

SEDIMENTÁRNĚ PETROGRAFICKÉ STUDIUM NEOGENNÍCH A PLEISTOCENNÍCH FLUVIÁLNÍCH SEDIMENTŮ V OKOLÍ HRADU VEVEŘÍ SZ. OD BRNA

Fluvial deposits (Neogene-Pleistocene) in the surroundings of Veverí castle NW of Brno

Slavomír Nehyba¹, Karel Kirchner²

¹Ústav geologických věd PŘF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: slavek@sci.muni.cz

²Ústav geoniky AVČR, v.v.i. pobočka Brno, Drobného 28, 602 00 Brno; e-mail: kirchner@geonika.cz

(24–32 Brno)

Key words: Neogene, Pleistocene, fluvial deposits, terraces

Abstract

The fluvial deposits of the Paleo-Svratka River were studied on 3 localities in the broader surroundings of the castle Veverí (NW of Brno). Sediments represent 3 different terraces and their ages range from Upper Miocene to Middle Pleistocene. Petrography of pebbles and heavy mineral assemblages (heavy mineral spectra, garnet and rutile chemistry) reveal differences in provenance of sediments.

Úvod

Řešení problematiky vývoje údolí řeky Svratky významně souvisí s lokalizací sedimentů, které lze geneticky spojit s fluviální sedimentací. Z tohoto důvodu byly v okolí hradu Veverí terénním průzkumem a pomocí řady vrtných i výkopových prací ověřovány a vyhledávány některé izolované výskyty nezpevněných klastických sedimentů na morfologicky zřetelných plošinách na východním okraji

Boskovické brázdy a západním okraji Bobravské vrchoviny. Tyto sedimenty byly dále studovány metodami sedimentární petrografie a sedimentologie za účelem určení jejich geneze, zdrojové oblasti a případné souvislosti jednotlivých výskytnů. V tomto příspěvku jsou prezentovány výsledky studia tří lokalit tj. plošiny „U buku“, lesní plošiny nad Junáckou loukou a plošiny u myslivny Na Pile. Oblasti výzkumu jsou znázorněny na obr. 1.



Obr. 1: Lokalizace studovaných odkrytí.
Fig. 1: Situation of the studied outcrops.

Plošina „U buku“ nad Novými Dvory

Tyto sedimenty interpretují Müller, Novák et al. (2000) jako fluviální písčité šterky stáří spodní pleistocén až pliocén. Plošina se zbytky šterkopísků se nachází v relativní výšce 84 m nad údolím Svratky. K jejich ověření byly provedeny dvě kopané sondy (K 1 – pozice 49°14' 52,5"N, 16°27'15,5"E, nadmořská výška 307 m, K 2 – pozice 49°14' 52,7"N, 16° 27'12,9"E, nadmořská výška 307,5 m). Hloubka sond dosáhla 0,8 m. Na bázi výkopů byly zjištěny silně rozvětralé horniny brněnského masivu, které mají charakter žlutavě hnědé jílovito-písčité zvětraliny s ostrohrannými klasty granodioritu (Ø až 15 cm). Kontakt s nadložními sedimenty byl velmi nerovný, když vertikální rozdíl 0,3 m bylo možno sledovat na profilu o délce 1 m.

V nadloží zvětralin byly zjištěny světle žluté až bělavé žluté písčité šterky, místy až velmi hrubozrné písky se šterkem o mocnosti do 0,6 m. Tento sediment byl špatně vytríděn, když hodnota koeficientu vytrídění σ_I odpovídala 3,8 ϕ (Folk, Ward 1957). Medián M_z dosahoval hodnotu 2 ϕ . Relativně vysoká byla přítomnost siltové a jílové frakce (kolem 24 %). Subhorizontální stratifikace podmíněná částečným zvýšeným nahromaděním valounů do lamin byla slabě zřetelná. Petrografické studium valounů (frakce nad 8 mm) ukázalo dominanci křemene (64,7–73 %), který byl především bělavě zbarven. Valouny křemene nebyly výrazně tvarově vytríděné. Mírně

