



## VULKANOKLASTIKA V PAVLOVICKÉM SOUVRSTVÍ ŽDÁNICKÉ JEDNOTKY

Volcaniclastics rocks within the deposits of the Pavlovce Formation

Slavomír Nehyba<sup>1</sup>, Zdeněk Stráník<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav geologických věd PFF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: slavek@sci.muni.cz

<sup>2</sup>Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: stranik@cgu.cz

(34–21 Hustopeče)

**Key words:** *Outer Carpathian Flysch Belt, Neogene, tephrostratigraphy, acidic calc–alkaline source volcanism, distal fallout tephra.*

*Abstract: Tephrostratigraphical study of volcaniclastic rocks within the deposits of Pavlovce Formation (Eggenburgian?–Karpatian) proved that they represent distal fallout tephra. The studies of volcanic glass, volcanic zircon and geochemistry of the bulk rock (trace elements, REE) revealed that the parental volcanism was acidic calc–alkaline volcanism of the volcanic arch. Studied volcaniclastic rocks are strongly altered (secondary/postdepositional processes).*

Pavlovické souvrství tvoří součást spodnomiocenní výplně šakvické synklinály ždánické jednotky v Hustopečské bráně. Názvem pavlovické souvrství resp. vrstvy (Stráník et al., 1980) byla označena pelitická sekvence, kterou popsal Pokorný (1961) jako jíly se sádrovcem a Mn–limonity. Pavlovické souvrství se pozvolna vyvíjí z podložních šakvických slínů eggenburgu. Přechodní vrstvy reprezentuje sekvence několik málo metrů mocná zelenavě šedých vrstevnatých proměnlivě vápnitých jílovců se šmouhami, laminami a slabými vložkami (do 20 cm) hnědých jílovců se rybími šupinami. Zařazení této sekvence k podložním šakvickým slínům (Stráník et al. 1982), či k pavlovickému souvrství je věcí konvence.

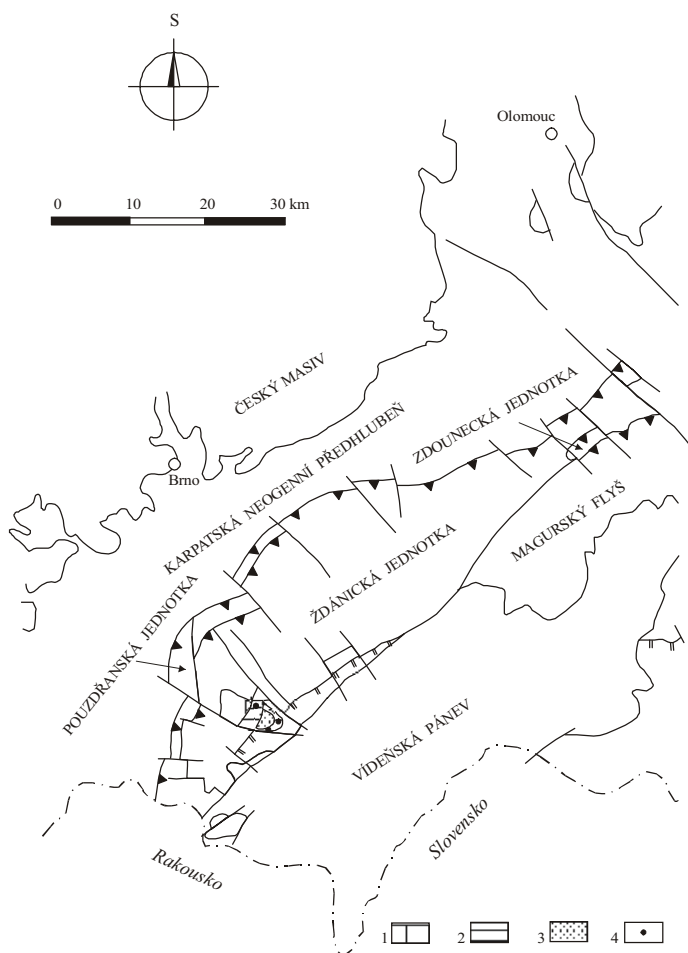
V nadloží přechodní sekvence jsou v pavlovickém souvrství hnědé, šedé a zelenošedé vrstevnaté jílovce s četnými čočkovitými vložkami (do 17 cm) a konkracemi pelokarbonátů s vysokými obsahy Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (65%) a MnO<sub>2</sub> (5,6%). Naspodu této sekvence převládají hnědé jílovce spodního karpátu. Z nadložních laminovaných diatomitů uvádí bohatší diatomová společenstva s převahou pelagických forem hlubšího neritika vnějšího šelfu. Dominují zástupci rodů *Coscinodiscus*, *Stephnopyxis*, *Melosira*, *Hemiaulus*, *Actinocyclus*, *Thalassionema*, *Chaetoceros*, odpovídající karpátu.

