

NOVÉ ODKRYVY FLUVIÁLNÍCH SEDIMENTŮ V PROSTORU BRNO-BYSTRC

New outcrops of the fluvial deposits in the area of Brno-Bystrc

Slavomír Nehyba¹, Karel Kirchner², Pavla Tomanová Petrová³

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

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

³ Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail: pavla.petrova@geology.cz

(24-32 Brno)

Key words: fluvial deposits, Pleistocene, provenance study, paleogeography

Abstract

Two different sedimentary bodies of fluvial deposits were recognised within the artificial outcrops in the area of Brno-Bystrc. Gravels in higher structural position (altitude about 240 m above sea level) reveal provenance predominantly from Moravicum, Bohemian Cretaceous basin and Carpathian Foredeep. Gravels from lower structural position (altitude about 220 m above sea level) reveal provenance predominantly from Svratka Crystalline Unit, Moravicum and Boskovice Furrow. The deposits were interpreted as a product of deposition in braided rivers.

Úvod, geologické a geomorfologické poměry

Pro výplň Brněnské kotliny jsou typické proměnlivě zachované i mocné akumulace štěrků neogenního i kvartérního stáří. Tyto sedimenty mají většinou fluviální původ a poskytují množství informací o vývoji depoziční i zdrojové oblasti. Těmto sedimentům věnovala pozornost řada autorů. Ze starších prací je zapotřebí se zmínit zejména o publikacích Zapletala (1927–28), Říkovského (1926, 1932), z novějších prací pak o shrnujících výstupech Zemana (1982), Musila ed. (1982, 1993). Z posledního období se této problematice dotkly práce Karáska – Valocha (1996), Müllera et al. (2000), Demka et al. (2005).

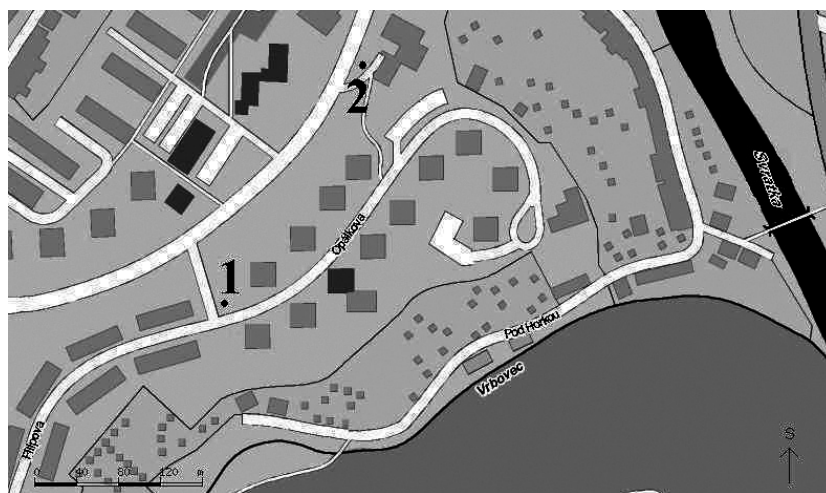
Intenzivní stavební činnost v prostoru města Brna vede v poslední době ke vzniku mnoha přechodných odkryvů v rámci inženýrských sítí či základových konstrukcí. Vzhledem k rychlému postupu staveb mají geomorfologické a geologické práce charakter prakticky záchranných výzkumů. Umožňují popisovat často plošně málo rozsáhlá tělesa neogenních a kvartérních sedimentů, která doplňují poznatky a představy o vývoji Brněnské kotliny. Zvláště významné je charakterizování těchto sedimentů v sz. prostoru města Brna, v údolí Svratky, kde bylo doposud zaznamenáno méně poznatků o rozšíření zejména fluviálních sedimentů. Příhodná situace nastala při výstavbě plynovodu firmou Merstav v prostoru městské části Bystrc. Zde byla na malé ploše odkryta dvě odlišná tělesa štěrku. Tyto sedimenty jsme měli možnost studovat v červnu 2007.

