

## Petrografické vyhodnotenie pieskovcov z regiónu Biela Orava (magurská skupina príkrovov, Vonkajšie Západné Karpaty)

### *Petrographic evaluation of sandstones from the Biela Orava region (Magura Group of Nappes, Outer Western Carpathians)*

DUŠAN LAURINC a FRANTIŠEK TEŤÁK

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovakia,  
dusan.laurinc@geology.sk, frantisek.tetak@gmail.com

**Abstrakt.** Nízka petrografická preskúmanosť magurskej skupiny príkrovov a možnosť výskumu počas geologického mapovania regiónu Biela Orava boli dôvodom na petrografické analyzovanie väčšieho počtu vzoriek pieskovcov. Počas geologického výskumu regiónu Biela Orava bolo petrograficky analyzovaných 174 výbrusov. Rozdelenie pieskovcov na základné litotypy podľa makroskopických a terénnych pozorovaní sa ukázalo ako opodstatnené. Prejavilo sa aj v mikromierke v petrografickom zložení pieskovcov. Analyzované vzorky boli charakterizované petrofaciálnymi parametrami a bol stanovený tektonický charakter ich zdrojovej oblasti na základe vzťahov vyplývajúcich z modálnych diagramov Q-F-L, Lv-Ls-Lm, Qm-F-Lt a Qm-Lt-MxCm. Zrornosť vzorky je v diagramoch zobrazená veľkosťou zaznačených bodov. Glaukonitové pieskovce majú oproti ostatným typom pieskovcov zvýšený podiel monokryštalického kremeňa a obsah organických úlomkov. Menej majú polykryštalického kremeňa, silicítov a draselných živcov, ale najmä litických úlomkov. Obsah glaukonitu je v nich od 2 do 17 %. Drobové pieskovce, či už magurské alebo kýčerské, majú pri spomínaných hodnotách opačný trend. Pieskovce szczawinských a ropianskych vrstiev majú podobné zloženie ako magurské a kýčerské pieskovce. Majú však vyšší podiel muskovitu a biotitu a niektoré vzorky obsahujú aj glaukonit. Na diskriminačných diagramoch sú výrazne oddelené dve základné skupiny pieskovcov. Zároveň reprezentujú dve zdrojové oblasti sedimentárneho materiálu. Zloženie glaukonitových pieskovcov indikuje pasívny charakter sliezkej kordiléry so znakmi vnútorného kratónu a len mierne aj recyklovaného orogénu. Zdá sa, že do tejto skupiny spadajú aj ropianske pieskovce. Zloženie szczawinských, magurských a kýčerských pieskovcov jednoznačne poukazuje na recyklovaný orogén magurskej kordiléry.

**KLúčové slová:** petrografia pieskovcov, modálna analýza, proveniencie, paleogeografia, flyšové pásmo, Vonkajšie Západné Karpaty

**Abstract.** A low degree of petrographic investigation in the Magura Group of Nappes and the opportunity for detailed investigation during the geological mapping of the Biela Orava region were the reasons for petrographic analysis of a large number of sandstone samples. 174 thin sections were petrographically analysed during the geological research. The distribution of sandstones into two main lithotypes based on macroscopic and field observations was proved to be valid. It is also reflected in petrographic composition of the sandstones. The analysed samples were characterized by petrofacial parameters. The tectonic character of their source areas has been determined based on relationships resulting from modal diagrams Q-F-L, Lv-Ls-Lm, Qm-F-Lt and Qm-Lt-MxCm. The grain size is displayed in the diagram by circle size. The Glauconitic sandstones have an increased content of monocrystalline quartz and organic detritus in comparison with other types of

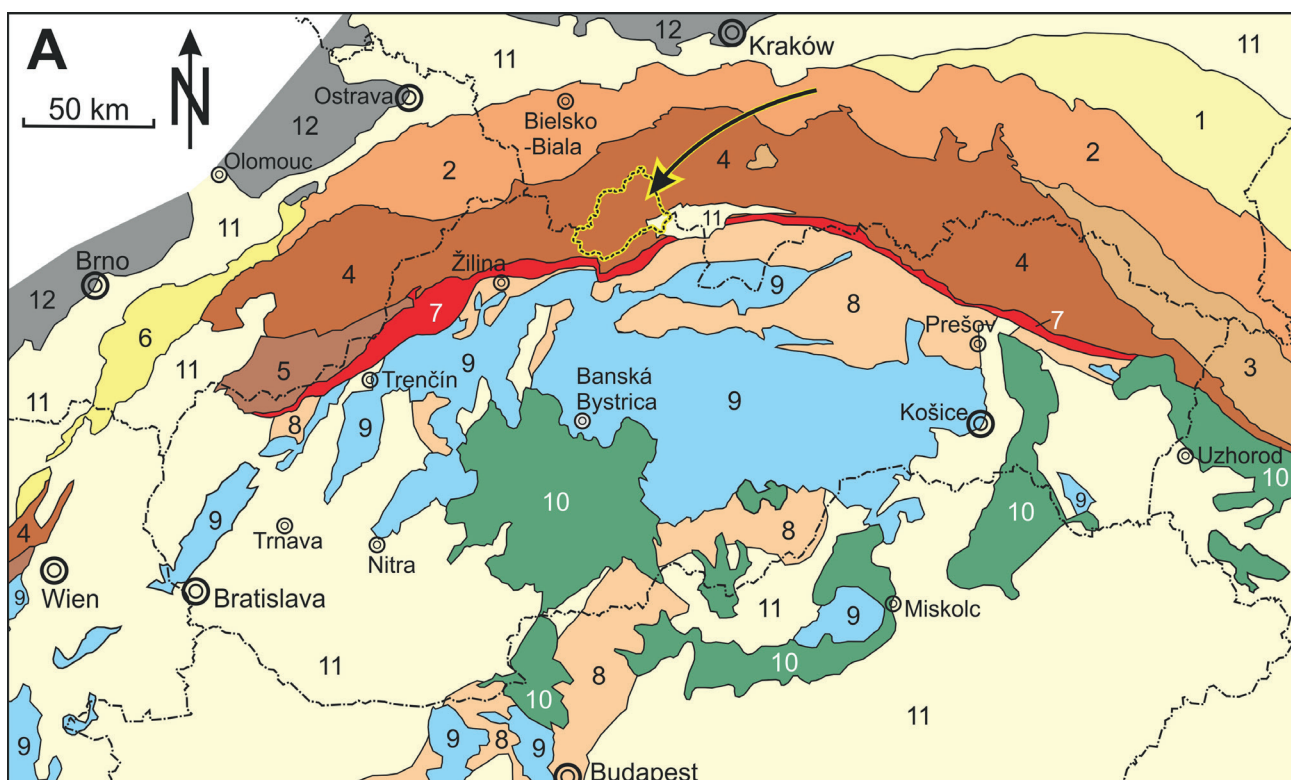
studied sandstones. They have less polycrystalline quartz, silicites and K-feldspar, and contain considerably lower amount of lithic clasts. The content of glauconite is between 2 and 17 %. The Magura or Kýčera greywackes have the opposite trend at mentioned values. The Szczawina and Ropianka sandstones have analogous composition to the Magura and Kýčera sandstones. However, they have a higher content of muscovite and biotite. Some samples also contain glauconite. There are two distinct groups of sandstones markedly separated in the discrimination diagrams. They also represent two source areas of sedimentary material. The composition of glauconite sandstones indicates passive character of the Silesian cordillera with features of the inner craton and only partly also of the recycled orogen. This group also includes Ropianka sandstones. The composition of Szczawina, Magura and Kýčera sandstones unambiguously points to the recycled orogen of the Magura cordillera.