Stratigraficky náleží pavlovické souvrství v tomto vymezení eggenburgu?–karpátu (Stráník 1983). Nesprávné je zařazení Stráníka et al. (1995) k eggenburgu–ottnangu. Krhovský et al. (1995) přisuzoval souvrství v užším litologickém vymezení (bez diatomitů) stáří ottnangu. V zářezech železniční trati Brno–Břeclav u Zaječí a v zářezech dálnice D 2 Brno–Bratislava u Velkých Pavlovic a Staroviček byly

v této sekvenci zjištěny vulkanoklastické sedimenty (obr. 1). Na organizmy je tato sekvence velmi chudá, často až sterilní.

Svrchní část pavlovického souvrství zastupují světle šedé masivní diatomové jílovce. Tvoří polohu několik málo metrů mocnou, ze které se vyvíjejí bělavě šedé žlutohnědě tence rovně laminované diatomity o mocnosti cca 10 m. Řeháková (in Stráník et al. 1982) určila v diatomových jílovcích mělkovodní (litorální zona) společenstva diatom s převahou sladkovodních a brakických zástupců rodů *Melosira* a *Coscinodiscus*, které náležejí ?ottnangu až karpátu. Celková mocnost pavlovického souvrství je odhadována na 200 m. Vulkanoklastické sedimenty poskytují za určitých podmínek možnost plošně rozsáhlých korelací sedimentů různých typů pánví nebo jejich částí. V pavlovickém souvrství byly zjištěny vulkanoklastické sedimenty na několika lokalitách (obr. 1). Vulkanoklastika vykazují silný stupeň alterace a mají charakter bentonitických jílovců. Celkem 2 vzorky (Zaječí d.b. 669 a Zaječí d.b. 670) byly dále sedimentárně–petrograficky zhodnoceny s ohledem na případné tefrostratigrafické korelace k spodnomiocenním vulkanoklastikům alpsko–karpatské předpolní pánve (Nehyba 1997, Nehyba–Roetzel 1999). Pozornost byla věnována především chemismu vulkanických skel, chemismu celé horniny a dále byly studovány zirkony (vnější i vnitřní morfologie, typologie, elongace).

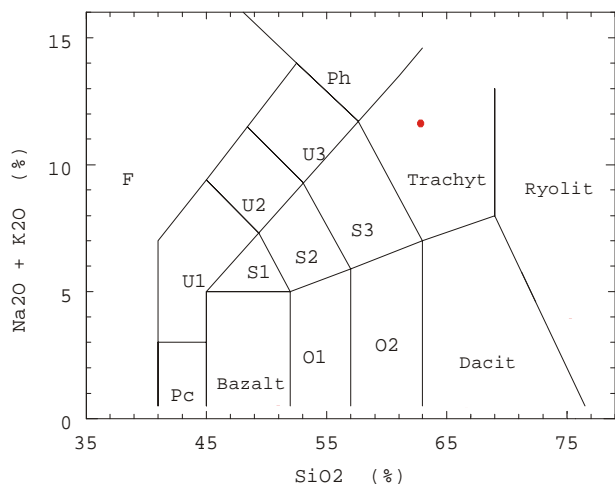
Studium vulkanických skel patří k základním tefrostratigrafickým metodám. Výsledky chemických analýz skel ukazují na silné postižení primárního sedimentu (spadová pyroklastika) postdepozičními procesy (alterace). Klasifikace vulkanického skla byla provedena na vzorku



