

Litofacie a faciální architektura miroslavských slepenců (mladší paleozoikum)

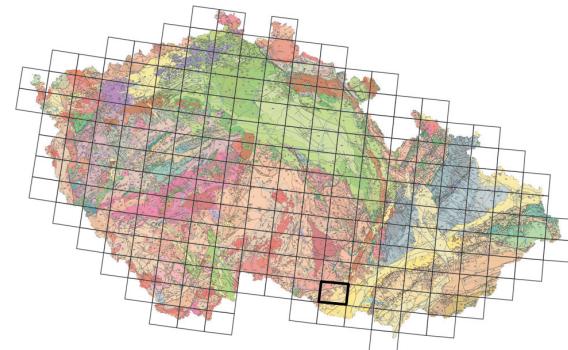
Lithofacies and facies architecture of the Miroslav Conglomerate (Late Palaeozoic)

TOMÁŠ KUMPAN

Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno;
kumpan.tom@gmail.com

Key words: Late Palaeozoic, sedimentology, facies analysis, facies architecture, alluvial deposits

Summary: Coarse-grained clastic sediments overlay an eastern margin of the Miroslav Horst Crystalline Complex between Miroslavské Knínice and southern vicinity of Miroslav (Fig. 1). This succession was designed as Miroslav Conglomerate, which is considered to be time equivalent to the lithologically similar Upper Carboniferous and Lower Permian conglomerates of the Boskovice Graben Basin (Kalášek 1956, Dudek 1963). The predominantly conglomeratic successions were studied recently in sedimentological point of view. Detail logging with lithofacies analysis and facies architecture studies were carried out. Six lithofacies have been discriminated and compared with the "standard" lithofacies of Miall (2006). The massive matrix supported (S1; Fig. 2A) and clasts supported (S2; Fig. 2B) conglomerates are prevailing lithofacies, which are comparable with Miall lithofacies *Gmm* and *Gcm*. The subhorizontally stratified clast-supported conglomerate (Fig. 2F) corresponds to *Gh*. Massive sandstones (P1; Fig. 3A) occur as lenticular intercalations



(34-11 Znojmo)

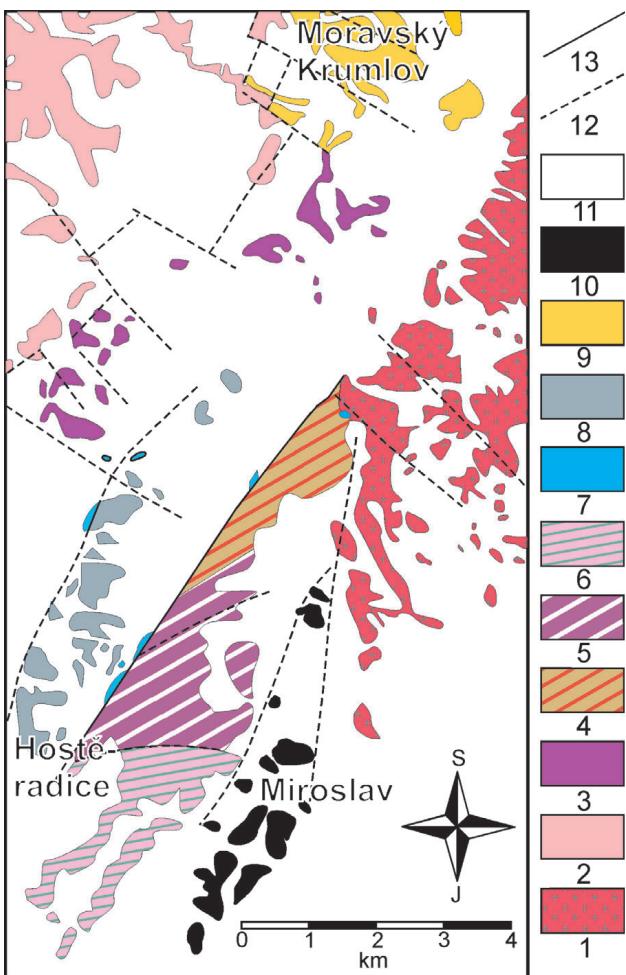
within disorganized conglomerate banks. This lithofacies is probably equivalent to *Sm*. The ripple cross-bedded sandstones (P2; Fig. 3B) are also intercalated within conglomeratic banks or form thicker levels, where are accompanied by massive fine grained sandstones to siltstones (P3). These lithofacies correspond to the Miall's facies codes *Sr* and *Fm*, respectively. Lithofacies S1, S2 and P1 are interpreted as gravity-flow deposits and S3, P2 and P3 are considered to be infill of braided channels. Depositional environment of the proximal alluvial fan with dominant debris flow deposition has been preliminary interpreted for the Miroslav Conglomerate.

