

## Faciálny vývoj borovského súvrstvia v oblasti Bieleho Potoka pri Ružomberku a Komjatnej

JURAJ ŠURKA<sup>1</sup>, LUBOMÍR SLIVA<sup>2</sup> a JÁN SOTÁK<sup>1, 3, 4</sup>

<sup>1</sup>Geologický ústav SAV, Ďumbierska 1, 974 11 Banská Bystrica;  
surka@savbb.sk, sotak@savbb.sk

<sup>2</sup>NAFTA, a. s., Votrubova 1, 821 09 Bratislava; lubomir.sliva@nafta.sk

<sup>3</sup>Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK,  
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

<sup>4</sup>Katedra geografie, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita v Ružomberku,  
Hrabovská cesta 1, 034 01 Ružomberok

### Facial development of the Borové Formation in the area of Biely Potok at the town of Ružomberok and at Komjatná village (Western Carpathians, Slovakia)

Presented article deals with the initial phase of the Borové Formation sedimentation. Two sites were studied: Biely Potok in the Liptov Basin and Komjatná in the Orava region. At these sites, four profiles were described. Based on detailed sedimentological analysis, their lower parts can be described as the bottom part of the pre-transgressive alluvial fan of "sheetflood" type, with prevailing cohesionless debris flow. There is a shift to aqueous environment of on-coming transgression, present in the upper parts of studied profiles, where sediments were deposited mainly from the hyperconcentrated flows. The uppermost parts of sedimentary record contain foraminifers and ichnofossils, whose presence represent the evidence of marine depositional environment of the shoreface.

**Key words:** alluvial fan, fan delta, cohesionless debris flow, hyperconcentrated flow, Paleogene, Borové Formation

### Úvod

Sedimentárne formácie paleogénu majú na území Oravy a v Liptovskej kotline značné plošné rozšírenie. Nachádzajú sa tu všetky základné paleogénne súvrstvia podľa členenia Grossa et al. (1984), menovite sú to: borovské súvrstvie, hutianske súvrstvie, zuberecké súvrstvie a bielopotocké súvrstvie. Zatiaľ čo posledné tri súvrstvia majú generálne charakter hlbokovodných sedimentov turbiditných prúdov, borovské súvrstvie má odlišný litofaciálny charakter (Gross et al., 1980, 1993; Starek, 2001). Ide hlavne o plytkomorské a kontinentálne sedimenty, ktoré tvoria bázu mladších, hlbokomorských sedimentov. Hlavným cieľom tejto práce bolo vysledovať ich faciálnu variabilitu.

Na zreteľ boli zobrazené dve lokality s podobným faciálnym vývojom. Z územia Liptovskej kotliny je to lokalita Biely Potok pri Ružomberku a z územia Oravy je to lokalita Komjatná.

### Metodika

Sedimenty borovského súvrstvia sa v teréne často nachádzajú ako morfológické vyvýšeniny vystupujúce z okolitého mezozoického podložia. Mnohokrát vytvárajú ťažko dostupné kolmé stupne a vežičky, ktoré sa ale vďaka svojím rozmerom a plochám bez vegetácie stávajú veľmi

vhodnými miestami pre sedimentologické profilovanie. Pre exponovaný prístup preto musela byť ich dokumentácia uskutočnená za pomoci jednolanej techniky. Profilovalo sa systémom „vrstva po vrstve“ (*bed by bed*) s presnosťou na centimetre, ktorý bol častokrát sťažený, pretože sedimenty majú charakter masívnych amalgamovaných vrstiev, bez výraznejších vrstevných rozhraní. Dôraz sa tiež kladol na zrnitosť, opracovanie klastov, typy štruktúr a textúr a hrúbku vrstiev. V niektorých prípadoch bola použitá morfológická analýza klastov. Výrazné a dôležité sedimentárne znaky boli počas profilovania fotodokumentované a bol urobený pravidelný odber vzoriek.

### Oblasť Biely Potok pri Ružomberku

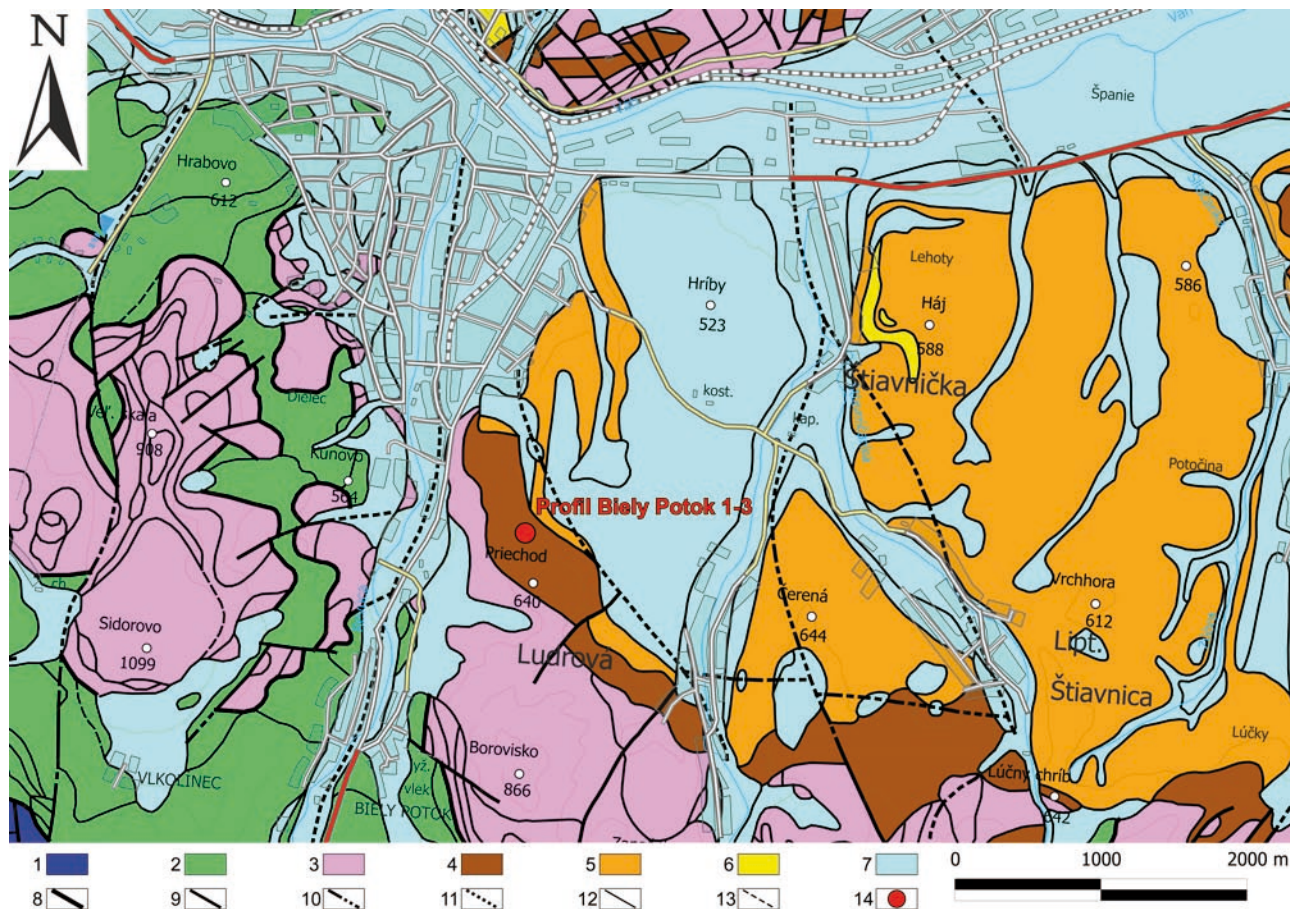
Borovské súvrstvie sa v oblasti Bieleho Potoka vyskytuje v podobe súvislejšieho pásu, ktorý sa tiahne v smere SZ – JV (obr. 1). Štúdaná lokalita predstavuje aktívny kameňolom, v ktorom vystupujú masívne svetlosivé detritické dolomity. Ide o vrchnotriasový hlavný dolomit hronika. Tvorí nerovný, skrasovatený podklad transgresívne uloženým svetložltým sedimentom borovského súvrstvia (obr. 2).