převažoval sférický tvar (37,5 %). Zastoupení diskovitých, sloupcovitých i čepelovitých tvarů se pohybovalo kolem 20 %. Křemeny byly naprosto dominantně ostrohranné a poloostrohranné (50–88,6 %), zaoblené a polozaoblené křemeny byly málo časté. Z dalších hornin tvoří valouny silně zvětralý granitoid (5–27,2 %), aplit (1,9 %), ortorula (3,2–6 %), kvarcit (1,9–7 %), silně zvětralý křemenný pískovec (1,3 %) a tmavě šedé až černošedé rohovcové brekcie a silicity (3–5 %). Maximální velikost klastů těchto hornin se pohybovala od 3 (ruly) do 9 cm (křemen) a tyto valouny byly převážně poloostrohranné a sférické. Analýza průsvitných těžkých minerálů (frakce 0,063–0,125 mm) doložila dominanci staurolitu, který tvořil 24,8 %. Dále byla zjištěna výraznější přítomnost zirkonu (19,0 %), disthenu (14,3 %) a granátu (11,6 %). Ostatní průsvitné těžké minerály (rutil, zoisit, epidot, turmalín, apatit, monazit, amfibol, spinel) byly zastoupeny pouze několika procenty. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) dosáhla 30,6 %, když v rámci stabilních minerálů dominoval zirkon.

V nadloží písčitého štěrku byla lokálně zjištěna max. 10 cm mocná poloha světle až sytější hnědé písčitého jílu s ojedinělými valouny. Psefitická složka, která tvořila kolem 1% sedimentu, byla zastoupena převážně bělavým křemenem (60 %), jehož klasty dosahovaly velikosti až 2 cm (osa A). Křemeny byly převážně sférické, poloostrohranné či polozaoblené. Dále byly zjištěny klasty načervenalého granitoidu, křemen-živcového agregátu a silně zvětralé zelenavě šedé horniny (metamorfit?). Písčítá složka (16 % sedimentu) byla dominantně tvořena jemnozrnným a velmi jemnozrnným pískem. Analýza průsvitných těžkých minerálů (frakce 0,063–0,125 mm) potvrdila dominanci staurolitu (37,3 %). Dále byl výrazněji zastoupen zirkon (24,0 %) a rutil (9,8 %). Ostatní průsvitné těžké minerály (disthen, granát, zoisit, epidot, turmalín, apatit, monazit, amfibol, spinel, titanit) se na složení asociace podílely pouze několika procenty. Hodnota indexu ZTR dosahovala 36,7 %, když v rámci stabilních minerálů převažoval zirkon.

V nejvyšší části studovaného profilu se nacházela max. 15 cm mocná vrstva světle hnědé sprašovitě hlíny. Její výskyt byl spíše lokální, když na mnoha místech vystupovaly písčité štěrky až na samotný povrch.

Lesní plošina nad Junáckou loukou

V oblasti lesní plošiny nad Junáckou loukou byly odvrtny dva vrty pomocí ruční vrtné soupravy (V 8 – pozice 49°15'55,6"N, 16°27'35,9"E, nadmořská výška 295 m, V 9 – pozice 49°15'55,0"N, 16°27'34,9"E, nadmořská výška 294,5 m). Plošina se štěrkopísky se nachází v relativní výšce 71 m nad údolím Svatky.

Silně zvětralé granodiority brněnského masivu byly navrtány již v hloubce 0,6–0,9 m. V jejich nadloží byly zjištěny světle žlutohnědé až bělavé písčité štěrky o mocnosti do 0,6 m. Báze štěrku je ostrá. Zrnitostní analýzy (3 vzorky) ukázaly zastoupení štěrkové frakce od 25,8 do 41,2 %, písčítá frakce tvořila 37–41,1 %, prachovitá frakce 17,9–27,9 % a jílovitá 5,1–12 %. V rámci polohy písčitého štěrku bylo možno sledovat určité zjemňování směrem vzhůru, projevující se snížením přítomnosti štěrkové a písčité frakce i zmenšením velikosti valounů. Písčité štěrky byly velmi

špatně vytríděny, když hodnota koeficientu vytrídění σ_I dosahovala 4,1–4,2 ϕ (Folk, Ward 1957). Medián Mz se pohyboval v rozmezí 0,1–2 ϕ . Velikost valounů byla proměnlivá. Největší klasty se nacházely jak podél báze, tak povrchu tělesa štěrku. Největší valouny (bělavý křemen) měly velikost 6,5 cm (osa A). Valouny ostatních hornin dosahovaly menší velikosti, obvykle do 2 cm. Výjimečně byl nalezen valoun pískovce o velikosti 4,5 cm.