Na východním okraji krystalinika miroslavské hrástě spočívají hrubozrnné klastické sedimenty, vystupující v ssv.-jjz. orientovaném pruhu mezi Moravskými Knínicemi a jižním okolí Miroslavi. Těmto sledům, tvořeným převážně konglomeráty, se jako první věnoval Paul (1898; non vidi, fide Dudek 1963), který interpretoval jejich stáří jako karbonské až permické na základě podobnosti se sedimenty boskovického příkolu. Později vymezil Suess (1907) pro tato hrubá klastika samostatnou lithostratigrafickou jednotku miroslavská brekcie a považoval je za součást kulmu. Další geologové, kteří se zabývali mapováním oblasti miroslavské hrástě (např. Kalášek 1956, Dudek 1963), se příklonili k původní interpretaci permokarbonického stáří a užívali již spíše termínu miroslavské slepence. Krátkou stat o obecných petrografických charakteristikách miroslavských slepenců podal v práci o miroslavské hráště Dudek (1963).

V tomto příspěvku jsou předběžně shrnutý výsledky sedimentologického studia miroslavských slepenců, doplňující především informace o jejich litofaciích a faciální architektuře, které nebyly dosud detailně řešeny.

Geologické poměry

Miroslavské slepence leží pravděpodobně transgresivně na krystaliniku miroslavské hrástě (Dudek 1963), které je situováno při v. okraji Českého masivu a je poměrně komplexní geologickou jednotkou, vystupující na území o rozloze pouhých 25 km² (obr. 1). Krystalinikum miroslavské hrástě sestává ze tří velice odlišných částí, a to jižně situovaného moldanubického bloku, střední části ekivalentní moraviku a severní části náležející brunovistuliku (např. Dudek 1963, Tomek 1990). Samotná sekvence miroslavských slepenců je tvořena především petromiktními slepenci s podřízenými polohami arkóz (Dudek 1963). Vrstevnatost slepencových těles je orientována shodně s protažením celého výskytu (SSV-JJV), s úklonem zhruba 25° k východu. Mocnost celého sledu miroslavských slepenců pravděpodobně nepřesahuje 60 m. Podle Dudka (1963) tvoří valounový materiál slepenců dominantně vápence (40,2 %), dále jsou hojně granitoidy (21,3 %) a fylity se svory (14,0). Běžné jsou úlomky kulmských sedimentů (6,5 %), křemeny (6,5 %) a ortoruly (5,6 %) a podružné apility (2,2 %), biotitické ruly (1,4 %), amfibolity (0,6 %)



Obr. 1. Zjednodušená geologická mapa výskytu miroslavských slepenců a okolí (podle Matějovské 1991). 1 – brněnský masiv, 2 – moldanubikum, 3 – moravikum, 4 – miroslavská hrást (ekvivalent brněnského masivu), 5 – miroslavská hrást (ekv. moravika), 6 – miroslavská hrást (ekv. moldanubika), 7 – rekrystalizované vápence (?devon), 8 – kulmské sedimenty (spodní karbon), 9 – sedimenty boskovického příkopu (karbon, perm), 10 – miroslavské slepence (?karbon – ?perm), 11 – kenozoické sedimenty, 12 – zlom předpokládaný, 13 – zlom zjištěný / Fig. 1. Generalised geological map of the Miroslav Conglomerate occurrence and its vicinity (after Matějovská 1991, modified). 1 – Brno Massif, 2 – Moldanubicum, 3 – Moravicum, 4 – Miroslav Horst (Brno Massif equivalent), 5 – Miroslav Horst (Moravicum eq.), 6 – Miroslav Horst (Moldanubicum equivalent), 7 – recrystallized limestones (?Devonian), 8 – Culm sediments (lower Carboniferous), 9 – Boskovice Graben Basin sediments (Carboniferous, Permian), 10 – Miroslav Conglomerates (?Carboniferous, ?Permian), 11 – Cenozoic sediments, 12 – assumed fault, 13 – proved fault.