Všetky tri sedimentologické profily sú situované v horných etážach aktívneho lomu pri obci Biely Potok (obr. 1).

### Profil Biely Potok 1

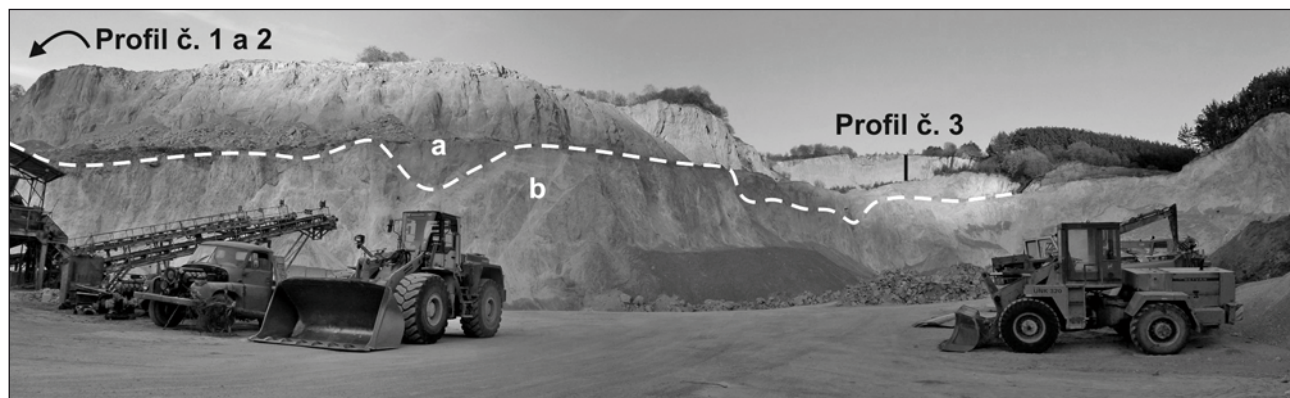
Profil sa nachádza na severnom okraji vrchnej etáže starej časti kameňolomu (obr. 3). Báza 7 metrov vysokého profilu je približne 5 metrov nad mezozoickým

podloží, ktoré je tvorené triasovými dolomitmi hronika. Profil je v spodnej časti tvorený dobre opracovanými (5. – 6. stupeň opracovania podľa Krumbeina, ďalej len stupeň) drobnozrnnými až strednozrnnými monomiktnými dolomitovými zlepcami s podpornou štruktúrou



**Obr. 1.** Lokalizácia sedimentologických profilov v oblasti Biely Potok. 1 – tatrikum; 2 – fatrikum; 3 – hronikum; 4 – borovské súvrstvie; 5 – hutianske súvrstvie; 6 – zuberecké súvrstvie; 7 – kvartér; 8 – zistené príkrovové/presunové línie; 9 – zistené zlomy; 10 – predpokladané zlomy; 11 – zakryté zlomy; 12 – zistené geologické hranice; 13 – predpokladané geologické hranice; 14 – poloha profilu.

**Fig. 1.** Location of sedimentological profiles in the Biely Potok area. 1 – Tatic Unit; 2 – Fatric Unit; 3 – Hronic Unit; 4 – Borovské Formation; 5 – Hutianske Formation; 6 – Zuberecké Formation; 7 – Quaternary; 8 – nappe and overthrust lines; 9 – detected faults; 10 – expected faults; 11 – covered faults; 12 – detected geological boundaries; 13 – expected geological boundaries; 14 – profile position.



**Obr. 2.** Transgresívne uložené horniny borovského súvrstvia (a) na dolomitoch hronika (b).

**Fig. 2.** The Borovské formation rocks (a) transgressively deposited on dolomites of the Hronic Unit (b).

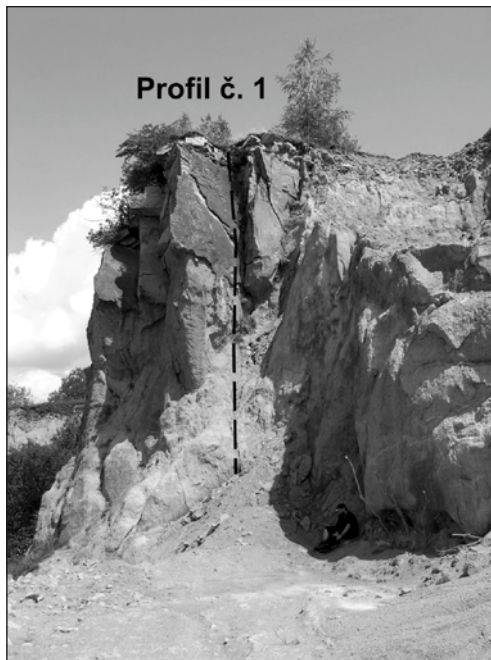


štrkopiesčitého matrixu, ktorý sa v niektorých miestach mení na podpornú štruktúru klastov (obr. 4). Dolomitové klasty majú v priemere 3 – 4 mm (granulit), ale občas sa vyskytujú aj 30 mm veľké klasty, ktoré „plávajú“ v okolitej drobnozrnnej hmote. Zlepence neobsahujú žiadne organické zvyšky a nevidieť ani textúrne znaky. V strednej časti profilu sa veľkosť klastov znižuje priemerne na 2 – 3 mm. Smerom nahor sa objavujú dve vrstvičky slabo opracovaných až 30 mm veľkých klastov s podpornou štruktúrou matrixu. Priemerná veľkosť 10 najväčších klastov je 21,4 mm. Hornú časť profilu reprezentujú dobre opracované veľmi drobnozrnne zlepence, v najvyšších častiach hrubozrnne až stredozrnne vápnité pieskovce s hojným výskytom veľkých foraminifer.

Smerom do nadložia prechádza borovské súvrstvie do hutianskeho súvrstvia. Pre vegetačný pokryv prechod nie je viditeľný, ale v blízkosti lomu sa nachádza tehelňa, v ktorej sa ťažili íly hutianskeho súvrstvia.

#### Profil Biely Potok 2

Osem metrov vysoký profil sa nachádza v starej časti kameňolomu na rovnakej etáži ako profil Biely Potok 1. Mezozoické podložie sa nachádza približne 2 metre pod bázou profilu. Profil je tvorený drobnozrnými až stredozrnými zlepencami s podpornou štruktúrou matrixu, miestami klastov. Klasty sa veľkostne pohybujú medzi 3 – 7 mm. Opracovanosť klastov kolíše v rozmedzí 4. – 5. po 5. – 6. stupeň. V profile sa nachádzajú dve vrstvy s väčšími klastami (obr. 5) – slabšej opracovanosti, pričom priemerná veľkosť 10

