

Nové poznatky k provenienci sedimentů kroměřížského souvrství

New findings about the provenance of deposits of the Kroměříž Formation

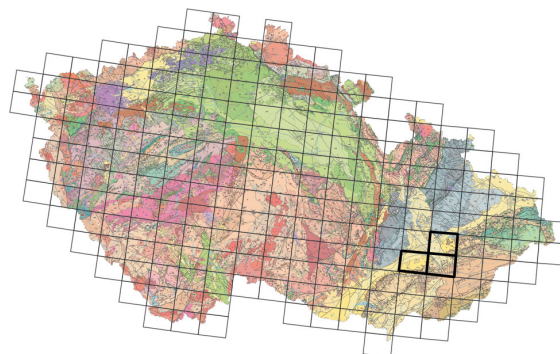
MICHAL FRANCÍREK – SLAVOMÍR NEHYBA

Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno; francirekmichal@seznam.cz, slavek@sci.muni.cz

Please cite this article as: Francírek, M. – Nehyba, S. (2017): New findings about the provenance of deposits of the Kroměříž Formation. – Geoscience Research Reports, 50, 45–49. (in Czech)

Key words: detrital garnets, statistical comparison, provenance, Carpathian Foredeep, Karpatian, Kroměříž Formation

Summary: The Kroměříž Formation (Miocene, Late Karpatian) is formed by clays, mudstones, sands, sandstones, gravels and conglomerates. This formation was deposited along the active margin of the Carpathian Foredeep in front of the Western Carpathian flysch nappes. The deposits of the Kroměříž Formation are divided into the variegated deposits, and the Holešov conglomerates. The variegated deposits are represented by “pebbly mudstones”, and are formed by an admixture of sand and gravel fractions in the clay matrix. The Holešov conglomerates can be described as “marginal clastics” and historically they were labelled with several local names, e.g., Nítkovice gravels and sands or gravels of the Zborovice type. The variegated deposits and the Holešov conglomerates differ from each other not only by lithology and petrography, but also by different source area. The provenance of deposits of the Kroměříž Formation can be specified by the chemistry of detrital garnets. The Holešov conglomerates do not reveal any significantly dominant type of detrital garnets, whereas the variegated deposits are characteristic of significant content of Alm-Prp garnets with pyrope component up to 20 vol. %. To specify the provenance, a statistical comparison of detrital garnets was carried out using the Statistica software. Based on



(24-42 Kojetín, 25-13 Přerov, 25-31 Kroměříž)