Petrografické studium valounů (frakce nad 8 mm, 6 analýz) ukázalo převážně dominanci křemene (47,5–64,2 %), který byl především bělavý („mléčný“), dále zjištěn narůžovělý, nahnědlý a šedě zbarvený. Na klastech křemene byly zjištěny zbytky bělavé slídy a také drobné korozivní povrchové deprese. Nejčastěji byl zjištěn sférický a čepelovitý tvar, relativně nejméně pak sloupcovitý. Křemeny byly dominantně poloostrohranné a polozaoblené. Relativně hojně byly i ostrohranné křemeny, zaoblené se nacházely naopak vzácněji. Z dalších hornin tvořily valouny především různé typy (dvojslídna, muskovitická, stébelnatá, okatá, turmalinická, bělavě šedá i načervenalá) rul (31,6–41,0 %), fylity (5,3–11,0 %), kvarcity (1,3–1,5 %), rezavě hnědý pískovec/arkóza (0,6–9,1 %), tmavě šedý silicit (0,6 %), křemen-živcový agregát (5,6–7,9 %) silně zvětralý granitoid (0,9–2,5 %), a živec (2,1 %). Valouny hornin byly dominantně poloostrohranné. Zaoblené klasty byly zjištěny pouze u pískovce a některých fylitů.

Studium průsvitných těžkých minerálů (3 analýzy, frakce 0,063–0,125 mm) ukázalo asociaci zirkon (12–21,8 %) – granát (18,8–19,2 %) – disthen (15,7–20,8 %) – amfibol (11,2–20,4 %), ojediněle byl zjištěn také zvýšený obsah epidotu (12,8 %). Ostatní průsvitné těžké minerály (rutil, zoisit, turmalín, apatit, monazit, spinel, titanit, silimanit, staurolit) byly zastoupeny pouze několika procenty. Hodnota indexu ZTR dosahovala 16,6–28,4 %, když v rámci stabilních minerálů převažoval zirkon.

Nejvyšší část profilu byla tvořena maximálně 0,2 m mocnou vrstvou světle šedé prachovito-písčité hlíny s úlomky hornin.

Plošina u myslivny Na Pile

V oblasti plošiny u myslivny Na Pile byly odvrtny čtyři vrty pomocí ruční vrtné soupravy (V 1 – pozice 49°15'36,2"N, 16°27'59,4"E, nadmořská výška 243 m, V 2 – pozice 49°15'36,8"N, 16°27'59,2"E, nadmořská výška 242 m, V 3 – pozice 49°15'36,2"N, 16°27'57,4"E, nadmořská výška 243 m, V 4 – pozice 49°15'36,3"N, 16°28'0,7"E, nadmořská výška 243 m). Plošina se zbytky štěrkopísky se nachází v relativní výšce 22 m nad údolím Svatky.

Rezavě žlutohnědá jílovito-písčítá zvětralina hornin brněnského masivu s ostrohrannými úlomky granodioritu byla navrtána v proměnlivé hloubce od 0,25 do 0,90 m. V nadloží byly lokálně zachovány světle žlutohnědé, rezavě hnědé, místy našedlé písčité štěrky o mocnosti max. 0,65 m. Zrnitostní analýzy (4 analýzy) doložily převahu štěrkové frakce (55,7–68 %), nižší zastoupení frakce písčité (20,9–30,8 %) a nízké zastoupení prachovité a jílovité frakce (8,1–13,5 %). Písčité štěrky byly velmi špatně vytríděny, když hodnota koeficientu vytrídění σ_I dosahovala 2,1–3,8 ϕ (Folk, Ward 1957). Medián Mz se pohyboval

v rozmezí $-2,0$ až $-0,4 \phi$. Zjištěné valouny měly maximální velikost až 10 cm (osa A) a jednalo se o bělavý křemen nebo světle šedou muskovitickou rulou.