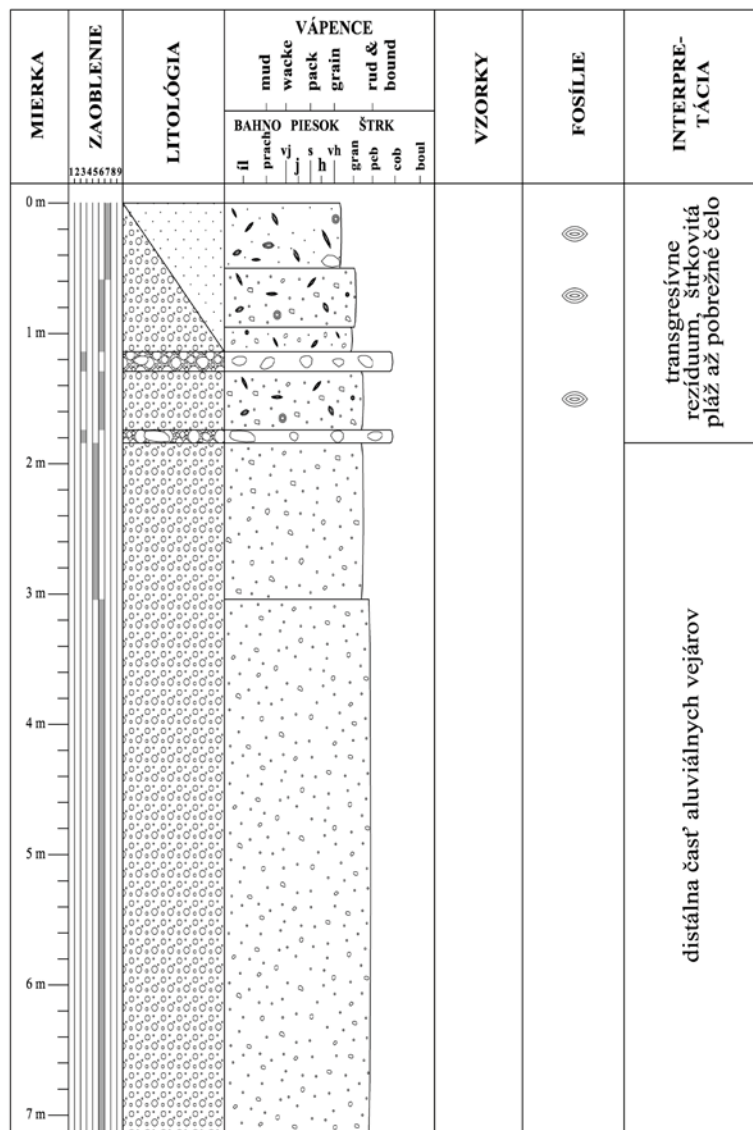


Obr. 3. Sedimentologický profil Biely Potok č. 1.  
Fig. 3. The Biely Potok 1 sedimentological profile.

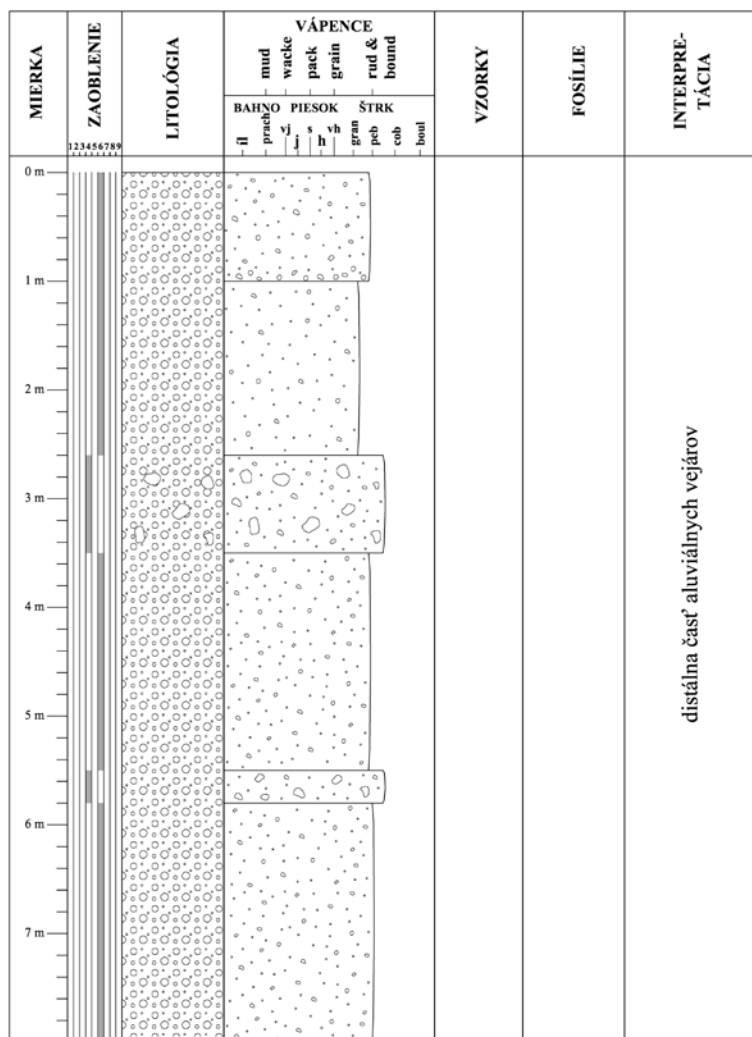
najväčších klastov je 35 mm. Zlepence vytvárajú v celom profile hrubé amalgamované vrstvy monomiktných zlepencov bez textúrnych znakov a bez organických zvyškov. Na rozdiel od profilu Biely Potok 1 sa tu vo vrchných častiach nenachádzajú vápnité pieskovce s veľkými foraminiferami.

#### Profil Biely Potok 3

Profil sa nachádza v najvrchnejšej etáži kameňolomu, približne 300 metrov JJV od profilov 1 a 2 (obr. 2). Necelých 15 m napravo od profilu je viditeľný tektonický kontakt borovského súvrstvia s triasovými dolomitmi hronika (obr. 6). Na báze profilu sa nachádzajú veľké neopracované klasty dolomitov s veľkosťou až 80 mm, čo hovorí o blízkosti mezozoického podložja, ktoré sa



Obr. 4. Profil Biely Potok 1  
Fig. 4. The Biely Potok 1 profile.



Obr. 5. Profil Biely Potok 2.

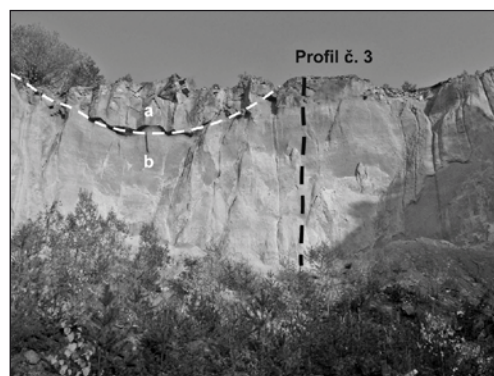
Fig. 5. The Biely Potok 2 profile.

nachádza asi 3 metre pod profilom. Najspodnejšia časť je tvorená strednozrnnými a drobnnozrnnými zlepenkami, ktoré sa v spodných 5-tich metroch profilu striedajú (obr. 9). Zlepence majú 5. – 7. stupeň opracovania s podpornou štruktúrou matrixu, niekde klastov. Pri drobnnozrnných zlepenkoch majú klasty priemerne 3 mm, pri strednozrnných 30 mm. Strednú časť profilu tvorí masívny súbor drobnnozrnných zlepenkov s priemernou zrnitosťou 3 mm s podpornou štruktúrou matrixu. Opracovanosť klastov je nejednotná a kolíše medzi 3. až 6. stupňom opracovanosti. Približne v hornej tretine zlepenkov sa nachádza 20 cm pruh veľkých (priemerne 30 – 40 mm) slabšie opracovaných klastov. Tieto zlepence majú podpornú štruktúru klastov. Z uvedeného pruhu boli odobraté klasty na analýzu tvaru a maximálnej projekčnej sféricity (Sneed a Folk, 1958; obr. 8). Klasty boli rozdelené na dve veľkostné kategórie: 16 – 32 mm a 32 – 64 mm, pričom pre každú triedu bola samostatne vypočítaná maximálna projekčná sféricita a tvarový faktor. Pre veľkostnú kategóriu 16 – 32 mm



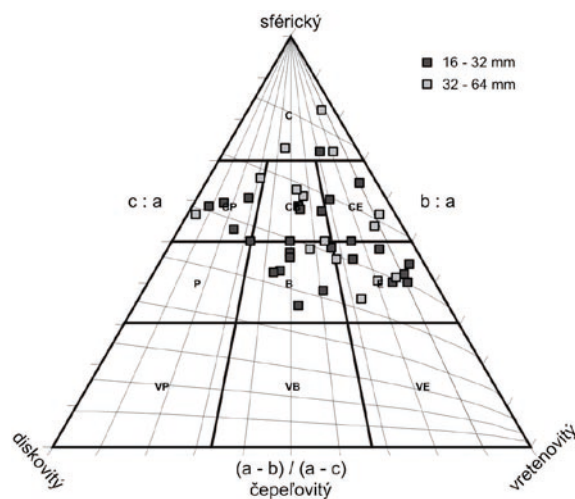
Obr. 6. Tektonický kontakt borovského súvrstvia (a) s triasovými dolomitmi (b).