Zájemový prostor se nachází v s. části geomorfologického celku Bobravská vrchovina, na jz. okraji tektonicky podmíněné Bystrcké

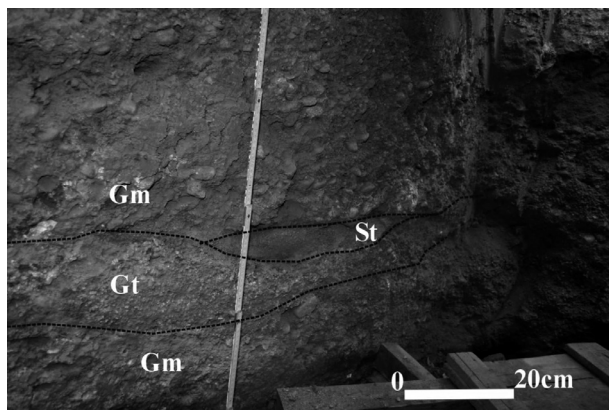
kotliny (Demek – Mackovčín 2006). První odkryv se nacházel ve střední části plochého hřbetu (nadmořské výšky 240–250 m – ul. Filipova a Opálkova), vybíhajícího sv. směrem k údolí Svratky. Jeho jv. svahy příkře spadají do Údolí oddechu protékaného potokem Vrbovcem. Naopak sz. svahy hřbetu jsou mírněji ukloněné, pokrývají je mocnější sprašové hlíny a svahoviny. Povrch terénu je ovlivněn výstavbou sídliště (navážky). Druhý odkryv byl vytvořen při sv. úpatí výše zmíněného hřbetu před starou poštou (ul. Odbojářská).

Nálezová situace

Prvním odkryvem byl profil vytvořený výkopem pro rozvod plynu směru S–J na plošině u ulice Filipova (nadmořská výška terénu 240 m) v délce asi 5 m s hloubkou kolem 200 cm (obr. 1, odkryv 1). Na bázi odkryvu vystupovalo v celkové mocnosti přes 0,5 m deskovité až klínovité těleso světle šedého až bělavě šedého štěrku s podpurnou strukturou valounů



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



Obr. 2: Báze profilu 1 – facie Gm, Gt, St a svrchní poloha facie Gm.

Fig. 2: The base of the artificial outcrop 1 – facies Gm, Gt, St and upper bed of facies Gm.

až místy podpůrnou strukturou jílovito-písčité matrix. Velikost valounů dosahovala maximálně 7 cm, většinou byla kolem 2 cm (facie Gm dle Mialla 1996). Těleso šterku bylo nepravidelně smouhovitě zbarveno do šedozelena, především pak ve vyšších partiích. Důvodem byla přítomnost šedozeleného jílu v rámci matrix i drobných intraklastů jílu. Svrchní hranice šterku je nerovná a podél ní jsou proměnlivě zachovány erozní reliktů jemnozrnějších sedimentů (obr. 2). Protilehlé části výkopu (šířka 1,6 m) zastihují tyto jemnozrnější sedimenty v rozdílné mocnosti i celistvosti. V nadloží šterku se občas vyskytovala max. 3 cm mocná vrstva světle hnědozeleného středozrnného až jemnozrného světle slídnatého písku s horizontální laminací (facie Sh). Písek je špatně vytríděn, když hodnota vytrídění σI je rovna 2,2 ϕ (Folk – Ward 1957). To je způsobeno vyšší příměsí siltové frakce (21 %). Hodnota mediánu Mz dosahuje 2,9 ϕ . Vyšše byla popsána drobná korytovitá tělesa rezavě hnědého korytovitě šikmo zvrstveného šterčíku s valouny max. 2 cm velkými (facie Gt). Mocnost gravelitu velmi kolísá, od 1–15 cm v horizontální vzdálenosti 30 cm. Báze je subhorizontální, svrchní hranice zvlněná. V nadloží se vyskytuje klínovité či čokovité těleso světle žlutohnědého hrubozrnného až velmi hrubozrnného korytovitě šikmo zvrstveného písku (facie St dle Mialla 1996). Orientace šikmého zvrstvení byla 210/10. V jejich nadloží se nacházela proměnlivě zachovaná max. 5 cm mocná vrstvička světle zelenošedého písčitého jílu (facie Fm dle Mialla 1996).