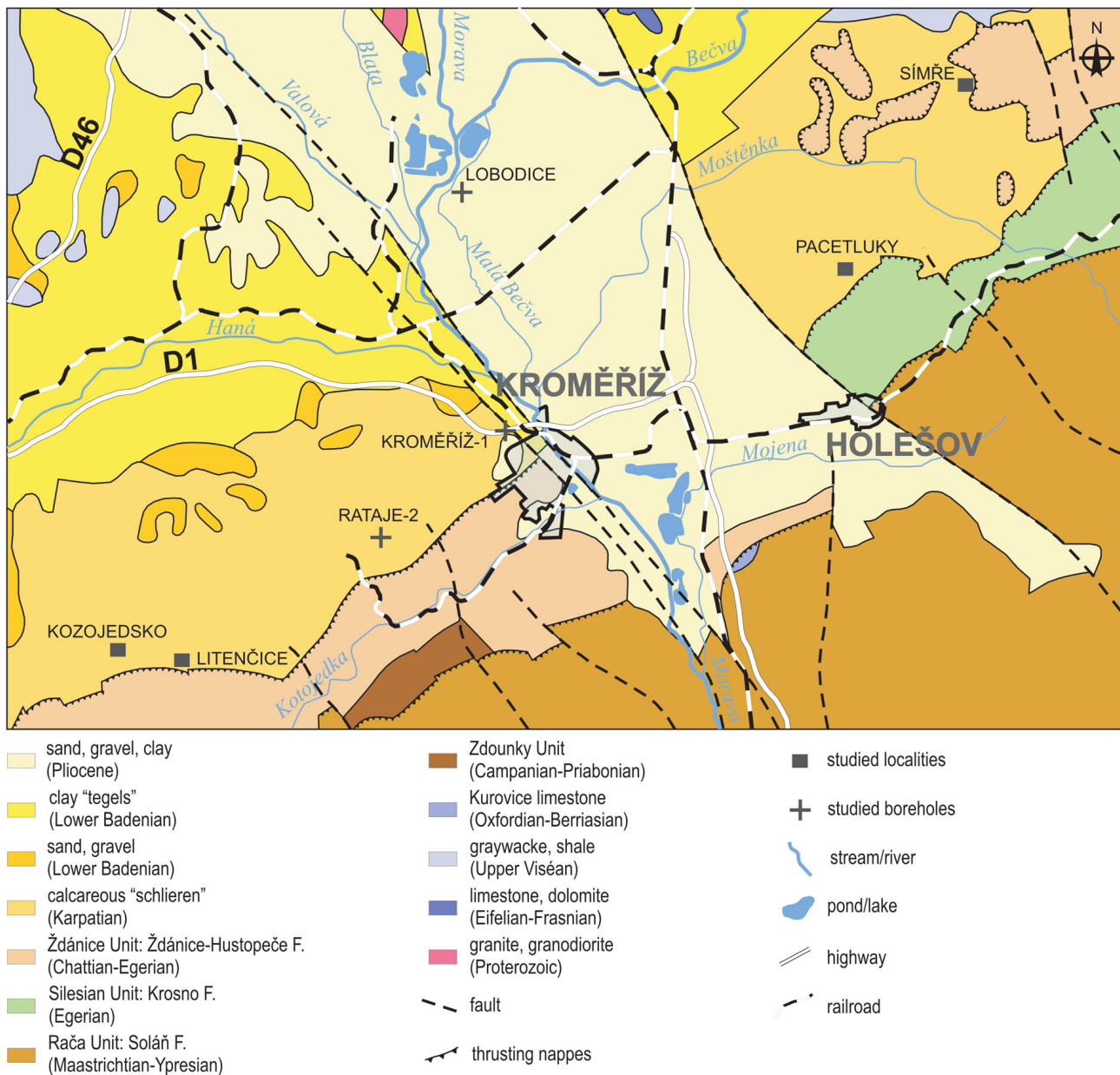
the chemistry of detrital garnets the Silesian and Ždánice and Subsilesian units can be considered as the main source of material for the variegated deposits, and also for the Holešov conglomerates. The older Karpatian deposits (depositional units II and III sensu Francírek – Nehyba 2016) can be regarded as another potential source of the Kroměříž Formation deposits. The similarity of the older Karpatian deposits and the Kroměříž Formation deposits is demonstrated by the statistical comparison. This comparison also shows that the Lower Badenian deposits (locality Lobodice) are similar to the Kroměříž Formation deposits (locality Símře). Both the locality Lobodice and the locality Símře have a source of material from the Western Carpathian flysch nappes, but probably also from the Moravian-Silesian Paleozoic cover of the Bohemian Massif. The statistical comparison allows to distinguish the source of material for the Holešov conglomerates, and the variegated deposits. The Holešov conglomerates were supplied by material from the Ždánice and Subsilesian units (Ždánice-Hustopeče Formation), whereas the material of the variegated deposits was derived from the Silesian Unit (Krosno Formation).