a mramory (1,7 %). Pískovcové polohy odpovídají svým složením arkózám s převládajícím karbonátovým tmelem, stejně jako je tomu u základní hmoty konglomerátů.

Materiál a metody

Studovány byly nejinstruktivnější profily, odkryté na Markově kopci j. od Miroslavi ($48^{\circ} 56' 25.2''$ N, $16^{\circ} 18' 57.5''$ E; $48^{\circ} 56' 21.9''$ N, $16^{\circ} 18' 57.7''$ E; $48^{\circ} 55' 34.8''$ N, 16°

$00' 08.8''$ E) a přímo v obci – v areálu zámku ($48^{\circ} 56' 48.5''$ N, $16^{\circ} 18' 50.1''$ E) a v ulici Tyršova ($48^{\circ} 56' 31.8''$ N, $16^{\circ} 18' 29.8''$ E). Profily byly makroskopicky popsány vrstvu po vrstvě a provedeno bylo 12 orientačních valounových analýz na 150–200 klastech (na ploše zhruba $1\text{--}2 \text{ m}^2$) makroskopickým určením jejich litotypu a změřením jejich délky (v nejdelší přístupné ose) přímo na stěnách profilů. Sféricita, zaoblení a vytrídění klastů byly posouzeny na základě srovnání s grafickými terénními pomůckami (Tucker 2011).

Dokumentované litofacie

Neuspořádané slepence s podpůrnou strukturou základní hmoty S1 (obr. 2A) nebo *podpůrnou strukturou klastů S2* (obr. 2B a 2C)

Špatně až velmi špatně vytríděné valouny, nejběžněji poloostrohranné až polozaoblené, se spíše střední až nízkou sféricitou. Poměrně hojně jsou tabulární a prolátní klasty (obr. 2C). Průměrná velikost klastů se zpravidla pohybuje mezi 3–5 cm a průměr z deseti největších valounů dosahuje rozmezí mezi 10–16 cm, přičemž místa jsou běžné valouny o velikosti 20–30 cm. Ojediněle byly dokumentovány klasty o délce až 90 cm (obr. 2D), tedy mnohem delší, než je uváděno (40 cm; Dudek 1963). Základní hmotu tvoří tmavě šedozelené až šedofialové, středně vytríděné hrubozrnné a velice hrubozrnné pískovce (složením arkózy; Dudek 1963), případně až štěrkovité slepence. Slepence jsou převážně bez vnitřní organizace, jen v ojedinělých polohách byly pozorovány náznaky inverzní (obr. 2B) i pozitivní gradace (obr. 2E). Tabulární klasty bývají běžně orientované subparalelně s vrstevnatostí (obr. 2C). Tyto neuspořádané slepence vytvářejí lavice s ostrými zvlněnými bázemi, které dosahují mocnosti od několika decimetrů (čočky uvnitř mocnějších pískovcových poloh) až do ~4 m. Velmi časté jsou amalgamace slepencových těles.

Subhorizontálně zvrstvené slepence s podpůrnou strukturou klastů S3 (obr. 2F a 2G)