V nadloží těchto jemnozrných erozních sedimentů, případně v přímém nadloží bazálních šterků, bylo popsáno složené (amalgamované), přibližně deskovité těleso šterku o mocnosti 0,7 m. Spodní část tohoto tělesa tvořil v mocnosti 0,4 m šterk s podpůrnou strukturou jílovito-písčité matrix až podpůrnou strukturou valounů. V rámci něj byly sledovány hojně intraklasty zelenavě šedého písčitého jílu o maximální velikosti 10 cm. Valouny šterku měly maximální velikost 5 cm, dominovaly však klasty o velikosti kolem 2 cm. Báze i svrchní hranice této části byla zvlněná erozní. Svrchní část šterkového tělesa byla tvořena drobnozrnným šterkem, který měl poblíž báze kostrovitou a výšše podpůrnou strukturu valounů. Maximální velikost valounů byla v této části 4 cm, většinou pak kolem 1 cm, přičemž intraklasty písčitého

jílu dosahovaly až 6 cm. V rámci jednotlivých částí šterkového tělesa bylo možno sledovat hrubě vyvinuté planární zvrstvení a relativně dobře vyvinutou přednostní orientaci protáhlých a diskovitých valounů (A kolmo i rovnoběžně). Vrstevnatost vykazovala směr 220/15. Dle imbrikace (7 měření) lze uvažovat o směru transportu k SV až SSV. Matrix byla tvořena hrubozrnným až velmi hrubozrnným pískem. Přítomnost prachové a jílovité frakce byla velmi nízká (pod 4,5 %). Vypočtené zrnitostní parametry udávají hodnotu medián Mz -1,5 ϕ a špatné vytrídění, když σI je rovno 2,1 ϕ (Folk – Ward 1957). Šterky lze označit jako facii Gm (dle Mialla 1996).

Valounová analýza šterků (frakce nad 8 mm, 202 klastů) ukázala převahu bělavého, méně často načervenalého či šedého křemene (77,3 %), s převážně sférickým (43,2 %) nebo čepelovitým tvarem (25,4 %). Tvar diskovitý či sloupcovitý byl vzácnější. Valouny křemene byly většinou zaoblené (38,3 %) či polozaoblené (32,7 %), méně často poloostrohanné či velmi dobře zaoblené. Dále byly zjištěny valouny světle šedého jemnozrného až středozrnného křemenného pískovce proměnlivě slídnatého a glaukonitického (8,6 %), které měly především diskovitý tvar, méně často jsou pak čepelovité, sférické a sloupcovité. Byly obvykle polozaoblené či zaoblené, méně často poloostrohanné. Z dalších sedimentárních hornin byly přítomny šedé rohovce (2,3 %), bělavý silicit („sluňák“, 0,5 %) a zelenošedý prachovec (0,5 %). Z metamorfovaných hornin byly zjištěny světle šedé a načervenalé, jemnozrné i hrubozrnné, obvykle muskovitické ruly (6,9 %) a svory (1,4 %). Byla shledána přítomnost klastů křemen-živcového agregátu (1,4 %), jejichž povrch je silně postižen diferencovaným fyzikálně-chemickým zvětráváním.