**Key words:** Sandstone Petrography, Modal analysis, Provenance, Paleogeography, Flysch Belt, Outer Western Carpathians

### ÚVOD

Pri výskume flyšových sedimentov regiónu Bielej Oravy, ale aj širšie v rámci magurskej skupiny príkrovov sa doteraz zo sedimentologického hľadiska sledovali prevažne iba makroskopické sedimentárne štruktúry. Zriedkavejšie sú práce zaoberajúce sa štúdiom ťažkých minerálov (Jurkovičová, 1989; Gilíková et al., 2002; Salata, 2004; Oszczypko a Salata, 2005), zmenou rozmiestnenia najväčších zŕn v magurských pieskovcoch (Marschalko a Potfaj, 1982; Bromowicz, 1992) či horninového zastúpenia vo väčších klastoch (obliaková analýza). Petrografické zloženie pieskovcov sa skúmalo iba zriedka a aj to často len na menšom počte vzoriek (Potfaj, 1983; Ďurkovič, 1989; Siráňová, 1991; Teťák, 2005, 2008), pritom poznanie petrografického zloženia pieskovcov je pri paleogeografickej analýze zásadné. Nízka petrografická preskúmanosť flyšového pásma a možnosť výskumu počas geologického mapovania regiónu Biela Orava (Teťák et al., 2016b) boli dôvodom na detailnejšie petrografické analyzovanie väčšieho počtu vzoriek pieskovcov.

V regióne Biela Orava (obr. 1) sú zastúpené tri tektonicko-litofaciálne jednotky. Od externejšej po internejšiu sú to račianska, bystrická a krynická (oravskomagurská)



Obr. 1. Lokalizácia oblasti výskumu. Zjednodušená mapa Západných Karpát a ich okolia: 1 – skolská jednotka, 2 – sliezska jednotka, 3 – duklianska jednotka, 4 – magurská jednotka, 5 – bielokarpatská jednotka, 6 – ždánicko-waschberská jednotka, 7 – pieninské bradlové pásmo, 8 – sedimenty gosauskej, myjavskej a hričovskej skupiny, vnútrokarpatského paleogénu a Budínskej panvy, 9 – centrálné Západné Karpaty, 10 – neovulkanity, 11 – neogénne a kvartérne sedimenty, 12 – predpolie Karpát.

Fig. 1. Location of the study area. Simplified map of Western Carpathians and their surroundings: 1 – Skole Unit, 2 – Silesian Unit, 3 – Dukla Unit, 4 – Magura Unit, 5 – Biele Karpaty Unit, 6 – Ždánice-Waschberg Unit, 7 – Pieniny Klippen Belt, 8 – Gosau, Myjava and Hričov groups, Inner Carpathian Paleogene and Buda Paleogene basins, 9 – Central Western Carpathians, 10 – Neovolcanites, 11 – Neogene to Quaternary sediments, 12 – Carpathian foreland.

jednotka (Teřák et al., 2016b, c). Tvoria vrásovo-šupinový systém magurskej skupiny príkrovov. Ten je spolu so sliezkym príkrovom a ďalšími externejšími jednotkami z juhu nasunutý na predpolie Karpát – európsku platformu (obr. 1). Tvoria ho hlbokomorské sedimentárne sekvencie flyšového charakteru. Ich vek je prevažne paleogén a menej aj mladšia krieda.

## METODIKA

Počas geologického mapovania a výskumu regiónu Biela Orava (obr. 1) bolo zhotovených 218 výbrusov (Teřák et al., 2016a), z toho bolo petrograficky analyzovaných 174 výbrusov. Lokalizácia dokumentačných bodov, kde boli odobrané analyzované vzorky (tab. 1), je v práci Teřáka et al. (2016a). Výbrusy boli planimetrované bodovým integrátorom Eltinor 4 s cieľom urobiť modálnu analýzu. Počítalo sa 500 zrn (pri hrubozrnných pieskovocho to bolo len okolo 300 zrn). Sledovali sme obsah kremeňa s rozlíšením monokryštalického a polykryštalického, obsah rohovcov (silicitov), živcov s rozlíšením draselných živcov a plagioklasov, klastických slúd s rozlíšením muskovitu a biotitu, obsah glaukonitu, litických úlomkov s rozlíšením sedimentárnych hornín bez karbonátov, obsah karbonátov, metamorfovaných, magmatických a vulkanických hornín, akcesórií (ťažké minerály zirkón, turmalín, apatit,

rutil a granát), fosilných organických úlomkov, základnej hmoty (matrixu) a cementu (hlavne kalcitový sparit). Analyzované výbrusy boli kategorizované podľa základných litotypov ako magurské pieskovce (60 výbrusov), kýčerské pieskovce (10 výbrusov), szczawinské pieskovce (17 výbrusov), glaukonitové pieskovce (72 výbrusov), ropianske pieskovce (5 výbrusov), belovežské pieskovce (6 výbrusov) a malcovské pieskovce (4 výbrusy). Sedimenty boli klasifikované diagramami Q-F-L a Lv-Ls-Lm na základe výsledkov modálnej analýzy v zmysle Pettijohna et al. (1972). Použitím diagramov Q-F-L a Qm-F-Lt boli vyjadrené aj petrofaciálne parametre a tektonický charakter ich zdrojovej oblasti v zmysle Dickinsona (1985). Na lepšie zobrazenie petrografického zloženia sme použili diagram Qm-Lt-MxCm. Zobrazené body majú v diagramoch veľkosť podľa zrnitosti vzorky.

## Petrografické vyhodnotenie pieskovcov

Litotyp je základná stavebná jednotka, ktorou definujeme geologickú stavbu. Zvyčajne je to jeden hominový typ, ktorý vznikol z jednej udalosti (jedna vrstva). Jednotlivé litotypy sa navzájom odlišujú petrografickým zložením, ktoré je podmienené geologickým zložením zdrojovej oblasti sedimentov, jej zvetrávaním, transportom sedimentov a ich sedimentáciou. Nie každú horninu v teréne je možné

zaradiť jednoznačne k definovaným litotypom. Vyčlenenie litotypov a litofácií má význam najmä pri terénnom mapovaní, sedimentologickej a paleogeografickej interpretácii, ale aj v aplikovaných odboroch, ako sú inžinierska geológia a hydrogeológia.