Studium chemismu detritických granátů kroměřížského souvrství navazuje na předchozí výzkumy Benady a Kokolusové (1987), Francírka et al. (2016) a Francírka a Nehyby (2016), které byly v dané oblasti prováděny. Studované sedimenty kroměřížského souvrství jsou nejmladším členem sedimentárního záznamu karpátu ve střední části karpatské předhlubně. Kroměřížské souvrství se člení na pestré vrstvy a holešovské slepence, které byly v minulosti pojmenovány různými místními názvy, např. nítkovické štěrky a písky, štěrky zborovského typu či holešovské štěrky. Je situováno před čely flyšových příkrovů Západních Karpat a v nadloží novopřerovských vrstev, paleogeograficky tedy odpovídá okrajovým klastikám (Benada – Kokolusová 1987, Francírek et al. 2016). Pestré vrstvy a holešovské sle-

pence se od sebe odlišují sedimentární náplní. Pestré vrstvy jsou sedimenty tzv. pebbly mudstones, tvořené příměsí písčité a štěrkovité frakce v jílovitém matrixu. Naopak holešovské slepence jsou tvořeny štěrkovitou a písčitou frakcí. Provenience těchto sedimentů byla upřesněna na základě chemismu detritických granátů.

Metodika

Sedimenty holešovských slepenců byly studovány z pohledu provenience na základě detritických granátů. Konkrétní studované lokality holešovských slepenců jsou Pacetluky, Símře, Kozojedsko a Litenčice (obr. 1). Z každé lokality



Obr. 1. Lokalizace studované oblasti v geologické mapě (upraveno podle Geologické mapy České republiky 1 : 500 000, Cháb et al. 2007).
Fig. 1. Location of the study area on a geological map (modified after Geological Map of the Czech Republic 1 : 500 000, Cháb et al. 2007).

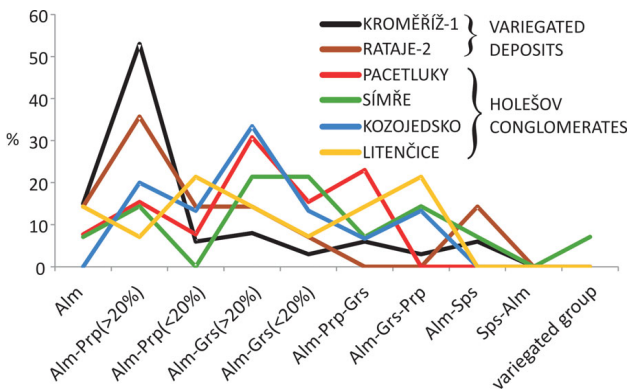
byl odebrán jeden vzorek na analýzu chemismu granátů. Pro provenienční a statistické srovnání byly také použity starší analýzy granátů z pestrých vrstev kroměřížského souvrství (vrty Kroměříž-1 a Rataje-2) a ždánicko-hustopečského souvrství (Francírek et al. 2016), „staršího“ karpátu a podložního krystalinika (Francírek – Nehyba 2016), krosněnského souvrství (Stráník et al. 2007), maurské jednotky (Otava et al. 1997) a spodního badenu z vrtů v oblasti Lobodic (Blaško et al. 2014). Detritické granáty byly analyzovány na přístroji CAMECA SX100 na pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty MU. Bylo provedeno 56 analýz granátů ze sedimentů holešovských slepenců. Výsledky analýz byly vyneseny do ternárních diagramů, jejichž vrcholy tvoří čtyři hlavní koncové členy (almandin, grosulár, pyrop a spessartin). Pro upřesnění

provenience detritických granátů kroměřížského souvrství bylo provedeno statistické srovnání v programu Statistica. Ke zjištění vzájemné podobnosti jednotlivých vzorků byla použita klastrová analýza, strategie vážená pár-skupinová, vzdálenost Manhattan. Srovnání bylo založeno na průměru obsahu hlavních oxidů a stopových prvků vzorků z každé lokality nebo zdrojové oblasti.

Výsledky

Chemismus detritických granátů

Granáty byly rozčleněny do deseti typů podle obsahu molekul hlavních koncových členů (obr. 2). Na základě srovnání chemismu detritických granátů se sedimenty pestrých



Obr. 2. Graf rozpoznávaných typů detritických granátů kroměřížského souvrství.

Fig. 2. Distribution plot of recognized types of detrital garnets of the Kroměříž Formation.