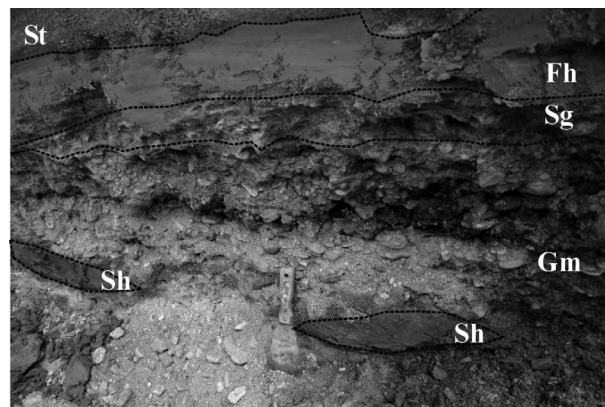
Šterky byly ve výkopu zčásti překryty max. 20 cm mocnou klínovitou polohou světle šedého jílu, která vyklíňovala na vzdálenost 1 m (facie Fm). V jejím nadloží, případně v přímém nadloží šterku, se nacházel světle rezavě hnědý hrubozrnný masivní písek (facie Sm). Báze písku byla nepravidelná erozní s izolovanými klasty křemene velkými až 4 cm (osa A). Písek byl relativně špatně vytríděn. Valounová analýza (zrnitostní frakce 1–2 cm, 59 klastů) ukázala převahu bělavého křemene (61,9 %). Valouny křemene měly dominantně sférický (40 %), případně diskovitý či čepelovitý tvar a byly většinou polozaoblené (60,3 %), méně často zaoblené či poloostrohanné. Dále byly zjištěny valounky fylitu (14,3 %), světle šedé muskovitické ruly (4,8 %) a křemen-živcového agregátu (19,1 %). V nadloží písku byla vyvinuta v mocnosti 10 cm poloha heterolitického sedimentu, v níž se střídaly laminy zelenošedého jílu a 2–3 cm mocné vrstvičky velmi světle rezavě hnědého jemnozrného písku (facie Fh). V jejich nadloží byly zjištěny světle hnědé sprašové hlíny s izolovanými valouny.

Asociace průsvitných těžkých minerálů (zrnitostní frakce 0,063–0,125 mm) byla studována z písčité matrix šterků (facie Gm) a dále z polohy písku v jeho přímém nadloží (facie Sh). Byly zjištěny určité rozdíly v asociacích těžkých minerálů. Pro šterky je to asociace granát (40,5 %) – zirkon (19 %) – staurolit (16,5 %), zatímco ostatní minerály (apatit, rutil, disthen, turmalín,

amfibol, monazit a epidot) jsou přítomny v maximálně jednotkách procent. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) dosahuje 42,5. Pro písek byla zjištěna asociace granátická (80,3 %). Ostatní minerály (zirkon, turmalín, rutil, apatit, staurolit, disthen, titanit, amfibol, zoisit, epidot) jsou přítomny v jednotkách procent. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) dosahuje 5.

Mikropaleontologické zhodnocení jílového intraklastu ze štěrku přineslo zjištění přítomnosti úlomku stratigraficky neprůkazné planktonní foraminifery *Globigerina praebulloides* Blow. Společenstvo z nadložního jílu (facie Fm) obsahuje početné chudé společenstvo zejména planktonních foraminifer, doprovázené úlomkem schránky bentického rodu *Lenticulina*. Planktonní část společenstva je tvořena jedinci *Globoturborotalita woodi* (Jenkins) a *Globigerina ottangiensis* Rögl, spolu s nimiž se vyskytují fragmenty schránky *Globigerina* sp. a *Globorotalia* sp. Společenstvo bylo do kvartérních štěrků redeponováno z karpátu až spodního badenu. Skulpturace schránek je relativně dobře zachovalá, úlomky schránek mohou dokládat transport na nepříliš velkou vzdálenost.