Litotypy v študovanej oblasti sa môžu len minimálne odlišovať oproti vývoju v iných regiónoch. Preto sa môže tento opis v detailoch líšiť od opisu z okolitých oblastí. Pri vyčlenení litotypov nadväzujeme na prácu Teťáka et al. (2016b, c), ako aj na práce Potfaja et al. (1991, 2002, 2003) a Teťáka in Mello et al. (2005, 2011) a Teťáka (2005). Pri kriedových a paleocénných sedimentoch vychádzame z členenia poľských autorov.

Rozlíšené litotypy pomenujeme podľa súvrství, pre ktoré je daný typ pieskovca typický (kýčerský, szczawinský, ropiansky, belovežský a malcovský pieskovec), a konvenčne (magurský pieskovec). Zvláštnou skupinou sú glaukonitové pieskovce pomenované podľa obsahu glaukonitu. Aby sme neduplikovali staršie práce, z ktorých vychádzame, opisy litotypov a litostratigrafických jednotiek neuvádzame. Chápu sa v zmysle Teťáka et al. (2016c).

#### **Magurské pieskovce (analyzovaných 60 výbrusov)**

Z magurských pieskovcov dominujú prevažne strednozrné, len mierne alebo dobre vytriedené sublitanity až subarkózy, menej litické arenity, kremenné arenity a živcové (arkózové) až litické droby (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 2). Magurské pieskovce generálne zaraďujeme medzi kalkilitity (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 4). Z klastickej zložky prevládajú klasty monokryštalického kremeňa v rozsahu 23,5 – 60,5 % (priemer 43,6 %) a polykryštalického kremeňa v rozsahu 3,1 – 38,8 % (priemer 14,4 %). Akcesoricky sú prítomné mikrokryštalické typy kremeňa – silicity (0,0 – 2,8 %, priemer 0,9 %). Prítomnosť živcov je variabilná. Bežne je zaznamenaná alterácia jednotlivých zrn, hlavne sericitizácia. Napriek tomu sa zachovali zrná plagioklasov (0,6 – 6,5 %, priemer 3,6 %) a draselných živcov (0,8 – 6,5 %, priemer 2,7 %). Klastické sľudy, okrem pár výnimiek, sú v pieskovcoch bežné. V jemnozrnnejších pieskovcoch/siltovcoch je možné pozorovať náznaky usmernenia šupiniek sľúd. Prítomný je svetlý muskovit (0,0 – 7,5 %, priemer 3,9 %) a často baueritizovaný a chloritizovaný biotit (0,0 – 9,9 %, priemer 3,0 %). Obsah glaukonitu je prevažne zanedbateľný (v priemere okolo 0,2 %). Litické klasty sú zastúpené úlomkami sedimentov – jemnozrné pieskovce, siltovce, pelity (0,5 – 19,0 %, priemer 2,2 %) a karbonáty (0,0 – 29,0 %, priemer 5,6 %). Prítomné sú aj úlomky metamorfovaných hornín – fylity, svory a ruly (0,0 – 4,5 %, priemer 1,4 %) a magmatických a vulkanických hornín – felzity a magmatity (0,0 – 5,3 %, priemer 1,3 %). V základnej hmote, prípadne v kalcitovom cemente je možné pozorovať úlomky zirkónov, turmalínov, rutilov a apatitov, prípadne skorodované zrná granátov. Obsah akcesorických ťažkých minerálov sa pohybuje od 0,0 do 3,7 %, v priemere 1,2 %. V prevažne kalcitovom cemente sú ojedinelé schránky foraminifer (0,0 – 3,1 %, priemer 0,4 %). Základnú hmotu tvoria drobné agregáty kremeňa a ílových minerálov. Obsah základnej hmoty varíruje medzi 1,7 až 17,7 % (priemer 8,4 %), len ojedinele

však prekračuje 15 %. Kalcitový cement je v pieskovcoch bežný (1,0 – 18,9 %, priemer 8,0 %). Prítomný je buď vo forme zhlukov, alebo žíl.

Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť magurských pieskovcov generálne definovaná ako prevažne kremenný, menej prechodný typ recyklovaného orogénu (obr. 6 a 8).

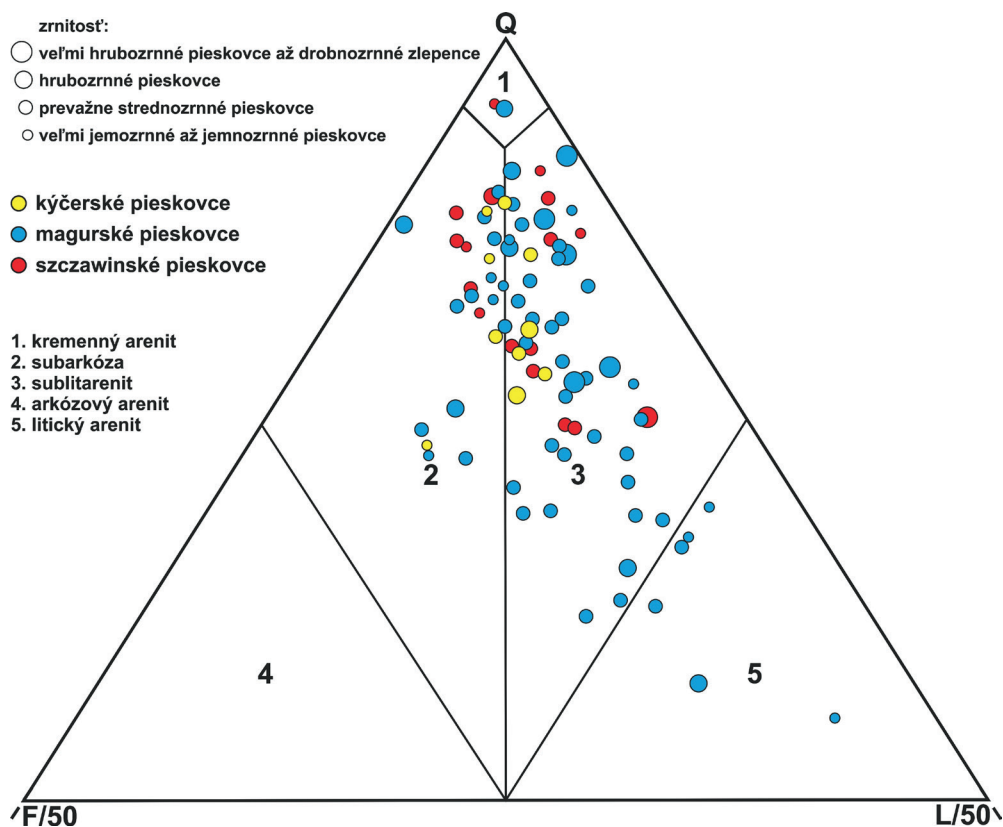
#### **Kýčerské pieskovce (analyzovaných 10 výbrusov)**