Petrografické studium valounů (frakce nad 8 mm, 5 analýz) ukázalo dominantní zastoupení rul (37,6–61,2 %). Byly přítomny jejich nejrůznější typy (dvojslídňá, muskovitická, stébelnatá, okatá, turmalinická, bělavě šedá i načervenalá). Valouny rul byly především ostrohranné a poloostrohranné, když zaoblené a polozaoblené klasty byly výrazně méně četné. Nebyl zjištěn přednostní tvar valounů rul. Výrazné bylo také zastoupení křemene (19,7–37,8 %), který byl především bělavý („mléčný“), dále zjištěn načervenalý, nahnědlý a šedě zbarvený. Na klastech křemene byly zjištěny zbytky bělavé slídy a také drobné korozivní povrchové deprese. Křemen měl nejčastěji sférický a diskovitý tvar, relativně nejméně pak tvar sloupcovitý. Jeho klasty byly dominantně poloostrohranné a polozaoblené. Relativně četné byly i ostrohranné křemeny, zaoblené byly naopak vzácnější. Z dalších hornin byly zjištěny fylity (3,9–11,3 %), kvarcicity (0,6–11,8 %), svory (1–2,5 %), amfibolit (1,3 %), křemen-živcový agregát (1,0–8,9 %), metabazit (0,7 %), rezavě hnědý pískovec/arkóza (1,0–1,4 %), načervenalý silicit/sluňák (0,7 %), tmavě šedý silicit (0,6 %), zvětralý granitoid (1,9–3,9 %). Valouny těchto hornin byly dominantně poloostrohranné. Zaoblené klasty byly zjištěny pouze u pískovce, silicitu a fylitů. Studium průsvitných těžkých minerálů (3 analýzy, frakce 0,063–0,125 mm) potvrdilo asociaci granát (17,8–41,6 %) – disthen (11,6–15,1 %) – amfibol (13,5–25,3 %) – epidot (12,3–23,4 %). Ojedinele byl dále zjištěn vyšší podíl zirkonu (10,3 %) a staurolitu (14,1 %). Ostatní průsvitné těžké minerály (rutil, zoisit, turmalín, apatit, monazit, silimanit, spinel, titanit) byly zastoupeny pouze několika procenty. Hodnota indexu ZTR dosahovala 7,2–13,1 %, když v rámci stabilních minerálů dominoval zirkon.

V rámci tělesa písčitého štěrku lze odlišit subhorizontální stratifikaci indikovanou laminami valounů. Mocnost takto vymezených poloh se pohybovala v rozmezí 15–20 cm. Podél svrchní hranice písčitého štěrku byly zjištěny relativně četnější větší klasty (hojně křemen, náznaky pouštního laku, velikost do 6 cm).

Nejvyšší části profilu byly tvořeny světle šedohnědou písčitou hlínou s valouny a ostrohrannými úlomky. Báze hlíny byla relativně neostrá.

Chemismus granátů a rutilu

Chemismus granátů a rutilu lze využít k určení proveniencí. Chemické analýzy byly provedeny pomocí elektronové mikrosondy Cameca SX-100 na PřF MU Brno. Celkem bylo k dispozici 68 analýz granátů (51 lesní plošina, 6 U buku a 11 Na pile) a 20 analýz rutilu (12 lesní plošina, 3 U buku a 5 Na pile). Množství dat z jednotlivých lokalit je značně nerovnoměrné, a proto je jejich srovnání obtížné. Ve všech studovaných vzorcích je zřetelná dominance almandinové komponenty, která dominuje v absolutní většině analyzovaných zrn (obr. 2). Převaha složky pyropové, grosulárové či spessartinové byla zjištěna vždy jen v jednom zrně. Granáty lze pak klasifikovat jako ALM, ALM-PYR, ALM-GRS, ALM-SPE, ALM-PYR-GRS, výjimečně GRS,