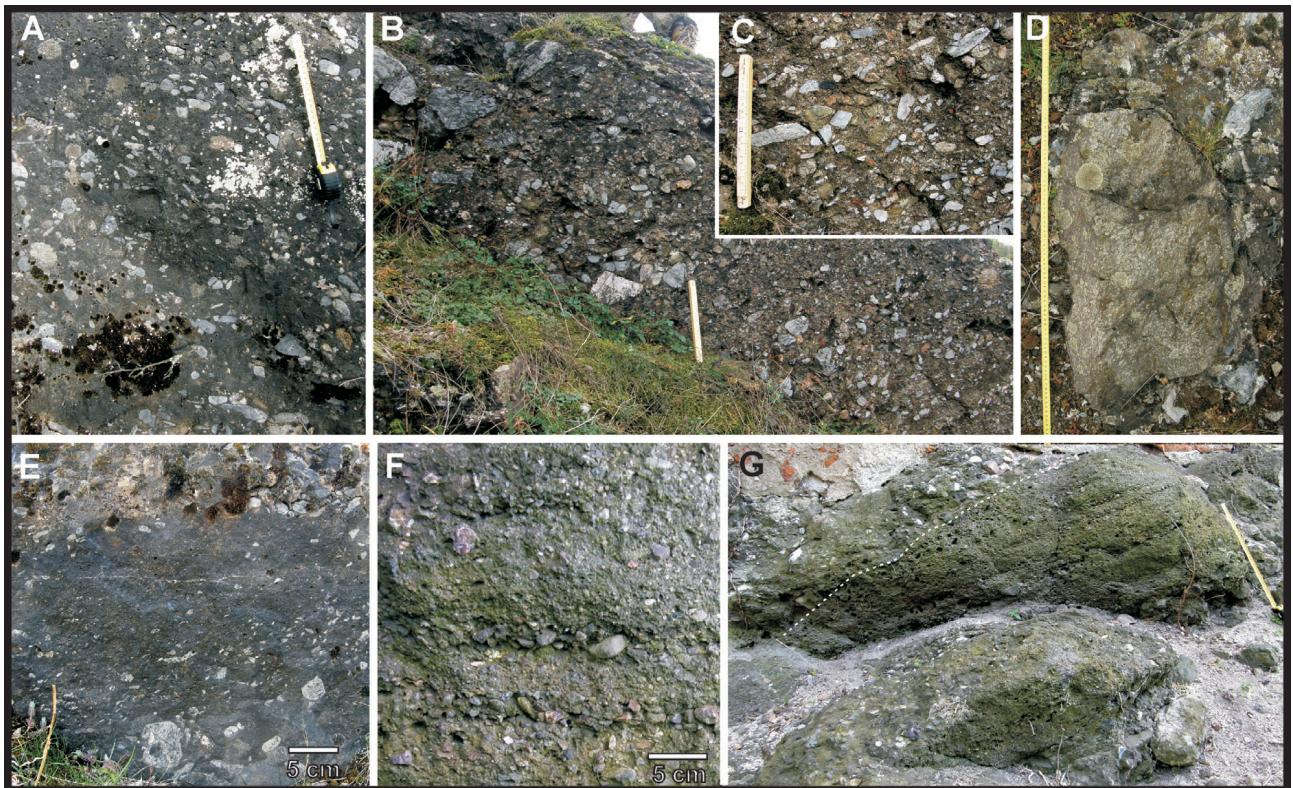
Špatně až špatně vytríděné slepence s poloostrohrannými až polozaoblenými klasty se střední sféricitou. Průměrná velikost klastů se pohybuje mezi 1–2 cm, méně hojně jsou větší klasty do 5 cm. Dokumentovány byly ojedinělé lavice s mocností do jednoho metru.

Masivní hrubozrnné pískovce P1 (obr. 3A)

Převážně hrubozrnné až velmi hrubozrnné pískovce (složením arkózy; Dudek 1963) se střední mírou vytrídění. Běžné jsou plovoucí štěrkové klasty velké až několik decimetrů. Pískovce vytvářejí deskovitá i neostře omezená čočkovitá tělesa, dosahující mocnosti do několika prvních decimetrů.