Pri kýčerských pieskovcoch pozorujeme prevažne strednozrné, mierne až dobre vytriedené sublitanity a subarkózy (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 2). Na základe obsahu litických úlomkov sú to majoritne kalkilitity s miernou afinitou k vulkanickým arenitom (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 4). V pieskovcoch dominujú rôzne vytriedené a opracované zrná monokryštalického kremeňa (27,8 – 50,0 %, priemer 43 %) a polykryštalického kremeňa (9,5 – 31,5 %, priemer 17,9 %). Silicity pozorujeme len akcesoricky (0,5 – 2,9 %, priemer 1,5 %). Živce sú napriek prítomnej alterácii (hlavne sericitizácia) pomerne dobre zachované. Mierne prevažujú klasty plagioklasov (2,3 až 7,7 %, priemer 4 %) nad draselnými živcami (1,5 – 5,8 %, priemer 3,2 %). V pieskovci boli bežné aj klastické sľudy, pričom mierne prevažoval muskovit (1,4 – 6,7 priemer 3,8 %) nad biotitom (1,1 – 5,9 %, priemer 2,8 %). Pri biotite pozorujeme častú baueritizáciu (odmiešavanie železa a horčíka) a chloritizáciu. Glaukonitu úplne absentuje. Litické úlomky sú zastúpené podobne ako pri magurských pieskovcoch úlomkami sedimentárnych hornín (1,1 – 3,9 %, priemer 2,0 %), karbonátov (0,0 – 2,8 %, priemer 1,3 %), metamorfítov (0,6 – 1,9 %, priemer 1,1 %), magmatitov a vulkanitov (0,4 – 5,9 %, priemer 2,6 %). Akcesorické ťažké minerály (0,6 – 3,3 %, priemer 1,6 %) bežne zastupuje detritický zirkón, turmalín, rutil, prípadne skorodované granát. Fosílna organické úlomky sú veľmi ojedinelé. Základnú hmotu tvoria drobné agregáty kremeňa a ílových minerálov. Obsah základnej hmoty sa pohybuje od 6,7 do 13,3 % (v priemere 9,8 %). Kalcitový cement tvorí sparitové zhluky, prípadne drobné žilky. Jeho obsah sa pohybuje od 2,0 do 6,7 % (v priemere 5,2 %).

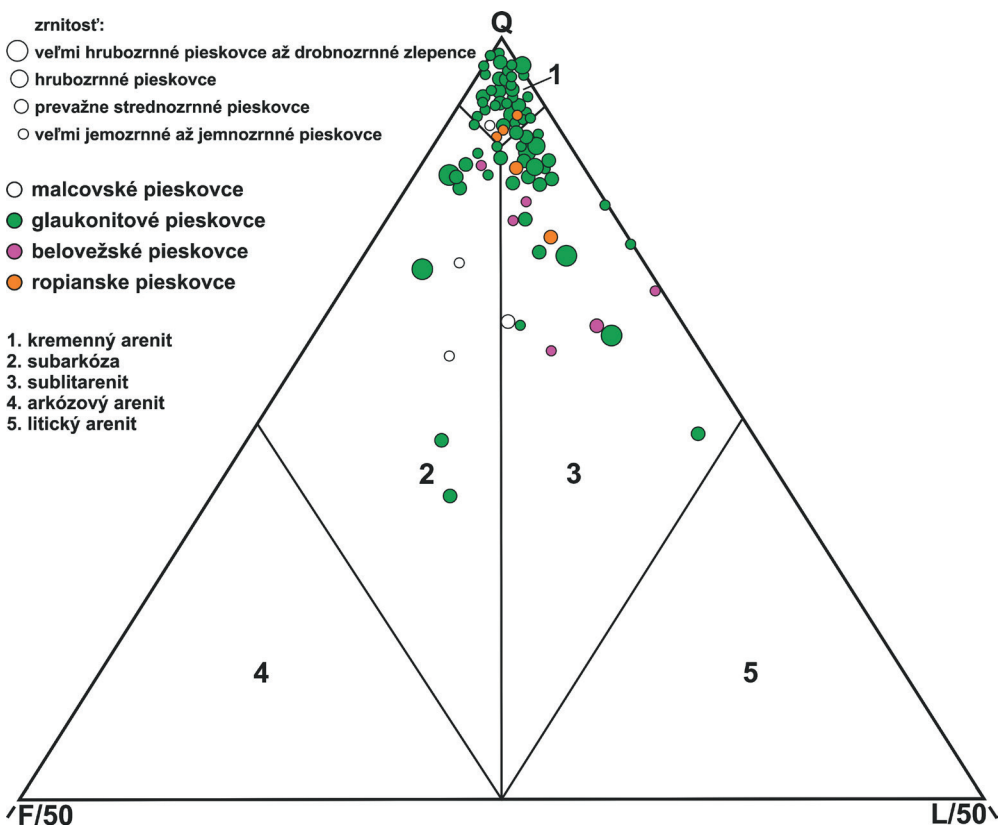
Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť kýčerských pieskovcov generálne definovaná ako prevažne kremenný, menej prechodný typ recyklovaného orogénu (obr. 6 a 8).

#### **Glaukonitové pieskovce (analyzovaných 72 výbrusov)**

Prevažujú jemnozrné až strednozrné, dobre vytriedené kremenné arenity a sublitanity, menej subarkózy, litické arenity, kremenné droby až litické droby (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 3). Na základe obsahu litických úlomkov majú glaukonitové pieskovce majoritne kalkilitické zloženie (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 5). V malej miere sa vyskytujú aj vulkanické arenity a fyloarenity. Pieskovce majoritne tvorí rôzne opracovaný a prevažne dobre vytriedený monokryštalický (30,6 – 80,0 %, priemer 56,7 %) a polykryštalický (1,65 – 29,2 %, priemer 8,8 %) kremeň. Výskyt silicitov je variabilný. Ich obsah v pieskovcoch sa pohybuje od 0,0 do 3,2 % (v priemere 0,4 %). Priemerný obsah živcov je v glaukonitových pieskovcoch



Obr. 2. Klasifikácia arenitov (Pettijohn et al., 1972).  
Fig. 2. Classification of arenites (Pettijohn et al., 1972).