Druhý odkryv byl vytvořen rýhou pro plynovod vedle silnice u chodníku ke staré poště v Bystrci (nadmořská výška terénu 223 m) (obr. 1, odkryv 2). Zde byl přechodně odkryt profil o mocnosti kolem 2 m, v délce asi 10 m (obr. 3). Na bázi profilu bylo možno sledovat světle šedý až bělavě šedý štěrk s podpůrnou strukturou valounů až podpůrnou strukturou písčité matrix. Valouny byly dobře zaoblené, jejich velikost dosahovala max. 10 cm, převažovaly však klasty o velikosti většinou do 3 cm. Na protáhlých či diskovitých valounech bylo možno sledovat imbrikaci (A kolmo). Těleso štěrku mělo mocnost více než 30 cm a bylo opakovaně amalgamováno, na což ukazovala také přítomnost čokovitých poloh světle zelenošedého rezavě skvrnitého horizontálně laminovaného jílovitého písku (facie Sh). Písčité čoky měly korytovitou bázi i svrchní hranici, jejich mocnost dosahovala maximálně 10 cm a délka 40 cm (erozní relikt). V nadloží byla dokumentována také asi 30 cm mocná poloha štěrku s podpůrnou strukturou valounů. Dobře zaoblené valouny dosahovaly velikost 15 cm, přičemž převažovaly valouny o velikosti kolem 7 cm. Byla popsána imbrikace (A kolmo i A rovnoběžně) a směr transportu je možné předpokládat k SV. Štěrk lze označit jako facii Gm ve smyslu Mialla (1997). Petrografické složení valounů (frakce nad 8 mm, 221 klastů) ukazuje na výrazné zastoupení bělavého křemene (25,7 %), především diskovitého (48 %), případně čepelovitého a sférického tvaru. Nejvýznamnější jsou však zastoupeny metamorfované horniny. Dominují především ruly (šedé, bělavé, načervenalé, muskovitické, muskoviticko-biotitické, případně turmalinické), které představují 51,8 %. Dále byly zjištěny svory (5,4 %), kvarcitu (5,9 %), fylity (3,5 %), metavulkanity (1,0 %) a agregát křemen+živce (4,0 %). Nepříliš vysoké, ale významné zastoupení mají ve valounech také sedimentární horniny – drobnozrné slepence (0,5 %) a hnědavé arkóзовé pískovce (1,5 %). Zaoblení valounů je velmi proměnlivé. Byly hojně zjištěny jak zaoblené, tak i angulární klasty u jednoho typu horniny. Největší velikosti dosahují valouny rul. Byly zjištěny i poměrně velké valouny



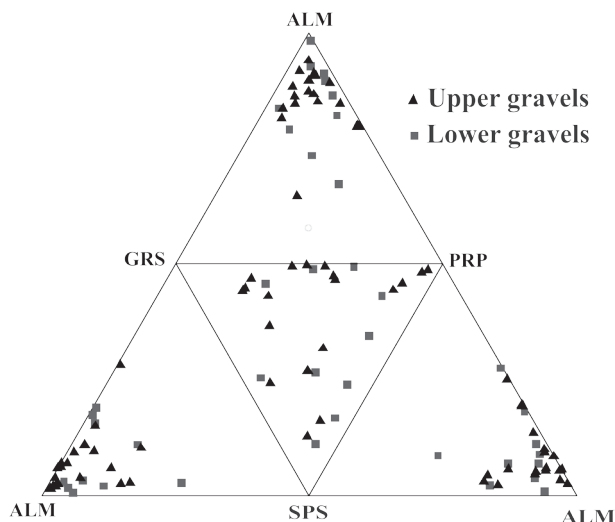
Obr. 3: Pohled na profil 2 – facie Gm, Sh, Sg, Fh a St.

Fig. 3: Situation on the artificial outcrop 2 – facies succession Gm, Sh, Sg, Fh and St.

křemene a kvarcitu (7 cm), slepence (6 cm) a svoru (5 cm). Ostatní horniny tvoří menší valouny.