Fig. 6. Tectonic junction between Borové Formation (a) and Triassic dolomites (b).



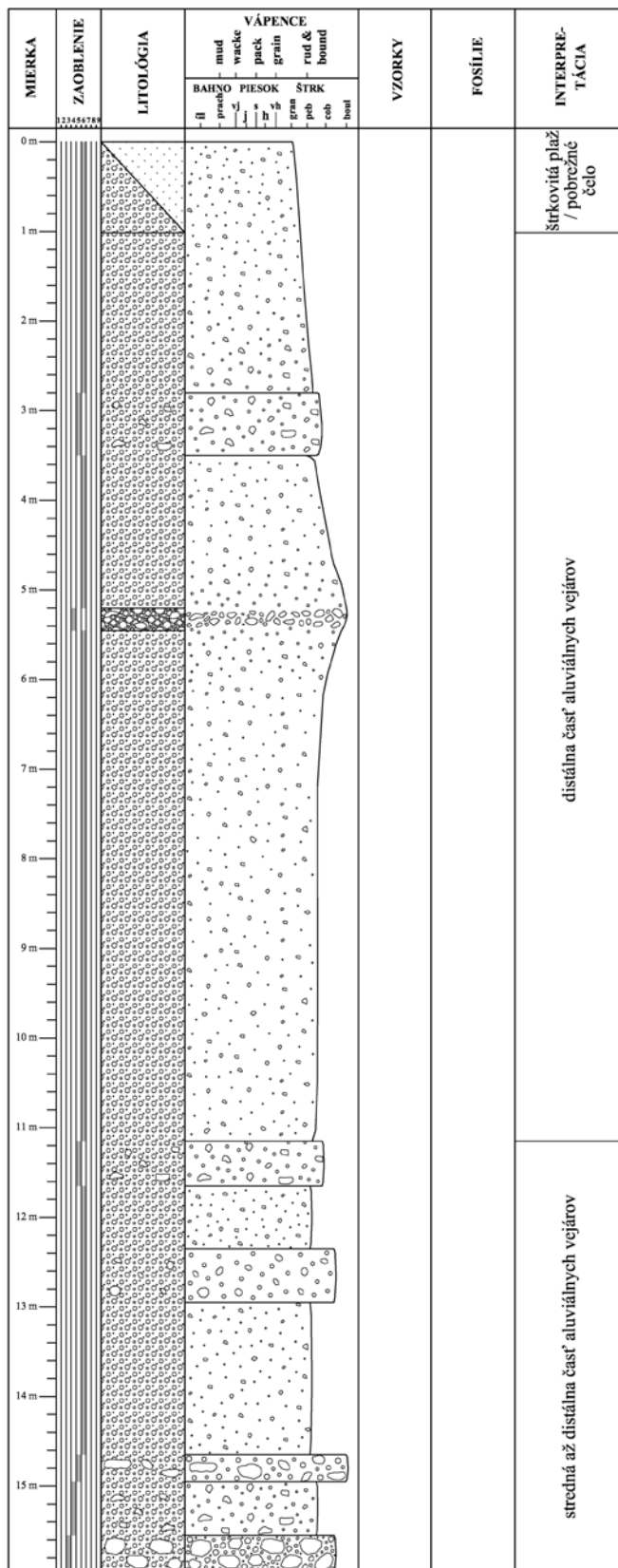
Obr. 7. Sedimentologický profil Biely Potok 3. V hornej časti profilu vystupujú odolnejšie hrubozrnné pieskovce (a) na drobnnozrnných zlepencoch (b).

Fig. 7. The Biely Potok 3 sedimentological profile. More resistant coarse-grained sandstones figure at the top of the profile (a) above the fine-grained conglomerates (b).



Obr. 8. Diagram Sneeda a Folka (1958) znázorňujúci maximálnu projekčnú sféricitu a tvarové triedy.

Fig. 8. Diagram of Sneed and Folk (1958) showing the maximum projection sphericity and the shape classes.



Obr. 9. Profil Biely Potok 3.

Fig. 9. The Biely Potok 3 profile.

boli hodnoty maximálnej projekčnej sféricity  $\Psi_p = 0,713$  a tvarového faktora  $Fr = -0,22$ . Pre kategóriu 32 – 64,  $\Psi_p = 0,759$  a  $Fr = -0,26$ . Z uvedených hodnôt vyplýva, že klasty sú prevažne vretenovitých až čepelovitých tvarov a prekonal len veľmi krátky transport. Nedostatok diskovitých klastov je jeden z hlavných faktorov, ktorý má za následok, že v sedimentárnom zázname nie sú viditeľné textúrne znaky, ako je napríklad imbrikácia.

Vrchná časť profilu je tvorená drobnozrnnými zlepenkami, v ktorých sa nachádza 70 cm vrstva väčších klastov s priemerom 8 mm. Najvrchnejšie časti sú na prechode drobnozrnný zlepenec – hrubozrnný pieskovec (obr. 7), tak ako to bolo v profile Biely Potok 1, ale v tomto prípade sú bez výskytu veľkých foraminifer.

**Sedimentologická interpretácia:** interpretácia je pomerne náročná a limitovaná malým množstvom profilov, ktoré vytvárajú len bodový obraz s väčším depozičným areálom. Hlavný podiel na zložení majú masívne beztextúrne zlepence a brekie, ktoré tvoria približne 80 % z celkového objemu sedimentov (profily Biely Potok 1 a 3 z 3/4 a profil Biely Potok 2 v celej dĺžke). Zlepence a brekie vznikali z nesúdržných úlomkových prúdov, pravdepodobne ešte v predtransgresívnom kontinentálnom prostredí, čomu nasvedčuje aj neprítomnosť fosílií, prípadne navŕtaných klastov. Sedimentácia pravdepodobne prebiehala v stredných až distálnych častiach aluviálnych vejárov v oblasti pobrežných rovín.

Vrchná časť profilov Biely Potok 1 a 3 je tvorená jemnozrnným piesčitým materiálom s výskytom fosílnych zvyškov. Tie sú zastúpené veľkými foraminiferami, ktorých výskyt sa viaže iba na profil Biely Potok 1. Ich vek bol stanovený ako vrchnoeocénny (Gross et al., 1980). Vrchné časti profilov sú už pravdepodobne transgresívne morské sedimenty pobrežného čela s vyvinutým transgresívnym rezíduom, tzv. lagom, čo je však veľmi špekulatívne. Celková slabá opracovanosť hovorí o krátkom transporte. Nevelké rozmery klastov a ich ostrohranný charakter môžu byť taktiež dôsledkom špecifických mechanických vlastností (krehkosť, rozpadavosť) dolomitov.

### Oblasť Komjatná

Borovské súvrstvie v oblasti Komjatnej vystupuje v podobe izolovaných výskytov, transgresívne nasadajúcich na mezozoické horniny fatrika a v malej miere hronika. V reliéfe vytvára skalné vežičky, ktoré dominantne vystupujú nad okolitý terén.