Obr. 3. Klasifikácia arenitov (Pettijohn et al., 1972).  
Fig. 3. Classification of arenites (Pettijohn et al., 1972).

mimoriadne nízky – akcesorický. Obsah plagioklasov je 0,0 až 5,7 % (priemer 1,2 %) a draselných živcov 0,0 až 4,7 % (priemer 1,1 %). Pri plagioklasoch je možné pozorovať alteráciu, prevažne sericitizáciu. Aj klastické sludy v porovnaní s magurskými, kýčerskými a szczawinskými pieskovcami sú prítomné len v menšej miere. Obsah muskovitu je 0,2 až 6,4 % (priemer 3,0 %) a biotitu 0,0 až 7,4 % (priemer 1,4 %). Glaukonit je, naopak, zastúpený veľmi hojne. Jeho obsah sa pohybuje od 0,0 do 17,5 % (v priemere 7,5 %). Vyskytujú sa rôzne tvary glaukonitu a rôzny stav jeho opracovania. Litické úlomky sú zastúpené úlomkami sedimentov (0,0 – 5,3 %, priemer 1,1 %), karbonátov (0,0 – 14,8 %, priemer 1,1 %), metamorfítov (0,0 – 1,9 %, priemer 0,4 %), magmatitov a vulkanitov (0,0 – 2,2 %, priemer 0,3 %). Z akcesorických ťažkých minerálov (0,0 – 3,6 %, priemer 1,2 %) sú bežné úlomky zirkónov, turmalínov, rutilov a skorodovaných granátov. Ojedinele je možné pozorovať fosilne organické úlomky (0,0 – 6,2 %, priemer 1,2 %) prevažne foraminifer (numulity a i.). Základnú hmotu (0,0 – 22,5 %, priemer 6,5 %) tvoria drobné agregáty kremeňa a ílových minerálov. Prítomnosť kalcitového cementu v pieskovcoch je bežná (0,0 – 40,1 %, priemer 8,2 %). Vyskytuje sa vo forme zhlukov, prípadne žíl.

Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť glaukonitových pieskovcov definovaná ako stabilný kratón (hlavne jemnozrnnejšie pieskovce) až recyklovaný orogén. V rámci recyklovaného orogénu ide prevažne o kremenný, menej prechodný typ (obr. 7 a 9).

#### *Szczawinské pieskovce (analyzovaných 17 výbrusov)*

Szczawinské pieskovce sú prevažne jemnozrné až strednozrné, mierne až dobre vytriedené sublitenity, subarkózy a kremenné arenity (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 2). Na základe obsahu litických úlomkov sa zaraďujú ku kalklitolom až vulkanickým arenitom, ojedinele k fyloarenitom (obr. 4). Klastickú zložku majoritne tvorí prevažne mierne vytriedený a rôzne opracovaný monokryštalický (15,3 – 53,5 %, priemer 44 %) a polykryštalický (2,7 – 33,8 %, priemer 13,5 %) kremeň. Akcesorické sú zrná silicitov (do 1,6 %, priemer 0,6 %). Živce nie sú zastúpené tak dobre ako v magurských a kýčerských pieskovcoch. Mierne prevládajú často alterované zrná plagioklasu (0,2 – 4,8 %, priemer 2,6 %) nad draselnými živcami (0,5 – 3,2 %, priemer 2,0 %). Klastické sludy sú zastúpené veľmi hojne. Pri jemnozrnnejších pieskovcoch možno pozorovať mierne usmernenie šupiniek slúd. Muskovit (3,9 – 9,0 %, priemer 6,7 %) mierne prevláda nad biotitom (1,4 – 6,6 %, priemer 4,5 %). Pri biotite často nastáva chloritizácia a baueritizácia. Glaukonit sa vyskytuje len ojedinele (len v troch vzorkách). Litické úlomky sú zastúpené úlomkami sedimentov (0,0 – 4,3 %, priemer 1,7 %), karbonátov (0,0 – 5,3 %, priemer 1,2 %), metamorfítov (0,3 – 2,9 %, priemer 1,3 %), magmatitov a vulkanitov (0,0 – 5,2 %, priemer 1,7 %). Akcesorické ťažké minerály sú zastúpené úlomkami zirkónov, turmalínov, rutilov a skorodovaných granátov. Priemerný obsah akcesórií je okolo 1 %. Fosilne organické úlomky (0,0 – 1,8 %, priemer 0,3 %) sa vyskytujú v pieskovcoch s vyšším obsahom

kalcitového cementu. Väčšinou ide o rozličné foraminifery. Základnú hmotu (2,6 – 12,5 %, priemer 8,7 %) tvoria drobné agregáty kremeňa a ílových minerálov. V základnej hmote je možné pozorovať zhluky kalcitového cementu (0,0 – 18,1 %, priemer 10,2 %).

Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť szczawinských pieskovcov generálne definovaná ako prevažne kremenný, menej prechodný až litický typ recyklovaného orogénu (obr. 6 a 8).

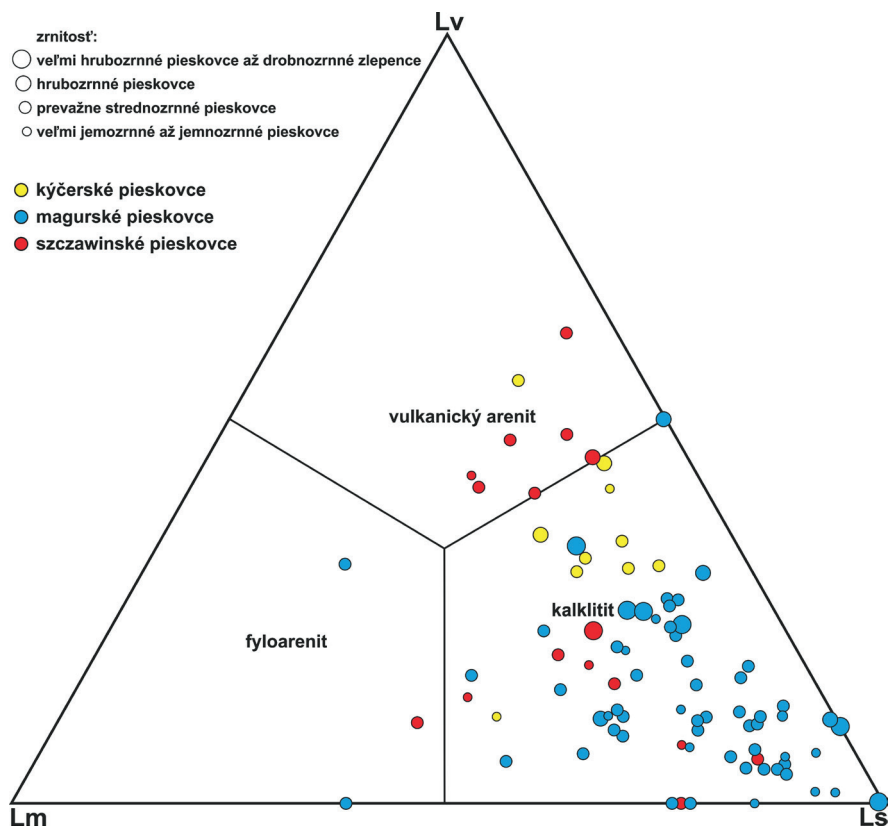
#### *Ropianske pieskovce (analyzovaných 5 výbrusov)*

