

# SEDIMENTÁRNĚ-PETROGRAFICKÉ STUDIUM NEOGENNÍCH A PLEISTOCENNÍCH SEDIMENTŮ V OBLASTI BRNO-ŠVÉDSKÉ ŠANCE

Neogene and Pleistocene deposits in the area Brno-Švédské šance

Slavomír Nehyba<sup>1</sup>, Karel Kirchner<sup>2</sup>, Petr Mackovčín<sup>3</sup>, Jaromír Demek<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup> VÚKOZ, v.v.i., odd. krajinné ekologie, Lidická 25/27, 602 00 Brno; e-mail: peter.mackovcin@vukoz.cz, demekj@seznam.cz

(24-43 Šlapanice)

**Key words:** Lower Badenian, Pleistocene, coarse grained deltas, fluvial deposits

## Abstract

Excavations on the building site situated in the SE part of the city of Brno exposed Jurassic, Neogene and Quaternary deposits. The sedimentary petrographic analysis of deposits and geomorphic study has shown variations in the source area of Neogene marine deposits and terrestrial fluvial sedimentation during the Pleistocene. The uppermost terrestrial fluvial sediments are interpreted as terrace sediments of the Svitava River. The fluvial sands and gravels reveal braided fluvial style acting in periglacial conditions of the Lower Pleistocene.

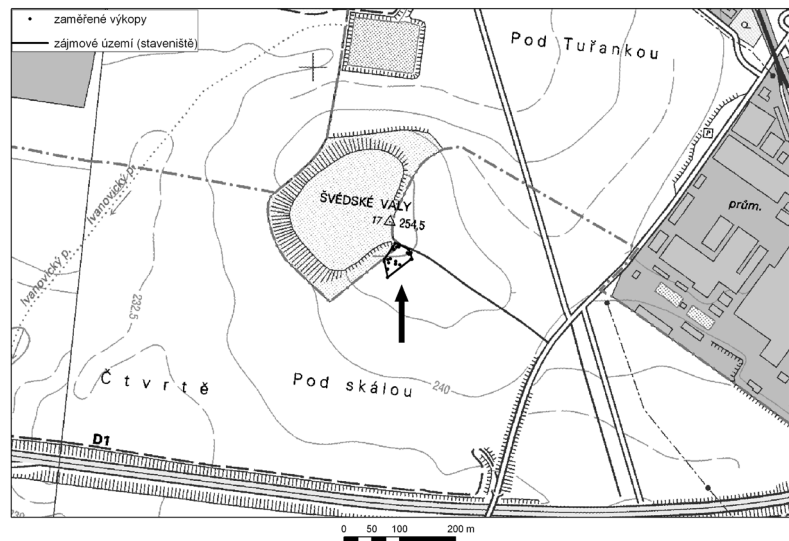
## Úvod

V lednu a únoru 2007 byly na staveništi v Tuřanské plošině u Švédských šancí (Švédských valů) v Brně řadou výkopů odkryty jurské, neogenní a pleistocenní sedimenty. Pozice studované oblasti je prezentována na obr. 1. Staveniště leželo na jv. úpatí Švédských šancí (na základní mapě 1 : 10 000 Švédské valy) pod k. 254,5 m n. m. Švédské šance jsou z geomorfologického hlediska klasifikovány jako mendip (vrchol kry v předpolí, vyčnívající v podobě ostrovu starších hornin a staršího reliéfu z mladších nekonsolidovaných sedimentů). Autoři studovali zářez do svahu Švédských šancí (obr. 2, lokality I–III) a jednak výkopy pro základové patky (obr. 2, lokality IV–IX). Zjištěná situace přináší zajímavé poznatky o depozičních a transportačních procesech v předmětné oblasti v geologické minulosti.

V zájmovém území probíhala řada výzkumů (např. Musil 1968, 1993, Valoch – Seitl 1994, Zeman 1974, 1982), které zaznamenaly profily pleistocenními sedimenty. Ve svrchní části profilu se nacházejí roztroušené valouny, o kterých Valoch – Seitl (1994) předpokládají, že pocházejí ze šterkové akumulace předcházející tuřanskou terasu. Na mapě Zapletala (1927) i na mapách pozdějších (Müller et al. 2000) jsou v okolí mendipu vyznačeny sedimenty tuřanské terasy.

