

doc. RNDr. Ján Soták, DrSc., Ústav vied o Zemi SAV Bratislava,  
pracovisko Banská Bystrica

---

## **OPONENTSKÝ POSUDOK**

na dizertačnú prácu

**Mgr. Markéta Chroustová**

***„Foraminifery a ostrakódi jako paleoenvironmentální a biostratigrafické  
indikátory vo svrchní křídě České křídové pánve.***

\* \* \*

Predkladaná dizertačná práca integruje poznatky zo štúdia ostrakódovej a foraminiferovej mikrofauny z vrchnokriedových súvrství Českej kriedovej panvy, t.j. z dvoch tradičných a veľmi úspešných disciplín československej mikropaleontológie (M. Pokorný, J. Hercogová, D. Štemproková-Jírová, L. Hradecká, a. mnohí ďalší). Na tieto klasické práce z taxonómie a biostratigrafie, nadviazala dizertantka modernými postupmi environmentálnej mikropaleontológie, ktoré do výskumu kriedových epikontinentálnych paniev prinášajú nový progres. Dizertačná práca pozostáva zo súbornej časti dosiahnutých výsledkov a troch publikovaných alebo akceptovaných prác v medzinárodných karentovaných časopisoch. Preto výstupy dizertačnej práce prešli náročným procesom „peer review“, ktoré overili ich kvalitu. Úlohou oponentúry je preto skôr zhodnotenie celkového prínosu dizertácie a nastolenie niektorých diskusných otázok:

### **a) Aktuálnosť zvolenej témy:**

Téma dizertačnej práce je aktuálna a dobre korešponduje s modernými trendmi výskumu Českej kriedovej panvy. Jej mikropaleontologické výsledky priamo dopĺňajú napr. sedimentárne záznamy cyklicity v turónskych súvrstviach Českej kriedovej panvy (Laurin & Uličný 2004, Laurin et al. 2014, Uličný et al. 2014, a i.). Poznatky zo štúdia ostrakód zasa prispievajú k riešeniu problematiky tethýdno-boreálnej komunikácie a ovplyvnenia Českej kriedovej panvy prísunom chladných vôd, rozširovaním dnovej anoxie či zdvihom morskej hladiny a oligotrofických podmienok pri sedimentácii teplického súvrstvia.

## **b) Metódy spracovania:**

1. Autorka spracovala profily jizerského súvrstvia, teplického a březenského súvrstvia na lokalitách Úpohlavy, Běchary a Svinary. Profily boli analyzované s vysokou mierou rozlíšenia a metódou „multiproxy“ s použitím environmentálnej mikropaleontológie, magnetickej susceptibility, izotopovej geochemie, litogeochemie, cyklickej analýzy, a pod.
2. Mikrofauna bola spracovaná s použitím štatistických metód (napr. hlavných komponentov, klastrovej analýzy, detrednovej korešpondenčnej analýzy), percentuálneho podielu Placopyda, T/M pomerov palynomorf, a iných štatistických metodík, ktoré nie sú v štúdiu kriedovej bentickej mikrofauny ešte bežne aplikované (skôr výnimočne). V tom sa evidentne prejavuje aj pozitívny vplyv školiteľky.
3. Vymedzené klastry bentických foraminifer boli interpretované metódami autekológie (TROX model – Jorissen et al. 1995), morfogrupovej analýzy (Frenzel 2000, Cetean et al. 2011), a ďalších metodík environmentálnej mikropaleontológie.
3. Okrem mikropaleontológie autorka využila aj ďalšie metódy interpretácie paleoprostredia, ako sú obsahy anorganického a organického uhlíka (TOC, TIC), analýzy prvkov terigénnej prímesi (Si/Al, Ti/Al), magnetickú susceptibilitu, pomery stabilných izotopov, stupňa šedivosti, gama žiarenia, a iné.

## **c) Výsledky dizertačnej práce:**

Vedecký prínos dizertačnej práce je možné charakterizovať nasledovne:

1. Zaznamenanie prejavov „Hyphantocerasovej udalosti“ ako ochladenia a prísunu boreálnych vôd v zložení ostrakódovej fauny (tzv. „platykopidový“ signál).
2. Zistenie výraznej zmeny ostrakódovej fauny s prevahou mezotrofických zástupcov Platytopida na spoločenstvá oligotrofických zástupcov Podocopida, čo podľa autorky odráža zmenu hypoxických podmienok jizerského súvrstvia na oxické podmienky teplického súvrstvia.
3. Interpretácia paleoprostredia na základe klastrov foraminiferovej fauny v závislosti na množstve živín, zmien oxických a hypoxických podmienok, zníženia salinity a ovplyvnenie terigénnym prínosom, a pod. Tento model je výsledkom komplexného zhodnotenia životnej stratégie foraminifer (napr. oportunistických druhov), trofických nárokov druhov, živinových

preferencií druhov, pomerov epifauny/infrauny, planktón/bentos, stres tolerujúcich druhov, a pod.