Ide o veľmi jemnozrné, jemnozrné až strednozrné, dobre vytriedené sublitenity, kremenné arenity až kremennú drobu. Na základe obsahu litických úlomkov sú to kalklity, fyloarenity a vulkanický arenit (v zmysle Pettijohna et al., 1972; obr. 5). Klastickú zložku tvorí hlavne monokryštalický kremeň (42,6 – 53,6 %, priemer 49,1 %), menej polykryštalický kremeň (1,9 – 17 %, priemer 8 %). Silicity sú prítomné len v zanedbateľnej miere (0,0 – 0,6 %, priemer 0,3 %). Klasy plagioklasov (0,6 – 1,2 %, priemer 0,9 %) a draselných živcov (0,8 – 1,8 %, priemer 1,1 %) sa vyskytujú len akcesoricky. Ich zrná sú často postihnuté sericitizáciou. Sludy, naopak, boli zastúpené hojne. Obsah biotitu (0,6 – 9,6 %, priemer 5,1 %) a muskovitu (2,9 – 8,0 %, priemer 5 %) je približne rovnaký. Pri biotite je možné pozorovať chloritizáciu a baueritizáciu. Ropianske pieskovce/siltovce obsahujú pomerne vysoký podiel zrn glaukonitu (0,0 – 7,0 %, priemer 3,4 %). Z litických úlomkov sú zastúpené úlomky sedimentov (0,4 – 2,7 %, priemer 1,2 %), karbonátov (0,0 – 1,5 %, priemer 0,4 %), magmatitov a vulkanitov (0,0 – 2,9 %, priemer 0,8 %) a metamorfovaných hornín (0,0 – 1,2 %, priemer 0,6 %). Z akcesorických ťažkých minerálov sú prítomné detritické zrná zirkónov, turmalínov a rutilov (0,7 – 1,7 %, priemer 1,1 %). Ojedinele sa vyskytujú fosilne organické úlomky foraminifer (0,0 – 1,0 %, priemer 0,6 %). Základnú hmotu tvoria ílové minerály (5,8 – 17,5 %, priemer 10,5 %). Pieskovce sú stmelené kalcitovým cementom (0,0 – 26,9 %, priemer 11,8 %).

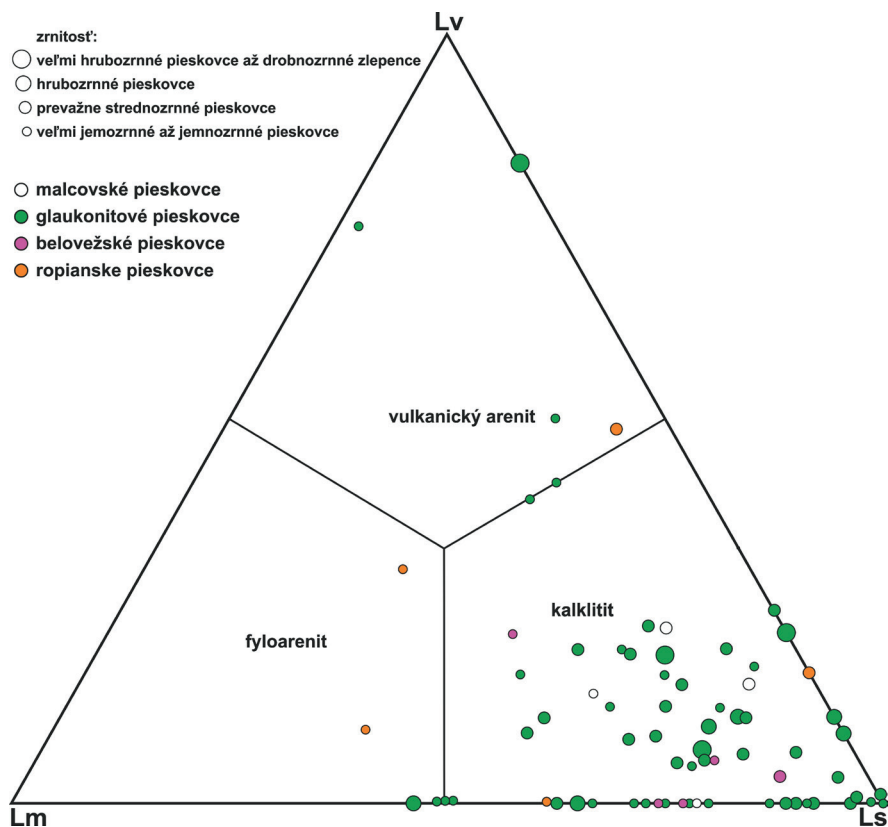
Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť ropianskych pieskovcov definovaná ako recyklovaný orogén kremenného typu (obr. 7 a 9).