Ceřinovitě zvrstvené pískovce P2 (obr. 3B–E)

Tato litofacie zahrnuje především středně zrnité až velmi hrubozrnné pískovce, dobře až středně vytríděné. Vytvářejí deskovitá tělesa o mocnosti několika centimetrů až prvních decimetrů, která mají ostré, popř. zvlněné báze, při nichž



Obr. 2. A – neuspořádané slepence s podpůrnou strukturou základní hmoty (lithofacie S1), Markův kopec; B – slepence s podpůrnou strukturou klastů s nezřetelnou inverzní gradací (S2), Miroslav – ulice Tyršova; C – detail lithofacie S2 s tabulárními klasty; D – největší klast o délce 90 cm, Markův kopec; E – slepence s podpůrnou strukturou základní hmoty (S1) s pozitivní gradací do masivních pískovců (P1), Markův kopec; F, G – subhorizontální zvrstvené slepence s podpůrnou strukturou klastů (S3) v podloží neuspořádaných slepenců s podpůrnou strukturou klastů (S2), Miroslav – zámecký park / Fig. 2. A –massive matrix-supported conglomerates (lithofacies S1), Markův kopec; B – massive clast-supported conglomerates (S2), Miroslav – Tyršova street; C – lithofacies S2 with tabular clast, detail view; D – largest clast, 90 cm length, Markův kopec; E – matrix-supported conglomerates (S1) with positive gradation to the massive sandstone (P1), Markův kopec; F, G – subhorizontally bedded clast-supported conglomerate (S3) below the massive clast-supported conglomerates (S2), Miroslav – castle park.

mohou být akumulovány větší klasty. Charakteristická je přítomnost proudových čeřin na vrstevních plochách. Pozorovány byly dvojrozměrné mírně zvlněné čeřiny s hloubkou ~1 cm a vzdáleností mezi hřbety ~5 cm (obr. 3C), ale také zbytky větších čeřin. Pískovce mají šikmou laminaci v řezech přičných na hřbety čeřin (obr. 3B) a subhorizontální laminaci (obr. 3D) v řezech k nim podélných. Laminy jsou naskládány jak v CU, tak v FU trendech. Na některých vrstevních plochách lze pozorovat texture vely blízké bahenním prasklinám.

Masivní jemnozrnné pískovce až prachovce P3
Vyskytují se společně s pískovci P2 a vytvářejí pouze několik centimetrů mocné vrstvy.