### Profil Komjatná

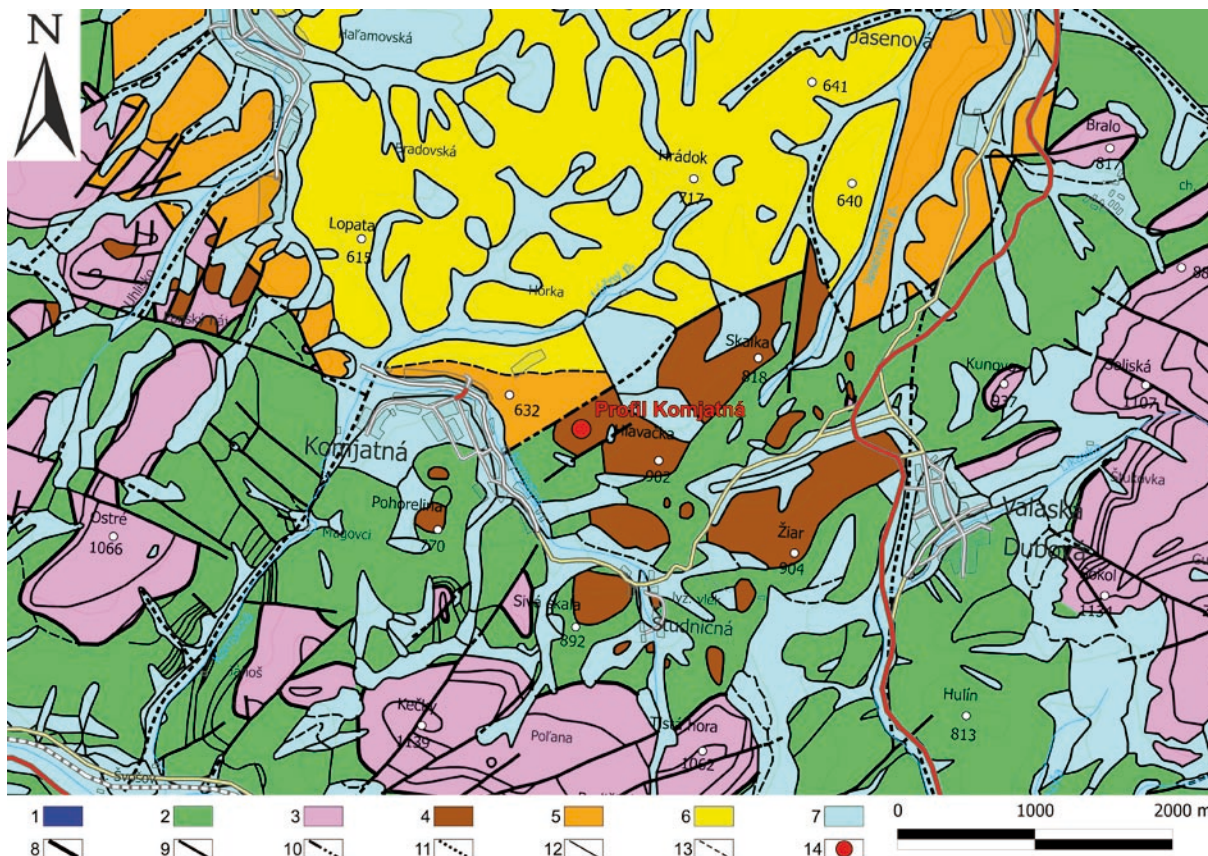
Profil sa nachádza asi 900 metrov JV od cintorína v dolnej časti obce Komjatná (obr. 10). Tvorí ho skalná vežička, ktorá je z okolia dobre viditeľná (obr. 11).

Približne 20 metrov pod bázou 44 metrov dlhého profilu sa začínajú vyskytovať vápnité fľovce a jemnozrnné



pieskovce porubského súvrstvia fatrika. Spodná časť profilu je tvorená strednozrnnými až hrubozrnnými zlepenkami prevažne 4. – 6. stupňa opracovania s podpornou štruktúrou klastov. Dolomitové klasty majú priemerne 10 mm, často dosahujú aj 30 mm. V strednej časti týchto

zlepenčov sú klasty na seba veľmi silne natlačené. Vrchnú časť zlepenčov tvorí vrstva s veľkými dobre opracovanými klastami s veľkosťou až 250 mm, ktoré sú „utopené“ v jemnozrnejšej hmote a smerom do spodnej časti vrstvy ich množstvo pribúda (normálna gradácia; obr. 17).



**Obr. 10.** Lokalizácia sedimentologického profilu v oblasti Komjatná. 1 – tatrikum; 2 – fatrikum; 3 – hronikum; 4 – borovské súvrstvie; 5 – hutianske súvrstvie; 6 – zuberecké súvrstvie; 7 – kvartér; 8 – zistené príkrovové/presunové línie; 9 – zistené zlomy; 10 – predpokladané zlomy; 11 – zakryté zlomy; 12 – zistené geologické hranice; 13 – predpokladané geologické hranice; 14 – poloha profilu.

**Fig. 10.** Location of sedimentological profiles in the Komjatná area. 1 – Tatic Unit; 2 – Fatic Unit; 3 – Hronic Unit; 4 – Borové Formation; 5 – Huty Formation; 6 – Zuberec Formation; 7 – Quaternary; 8 – nappe and overthrust lines; 9 – detected faults; 10 – expected faults; 11 – covered faults; 12 – detected geological boundaries; 13 – expected geological boundaries; 14 – profile position.



**Obr. 11.** Sedimentologický profil Komjatná.

**Fig. 11.** The Komjatná sedimentological profile.

V úrovni 38 metrov sa nachádzajú drobnozrnné zlepenky s priemernou veľkosťou klastov 3 mm, ktoré sú často na seba silne natlačené. V nich sa nachádzajú pruhy strednozrnných až hrubozrnných dobre opracovaných zlepenčov, ktoré sú hrubé len niekoľko centimetrov, prípadne majú hrúbku veľkosti jedného klastu (2 – 3 cm). Veľkosť najväčších klastov dosahuje až 120 mm.

V úrovni 35 metrov sa začínajú objavovať normálne gradované pieskovce (obr. 12). Tie odspodu prechádzajú od strednozrnných zlepenčov cez hrubozrnné, strednozrnné až drobnozrnné pieskovce. Gradované vrstvy pieskovcov sa niekoľkokrát opakujú (obr. 17). Medzi pieskovcami sa striedajú vrstvy stredno- až hrubozrnných, často normálne gradovaných zlepenčov. V najvyššie uloženej vrstve pieskovcov sa miestami nachádzajú šošovkovité telesá zlepenčov (obr. 13). Nad touto vrstvou sa nachádzajú stredno až hrubozrnné zlepenky. V úrovni



24,2 metrov sa vyskytuje vrstva s najväčšími klastami v profile. Veľkosť 10 najväčších klastov je 200,4 mm. Klasty sú dobre opracované (6. stupeň) a vrstva má podpornú štruktúru klastov.

Smerom do nadložia sa začína objavovať striedanie drobnozrnných zlepcov so stredozrnnými, tak ako to bolo v nižšej časti profilu (v 37 metroch). Tu je však

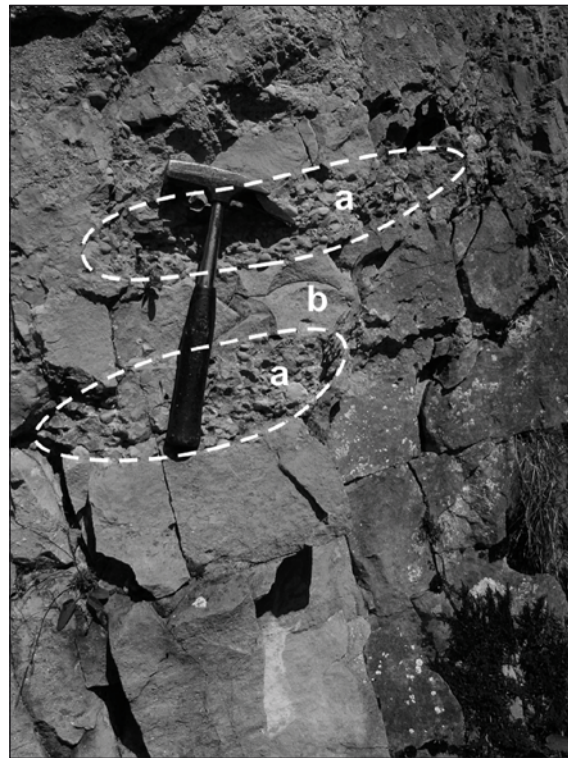
striedanie oveľa častejšie a na dlhšom úseku (obr. 14). Vrstvy sú niekedy gradované, zriedkavo aj inverzne.