V nadloží štěrku byla zjištěna max. 10 cm mocná poloha světle šedého středně zrnitého písku s občasnými izolovanými zaoblenými valouny o velikosti až 5 cm. Báze i svrchní hranice jsou ostré, nerovné (facie Sg). Tyto písky jsou kryty asi 10 cm mocnou vrstvou olivově zeleného až hnědozeleného jílovitého jemnozrného písku, horizontálně laminovaného. Horizontální laminace je podmíněna střídáním písčitéjších (tj. relativně hrubozrnějších) a jílovitějších lamin (facie Fh ve smyslu Mialla 1997). Svrchní hranice jílovitých písků je lehce zvlňená, erozní. V jejich nadloží se pak nachází asi 30 cm mocná poloha velmi hrubozrného písku korytovitě šikmo zvrstveného s izolovanými mázdrami jílu (facie St ve smyslu Mialla 1997). Asociace průsvitných těžkých minerálů ukazuje na dominanci amfibolu (28,5 %), granátu (20,6 %), případně epidotu (13,9 %), staurolitu (10,9 %) a disthenu (10,5 %). Zastoupení ostatních identifikovaných těžkých minerálů (rutil, apatit, monazit, zirkon, turmalín, spinel, sillimanit) dosahuje maximálně jednotek procent. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) je 8,3.

Vzhledem k významnému zastoupení granátu v asociacích průsvitných těžkých minerálů byl zhodnocen i jeho chemismus (30 analýz). Dosažené výsledky (obr. 4, 5) ukazují na určitou shodu v chemismu granátů v rámci obou studovaných odkryvů. Granáty z odkryvu 2 (10 analýz) vykazují větší rozdíly v chemismu, relativně vyšší podíl složky grossulárové a spessartinové a nižší složky almandinové. Ve studovaných vzorcích je zřetelná dominance almandinové komponenty (90 % zrn v případě odkryvu 1 a 60 % zrn v případě odkryvu 2 má obsah ALM složky nad 50 %). V určitém množství jsou přítomny granáty s vyšším obsahem složky pyropové, spessartinové a grossulárové. Granáty lze pak klasifikovat jako ALM, ALM-PRP, ALM-SPS, ALM-GRS, někdy ALM-SPS-GRS, ALM-GRS, výjimečně GRS-PRP-ALM. Provenienci granátů lze hledat v metamorfovaných horninách, především pak v metapelitech, případně zčásti v granulitech. Jako málo pravděpodobná se jeví proveniencce z hornin brněnského masivu. V případě proveniencce z metamorfovaných hornin je výhodné studium chemismu rutilu (Force 1980, Zack



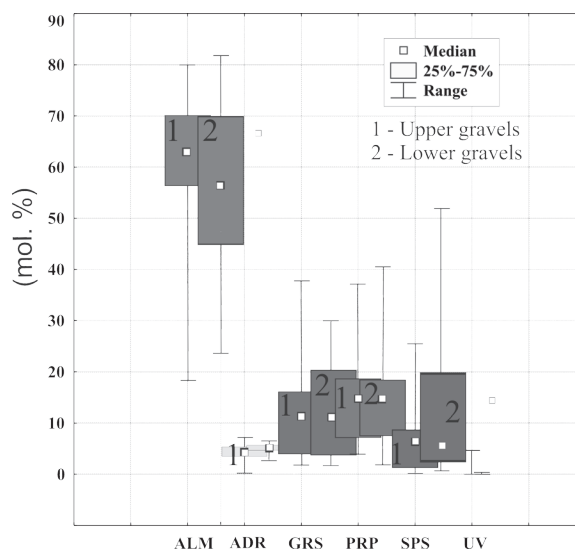
Obr. 4: Trojúhelníkové diagramy složení granátů.
Fig. 4: Composition of garnet in ternary diagrams.