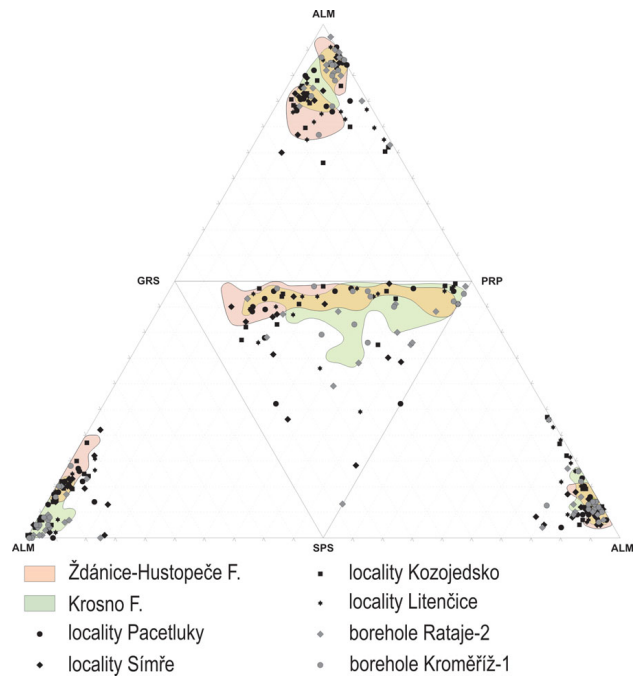
vrstev vyznačují oproti holešovským slepencům vyšším podílem granátů Alm-Prp s obsahem pyropu do 20 % (obr. 2). Ve vzorku z vrtu Rataje-2 je tento typ granátů zastoupen 35,7 % a ve vzorku z vrtu Kroměříž-1 dokonce 53 %. Naopak holešovské slepence nevykazují dominanci žádného typu granátů. Pouze u lokalit Kozojedsko a Pacetluky, tvořenými dominantně konglomeráty, je nepatrně vyšší počet Alm-Grs granátů s obsahem grosuláru do 20 %.

Na základě předchozích výzkumů Francírka a Nehyby (2016) a Francírka et al. (2016) byla věnována zvýšená pozornost slezské a ždánicko-podslezské jednotce jako možnému hlavnímu zdroji materiálu studovaných sedimentů. Detritické granáty pestrých vrstev a holešovských slepenců kroměřížského souvrství tvoří v ploše Grs-Prp-Sps ternárního diagramu liniový trend GRS-PRP (obr. 3), a při porovnání s granáty slezské a ždánicko-podslezské jednotky vykazují obdobný liniový směr.

Statistické zpracování detritických granátů

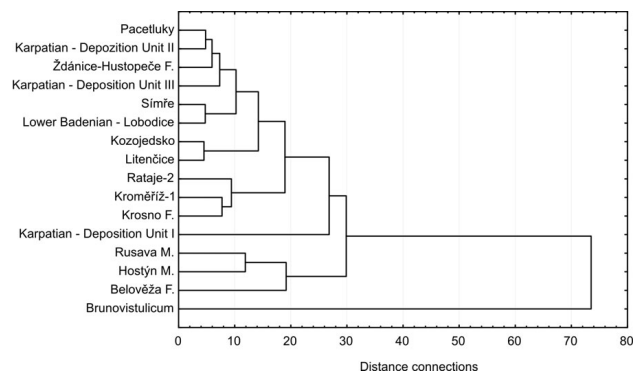
Pro zjištění podobnosti studovaných sedimentů a možných zdrojů materiálu byl použit statistický program Statistica. Z dendrogramu (obr. 4) je patrné, že hlavními zdroji holešovských slepenců jsou sedimenty ždánicko-podslezské jednotky (ždánicko-hustopečské souvrství). Lokalita Pacetluky se dokonce vyznačuje i podobností se staršími sedimenty karpátu (depoziční jednotka II a III sensu Francírek – Nehyba 2016), naopak lokalita Símře vykazuje blízkou podobnost se sedimenty spodního badenu z lokality Lobodice. Detritické granáty holešovských slepenců z oblasti Nítkovic je také možné přiřadit ke granátům ze ždánicko-hustopečského souvrství, avšak jejich podobnost je menší než v oblasti Holešova. Granáty z pestrých vrstev vykazují podobnost s materiálem ze slezské jednotky (krosněnské souvrství).