## Nálezová situace

Jurské vápence byly odkryty jednak v zářezu ve svahu a jednak na bázi některých výkopů patek. Odkryté jurské sedimenty jsou šedé až bělavě šedé vápence s hojnými

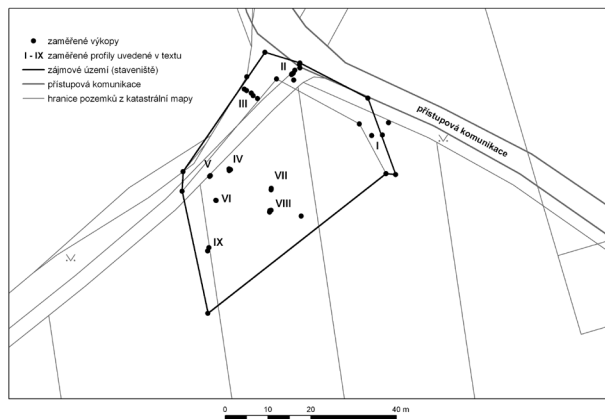


Obr. 1: Poloha studované lokality na jv. úpatí Švédských šancí (Švédských valů) pod k. 254,5 m.

Fig. 1: Schematic position of studied area.

rohovci. Povrch vápenců je velmi nerovný. V zářezu do svahu byly vápence odkryty na k. 249,02 m. Na profilu o horizontální délce 1,4 m byl patrný výškový rozdíl 1,2 m. Povrch vápenců se jako celek relativně prudce (20°–30°) ukláněl k JV až VSV (obr. 3). Ve výkopech pro patky byl povrch vápenců odkryt v nadmořské výšce 245,32 m. V trati „Pod skálou“ povrch jurských vápenců tvoří plošinu pokrytou mladšími sedimenty.

V nadloží jurských vápenců byly zjištěny neogenní sedimenty. V některých odkryvech nasedaly na vápence žlutavě hnědé velmi hrubozrnné písky se šterkem až písčité šterky se šikmým zvrstvením velké škály. Písky jsou relativně špatně vytrženy, když hodnota koeficientu vytržení  $\sigma_I$  je rovna 1,7  $\phi$ . Medián  $M_z$  dosahuje 0,8  $\phi$ .



Obr. 2: Poloha zářezů a výkopů na staveništi.  
 Fig. 2: Detailed position of the artificial excavations in the area under construction.

Hodnoty zrnitostních parametrů byly vypočteny dle Folk – Ward (1957). Nápadná je nízká přítomnost prachové a jílové frakce (pod 6,8 %). Největší zjištěné valouny dosahovaly 3 cm, obvykle však do 1 cm. Petrografické studium valounů (frakce nad 8 mm) ukazuje na dominanci vápenců (53,2 %). Jejich valouny mají převážně sférický a diskovitý tvar a jsou především poloostrohanné. Čepelovité a stébelnaté tvary stejně jako polozaoblené a zaoblené valouny byly mnohem méně časté. Z dalších byly ve valounech zjištěny bělavý a šedý křemen (15,6 %), ruly (14,1 %), svory (7,8 %) a fylity (4,7 %). Také tyto valouny jsou převážně poloostrohanné s výjimkou křemene, kde přítomnost poloostrohanných a polozaoblených valounů byla vyrovnaná. Výskyt intraklastů zelenavého písčitého jílu o velikosti do 2 cm byl občasný. Písčité šterky vykazovaly pozitivní gradaci, díky zmenšování průměrné velikosti zrna. Orientace šikmého zvrstvení ukazuje na směr transportu a úklon hrubozrnných písků se šterkem směrem k J. Nejvyšší část