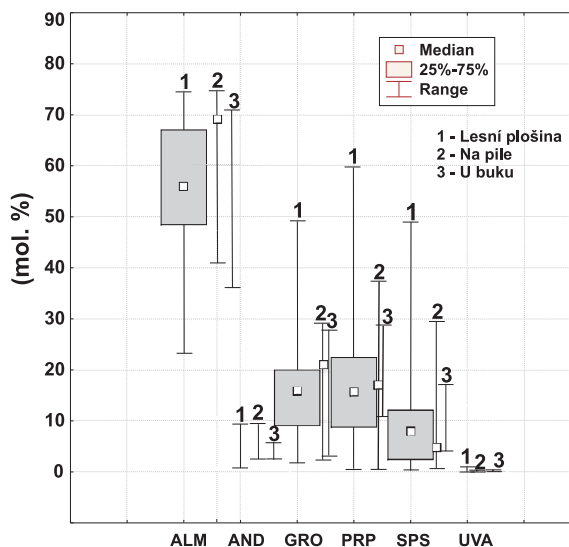
GRS-ALM, PYR-ALM, ALM-GRS-SPE, SPE-GRS. Provenienci granátů lze hledat v metamorfovaných horninách, především pak v metapelitech, případně zčásti v granulitech.

V případě proveniencí z metamorfovaných hornin je výhodné studium chemismu rutilu (Force 1980), když jsou převážně studovány koncentrace Nb, Cr a Zr (Zack et al. 2004a, Triebold et al. 2005). Jejich zastoupení je v získaných analýzách značně rozdílné. Z důvodu nedostatečného množství dat nelze usuzovat na rozdíly mezi jednotlivými lokalitami na tomto základě. Koncentrace Nb se ve studovaných rutilech pohybuje v rozmezí 112–4340 ppm, koncentrace Cr pak mezi 27 a 1054 ppm a koncentrace Zr mezi 37 a 3333 ppm. Koncentrace Fe dokladují provenienci rutilu z metamorfovaných hornin. Převažující relativně nízké koncentrace jak Cr a vyšší Nb mohou být interpretovány jako doklad převažujícího zdroje z metapelitů a podřízené z metamafických hornin. Následně také metamorfní teplota dle Zack et al. (2004b) kolísá v rozmezí 672–854 °C.

Interpretace

Studované sedimenty jsou interpretovány jako produkt sedimentace v říčním prostředí, bez bližší specifikace fluvialního stylu. Všechny studované sedimenty jsou uloženy přímo na zvětralém krystalinickém podloží, což ukazuje na roli eroze předcházející depozici. Geneze sedimentů a pozice v rozdílné nadmořské výšce ukazují na jejich rozdílné stáří. Přesto, že se studované sedimenty nachází na relativně malém území, tak mají rozdílné petrografické složení, což dovoluje usuzovat na vývoj zdrojové oblasti.

Na studovaných lokalitách můžeme odlišit několik základních zdrojových oblastí: brněnský masiv, moravikum, svratecké krystalinikum, boskovická brázda a karpatská předhlubeň (především šterky stáří ottang). Tyto zdrojové oblasti lze rozdělit také i z pohledu vzdálenosti na místní (brněnský masiv, boskovická brázda) a vzdálenější (moravikum, moldanubikum). Ke vzdálenějším zdrojům lze přiřadit i horniny karpatské předhlubně, neboť jejich



Obr. 2: Srovnání složení granátů ze studovaných lokalit.
Fig. 2: Comparison of composition of garnets from deposits of studied localities.

případná přítomnost mohla omezit zdroj materiálu ze skalního podloží.

Stratigrafické zařazení studovaných relikvů fluvialních sedimentů je při současném stavu jejich poznání problematické, a proto vycházíme z jejich pozice v reliéfu, tedy nad údolím Svatky, a vztahem k významným morfostratigrafickým úrovním základního systému fluvialních teras v brněnském prostoru (podrobněji viz Musil 1982, 1993, Müller, Nováka et al. 2000). Schéma říčních teras vychází především z teras Svatky, ale systém je postupně možno doplňovat a zpřesňovat dalšími dílčími poznatky i pro svratecké údolí.