et al. 2004a, Triebold et al. 2005). Za účelem provenience jsou převážně hodnoceny koncentrace Nb, Cr a Zr v rutilu (Zack et al. 2004a, Triebold et al. 2005). V případě studovaných štěrků bylo analyzováno celkem 13 rutilů. Koncentrace Nb se ve studovaných rutilech pohybuje v rozmezí 380–560 ppm (průměr 456,9 ppm), koncentrace Cr pak mezi 60 a 110 ppm (průměr 74,6 ppm) a koncentrace Zr mezi 200 a 240 ppm (průměr 210,8 ppm). Nebyly zjištěny výrazné rozdíly v chemismu z různých studovaných poloh štěrků. Relativně nízká koncentrace jak Nb tak i Cr může být interpretována jako doklad zdroje z metamorfických hornin a metamorfní teplota dle Zacka et al. (2004b) určena v rozmezí 667 °C a 690 °C (amfibolitová facie).

Interpretace

Sedimenty v rámci obou odkryvů lze interpretovat jako produkt fluvialní sedimentace. Řečiště bylo tvořeno řadou mělkých koryt s tvorbou štěrkových valů. Sedimentaci i migraci štěrkových valů představují facie Gm a Gt. Průtočné množství i pozice valů nebyla stabilní a docházelo také k opuštění dílčího koryta. O těchto procesech svědčí facie St, Sg, Sh, Sm, Fm, Fh, které dokladují migraci drobnějších písčitých těles po štěrkovém valu i opuštění koryta. Jemnozrnné sedimenty byly ve značné míře erodovány nadložními sedimenty štěrkových valů. Přestože odkryvy nedovolily architekturní analýzu, lze předpokládat laterální akreci valů. Tento typ fluvialní sedimentace je obvykle spojován s divočími řekami.

Zjištěná asociace průsvitných těžkých minerálů i petrografické složení valounů štěrků v prvním odkryvu se liší od typických hodnot, které byly zjištěny v širším okolí pro pleistocenní štěrky. Petrografické složení valounů, spolu s asociací těžkých minerálů matrix štěrků, je podobné hodnotám uváděným Novákem (1989), Čtyrokou et al. (1999) a Nehybou et al. (2006) pro sedimenty stáří ottang v širším okolí zájmové lokality. Lze předpokládat dominantní zdroj z intenzivně zvětralých hornin krystalinika a/nebo významnou roli redepozice ze starších sedimentů.



Obr. 5: Srovnání složení granátů ze studovaných odkryvů.
Fig. 5: Comparison of composition of garnets from deposits of studied outcrops.

Naopak asociace průsvitných těžkých minerálů písčitých vložek vykazuje podobnost s asociacemi známými ze sedimentů spodnobadenského stáří v širším okolí nálezu (Krystek 1983). Tyto rozdíly v provenienci lze vysvětlit rozdíly v délce transportu, průtočném množství, značně proměnlivých podmínkách depozice a rozdílné provenienci materiálu různých zrnitostních tříd. Primární zdrojové oblasti lze hledat především s. a sz. od zájmového prostoru – především v horninách moravika, české křídové pánve a karpatské předhlubně. Relativní výška povrchu těchto fluvialních sedimentů nad dnem údolí Svatky je 25–26 m, leží tedy níže než významná stratigrafická úroveň tuřanské terasy řazené do spodního pleistocénu.

Sedimenty v rámci druhého odkryvu lze vcelku jednoznačně považovat za pleistocenní fluvialní sedimenty řeky Svatky. Zdroje valounů lze umístit do hornin svrateckého krystalinika a moravika, sedimentární horniny pocházejí především z boskovické brázdy. Původ valounů křemene lze spatřovat jednak ve starších sedimentech (štěrky stáří ottang?), případně v produktech intenzivního zvětrávání. Asociace průsvitných těžkých minerálů však neukazuje na významnou roli resedimentace. Relativní výška povrchu fluvialních štěrkopísků nad údolním dnem Svatky je 10–11 m. Toto fluvialní těleso je možno zařadit ke spodním terasám v Brněnské kotlině, odpovídá 10 m terase Říkovského (1926), A – terase Zapletala (1927–28) či modřické terase (Zeman 1982). Pozici nelze v daném prostoru spojit se zbytkem erozní plošiny v nedalekém lomu na levobřeží Svatky. Relativní výška tohoto erozního povrchu nad dnem údolí Svatky je 19–20 m.