Krystalinické horniny brunovistulika, které tvoří podloží výplně karpatské předhlubně, nelze považovat za zdroj materiálu kroměřížského souvrství, stejně jako nejstarší sedimenty karpátu (depoziční jednotka I sensu Francírek – Nehyba 2016). Rovněž sedimenty magurské skupiny při-



Obr. 3. Srovnání chemismu detritických granátů kroměřížského souvrství a ždánicko-hustopečského a krosněnského souvrství.

Fig. 3. Comparison of the chemistry of detrital garnets of the Kroměříž Formation and Ždánice-Hustopeče and the Krosno Formations.



Obr. 4. Dendrogram znázorňující podobnost chemického složení jednotlivých vzorků granátů.

Fig. 4. Dendrogram showing the similarity of chemical composition of garnet samples.

krovů nelze považovat za zdrojové horniny sedimentů kroměřížského souvrství.

Diskuse

Sedimenty kroměřížského souvrství představují nejmladší fázi sedimentace karpátu, která je spojena s dosunutím a výzdvihem flyšových příkrovů (Francírek – Nehyba 2016). Na konci karpátu docházelo ke změlčování pánve a při jejích okrajích k sedimentaci hrubozrnných klastik (Benada – Kokolusová 1987). Východní okraj pánve je ohraničen čely ždánicko-podslezské jednotky, před nimiž jsou prostorově situovány sedimenty kroměřížského

souvrství. Západní okraj předhlubně tvoří Český masiv, konkrétně slavkovsko-těšínský hřbet, který v dřívějších fázích předhlubně byl periferním pahorkem („forebulge/peripheral bulge“) této periferní předpolní pánve/předhlubně. V části zájmové oblasti je západní okraj pánve představen krou Maleníku, na jejichž jižních svazích se nacházejí výchozy dolnoněčtických vrstev (karpat).

Dolnoněčtické vrstvy jsou členem stryszawského souvrství karpatu a vyznačují se mělkomořskými sedimenty se zbytky schránek měkkýšů a terestrických savců (Adámek et al. 2003), avšak podobné sedimenty popsal Jareš (1982) v dnes již zaniklých pískovnách u Lipové či Dřevohostic. Též studovaná lokalita Símře vykazuje podobné znaky jako sedimenty v popsaných pískovnách. Je tedy možné předpokládat, že dolnoněčtické vrstvy jsou součástí spíše kroměřížského než stryszawského souvrství. Podobnost lokality Símře s lokalitou Lobodice, která je spodněbadenského stáří, tkví ve zdrojové oblasti lokalit. Jak lokalita Símře, tak částečně lokalita Lobodice mají předpokládá-nou zdrojovou oblast z flyšových příkrovů Západních Karpat (Blaško et al. 2014). Blaško et al. (2014) u části vzorků z lokality Lobodice uvádějí jako možný zdroj také sedimenty drahanského kulmu. Benada a Kokolusová (1987) a Francírek et al. (2016) popisují v sedimentech kroměřížského souvrství magmatické a metamorfované horniny neznámého původu. Na základě chemismu detritických granátů je zřejmé, že není možné spatřovat původ těchto hornin v krystaliniku brunovistulika, které tvoří podloží sedimentů karpatu. Za možnou provenienci krystalinických hornin lze považovat sedimenty flyšových příkrovů Západních Karpat, ve kterých Štelcl (1993) popisuje tzv. „exotické valouny“ magmatických a metamorfních hornin. Dalším zdrojem krystalinických hornin mohou být slepence kulmu drahanského (Blaško et al. 2014) a pravděpodobně taktéž nízkojesenického (Nehyba et al. 2009).