Nad týmito vrstvami sa v úrovni 18,5 metrov nachádzajú dve normálne gradované vrstvy drobnozrnných zlepcov. V ich dolných častiach sa vyskytujú veľmi veľké dobre až slabo opracované „utopené“ dolomitové klasty (obr. 15).



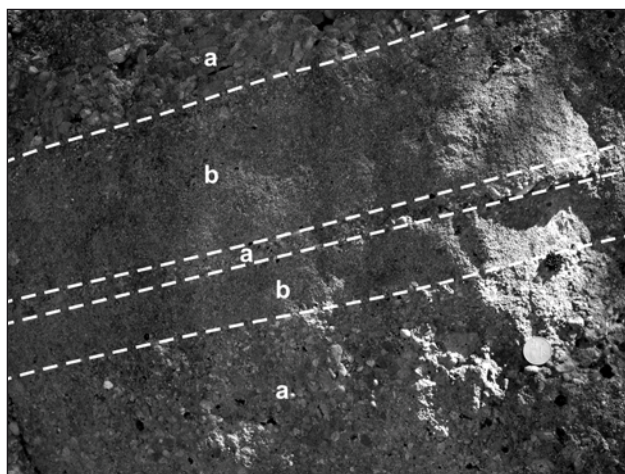
**Obr. 12.** Gradované pieskovce (a), na ktoré nasadajú stredozrnné zlepence (b).

**Fig. 12.** Graded sandstones (a) overlaid by medium-grained conglomerates (b).



**Obr. 13.** Šošovky zlepcov (a) v pieskovcoch (b).

**Fig. 13.** Conglomerate lenticles (a) in sandstones (b).



**Obr. 14.** Striedanie stredozrnných zlepcov (a) s drobnozrnnými (b).

**Fig. 14.** Altering of medium-grained conglomerates (a) with fine-grained conglomerates (b).



**Obr. 15.** „Utopený“ 210 mm veľký dolomitový klast v drobnozrnnom zlepci.

**Fig. 15.** 210 mm high dolomite clast “drowned” in fine-grained conglomerates.



Vrchnú časť profilu tvoria drobnozrnné zlepenice s veľkosťou klastov 3 – 5 mm, v ktorých sa dajú sledovať náznaky normálnej gradácie. Klasty sú väčšinou slabšie opracované, začína sa objavovať podporná štruktúra matrixu a objavujú sa numulity.

Najvrchnejšia časť profilu je zastúpená drobnozrnnými zlepenkami, niekedy skoro až hrubozrnnými pieskovecami s veľkým množstvom numulitov a podpornou štruktúrou matrixu. V drobnozrnných zlepenkách sa občas objavujú pruhy väčších, na seba tesnejšie usporiadaných klastov. 1,5 metra pod vrcholom profilu sa vyskytujú niekoľkokentimetrové subvertikálne pruhy horizontálne až šikmo usporiadaných numulitov (obr. 16). Takéto stopy boli pozorované v borovskom súvrství vo viacerých lokalitách (napr. zárez cesty Huty-Matiašovce, Závažná Poruba) a nachádzali sa vždy vo vrchných častiach profilov borovského súvrstvia. Opísané boli tiež z územia Poľska (Roniewicz, 1970; Jach et al., 2010). Prvýkrát bola táto stopa pomenovaná ako *Nummipera Eocenica* Hölder 1989.

**Sedimentologická interpretácia:** spodné časti profilu tvoria strednozrnné až hrubozrnné zlepenice s pomerne častou normálnou gradáciou, ktoré pravdepodobne predstavujú sedimenty fluviálnych barov aluviálneho systému (Nemec a Postma, 1993). Veľmi časté je tiež striedanie hrubozrnnějších a jemnozrnnějších vrstiev malých hrúbok so zrnami natlačenými silne na seba, s najväčšou pravdepodobnosťou reprezentujúcimi usadeniny

prívalových prúdov (*flash flood*, *sheet flood*) na povrchu aluviálnych vejárov alebo vejárových delty (Nemec a Steel, 1984).

Šošovky zlepenčov v jemnozrnnjšom pieskovci pravdepodobne predstavujú resedimenty polospevnených štrkov, ktoré boli nesené v hustom gravitačnom prúde na svahu vejárovej delty. Keďže sa v sedimentoch spodnej časti profilu nenachádzajú žiadne fosílie, prostredie bolo pravdepodobne kontinentálneho charakteru (aluviálne vejáre), prípadne ide o deltové prostredie, v ktorom znížená salinita neumožňovala životné podmienky pre rozvoj numulitov. Celá spodná časť profilu by sa mohla označiť ako predtransgresívny aluviálny vejár, ktorý približne v úrovni 35 metrov vstupuje do vodného prostredia.

V úrovni 16 metrov sa začínajú objavovať prvé numulity, čo už jednoznačne signalizuje vstup do morského prostredia. Ide pravdepodobne o transgresívne sedimenty prepracovaného aluviálneho vejára. Striedanie hrubozrnnějších vrstiev s jemnozrnnjšími a pravidelné pruhy väčších zŕn vo vrchnej časti súvisia s vlnovým prepracovaním. V najvrchnejších častiach profilu sa objavujú bioturbácie, takže sedimenty sa už asi nachádzali pod bázou bežného vlnenia a predstavujú depozity spodného pobrežného čela. Na základe tvaru a zloženia stopy *Nummipera Eocenica* Hölder 1989, ktorá by sa dala priradiť k morfológiu B, sa však aj najvyššie časti profilu nachádzajú stále v pomerne plytkovodnom a fotickom prostredí (Jach et al., 2010).



Obr. 16. Pruh horizontálne usporiadaných numulitov (*Nummipera Eocenica* Hölder 1989).

Fig. 16. Strip of horizontally arranged nummulites (*Nummipera Eocenica* Hölder 1989).

## Záver

Na základe zistených údajov možno sedimenty borovského súvrstvia z lokalít Biely Potok a Komjatná rozdeliť do troch základných faciálnych typov:

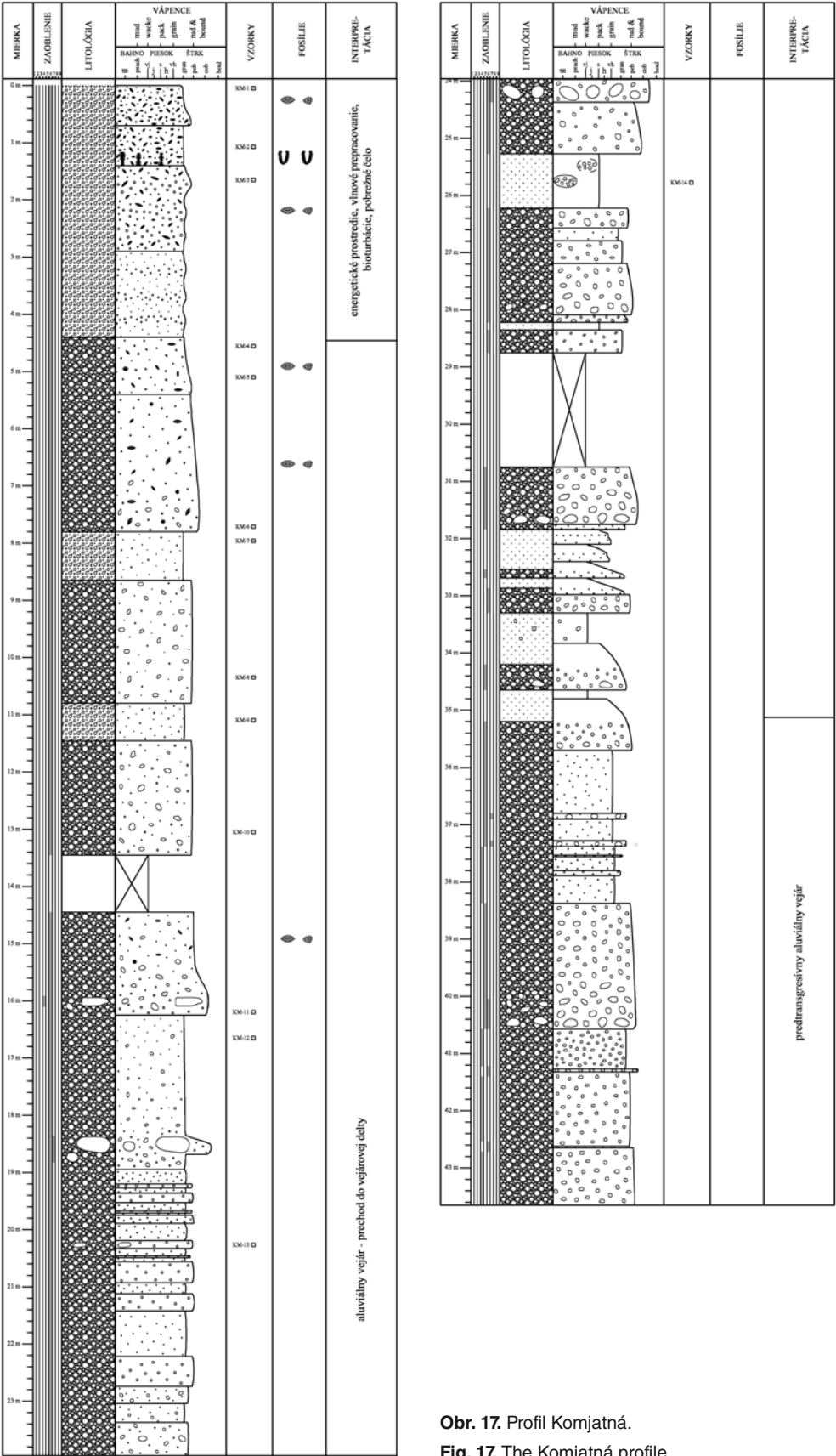
1. – brekcie a zlepenice s poloostrohrannými až polozaoblenými klastami prevažujúcej frakcie 25 – 35 mm, obsahujúce klasty až do 100 mm.