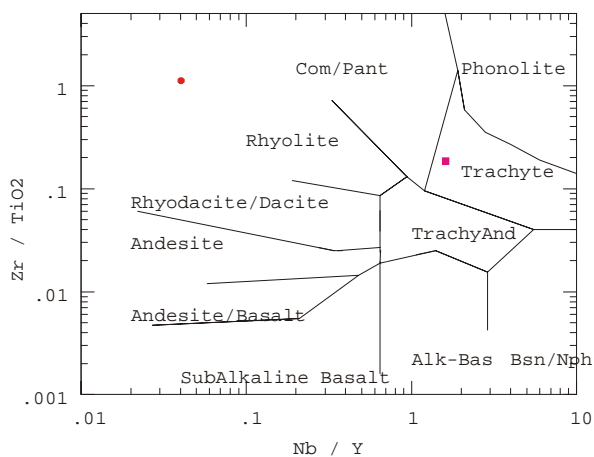
Obr. 1 – Geologická skica s vyznačením pozice studovaných vzorků.  
Fig.1 – Schematic geological map with position of studied samples.

Zaječí d.b.669. Výsledek (obr. 2) při použití klasifikačního diagramu TAS (Le Maitre 1984) ukazuje na trachytický chemismus. Výsledek je podobný hodnotám získaným na některých sklech z lokality Višňové (II horizont vulkanoklastik, eggenburg/ottnang viz. Nehyba 1997, Nehyba–Roetzal 1999) a je způsoben zvýšenými koncentracemi alkálií ve skle.

Geochemické studium vzorků celé horniny bylo provedeno pro oba vzorky. Při použití klasifikačního diagramu  $Zr/TiO_2$  vs.  $Nb/Y$  (Winchester–Floyd 1977) (obr. 3) odpovídá jeden vzorek trachytům a druhý leží výrazně mimo klasifikační pole. Tyto výsledky ukazují na silné postdepoziciční ovlivnění vzorků. Na základě diskriminačních diagramů pro kyselé magmatické horniny  $Nb$  vs.  $Y$  či  $Rb$  vs.  $Y+ Nb$  (Pearce et al.



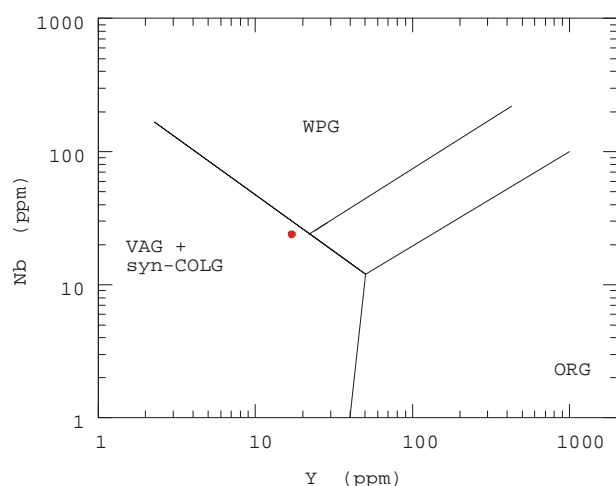
Obr. 2 – Klasifikační diagram TAS pro vulkanická skla pavlovického souvrství.  
Fig. 2 – TAS classification diagram for volcanic glasses from Pavlovice Fm.



Obr. 3 – Klasifikační diagram pro vulkanoklastika pavlovického souvrství.  
Fig. 3 – Classification diagram for volcanic clastics of Pavlovice Fm.