tohoto sedimentárního tělesa je tvořena až hrubozrnným pískem s ojedinělými klasty o velikosti do 0,5 cm. Tento písk je v nejvyšších partiích intenzivně jemně laminován laminkami sytě zeleného až olivově zeleného vápenného jílu. Mocnost velmi hrubozrnných písků se šterkem dosahovala maximálně 1 m a jejich zachování bylo proměnlivé, přičemž v některých výkopech nebyly zachovány vůbec. Analýza průsvitných těžkých minerálů (frakce 0,063–0,125 mm) ukazuje na naprostou dominanci granátu, který tvoří 75,7 %. Dále byl výrazněji přítomen staurolit (8,0 %). Ostatní průsvitné těžké minerály (disthen, rutil, zoisit, epidot, zirkon, turmalín, apatit, monazit, titanit) byly zastoupeny pouze několika procenty. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) dosahuje 4,8 %, když v rámci stabilních minerálů dominuje rutil.

V nadloží výše popsaných velmi hrubozrnných písků se šterkem, případně v přímém nadloží jurských vápenců byly zjištěny sytě zelené až olivově zelené vápenné jíly (obr. 4). Báze jílu je ostrá a velmi nerovná.



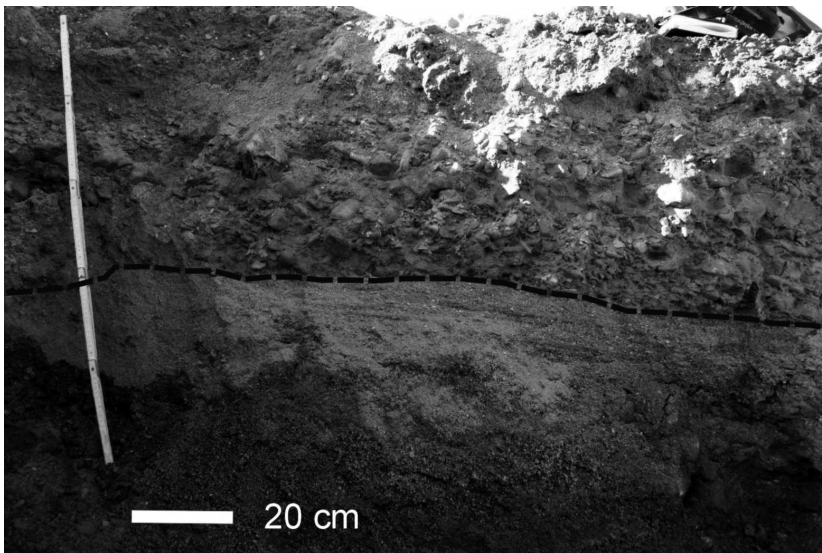
Obr. 3: Nerovný a prudce ukloněný povrch jurských vápenců, v nadloží šikmo zvrstvené velmi hrubozrnné písků se šterkem spodnobadenického stáří a jíly („tégly“).

Fig. 3: Uneven and very steep top of Jurassic limestones. Very coarse sands with gravel with large scale cross bedding and calcareous clays (both Lower Badenian in age) in superposition of limestones.



Obr. 4: Ostrý mírně zvlňžený kontakt spodnobadenských jílu a velmi hrubozrnných písků se štěrskem (spodní baden).

Fig. 4: Sharp slightly undulatory planar contact of very coarse sands with gravel and calclerous clays (both Lower Badenian in age).



Obr. 5: Ostrý nerovný erozní kontakt šikmo zvrstveného velmi hrubozrnného písku se štěrskem spodnobadenského stáří a pleistocenních fluviálních písčitých štěrků (orientace těles, zvrstvení, imbrikace, rozdíly ve velikosti valounů).

Fig. 5: Sharp uneven erosive contact of very coarse sands with gravel with large scale cross bedding (Lower Badenian in age) and Pleistocene fluvial gravels (varied bedding, imbrication and differences in pebble size).

Pokud jsou jíly v nadloží velmi hrubozrnných písků se štěrskem, potom je jejich kontakt ukloněný generelně ve shodě s vrstevnatostí podložních písků. V patce při jv. úpatí Švédských šancí se hranice mezi písky a vápnitými jíly nacházela ve výšce 244,87 m n. m. Jíly se jeví jako masivní a jsou nápadně plastické. Rozdíly v mocnosti v řádu desítek centimetrů bylo možno sledovat na vzdálenost 2 m. V rámci jílu se nacházejí izolované schránky ústřic. Povrch jílu je ostrý a nerovný.