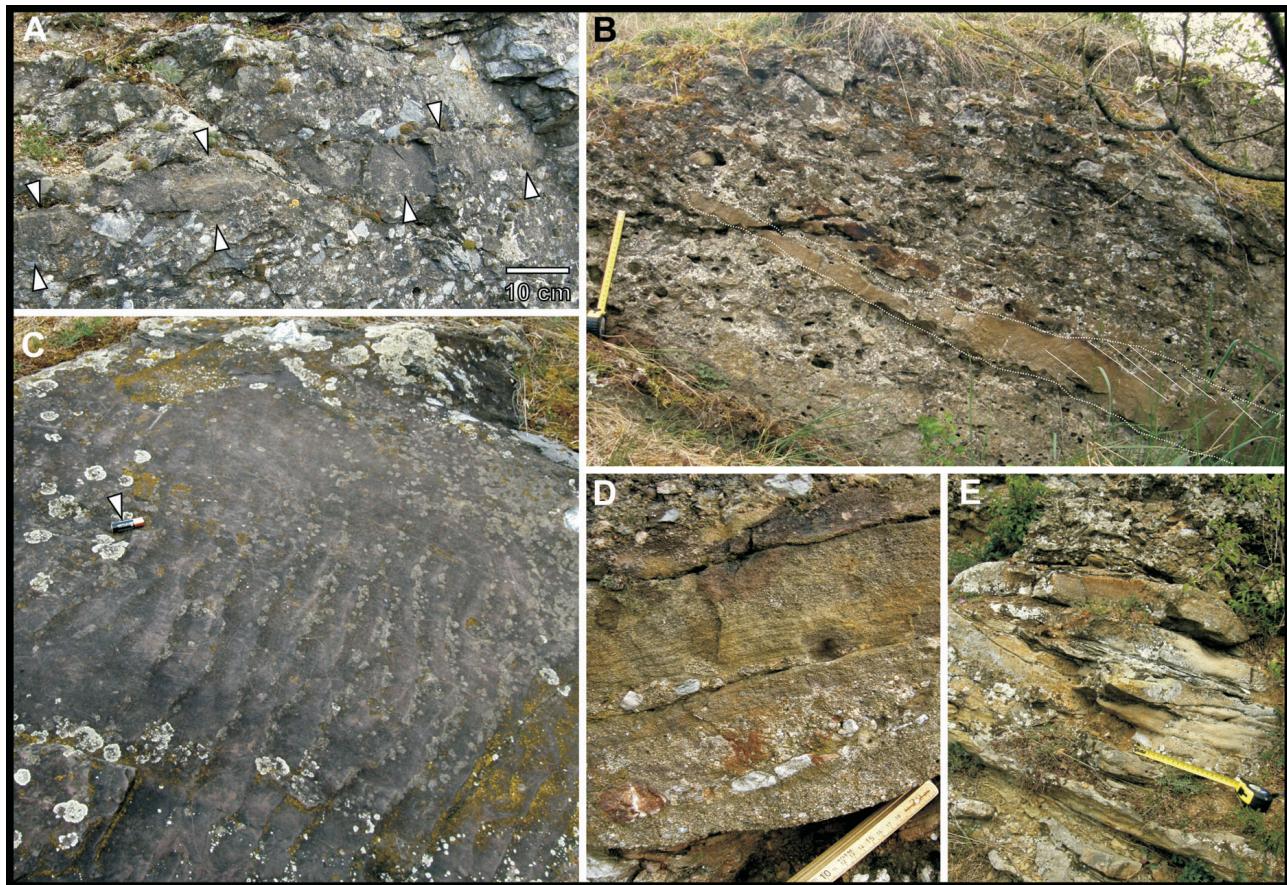
Faciální architektura

Z litofaciálního hlediska jsou slepencové lavice výrazně heterogenní. V rámci lavic byly pozorovány jak vertikální, tak laterální přechody mezi litofaciemi S1, S2 a P1. Největší objem náleží litofaci S1, která může vlivem přibývání klastů pozvolna přecházet do S2, nebo naopak přibýváním základní hmoty na úkor klastů do P1 (obr. 2E). Pískovce

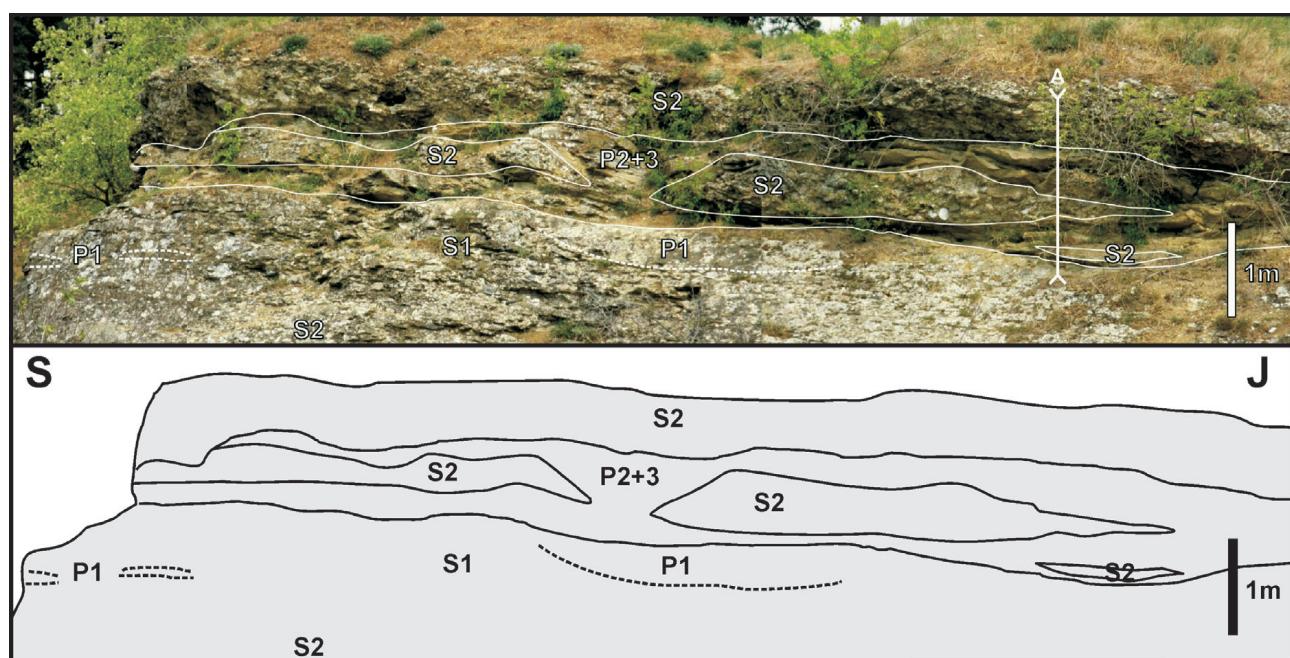
P1 vytvářejí nejčastěji nepravidelná čočkovitá tělesa uvnitř slepencových lavic, popř. byly dokumentovány na jejich stropech (obr. 4). Místy byly pozorovány i ostřejší hranice mezi tělesy zmíněných facií, které pravděpodobně reprezentují nekonformní povrchy. Pískovce P2 tvoří vrstvy mající zpravidla ostrou bázi i strop. Dokumentovány byly jak uvnitř slepencových lavic, kde tvoří deskovitá, velmi rychle vyklijující tělesa (obr. 3B), tak z mocnějších poloh mezi slepencovými lavicemi (obr. 3E a 4). Tyto polohy mohou být mocné první decimetry až dva metry. Uvnitř těchto poloh se místy vyskytují jemnozrnné pískovce až prachovce (S3).