Nejvýše položený relikv fluvialních sedimentů leží na plošině „U buku“ (307 m n. m.) v relativní výšce 84 m nad údolím Svatky. Výrazná plošina je protažena zhruba ve směru ssv.-jjz. v délce cca 800 m, na západní straně je omezena údolím Veverky. Směrem východním přechází výrazným úpatím do příkrých svahů Bobravské vrchoviny. Od dnešního údolí Svatky je vzdálena zhruba 1 km. Vzhledem k charakteru fluvialních sedimentů (viz výše) předpokládáme, že tyto sedimenty mají svrchně miocenní stáří s možností zařazení k terase líšeňské (dle Musila 1993). Petrografické složení valounů i asociace těžkých minerálů matrix štěrků vykazují určitou podobnost s hodnotami uváděnými Novákem (1989), Čtyrkou et al. (1999) a Nehybou et al. (2006) pro sedimenty karpatské předhlubně stáří ottang v širším okolí zájmové lokality. Lze předpokládat dominantní zdroj z intenzivně zvětralých hornin krystalinika a/nebo významnou roli redepozice ze starších sedimentů.

Nad Junáckou loukou je situován zbytek říčních sedimentů na plošině dílčího hřbetu vybíhajícího směrem jihozápadním k údolí Svatky (nadmořská výška 295 m, relativní výška nad údolím Svatky 70 m). Plošina erozního původu seřezává podložní granodiority brněnského masivu i pruh devonských vápenců, který probíhá severozápadní částí plošiny. Zbytek štěrkopísků ležících na plošině výrazně souvisí s fluvialní činností Svatky, s ohledem na její pozici ji řadíme do spodního pleistocénu (i vzhledem k možnosti korelace s terasou stránskou podle Musila 1993). Ve zdrojové oblasti je výrazná role moravika a svrateckého krystalinika, určitou roli sehrály také horniny boskovické brázdy a brněnského masivu. Část valounů křemene může pocházet také ze starších sedimentů karpatské předhlubně, jejich zastoupení ve zdrojové oblasti je již nápadně nižší.

Plošina u myslivny Na pile (nadm. výška 243 m, relativní převýšení 22 m) je situována na plochém jádru odříznutého zaklesnutého meandru v morfologicky komplikované soutokové oblasti Svatky a Veverky. Plošina je omezena příkrými svahy s výchozí skalního podloží oproti údolnímu dnu Svatky i odříznutého meandru. Dno opuštěného meandru se nachází cca 8 m nad údolím Svatky. Po stránce provenience sedimentů zde panuje vcelku obdobná situace jako na výše popsané lokalitě Nad Junáckou loukou, když pozorujeme výraznou roli hornin moravika a svrateckého krystalinika a menší roli hornin boskovické brázdy a brněnského masivu. Určitá část materiálu pochází také ze starších sedimentů karpatské předhlubně a zvětralin krystalinika. Říkovský (1932) spojuje genezi údolního dna odříznutého meandru v okolí myslivny Na Pile s vývojem

potoka Veverky. Zjištěný chemismus granátu a rutilu je dosti podobný hodnotám zjištěným Nehybou et al. (2008) pro pleistocenní sedimenty Svatky v oblasti Bystrce a také výsledkům petrografického studia ukazujícím na spojení s fluvialní činností řeky Svatky, což by podporovalo názor, že vznik odříznutého meandru má tuto genezi. Srovnání výsledků sedimentárně-petrografického studia s hodnotami získanými ze sedimentů terasy B v oblasti brněnské přehrady (Veverčí-most, Jelenice, Rokle, Sokolské koupaliště) ukazuje, že „svratecký materiál“ zde byl doprovázen materiálem z dalšího zdroje, který byl přinášěn nejspíše říčkou Veverkou. Tvarová složitost území, kde se spojují dva říční toky a došlo zde historicky k řadě úprav údolního dna meandru (rybníky, vedení cest) i zaplavení dna údolí Svatky Brněnskou přehradou, neumožňuje jednoznačnou rekonstrukci původního podélného profilu Veverky. V oblasti lze očekávat i projevy tektoniky ve spojitosti s východním okrajem Boskovické brázdy. Jednoznačné řešení geneze zatím není možné stanovit. S ohledem na relativní výšku nad dnem údolí Svatky lze úroveň těchto štěrků řadit do středního pleistocénu (úroveň modřické terasy – Musil 1993).