4. Korelácia klastrov foraminifer s indikátormi sedimentárnych podmienok panvy. Výsledkom sú modely paleoprostredia so sezónnymi vplyvmi, stratifikáciou vodného stĺpca, rozvojom hypoxických podmienok, znížením salinity, zvýšením terigenného prínosu atď. Tieto modely majú jednak širšiu platnosť pre biotické paleoprostredia kriedových epikontinentálnych paniev, a jednak dopĺňajú dynamiku depozičných prostredí Českej kriedovej panvy napr. sedimentáciou z hypopyknálnych prúdov, gravitačných prúdov, erozívnych povrchov a pod. (napr. Olde et al. 2015, Uličný et al. 2014, Čech & Uličný 2021,

5. Preukázanie cyklického striedania klastrov foraminiferového bentosu, ktoré autorka interpretuje precesne riadenými zmenami sezonality. Maxima sezonality v sukcesii identifikuje nárastom filtrátorov (*Cibicides*, *Gyroidinoides*) a naopak minima sezonality nárastom detritovorov (*Gavelinella*, *Praebulimina*). Tým je riešenie sezonality v kriedových súvrstviach podľa zloženia foraminiferovej mikrofauny je originálne.

6. Prepojenie environmentálnej mikropaleontológie bentosu a planktonickej mikrofauny, a to hlavne stresových druhov *Heterohelix* a *Whiteinella* a na identifikáciu sezónnych kontrastov počas kriedy. Aj z horizontov bohatých na oportunistické formy planktónu autorka interpretuje orbitálnu cyklicitu kriedových sekvencií.

#### **d) Recenzné otázky a pripomienky**

V rámci obhajoby a rozpravy k dizertačnej práci by som mal na autorku nasledujúce otázky a pripomienky:

- V interpretácii „platycopidového“ signálu je dôležité hlavne jeho datovanie. Podľa obr. 14 v dizertácii (obr. 4 v článku Chroustová & Pipík 2019) sú prejavy tohto signálu vo vrchnom turóne, pričom v kriede Anglicka (English chalk), zodpovedá anoxickému intervalu na hranici cenomanu a turónu, teda druhému eventu globálnej oceánskej anoxie (OAE2 – Horne et al. 2011, Horne 2010). Tento event časovo koreluje aj s najvyššou eustatickou hladinou, ktorá by mohla vysvetľovať transgresiu chladných boreálnych vôd a rozšírením boreálnej fauny. Preto mi nie je celkom jasné, ako autorka interpretuje vzťah „platycopidového“ signálu a „Hyphantocerasovej udalosti“.

- Autorka tiež koreluje „platycopidový“ signál s acme braarudosphaerid, ktoré ako eutrofické nannofosílie profitovali hlavne v dôsledku výrazného obohatenia živín (napr. Švábenická 1999). Zároveň sa však aj uvádza (str. 32), že horizont kvitnutia braarudosphaerid je registrovaný v úrovni Hyphantocerasového event, tzn. vo vrchnom turóne (cf. Švábenická l.c). Interpretácie týchto eventov by si preto zasluhovali doplňujúci komentár.

- Korešpondujú horizonty s prítomnosťou ostrakódovej fauny tetýdnej oblasti (afro-arabskej bioprovincie) so zvyšovaním podielu planktonických foraminifer vo vrchnoturónskych súvrstviach Českej kriedovej panvy? - Zaujímali by ma aj príčiny vývoja ornamentácie ostrakód na rozhraní spodného a stredného turónu? (str. 6). Patria tieto ostrakódy medzi tzv. psychrosferické formy, teda chladnovodnú bathyálnu faunu?

- Ako sa autorka pozerá na zonáciu Českej kriedovej panvy podľa bentických foraminifer (Hradecká, 2012). Sú to biostratigrafické zóny, alebo ekostratigrafické zóny? Z ich sukcesie vyplývajú skôr adaptácie na určitý typ substrátu, tolerancia na dysoxické podmienky, batymetrické zmeny a pod. Sú tieto zóny nejak širšie korelovateľné, napr. s kriedou centrálneho Poľska, alebo iných epikontinentálnych paniev?