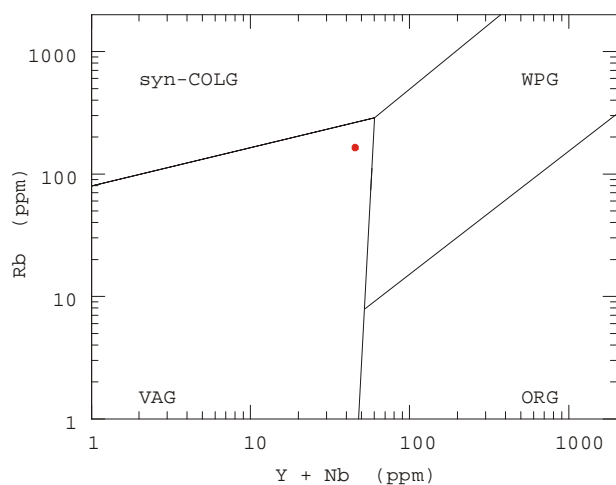
1984) lze doložit původ studovaných vulkanoklastických hornin z kyselých magmat, odpovídajícím vápenato-alkalickému vulkanismu vulkanického oblouku (obr. 4 a 5). Zhodnocení zastoupení prvků vzácných zemin bylo provedeno také na obou vzorcích. Křivky prvků vzácných zemin normalizované vůči chondritům (obr. 6) ukazují vcelku plochý průběh křivky, chybějící nebo jen velmi slabě vyvinutou Eu anomálii a relativně nízké koncentrace REE. Výrazné rozdíly mezi jednotlivými vzorky byly zjištěny zejména v koncentracích HREE. Získanou křivku i koncentrace REE lze dobře srovnat s některými křivkami REE získanými pro spodnomiocenní vulkanoklastika karpatské předhlubně (Nehyba 1997).

Studium zirkonu představuje důležitou metodu korelace jednotlivých výskytů neogenních vulkanoklastik v zájmové oblasti (Nehyba 1997, Nehyba–Roetzel 1999). Byla studována vnější i vnitřní morfologie minerálu, dále



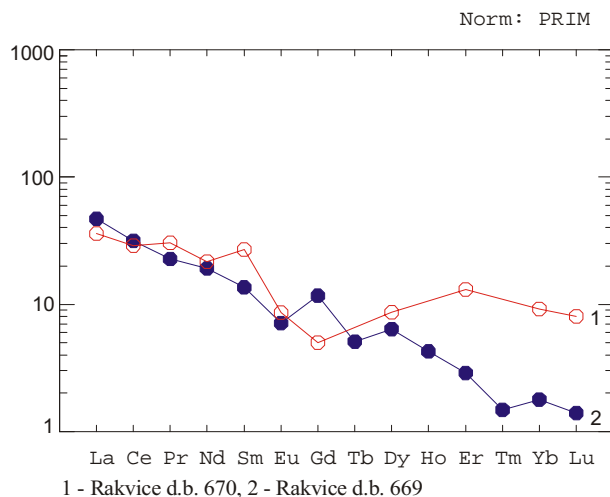
Obr. 4 – Diagram Nb vs. Y pro vulkanoklastika pavlovického souvrství.

Fig. 4 – Diagram Nb vs. Y for volcaniclastic of Pavlovic Fm.



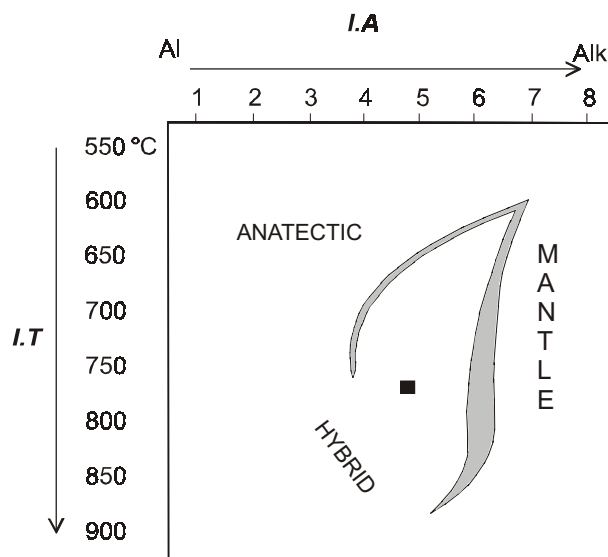
Obr. 5 – Diagram Rb vs. Y+Nb pro vulkanoklastika pavlovického souvrství.