2. – zlepenice s polozaoblenými až poloostrohrannými klastami priemernej veľkostnej kategórie 10 – 15 mm s výskytom tenkých vrstvičiek zlepenca, často s hrúbkou iba jedného klastu, miestami normálnou gradáciou a občasým výskytom pieskovcových vrstiev s hrúbkou do jedného metra.

3. – zlepenice s polozaoblenými až poloostrohrannými drobnozrnnými klastami až strednozrnné pieskovce, s prevažujúcou frakciou 3 – 7 mm v najvyšších častiach s výskytom veľkých foraminifer.

Ak postupujeme smerom od bázy, ktorú tvoria hlavne brekcie a zlepenice, teda faciálny typ 1, podľa znakov, akými sú pomerne slabá opracovanosť, nevytriedenosť, podporná štruktúra klastov, chýbajúce textúrne znaky, môžeme tento typ sedimentov priradiť k aluviálnym vejárom typu „sheetflood“, v ktorých prevládajúcim procesom transportu je nesúdržný úlomkový prúd (Nichols, 1999). Najčastejšie ide o proximálne časti aluviálnych vejárov (Nemec a Steel, 1984; obr. 18). V našom prípade ide o najspodnejšie časti profilov Biely Potok 3 a Komjatná. Priamo v profile Komjatná (obr. 17) sa aj na báze nachádzajú už lepšie





Obr. 17. Profil Komjatná.

Fig. 17. The Komjatná profile.

opracované klasty, avšak laterálne sa v blízkosti nachádzajú reprezentatívnejšie brekcie, ktorých sedimentárne znaky jasne poukazujú na transport v podobe úlomkových prúdov.

Smerom do vrchných častí profilov sa stretávame s lepším opracovaním klastov, normálne gradovanými vrstvami, nápadne tenkými vrstvičkami zlepcov a aj občasným výskytom pieskovcových medzivrstiev. Na základe týchto znakov by sme mohli hovoriť o sedimentoch aluviálnych vejárov, na ktorých povrchu dochádza k častým plošným splachom sedimentov (Nichols, 1999). Hlavným procesom transportu sú vysokonasýtené (hyperkoncentrované) prúdy. Podľa Nemca a Steela (1984) by sa tieto sedimenty mohli zaradiť aj do kategórie zlepcov divočiach riek, ktoré sa často vytvárajú v stredných a distálnych častiach aluviálnych vejárov (obr. 18). V našom prípade ide o spodnú časť profilu Biely Potok 1, profil Biely Potok 2 a strednú časť profilu Komjatná.

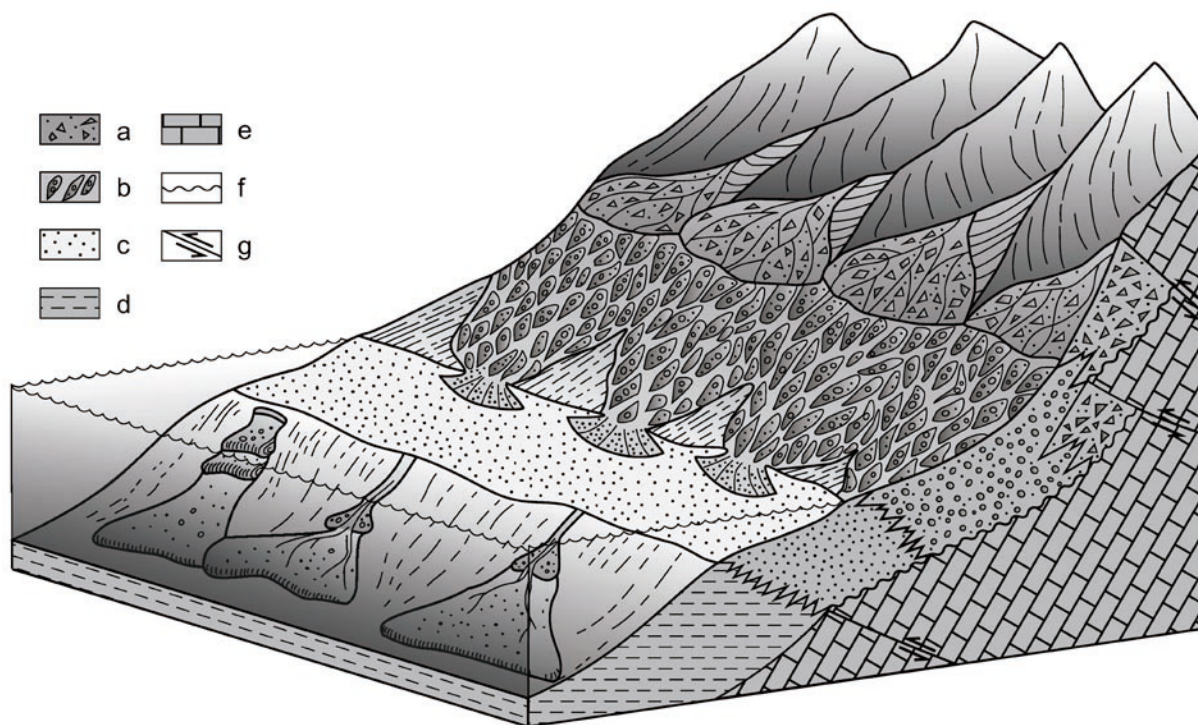
Vo vrchných častiach profilov je dobre sledovateľné zjemňovanie do vrchu a postupné nahradzovanie zlepcov pieskocami. Najvrchnejšie časti už často obsahujú organické zvyšky, najčastejšie v podobe

veľkých foraminifer. Tieto znaky nám vypovedajú o vstupe aluviálneho vejára do vodného prostredia, v uvedenom prípade morského. Aluviálny vejár sa mení na vejárovú deltu (obr. 18), ktorej sedimenty tvoria vrchnú časť profilu Biely Potok 1, strednú a vrchnú časť profilu Biely Potok 3 a vrchnú časť profilu Komjatná.