#### *Belovežské pieskovce (analyzovaných 6 výbrusov)*

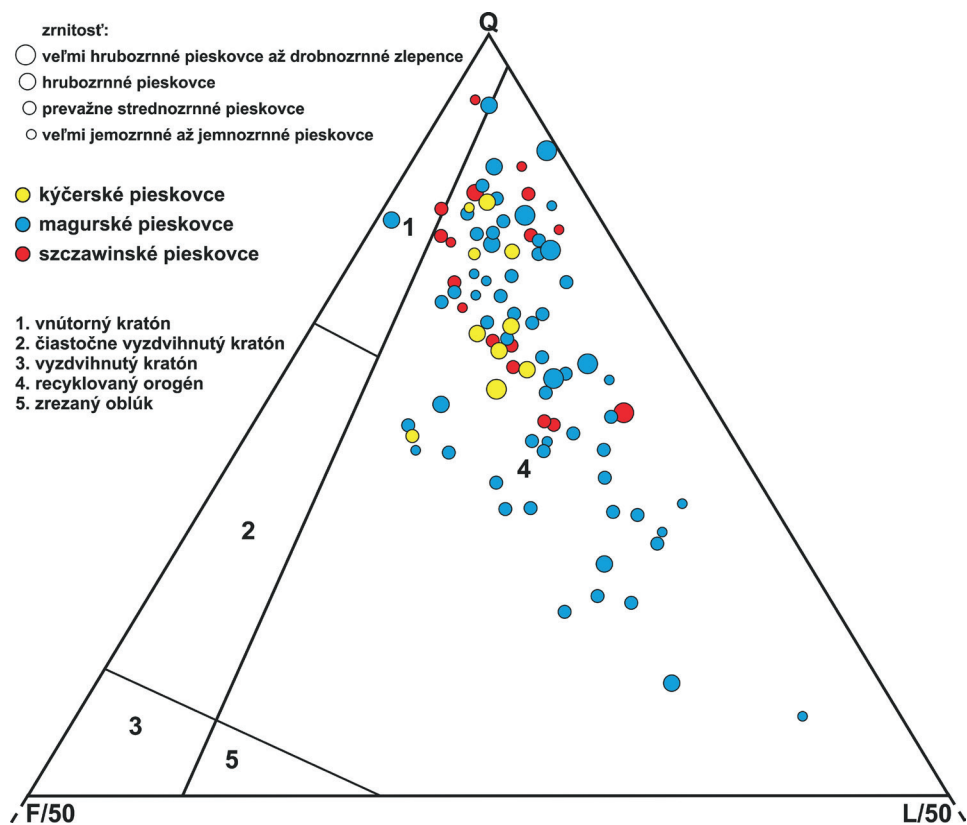
Sú to prevažne veľmi jemnozrné až jemnozrné, dobre vytriedené sublitenity, menej kremenná droba, kremenný arenit a subarkóza (v zmysle Pettijohna et al., 1982; obr. 3). Z hľadiska obsahu litických úlomkov ide o kalklity (obr. 5). Hlavnou zložkou pieskovcov je monokryštalický (37,4 – 58,0 %, priemer 48 %) a polykryštalický kremeň (1,9 – 22,9 %, priemer 10,0 %). Veľmi ojedinele sa vyskytujú silicity (0,0 – 0,6 %, priemer 0,2 %). Okrem pár výnimiek je výskyt živcov v pieskovci len akcesorický. Zastúpenie plagioklasov (0,2 – 3,0 %, priemer 1,6 %) a draselných živcov (0,0 – 2,8 %, priemer 1,6 %) je približne rovnaké. Pri plagioklasoch pozorujeme rôzny stupeň alterácie – sericitizácie. Klastické sludy sú zastúpené pomerne hojne. Prevláda muskovit (3,4 – 7,2 %, priemer 4,6 %) nad



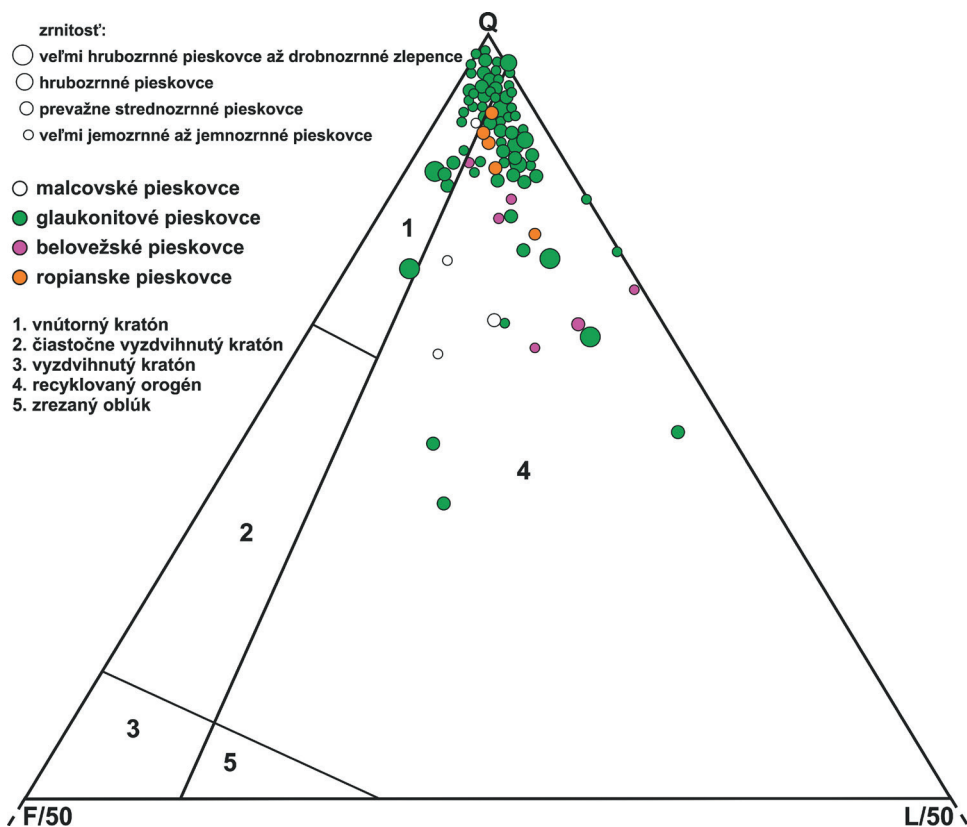
Obr. 4. Klasifikácia pieskovcov na základe obsahu litických úlomkov (Pettijohn et al., 1972).  
 Fig. 4. Classification of sandstones based on the lithic clasts content (Pettijohn et al., 1972).



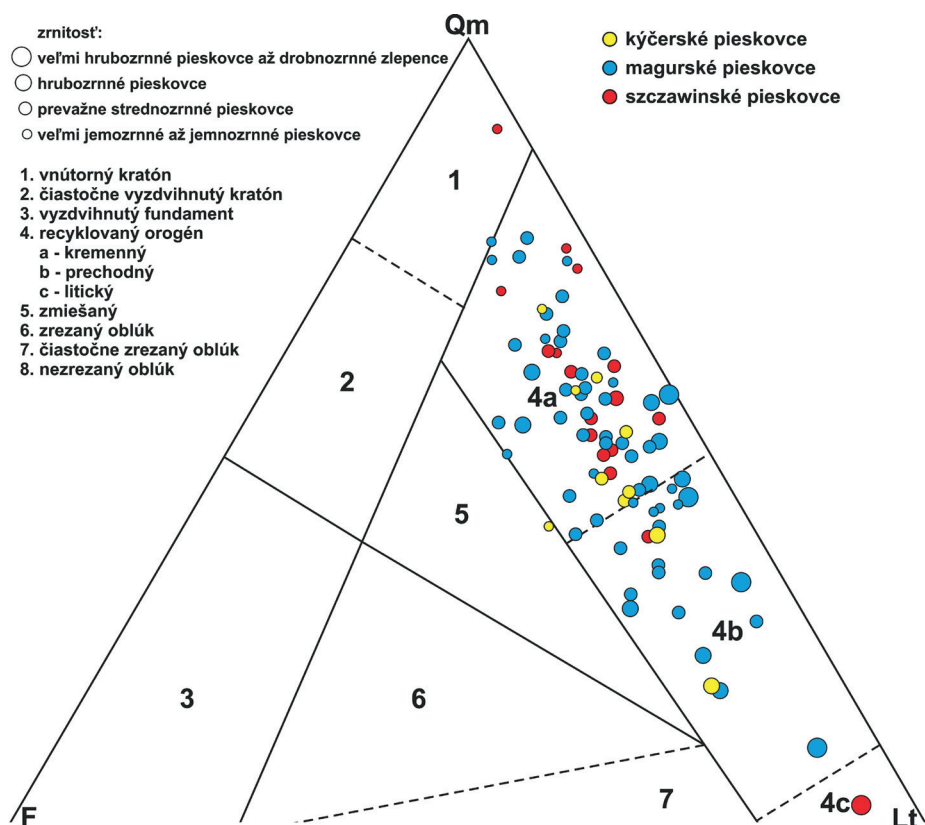
Obr. 5. Klasifikácia pieskovcov na základe obsahu litických úlomkov (Pettijohn et al., 1972).  
 Fig. 5. Classification of sandstones based on the lithic clasts content (Pettijohn et al., 1972).