Fig. 5 – Diagram Rb vs. Y+Nb for volcaniclastic of Pavlovic Fm



Obr. 6 – Křivka REE normalizovaná vůči chondritům pro vulkanoklastika pavlovického souvrství.

Fig. 6 – Chondrite-normalized REE patterns for studied volcaniclastic of Pavlovic Fm.

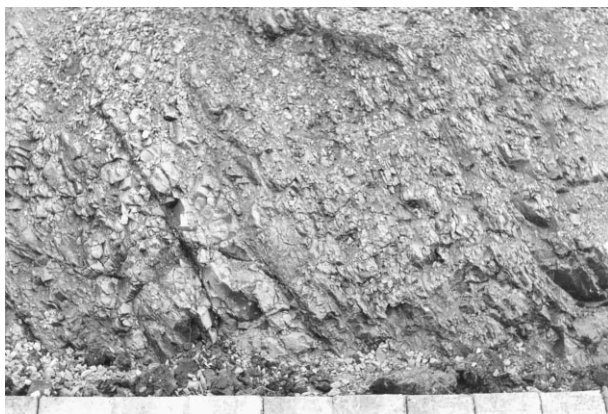


Obr. 7 – Pozice středního typologického bodu pro vulkanické zirkony pavlovického souvrství.

Fig. 7 – Diagram of the average Pupin indices for volcanic zircons from Pavlovic Fm.

typologie a elongace (celkem 139 zrn v zrnitostní frakci 0,063–0,125 mm).

Také studium zirkonu ukazuje na výrazné přepracování vulkanogenního materiálu po depozici ze vzdušného sloupce a značnou příměs nevulkanické komponenty ve vzorcích. Studium vnější morfologie bývá někdy užíváno pro určení původu minerálu, když idiomorfnní zrna jsou zjednodušeně považována za doklad vulkanického či magmatického zdroje (Poldervaart 1950). Ve studovaných vzorcích tvoří idiomorfnně omezená zrna pouze 44,4% celé populace minerálu. Hypidiomorfnně omezené minerály tvořily 26,7%. Nepravidelně kulatá zrna představují 23,0% a zrna kulatá zbylých 5,9%. Zirkony se zachovanými krystalovými plochami tvořily 59,3%. Povlaky vulkanického



Obr. 8 – Pavlovické souvrství s vložkami tufitů – dokumentační bod 669, zářez železniční trati.  
Fig. 8 – Deposits of Pavlovicé Fm. with tuffitic intercalations – outcrop No. 669 (along the railroad course)



Obr. 9 – Detail na vložku tufitu – dokumentační bod 669.  
Fig. 9 – Tuffitic intercalation – detail from the outcrop No. 669.

skla na zirkonech, komplikované srůsty a nárůsty zirkonů, ostré úlomky krystalů, nepravidelný vývin a modelace jednotlivých krystalových ploch (deprese, nerovnosti, atd.) byly vyvinuty jen na části studované populace zirkonů. Především zbytky vulkanického skla lze považovat za doklad vulkanogenního původu materiálu a doložit zachování sklovitého materiálu přes výrazné postdepoziční postižení.

Studium vnitřní stavby zirkonů bylo orientováno na zhodnocení zastoupení zirkonů se staršími jádry, zonálních zirkonů a přítomnosti uzavřenin. Zirkony se staršími jádry tvořily 5,9 % populace. V rámci zirkonů byly velmi hojné uzavřeniny. Zirkony s uzavřeninami tvořily 94,8 % populace. Zirkony se zonálním vývinem odpovídaly 5,2 %. Tyto znaky odrážejí mimo jiné zvýšený podíl nevulkanických zirkonů a jsou podobné hodnotám zjištěným pro spodnomiocenní vulkanoklastika alpsko-karpatské předpolní pánve (Nehyba 1997, Nehyba–Roetzel 1999).