V nadloží neogenních jílu, případně v přímém nadloží žlutavě hnědých velmi hrubozrnných písků se štěrskem byly na části staveniště zjištěny rezavě hnědé

studium valounů (2 analýzy – frakce nad 8 mm) ukazují na převahu hornin brněnského masivu (granodiority, diority, metabazity), které tvoří 39,9 % populace. V rámci nich jednoznačně dominují načervenalé granodiority. Jejich valouny mají obvykle čepelovitý nebo sférický tvar a jsou většinou poloostrohanné, méně často angulární a jen vzácně polozaoblené. Lze odlišit jednak „čerstvé“ angulární klasty a dále více zvětralé klasty subangulární. Výrazně zastoupené jsou valouny sedimentárních hornin (bělavé a načervenalé jemnozrnné pískovce a křemenné pískovce, křemenné velmi hrubozrnné pískovce, sytě šedé hrubozrnné pískovce, rohovce, spongolity, „sluňáky“, droby, drobnozrnné petromiktiny

písčité fluviální štěrky (obr. 5). Jejich báze je erozní, ostrá a nerovná s úklonem 212/18. Báze písčitých štěrků se ve výkopech nacházela ve výškách 245,14 až 245,63 m n. m. Podél báze byly zjištěny až 1,2 m velké polozaoblené balvany, které jsou tvořeny zvětralými diority brněnského masivu (obr. 6). Spolu s nimi se vyskytují až 30 cm velké valouny světlešedých až bělavě šedých jurských vápenců. V okolí balvanů jsou zřetelné nahlučené akumulace menších valounů („pebble clusters“). Písčité štěrky mají podpůrnou strukturu valounů až lokálně podpůrnou strukturu písčité matrix. Štěrky jsou korytovitě šikmo zvrstvené, což je nápadné díky střídání lamin a vrstviček jemnozrnného štěrku s valouny kolem 5 cm a hrubozrnného písku. V některých případech byla zjištěna kostrovitá stavba štěrku. Přednostní orientace protáhlých a diskovitých valounů je dobře vyvinuta (osa A kolmo i rovnoběžně ke zvrstvení). Mocnost setů šikmého zvrstvení se pohybuje kolem 20–30 cm. Velikost valounů je proměnlivá, přičemž největší se nachází podél báze setů, kde mohou dosáhnout ojedinele až 20 cm. Výše je pak štěrk jemnozrnnější s průměrnou velikostí valounů 5–10 cm. Zjištěná mocnost štěrku dosahovala až 2,5 m. Štěrky lze klasifikovat jako facie Gt dle Mialla (1996). Přednostní orientace šikmého zvrstvení a imbrikace ukazují na směr transportu k JJV, JV až V. Zrnitostní studium štěrku (2 analýzy) ukázalo jejich špatné až velmi špatné vytrídění ( $\sigma_1$  1,58  $\phi$  a 2,86  $\phi$ ). Hodnota mediánu  $M_z$  dosahovala 0,6  $\phi$  a -2,57  $\phi$  (Folk – Ward 1957). V obou případech byla nápadná nízká přítomnost prachovité a jílovité frakce (6,3–6,9 %). Petrografické



Obr. 6: Balvan dioritu poblíž báze pleistocenních šterků.  
Fig. 6: Boulder of diorites of Brno Massif along the base of Pleistocene fluvial gravels.