Vzájemné srovnání těchto dvou těles fluvialních sedimentů nabízí množství spekulací a úvah. V případě odkryvu 1 byly horniny brněnského masivu pokryty sedimenty neogenního stáří (ottang, spodní baden). Severněji (oblast v okolí Jinačovic, atd.) zcela dominovaly sedimenty stáří ottang, naopak v bližším okolí nálezu byly ještě zachovány sedimenty spodnobadenského stáří. Tyto sedimenty byly vodním tokem erodovány a rozplavovány. Je otázkou, zda

se ve studovaném případě (odkryv 1) jedná o sedimenty paleo-Svratky či o sedimenty jejího přítoku. Sedimenty karpatské předhlubně byly z bližšího okolí nálezu postupně vyklizeny, takže sedimenty nižší terasy mají svůj zdroj spojen dominantně s horninami krystalinika.

Poděkování

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

Literatura

- Demek, J. – Havlíček, M. – Kirchner, K. – Nehyba, S. – Petrová, P. – Bubík, M. – Gilíková, H. (2005): Příspěvek k poznání geologické situace na JV svahu Červeného kopce v Brně. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2004, XII, 8–11. Brno.
- Demek, J. – Mackovčín, P., eds. (2006): Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. – AOPAK ČR, 2. vydání. 582 s. 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.
- Karásek, J. – Valoch, K. (1996): Poznámky k novým odkryvům postbádenských štěrkopísků v Brně a okolí. – Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 80, 57–68. Brno.
- Miall, A. D. (1996): The geology of fluvial deposits. – Springer-Verlag, 1–582. Berlin.
- Musil, R. ed. (1982): Kvartér Brněnské kotliny – Stránská skála IV. – Studia geographica 80, 1–283. Brno.
- Musil, R. (1993): Geologický vývoj Moravy a Slezska v kvartéru. – In: Přichystal, A. – Obstová, V. – Suk, M. (eds.): Geologie Moravy a Slezska, 133–156, Moravské zemské Muzeum a sekce geologických věd PřF MU.
- Müller, P. – Novák, Z. – Bubík, M. – Buriánková, K. – Čurda, J. – Eliáš, M. – Gilíková, H. – Gregerová, M. – Grym, V. – Hanák, J. – Hanžl, P. – Havlíček, P. – Hrádek, M. – Kadlec, J. – Krejčí, O. – Květoňová, E. – Melichar, R. – Müller, V. – Müllerová, H. – Novák, M. – Otava, J. – Pálenský, P. – Petrová, P. – Píše, J. – Sedlák, J. – Šmerdová, B. – Valoch, K. – Vít, J. (2000): Geologie Brna a okolí. – ČGÚ, 90s., Brno.
- Říkovský, F. (1926): Terasy dolní Svitavy a dolní Svratky. – Spisy vydávané Přírodovědeckou fakultou Masarykovy university 67, 1–17. Brno.
- Říkovský, F. (1932): Fluviatilní terasy střední Svratky. – 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.
- Zeman, A. (1982): Fluvialní a fluvialakustrinní sedimenty Brněnské kotliny. – In: Musil, R. (ed.): Kvartér Brněnské kotliny – Stránská skála IV. – Studia geographica 80, 55–84. Brno.
- Zapletal, K. (1927–28): Geologie a petrografie okolí brněnského. – Časopis Moravského zemského musea, XXV, 67–111. Brno.