Drobné rozdíly pozorovatelné mezi detritickými granáty z oblastí Nítkovic a Holešova lze pravděpodobně přičítat lokální odlišnosti a pestrosti materiálu zdrojových hornin. Nezanedbatelný vliv na tuto odlišnost může také mít rozdílné podloží výplně karpatské předhlubně. Zatímco v oblasti Holešova převládají krystalinické horniny brunovistulika a kulmské horniny karbonského stáří (Dvořák et al. 1978), v oblasti Nítkovic tvoří podloží devonské vápence (Adámek et al. 1971).

Rozdílná provenience holešovských slepenců a pestrých vrstev je spojena s odlišnou lokalizací, kdy pestré vrstvy jsou popisovány z hlubokých vrtů situovaných v okolí Kroměříže v prostoru nebo při okrajích zlomového pásma Hané (holešovské zlomy). Toto pásmo hrálo významnou roli zejména v počáteční fázi karpatu (Francírek – Nehyba 2016) a později i ve spodním badenu (Zapletal 2004). Tato zlomová struktura umožnila mořské transgresi zasáhnout daleko do předpolí, tj. do Českého masivu. V pokračování zlomové struktury za Prostějovem byly v obce Slatinky popsány sedimenty karpatu (Bubík – Dvořák 1996) a ještě severněji u Přemyslovic sedimenty spodního badenu (Zagoršek et al. 2012). Reaktivace této struktury pravděpodobně započala již na konci karpatu a došlo k vytvoření podmořského údolí, které zasahovalo daleko na Český

masiv a na druhé straně pak pokračovalo pod flyšovými příkrovy Západních Karpat. Toto paleoúdlí pravděpodobně bylo vyplňováno materiálem z okolních dosouvajících se příkrovů (Francírek et al. 2016).

Závěr

Sedimenty kroměřížského souvrství jsou členěny na pestré vrstvy a holešovské slepence. Podle asociací detritických granátů byly hlavními zdroji materiálu kroměřížského souvrství sedimenty krosněnského a ždánicko-hustopečského souvrství a také starší sedimenty karpatské předhlubně. Ze statistického zpracování detritických granátů vyplývá, že pestré vrstvy měly přínos materiálu ze slezské jednotky (krosněnské souvrství), kdežto holešovské slepence byly dotovány materiálem ždánicko-podslezské jednotky (ždánicko-hustopečské souvrství) a případně starší sedimentární výplně karpatské předhlubně. Na sedimentaci kroměřížského souvrství měla významný vliv tektonika, kdy se v rámci dosunutí flyšových příkrovů Západních Karpat reaktivovalo zlomové pásmo Hané a došlo také k výzdvihu slavkovsko-těšínského hřbetu, což vedlo k depozici sedimentů rozdílných litofaciálních vývoju. Sedimentace kroměřížského souvrství probíhala tedy v relativně úzké a mělké pánvi před čely příkrovů. Na základě získaných dat a vlastních výsledků lze interpretovat kroměřížské souvrství jako okrajovou facii karpatské předhlubně paleogeograficky vázanou na čela slezské a ždánicko-podslezské jednotky.

Poděkování. Práce vznikla jako součást specifického výzkumu na vysoké škole. Autoři děkují recenzentům za podnětné připomínky.