Diskuse

V této kapitole je podána předběžná interpretace depozičních procesů a prostředí miroslavských slepenců na základě porovnání texturních a strukturních znaků studovaných litofacií se „standardními“ litofaciemi ve smyslu Mialla (2006) a s dalšími příklady podobných sedimentů. Objemově nejrozšířenější facie neuspořádaných slepenců S1 a S2 odpovídají Miallovým faciím *Gmm* a *Gcm*, které jsou interpretovány jako sedimenty plastických až pseudoplastických



Obr. 3. A – masivní pískovce (lithofacie P1) pozvolně přecházející do slepenců. Báze a strop vyznačeny šípkami, Markův kopec; B – šikmo zvrstvené pískovce (P2), Markův kopec; C – vrstevní plocha s proudovými čeřinami (P2), Markův kopec; D – subhorizontálně laminované pískovce (P2), Miroslav – ulice Tyršova; E – čeřinovitě zvrstvené pískovce (P2), Markův kopec / Fig. 3. A – massive sandstone (lithofacies P1), which continuously passes to conglomerates. The base and top of the sandstone bed are marked by arrows, Markův kopec; B – cross-bedded sandstone (P2), Markův kopec; C – bedding surface with current ripples (P2), Markův kopec; D – subhorizontally laminated sandstone (P2), Miroslav – Tyršova street; E – ripple cross-bedded sandstone (P2), Markův kopec.



Obr. 4. Fotomozaika stěny opuštěného lomu na Markově kopci, jižně od Miroslavi / Fig. 4. Photomosaic of wall of the abandoned quarry on the Markův kopec south to Miroslav.

gravitačních proudů, díky čemuž je vnitřní uspořádání chaotické. Vertikální i laterální variace mezi *S1* a *S2* mohou odražet změny v nasycení úlomkotoku. Jde o typické litofacie aluviálních kuželů, popsané z různých stratigrafických úrovní od proterozoika až po recent (např. Nemec – Postma 1993, Hillier et al. 2011). Masivní pískovce *P1* uvnitř a při stropech slepencových lavic se zdají být ekvivalentní Miallově litofacii *Sm* a představují tak pravděpodobně materiál usazený taktéž z gravitačních proudů při poklesu jejich hustoty (např. Miall 2006, Hillier et al. 2011). Depozici z gravitačních proudů také nasvědčují plovoucí klasty. Oproti tomu zvrstvené slepence *S3* odpovídají litofacii *Gh*, jež může být produktem plošných splach nebo výplní koryt (Nemec – Postma 1993). Pískovcová litofacie *P2* má nejblíže k Miallově (2006) *Sr*, která se usazuje v korytech při nižším proudovém režimu. Nejjemnější litofacii *S3* lze paralelizovat s Miallovou *Fm* a vzhledem k její asociaci s *P2* ji můžeme interpretovat jako výplň opuštěného koryta.