Zhodnocení elongace (poměr délky a šířky zrn) bývá užíváno k určení původu i postdepozičních procesů (Poldervaart 1995, Winter 1984). Průměrná hodnota elongace zirkonů pro studované zirkony byla 2,1 a maximální hodnota elongace byla 3,1 (měřeno 73 krystalů). Zirkony s vysokou hodnotou elongace (nad hodnotu 3 či 4) bývají považovány za typicky vulkanické (Dopita–Králík 1977). Zirkonů s elongací nad 3 bylo zjištěno 12,3 % z celkového studovaného množství a s elongací nad 4 nebyly zjištěny vůbec. Tyto výsledky ukazují na významné zastoupení nevulkanických zirkonů v rámci vzorků a lze je srovnat především s hodnotami získanými pro horizont II. spodnomiocenních vulkanoklastik alpsko-karpatské předpolní pánve (Nehyba 1997, Nehyba–Roetzel 1999).

Typologické studium vulkanických zirkonů ve smyslu (Pupin 1980) bývá využíváno k určení podmínek krystalizace magmatu a představuje také výhodnou tefrostratigrafickou metodu (Kowallis et al. 1989). Ve studovaných vzorcích lze doložit na dominanci typologických tvarů S 18, S 19 a také P 2. Pozice tzv. typologického středního bodu (obr. 7) v diskriminančním

diagramu Pupina (1985) ukazuje na hybridní původ magmatické taveniny s výrazným zastoupením korového materiálu. Charakteristická (typická pro vulkanické zirkony) je pozice při spodní části magmatického vývojového trendu (Pupin 1980), odrážející dramatické procesy spojené s vytěsněním taveniny. Výsledky typologie pro vzorky z pavlovického souvrství lze srovnat především s hodnotami pro II horizont spodnomiocenních vulkanoklastik alpsko-karpatské předpolní pánve. Určitým rozdílem je vyšší zastoupení tvaru P 2 ve vzorcích z pavlovického souvrství.

Vulkanoklastické sedimenty pavlovického souvrství představují primárně distální spadová pyroklastika, která byla následně (po usazení ze vzdušného sloupce) silně postižena postdepozičními procesy (redepozice, alterace, atd.). Na základě tefrostratigrafického studia lze studovaná vulkanoklastika s velkou pravděpodobností korelovat se spodnomiocenními vulkanoklastikami karpatské předhlubně, konkrétně pak s horizontem II (Nehyba 1997, Nehyba–Roetzel 1999).

Zdroj vulkanického materiálu lze zařadit ke kyselému vápenato-alkalickému vulkanismu ostrovního oblouku s hybridním původem magmatické taveniny a lze jej umístit do karpato-panonské oblasti, nejspíše pak do dnešního severního Maďarska. V karpatsko-panonském regionu hraje prostorová a časová distribuce neogenních vulkanitů důležitou geotektonickou roli (Forgáč et al. 1968, Slávik et al. 1968, Lexa–Konečný 1979, Kaličiak et al. 1989, Kováč et al. 1993, Lexa et al. 1993). V centrálních a vnitřních Západních Karpatech je vyvinutá vápenato-alkalická asociace se širším petrochemickým spektrem. Studovaná spodnomiocenní vulkanoklastika mohou pocházet z areálního dacitového a ryolitového vulkanismu. Magmatická tavenina je produktem anatexe – parciálního tavení uvnitř sialické části kůry, díky jejímu přehřátí extenzním účinkem diapirismu pláště.

Terénní situace odkryvů pavlovického souvrství s výskytem vulkanoklastických hornin je prezentována na obr. 8 a 9.

*Tefrostratigrafické studium je součástí grantu GA ČR 205/03/1204, jemuž vděčíme za laskavou finanční podporu.*