slepence, vápence, břidlice), které tvoří 37,8 %. Ze sedimentárních hornin jsou nejvýrazněji zastoupeny pískovce. Jejich valouny mají především diskovitý a čepelovitý tvar a jsou polozaoblené, případně zaoblené. Valouny pískovce sférického či sloupcovitého jsou méně časté, stejně jako jejich poloostrohanné zaoblení. Nápadná je přítomnost několika typů silicitů. Metamorfované horniny (načervenalé a bělavé muskovit-biotitické ruly, muskovitické ruly, grafitické kvarcity, kvarcity, svory), ke kterým byl přiřazen i agregát křemen-živce, tvoří 6,0–10,4 %. Valouny bělavého, šedého a žlutavého křemene tvoří 11,6 až 16,1 % valounů. Křemeny jsou velmi odlišných tvarů (sférické, čepelovité i diskovité), a především polozaoblené. Intraklasty podložních jílovců jsou ve štercích velmi vzácné. Pokud byly vůbec zastíženy, tak jejich velikost dosahuje max. 5 cm (tj. odpovídá extraklastům). Asociace průsvitných těžkých minerálů písčité matrix šterků (2 analýzy – zrnitostní frakce 0,063–0,125 mm) je charakteristická dominancí granátu (32,8–41,9 %), amfibolu (17,5–18,5 %) a staurolitu (10,2–14,2 %). Zvýšená (tj. 7–9,2 %) byla také přítomnost epidotu a disthenu. Ostatní průsvitné těžké minerály (rutil, apatit, monazit, zirkon, titanit, zoisit, silimanit, turmalín) byly přítomny několika prvními procenty. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) dosahovala 7,9–9,7. V rámci stabilních minerálů mírně převažoval zirkon nad rutilem a přítomnost turmalínu byla velmi nízká.

V rámci šterků jsou reliktně zachovány čočky sytě až světle šedohnědého středozrnného až jemnozrnného šikmo zvrstveného světle slídnatého písku o mocnosti do 30 cm. Čočky písku jsou sledovatelné na vzdálenost do 1 m. Obdobné písky tvoří reliktně zachovanou neprůběžnou polohu o mocnosti max. 30 cm v nadloží šterků. Tyto sedimenty lze klasifikovat nejspíše jako facii St (Sp ?) dle Mialla (1996). Písky jsou středně až špatně vytríděné ( $\sigma I=1,2 \phi$ ) a hodnota mediánu  $Mz$  dosahovala 1,3  $\phi$ . Zastoupení prachové a jílovité frakce bylo 6,5 % a zastoupení frakce šterkovité 2,2 %. Největší přítomné valouny dosahovaly 2,5 cm, obvykle se však jejich velikost pohybuje do 1 cm. Ve valounech dominují granodiority (42,2 %), dále byly zjištěny křemeny (31,6 %), pískovce (15,8 %), ruly (5,3 %) a kvarcity (5,1 %). Valounky jsou převážně diskovité a poloostrohanné. Asociace průsvitných těžkých minerálů (frakce 0,063–0,125 mm) je charakteristická dominancí amfibolu (37,3 %), epidotu (23,6 %) a granátu (16,5 %). Přítomnost ostatních průsvitných těžkých minerálů (staurolit, disthen, apatit, turmalín, titanit, monazit, zirkon, rutil, zoisit, silimanit) dosahovala maximálně několika procent. Hodnota indexu ZTR (zirkon-turmalín-rutil) byla 4,3, přičemž v rámci stabilních minerálů převažoval rutil a přítomnost zirkonu byla velmi nízká.

Povrch této akumulace se nacházel při úpatí mendipu ve výšce 249,7 m n. m. a níže na plošině ve výšce 248,5 m. Na povrchu šterků se místy zachovaly zbytky ferreta.

### Interpretace

Velmi hrubozrnné písky se šterkem v nadloží jurských vápenců interpretujeme jako „bazální“ klastika spodnobadenského stáří označovaná v zájmové oblasti obecně jako brněnské písky (Krystek 1974). Lze předpokládat sedimentaci v rámci marginálních částí hrubozrnné delty, transport a sedimentaci z gravitačních proudů (Nemec 1990). Nadložní vápnité jíly interpretujeme jako spodnobadenské sedimenty tzv. tégly. Ostrá hranice spodnobadenských jílu a písku, absence strukturálních znaků spojených s vlivem vlnění i laminy jílu ve svrchních partiích písku svědčí pro relativně hlubší prostředí depozice bazálních klastik a „autigenní“ řízení (omezení přínosu hrubšího materiálu – „opuštění delty?“) změny sedimentace. Výrazná byla role reliéfu, absence hornin brněnského masivu ukazuje nejspíše na jeho překrytí sedimenty. Ostrý kontakt spodnobadenských jílu a klastik bývá tradičně vysvětlován jako doklad rychlého nárůstu hladiny ve spojení s transgresí ve spodním badenu.