Z uvedeného srovnání vyplývá, že v miroslavských slepencích lze z faciálně architekturního hlediska (sensu Miall 2006) vyčlenit elementy gravitačních proudů (SG; litofacie *S1*, *S2* a *P1*), které představují lalokovitá tělesa, a štěrkových (GB; litofacie *S3*), resp. písčitých (SB; litofacie *P2*) bedforem, usazených v korytech z proudů, které přeplavovaly materiál úlomkotoku. Zjištěná litofaciální asociace s objemovou převahou neuspořádaných slepenců nejvíce odpovídá Miallovu fluviálnímu stylu A (štěrkové divočící toky se sedimenty gravitačních proudů). Prostředí depozice lze předběžně interpretovat podle modelu Stanistreeta a McCartyho (1993) jako vnitřní (proximální) části aluviálních kuželů s převládajícími úlomkotoky, nebo spíše jako hraniční zónu mezi vnitřní a střední částí aluviálního kuželega.

Závěr

Miroslavské slepence jsou sedimentární sekvencí převážně hrubozrnných klastik pravděpodobně permokarbonského

stáří, která byla předběžně analyzována po faciální a faciálně-architekturní stránce. Vymezeno bylo celkem šest litofacií, tři slepencové a tři pískovcové, přičemž převládají neuspořádané slepence. Přitomny jsou především architekturní prvky gravitačních proudů (SG sensu Miall 2006). Depoziční prostředí bylo předběžně interpretováno jako vnitřní, popř. střední část aluviálního kuželega s dominancí úlomkotoků.

Poděkování. Práce byla provedena díky finanční podpoře úkolu České geologické služby č. 321180. Autor děkuje recenzentům A. Dudkovi a Z. Kukalovi za podnětné připomínky.

Literatura

- DUDEK, A. (1963): Beitrag zum Problem der moldanubischen Überschiebung (Misslitzer Horst). – Sbor. geol. Věd, Geol. 1, 7–20.
- HILLIER, R. D. – WATERS, R. A. – MARIOT, S. B. – DAVIES, J. R. (2011): Alluvial fan and wetland interactions: evidence of seasonal slope wetlands from the Silurian of south central Wales, UK. – Sedimentology 58, 831–853.
- KALÁŠEK, J. (1956): Zpráva o podrobném a přehledném mapování na geografické mapě Brno. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1955, 79–82.
- MATEJOVSKÁ, O. (1991): Geologická mapa ČR v měřítku 1 : 50 000, list 24-33 Moravský Krumlov. – Čes. geol. úst. Praha.
- MIALL, A. D. (2006): The Geology of Fluvial Deposits. – 582 str. Springer Verlag.
- NEMEC, W. – POSTMA, G. (1993): Quaternary alluvial fans in southwestern Crete: sedimentation processes and geomorphic evolution. In: MARZO, M. – PUIGDEFIBREGAS, C., ed.: Alluvial sedimentation. – Int. Assoc. Sed. Spec. Publ. 17, 235–276.
- STANISTREET, I. G. – MCCARTHY, T. S. (1993): The Okavango Fan and the classification of subaerial fan systems. – Sed. Geology 85, 115–133.
- SUESS, F. E. (1907): Die Tektonik des Steinkohlengebietes von Rossitz und der Ostrand des böhmischen Grundgebirges. – Jb. K.-kön. geol. Reichsanst. 57, 793–834.
- TOMEK, Č. (1990): The Miroslav horst – Moldanubian klippe or autochthonous massif? In: MINÁŘIKOVÁ, D. – LOBITZER, H., ed.: Thirty years of geological cooperation between Austria and Czechoslovakia, Chapt.: Structural geology and geophysics, 67–69. – Fed. Geol. Survey, Vienna – Czech Geol. Survey, Prague.
- TUCKER, M. E. (2011): Sedimentary Rocks in the Field. – 276 str. Wiley.