- Vymedzené klastre foraminifer sú základom nového modelu paleoprostredia Českej kriedovej panvy (str. 36, publikácia s. 39). Rod *Gavelinella* sa zaraďuje nielen k epifaune, ale aj k semi-infaune až infaune (Lamonda & Peryt 1995), a možno práve preto tvorí spoločný klaster s hypoxickým rodom *Praebulimina*. Preto by ani *Gavelinella* nemusela indikovať prekysličenú dnovú vodu (str. 34), ale podobne ako *Praebulimina* dokumentovať zvýšený terigénny prínos, hojnosť detritovorov (*Gavelinella*), oxidáciu organickej hmoty a celkovú hypoxiu na dne panvy. Práce o foraminiferách Gavelinellidae sa v súčasnosti objavujú skôr sporadicky, o to viac by v tejto práci nemali chýbať odkazy na novšie publikácie o ich klasifikáciách a evolúcii (napr. Dubická & Peryt 2014).

- V práci sú bentické foraminifery delené na zástupcov epifauny a infauny. Sú ale aj nejaké formy epibiontných druhov foraminifer, ktorú indikujú kondenzáciu a tvrdé substráty? Tento habitus sa niekedy prejavuje napr. u rodu *Cibicides* (napr. Dubická et al. 2019), ktorí tvorí významnú zložku foraminiferovej mikrofauny teplického súvrstvia (klaster Cibicidoides – Gyroidinoides).

- V práci sú dobre zdokumentované profily Úpohlavy a Běchary, ale nenašiel som tam profil Svinary, ktorý by bol zaujímavý z hľadiska mladšieho veku (coniak) i nástupu rodov *Marginotruncana* a *Dicarinella*. Čo by mohlo objavenie sa zástupcov týchto kýlových

foraminifer indikovať pre prostredie panvy? Zmeny sa odrážajú aj v zložení bentosu, a to objavením sa druhu *Neoflabellina suturalis suturalis*, ktorý podľa Hercogovej (1982) datuje už spodný až vrchný coniak. Zmenu podmienok březenského súvrstvia dokumentuje aj objavenie sa rádioláριοvej mikrofauny, ktorá možno indikuje aktivitu upwellingových prúdov (napr. Müllerová 2010). Podporuje to aj vysoká produktivita dinocýst v strednom turóne, spájaná s výstupom živín v zóne upwellingu (Olde et al. 2015). Sú v tomto smere aj nejaké záznamy v mikrofaune ostrakód alebo foraminifer?

- Pri diskutovaných príčinách sezonality je určitá nekonzistentnosť, keď sa na str. 43 spája prínos povrchových vôd s oligotroficnými podmienkami a na str. 45 so zvýšeným prínosom živín. Má to nejaké alternatívne vysvetlenie?

- Izotopové krivky  $\delta^{13}\text{C}$  dosahujú pomerne nízke (negatívne) hodnoty (str. 43), čím sa líšia od rádovo vyšších hodnôt napr. "Anglickej kriede" (napr. Jarvis et al. 2006), severného Nemecka (Wiese et al. 1999), a pod. Preto bol správny kritický prístup autorky k využitiu stabilných izotopov, od ktorých po zistení diagenetických zmien schránok upustila.

## e) Záver

Doktorandská práca Mgr. Markéty Chroustovej predstavuje dizertačný spis zložený z publikovaných prác a synopticky zhodnotenej úvodnej kapitoly práce (str. 1 – 60). Preto publikované časti prešli procesom „peer review“ pri ich recenzovaní v redakčných radách karentovaných vedeckých časopisov s vysokým kvartilom (Cretaceous Research, Marine Micropaleontology), čo už samo o sebe potvrdzuje ich kvalitu. Aktivitu dizertantky potvrdzujú aj jej študijné pobyty (napr. ISF Urbino 2017, ESO Jena 2019) a účasť na paleontologických seminároch a medzinárodných konferenciách (napr. FORAMS Edinburgh, TMS Fribourg). Preto ako recenzent hodnotím predloženú dizertačnú prácu vysoko kladne, a na základe jej úspešnej obhajoby navrhujem udeliť Mgr. Markéte Chroustovej akademický titul PhD - philosophiae doctor (so stupňom hodnotenia „A“).