Literatura

- ADÁMEK, J. – BRZOBOHATÝ, R. – PÁLENSKÝ, P. – ŠIKULA, J. (2003): The Karpatian in the Carpathian Foredeep (Moravia). In: BRZOBOHATÝ, R. – CÍCHA, I. – KOVÁČ, M. – RÖGL, F., ed.: The Karpatian, a Lower Miocene Stage of the Central Paratethys, 75–92. – Masaryk. univ. Brno.
- ADÁMEK, J. – HRUBÝ, B. – KARKOŠKA, F. – KRÁLOVÁ, Z. – RAČEK, F. – VOBORNÍKOVÁ, J. – ZÁDRAPA, M. – ZAPLETALOVÁ, J. – ZUKALOVÁ, V. (1971): Strukturálně stratigrafický vrt Nítkovice -2. Závěrečná zpráva. – MS Mor. naft. doly, a. s. Hodonín.
- BENADA, S. – KOKOLUSOVÁ, A. (1986): Nové poznatky o geologické pozici hrubých klastik karpatu ve střední části karpatské předhlubně na Moravě. – Zem. Plyn Nafta 32, 1, 1–15.
- BLAŠKO, D. – NEHYBA, S. – BARTAKOVICS, A. (2014): Studium spodněbadenských bazálních klastik v oblasti podzemního zásobníku plynu Lobodice. – Geol. Výzk. Mor. Slez. 21, 5–9.
- BUBÍK, M. – DVOŘÁK, J. (1996): O nálezu karpatu (miocén) a dalších výsledcích vrtu Slatinky MH-10. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1995, 20–21.
- DVOŘÁK, J. – FRIÁKOVÁ, O. – HOLZKNECHT, M. – HURBANOVÁ, J. – KREJČÍ, J. (1978): Závěrečná zpráva o hlubokém strukturálním vrtu Dřevohostice-1. – MS Mor. naft. doly, a. s. Hodonín.
- FRANCIŘEK, M. – HANÁČEK, M. – NEHYBA, S. (2016): Nové poznatky o facii „pebbly mudstones“ pestrých vrstev kroměřížského souvrství (karpat, střední část karpatské předhlubně). – Geol. Výzk. Mor. Slez. 23, 7–12.
- FRANCIŘEK, M. – NEHYBA, S. (2016): Evolution of the passive margin of the Peripheral Foreland Basin: an Example from the Lower Miocene

- deposits of the Carpathian Foredeep (Czech Republic). – *Geol. carpath.* 67, 1, 41–68.
- CHÁB, J. – STRÁNÍK, Z. – ELIÁŠ, M. (2007): Geologická mapa České republiky 1 : 500 000. – Čes. geol. služba. Praha.
- JAREŠ, J. (1982): Sedimentologické studium miocenních štěrků v oblasti Holešova. Diplomová práce. – MS Přírodověd. fak. Univ. J. E. Purk. Brno.
- NEHYBA, S. – GILÍKOVÁ, H. – TOMANOVÁ PETROVÁ, P. – ČURDA, J. (2009): Sedimentologické studium klastických sedimentů spodního badenu na vybraných lokalitách Moravské brány. – *Geol. Výzk. Mor. Slez.* 16, 21–25.
- OTAVA, J. – KREJČÍ, O. – SULOVSÝ, P. (1997): První výsledky studia chemismu granátů pískovců račanské jednotky magurského flyše. – *Geol. Výzk. Mor. Slez.* 4, 39–42.
- STRÁNÍK, Z. – HROUDA, F. – OTAVA, J. – GILÍKOVÁ, H. – ŠVÁBENICKÁ, L. (2007): The Upper Oligocene-Lower Miocene Krosno lithofacies in the Carpathian Flysch Belt (Czech Republic): sedimentology, provenance and magnetic fabrics. – *Geol. carpath.* 58, 4, 321–332.
- ŠTELCL, J. (1993): Výsledky petrochemického studia krystalinických exotik račanské jednotky magurského flyše. – *Zpr. geol. Výzk. v Roce* 1991, 138–140.
- ZAGORŠEK, K. – NEHYBA, S. – TOMANOVÁ PETROVÁ, P. – HLADILOVÁ, Š. – BITNER, M. A. – DOLÁKOVÁ, N. – HRABOVSKÝ, J. – JAŠKOVÁ, V. (2012): Local catastrophe caused by tephra input near Přemyslovice (Moravia, Czech Republic) during the Middle Miocene. – *Geol. Quarterly* 56, 2, 269–284.
- ZAPLETAL, J. (2004): Příspěvek k paleogeografickému vývoji sedimentace spodního badenu na střední Moravě. – *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk Brun., Geol.* 31–32, 87–98.