V nadloží spodnobadenských sedimentů jsou potom přítomny fluvialní sedimenty pleistocenního stáří (terasa řeky Svitavy). Písčité šterky jsou jednoznačně produktem depozice v rámci říčních valů/dun, sedimentaci písku lze spojit s menšími písčitymi dunami a lavicemi. Velmi malá přítomnost intraklastů spodnobadenských sedimentů, výrazné rozdíly ve složení, velikosti, tvaru a zaoblení valounů i asociacích těžkých minerálů ukazují na významnou erozi neogenních sedimentů v bližším okolí studované oblasti (nejspíše také ve zdrojové oblasti) před depozicí pleistocenních šterků. Procesy mezi spodním badenem a pleistocénem vedly nejen téměř k odstranění

neogenního pokryvu, ale také k intenzivnímu zvětrání hornin krystalinika. Lze předpokládat významný a také velmi kolísavý průtok v rámci vodního toku a fluviální styl označit předběžně za divočící. Na významný průtok ukazují balvany na bázi pleistocenních sedimentů. Zdrojovou oblast pleistocenních štěrků lze umístit generelně s. od předmětného území. Zdrojem byly především horniny brněnského masivu, české křídové pánve a drahanského kulmu. Rozdíly v petrografickém složení písků a štěrků lze vysvětlit rozdílnou rolí proximálních a distálních zdrojů vlivem rozdílné transportační a erozní schopnosti vodního toku během etap sedimentace. Pro štěrky je tak typická

relativně vyšší role vzdálenějších zdrojů materiálů, naopak v rámci písků je naprosto dominantní role nejbližšího okolí, tj. hornin brněnského masivu.

Svitavské terasové sedimenty na studované lokalitě se nacházejí výše než povrch tuřanské terasy. Pravděpodobně náležejí starší říční terase (stránské terase?). Vodní tok v době ukládání sedimentů zřejmě divočil v periglaciálních podmínkách.

#### Poděkování

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

#### Literatura

- 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.
- Krystek, I. (1974): Výsledky sedimentologického výzkumu sedimentů spodního badenu v karpatské předhlubni (na Moravě). – Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brunensis, Geol., XV, 8, 1–32. Brno.
- Miall, A. D. (1996): The Geology of Fluvial Deposits. – Springer Verlag, 1–582, Berlin.
- Musil, R. (1968): Neue Ergebnisse der Forschungen an der Lokalität Stránská skála. – Časopis Moravského musea 53: 139–162, Brno.
- 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.
- 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. – Piše, J. – Sedlák, J. – Šmerdová, B. – Valoch, K. – Vít, J. (2000): Geologie Brna a okolí. – ČGÚ, 90s., Brno.
- Nemec, W. (1990): Aspects of sediment movement on steep delta slopes. – In: Colella, A. – Prior, D. B. (eds.): Coarse-grained Deltas. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., 10, 29–73. Oxford.
- Valoch, K. – Seitzl, L. (1994): Staropaleolitická lokalita „Švédské šance“ v Brně – Slatině. – Časopis moravského musea, Vědy společenské, LXXIX: 3–14, Brno.
- Zapletal, K. (1927): Geologická mapa okolí brněnského. Dle vlastních výzkumů 1919–1925. – Příloha ku ročníku XXV(1927) Časopisu moravského zemského musea, Brno.
- Zeman, A. (1974): Quaternary of the surrounding of Stránská skála. – Sborník geologických věd Antropozoikum 10, 41,72. Praha.
- Zeman, A. (1982): Fluviální a fluviolakustrinní sedimenty Brněnské kotliny. – In: Musil, R. (ed.): Kvartér Brněnské kotliny – Stránská skála IV. – Studia geographica 80, 55–84.