERADEVALL, M. & BROOKS, S.J. 2001. An identification guide to subfossil Tanypodinae larvae (Insecta: Diptera: Chironomidae) based on cephalic setation. Journal of Paleolimnology 25: 81-99.
- WALKER, I.R. & PATERSON, C.G. 1985. Efficient separation of subfossil Chironomidae from lake sediments. Hydrobiologia 122: 189-192.
- WALKER, I.R. 1987. Chironomidae (Diptera) in paleoecology. Quaternary Science Reviews 6: 29-40.