## Literatura:

- Dopita, M. – Králík, J. (1977): Uhelné tonsteiny ostravsko–karvinského revíru. – VŠ báňská; 1–213. Ostrava.
- Forgáč, J. et al. (1968): Subsequent and final volcanism in the West Carpathians (Central–Slovakia region). – Int. Geol. Congress, Rep. of XXIII. session, 5; 133–138. Praha.
- Kaličiak, M. – Konečný, V. – Lexa, J. (1989): Štruktúry a vývoj neogénnych vulkanitov Slovenska vo vzťahu k blokovej tektonike. – Geol.Práce, Spr., 88; 79–103. Bratislava.
- Kováč, M. – Michalík, J. – Plašienka, D. – Maňo, Ľ (1993): Alpínský vývoj Západných Karpát.– Scripta MU Brno; 1–53. Brno.
- Kowallis, B.J. – Christiansen, E.H. (1990): Applications of zircon morphology: correlation of pyroclastic rocks and petrogenetic differences. – Abstracts of field conference and workshop on tephrochronology, Mammoth Hot Springs, June 1990; 25. Wyoming.
- Krhovský, J. – Bubík, M. – Hamršíd, B. – Šťastný, M. (1995): Lower Miocene of the Pouzdřany unit, the West Carpathian Flysch belt, Southern Moravia. – Knihovnička ZPN, 16, 73–83. Hodonín.
- LeMaitre, R.W. (1985): A proposal by the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks for chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica (TAS) diagram. – Australian Jour.of Earth Sci., 243–255. Sydney.
- Lexa, J. – Konečný, V., – Kaličiak, M. – Hojstričová, V. (1993): Distribúcia vulkanitov karpato–panonského regiónu v priestore a čase.– In Rakús, M. – Vozár, J. (eds.): Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. Bratislava.
- Lexa, J. – Konečný, V. (1979): Relationship of the Carpathian volcanic arc to the geodynamic evolution of the Pannonian basin. – Geodynamic investigations in Czechoslovakia; 231–235. Bratislava.
- Nehyba, S. (1997): Miocene volcanoclastics of the Carpathian Foredeep in the Czech Republic. – Bull. Of Czech Geol.Survey, 72, 4, 313–327. Praha.
- Nehyba, S. – Roetzel, R. (1999): Lower Miocene volcanoclastics in South Moravia and Lower Austria. – Jb.Geol.Ges. Wien, 141/4. Wien.
- Pearce, J.A. – Harris, N.B.W. – Tindle, A.G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. – J.Petrol., 25, 956–983. Oxford.
- Pokorný, V. (1961): K mikrobiostratigrafickému členění „hustopečských slínů“ v okolí Trkmance a Zaječí (ždánická jednotka, jižní Morava). Časopis pro min. a geol., 6, 3, 305–315. Praha.
- Poldervaart, A. (1950): Statistical studies of zircon as a criterion in granitization. – Nature, 165, 574–575. London, New York.
- Pupin, J.P. (1980): Zircon and Granite Petrology. – Contr.Mineral.Petrology, 73, 207–220. Berlin, New York.
- Pupin, J.P. (1985): Magmatic zoning of hercynian granitoids in France based on zircon typology. – Schweiz. mineral.petrogr.Mitt., 65, 29–56. Zürich.
- Slávik, J. et al. (1968): Tectonics and subsequent volcanism in the western part of East Carpathians. – Int. Geol. Congress, Rep. of XXIII Sess., 2; 61–71. Praha.
- Stráník, Z. (1983): Outer Carpathians in South Moravia. – In Samuel, O. – Gašparikova, V. (eds.): European Colloquy on Micropaleontology (excursion guide): Konferencie, Sympózia, Semináře, Geologický ústav D. Štúra, Bratislava, 167–175.
- Stráník, Z. et al. (1980): Revize paleogenního autochtonního pokryvu platformy, pouzdřanské a ždánické jednotky. – MS, Archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Stráník, et al. (1982): Vysvětlující text k základní geologické mapě 1:25.000 list 34–214 Hustopeče. – MS, Archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Stráník, Z. – Menčík, E. – Eliáš, M. – Adámek, J. (1993): Flyšové pásmo Západních Karpat, autochtonní mesozoikum a paleogén na Moravě a ve Slezsku.– In Přichystal, A. – Obstová, V. – Suk, M. (eds.): Geologie Moravy a Slezka, MZM, PřF MU, 107–122. Brno.
- Winchester, J.A. – Floyd, P.A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. – Chem.Geol., 20, 325–343.
- Winter, J. (1984): Identifizierung von Keratophyr–Horizontendurch Tracht und Habitus ihrer Zirkone (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge). – Z.dt.geol.Ges., 135, 2, 501–527. Hannover.