**Podakovanie.** Článok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt Centrum excelentnosti pre integrovaný výskum geosféry Zeme (ITMS: 26220120064), ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## References

- GROSS, P., KÖHLER, E., BIELY, A., FRANKO, O., HANZEL, V., HRICKO, J., KUPČO, G., PAPŠOVÁ, J., PRIECHODSKÁ, Z., SZALAIOVÁ, V., SNOPKOVÁ, P., STRÁNSKA, M., VAŠKOVSKÝ, I. & ZBOŘIL, L., 1980: Geológia Liptovskej kotliny. 1. vyd. GÚDŠ, Bratislava, 242 s.  
GROSS, P., KÖHLER, E. & SAMUEL, O., 1984: Nové litostratigrafické členenie vnútrokarpatského paleogénu. *Geol. Práce, Spr.*, 81, 113 – 117.



**Obr. 18.** Prevýšený depozičný model borovského súvrstvia (upravené podľa Mrinjeka, 1993). a – proximálna časť aluviálnych vejárov, brekcie, zlepenec (spodná časť profilu Komjatná a Biely Potok 3); b – stredná časť aluviálnych vejárov, strednozrnné až hrubozrnné zlepenec (stredná časť profilu Komjatná); c – vejárové delty, plytkomorské prostredie, jemnozrnné zlepenec až strednozrnné pieskovce (Biely Potok 1, 2, stredná a vrchná časť profilu Biely Potok 3 a vrchná časť profilu Komjatná); d – hlbokomorské prostredie, prechod do flyšových sedimentov hutianskeho súvrstvia, ílovce, pieskovce; e – mezozoické karbonátové podložie; f – diskordancia; g – zlomy.

**Fig. 18.** Exceeded depositional model of the Borové Formation (modified by Mrinjek, 1993). a – proximal part of the aluvial fans, breccias, conglomerates (bottom part of the Komjatná and Biely Potok 3 profiles); b – middle part of the aluvial fans, medium to coarse-grained conglomerates (middle part of the Komjatná profile); c – fan delta, shallow marine environment, fine-grained conglomerates to medium-grained sandstones (Biely Potok 1, 2, middle to top of the Biely Potok 3 and upper part of the Komjatná profiles); d – deep marine environment, transition to flysch sediments of Huty Formation, claystones, sandstones; e – Mesozoic carbonate basement rock; f – discordance, g – faults.



- GROSS, P., KÖHLER, E., MELLO, J., HAŠKO, J., HALOUZKA, R., NAGY, A., KOVÁČ, P., FILO, I., HAVRILA, M., MAGLAY, J., SALAJ, J., FRANKO, O., ZAKOVIČ, M., POSPIŠIL, L., BYSTRICKÁ, H., SAMUEL, O. & ŠNOPKOVÁ, P., 1993: Geológia južnej a východnej Oravy. *GÚDŠ, Bratislava*, 292 s.
- HÖLDER, H., 1989: Spuren auf der Spur. Palichnologische und verwandte Notizen über Teredolites, Entobia, Nummipera nov. gen. und einiges andere. *Münstersche Forsch. Geol. Paläont.*, 69, 13 – 30.
- JACH, R., MACHANIEC, E. & UCHMAN, A., 2011: The trace fossil Nummipera eocenica from the Tatra Mountains, Poland: Morphology and palaeoenvironmental implications. *Lethaia*, 45, 3, 342 – 355.
- MRINJEK, E., 1993: Conglomerate fabric and paleocurrent measurement in the braided fluvial system of the Promina Beds in Northern Dalmatia (Croatia). *Geologia Croatica*, 46, 1, 125 – 136.
- NEMEC, W. & STEEL, R. J., 1984: Alluvial and coastal conglomerates: Their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In: *Koster, E. H. & Steel, R. J. (eds.): Sedimentology of gravell and conglomerates. Canad. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 10, 1 – 31.
- NEMEC, W. & POSTMA, G., 1993: Quaternary alluvial fans in south – western Crete: Sedimentation processes and geomorphic evolution. *Assoc. Sed. Spec. Publ.*, 17, 235 – 276.
- NICHOLS, G., 1999: Sedimentology and Stratigraphy. *Blackwell Science*, 355 p.
- RONIEWICZ, P., 1970: Borings and burrows in the Eocene littoral deposits of the Tatra Mountains, Poland. In: *Crimes, T. P. & Harper, J. C. (eds.): Trace Fossils. Geol. J., Spec. Issue*, 3, 439 – 446.
- SNEED, E. D. & FOLK, R. L., 1958: Pebbles in the lower Colorado river, Texas: A study in particle morphogenesis. *J. Geol.*, 66, 114 – 150.
- STAREK, D., 2001: Sedimentológia a paleodynamika paleogénnych formácií Centrálnych Západných Karpát na Orave. PhD. thesis. *Geol. Úst. Slov. Akad. Vied, Bratislava*.

*Rukopis doručený 6. 8. 2012*

*Revidovaná verzia doručená 3. 9. 2012*

*Rukopis akceptovaný red. radou 26. 11. 2012*

## Facial development of the Borové Formation in the area of Biely Potok at the town of Ružomberok and at Komjatná village (Western Carpathians, Slovakia)

The Paleogene sedimentary formations of Orava region and Liptov Basin have considerable areal extent. According to classification of Gross et al. (1984), all basic types of Paleogene strata can be found here, specifically: Borové Fm., Huty Fm., Zuberec Fm. and Biely Potok Fm. Whereas last three of the mentioned are generally deep-marine sediments of turbidity currents, the Borové Formation has different lithofacial character. It consists of shallow-marine and continental sediments, which represent the base of the younger, deep-marine sediments. Two localities with similar facial development were taken into consideration in this study – Biely potok near Ružomberok (Liptov Basin) and Komjatná (Orava region).

According to collected information, the sediments of Borové Fm. from localities Biely Potok and Komjatná can be divided to 3 basic facial types:

1 – Breccias and conglomerates with sub-angular to sub-rounded clasts – predominantly reaching sizes of 25–35 mm (pebbles), occasionally reaching 100 mm (cobbles).

2 – Conglomerates with sub-rounded to sub-angular clasts of 10–15 mm size category with occurrence of thin layers of conglomerate often displaying thickness of only one clast, normally graded and with occasional occurrence of sandstone layers reaching maximum thickness of 1 m.

3 – Conglomerates with semi-rounded to semi-angular fine-grained clasts to medium-grained sandstones, with predominant fraction of 3–7 mm, with occurrence of large foraminifers in the uppermost part.

The lowermost part of the formation, which consists mostly of breccias and conglomerates (facial type No. 1),

can be assigned to alluvial fans of “sheetflood” type, based on characteristic features such as high angularity, poor sorting, grain-supported sedimentary fabric and missing texture. Prevailing transport mechanism in this kind of alluvial fan is cohesionless debris flow (Nichols, 1999), which occurs most commonly in proximal parts of alluvial fans (Nemec and Steel, 1984). Described features can be identified in the lowermost parts of the Biely Potok 3 and Komjatná profiles. Better rounded clasts also occur at the base of Komjatná profile, although more representative breccias, which occur laterally in the vicinity, display sedimentary features that clearly demonstrate the debris flow transport mechanism.

We found better rounded clasts in the upper parts of the profiles, with normal gradation of strata, noticeable thin layers of conglomerates and also with occasional occurrence of sandstone inter-layers. Based on such features, we suppose that these are the sediments of an alluvial fan. Surface sediments of this fan were often flushed away (Nichols, 1999). Hyperconcentrated flow is the prevailing transport mechanism in such conditions. According to Nemec and Steel (1984), these sediments could be classified to braided river conglomerates category, which form often in middle and distal parts of alluvial fans. In our case, described features can be found in the lower part of the Biely Potok 1 profile, at the Biely Potok 2 profile and at the middle part of Komjatná profile.

Upward fining pattern of the sediments and gradual replacement of conglomerates by sandstones can be clearly identified in the upper parts of the profiles. The

uppermost parts of the profiles contain organic remains, typically represented by the large foraminifers. These features indicate entry of alluvial fan into water environment (marine environment in our case). Alluvial fan changes its

structure to fan delta, sediments of which can be identified in the upper part of the Biely Potok 1 profile, middle and upper part of the Biely potok 3 profile and the upper part of the Komjatná profile.