Je zapotřebí brát v úvahu, že korelace teras v širším brněnském prostoru je pouze rámcová a proto je nutno získat další geologické a geomorfologické poznatky (zejména možnosti datování) pro terasy Svatky v Boskovické brázdě i dílčích kotlinách sz. od Brna, kde se předpokládá vliv tektonických pohybů (Kirchner et al. 2008), který není doposud objasněn.

Poděkování

Studium bylo podporováno grantovým projektem GA ČR 205/06/1024 a výzkumným záměrem MSM 0021622412.

Literatura

- Čtyrtek, J. – Petrová, P. – Vít, J. (1999): Revize a stratigrafické zařazení terciérních sedimentů v depresích severně od Brna. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1998, VI, 15–16. Brno.
- Folk, R. L. – Ward, W. (1957): Brazos River bar: a study in the significance of grain-size parameters. – J. sed. Petrology, 27, 3–26. Tulsa.
- Force, E. R. (1980): The provenance of rutile. – J. sed. Petrology, 50, 2, 485–488. Tulsa.
- Kirchner, K. – Peterková, L. – Hubatka, F. – Nehyba, S. (2008): Geomorphic development of the middle part of the Svatka River Valley - In: Balteanu, D., Jurchescu, M. eds.: Landslides, floods and global environmental change in mountain regions. Book of Abstracts. IG of RA. s. 53. University Publishing House, Bucharest.
- Müller, P. – Novák, Z. a kol. (2000): Geologie Brna a okolí. – ČGÚ, 90s., Brno.
- Musil, R. ed., (1982): Kvartér Brněnské kotliny – Stránská skála IV. – Studia geographica 80, 1–283.
- Musil, R. (1993): Geologický vývoj Moravy a Slezska v kvartéru. – In: Přichystal, A. – Obstová, V. – Suk, M. (eds.): Geologie Moravy a Slezska. – Moravské zemské Muzeum a sekce geologických věd PřF MU, Brno, s. 133–156.
- Nehyba, S. – Bubík, M. – Kirchner, K. – Petrová, P. – Vít, J. (2006): Fluviální sedimenty mezi Jinačovicemi a Kuřimí. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2005, XIII, 44– 47. Brno.
- Nehyba, S. – Kirchner, K. – Tomanová-Petrová, P. (2008): Nové odkryvy fluviálních sedimentů v prostoru Brno-Bystrc. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2007, XV, 36– 40. Brno.
- Novák, Z. (1989): Nový pohled na stáří sedimentární výplně Jinačovického prolomu. – Miscellanea micropalaentologica IV, 105–109. Hodonín.
- Říkovský, F. (1932): Fluviatilní terasy střední Svatky. – Spisy vydávané Přírodovědeckou fakultou Masarykovy university 152, 1–22. Brno.
- Triebold, S. – von Eynatten, H. – Zack, T. (2005): Trace elements in detrital rutile as provenance indicators: a case study from the Erzgebirge, Germany. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 38, 44–145.
- Zack, T. – von Eynatten, H. – Kronz, A. (2004a): Rutile geochemistry and its potential use in quantitative provenance studies. – Sed. Geology, 171, 37–58.
- Zack, T. – Moraes, R. – Kronz, A. (2004b): Temperature dependence of Zr in rutile: empirical calibration of a rutile thermometer. – Contrib. Mineral. Petrol., 148, 471–488.
- Zapletal, K. (1927–28): Geologie a petrografie okolí brněnského. – Časopis Moravského zemského musea, XXV, 67–111. Brno.