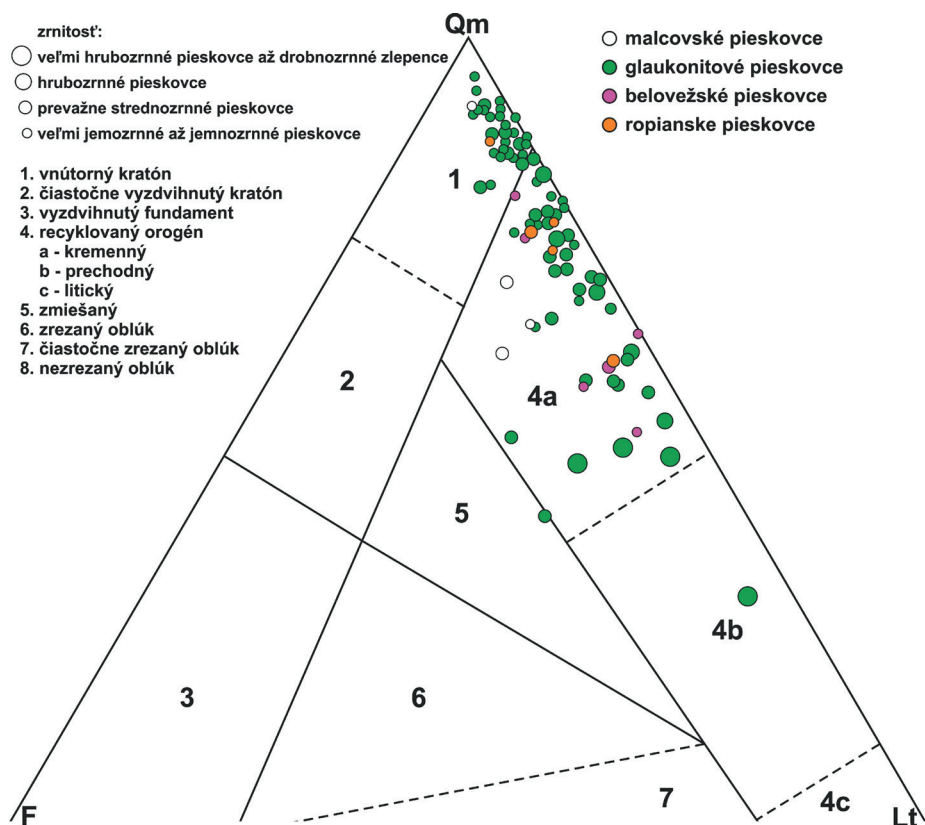
Obr. 6. Diskriminačný diagram zobrazujúci tektonickú povahu zdrojových oblastí pieskovcov (Dickinson, 1985).  
Fig. 6. The discrimination diagram illustrating the tectonic nature of the source areas of sandstone (Dickinson, 1985).



Obr. 7. Diskriminačný diagram zobrazujúci tektonickú povahu zdrojových oblastí pieskovcov (Dickinson, 1985).  
Fig. 7. The discrimination diagram illustrating the tectonic nature of the source areas of sandstone (Dickinson, 1985).

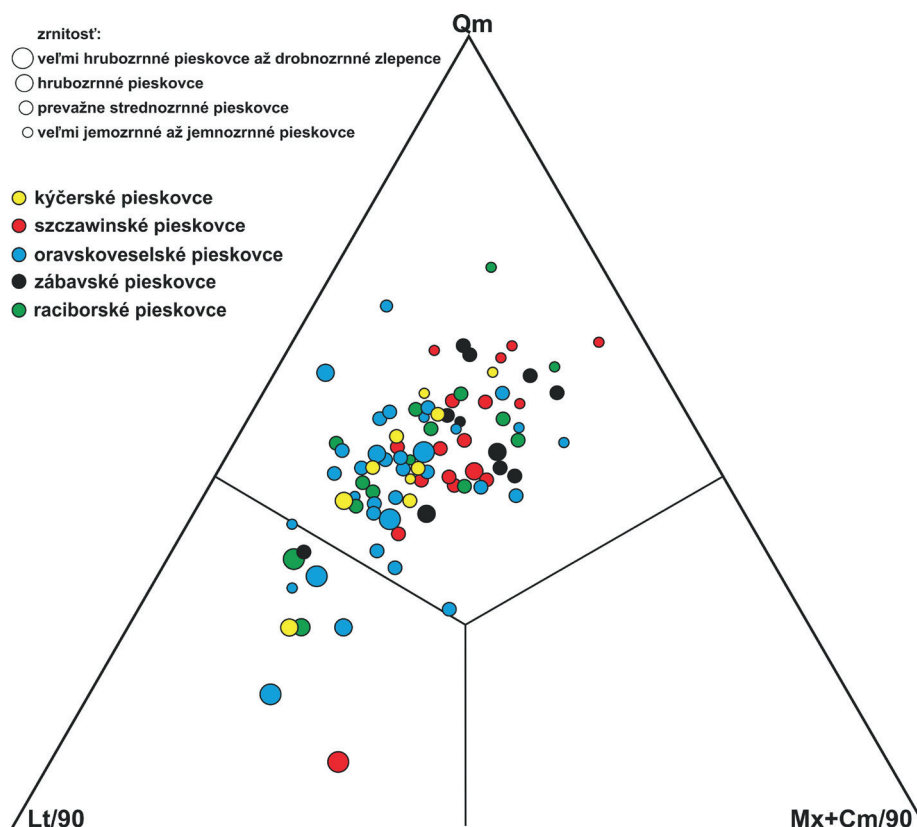


Obr. 8. Diskriminačný diagram zobrazujúci tektonickú povahu zdrojových oblastí pieskovcov (Dickinson, 1985).  
 Fig. 8. The discrimination diagram illustrating the tectonic nature of the source areas of sandstone (Dickinson, 1985).



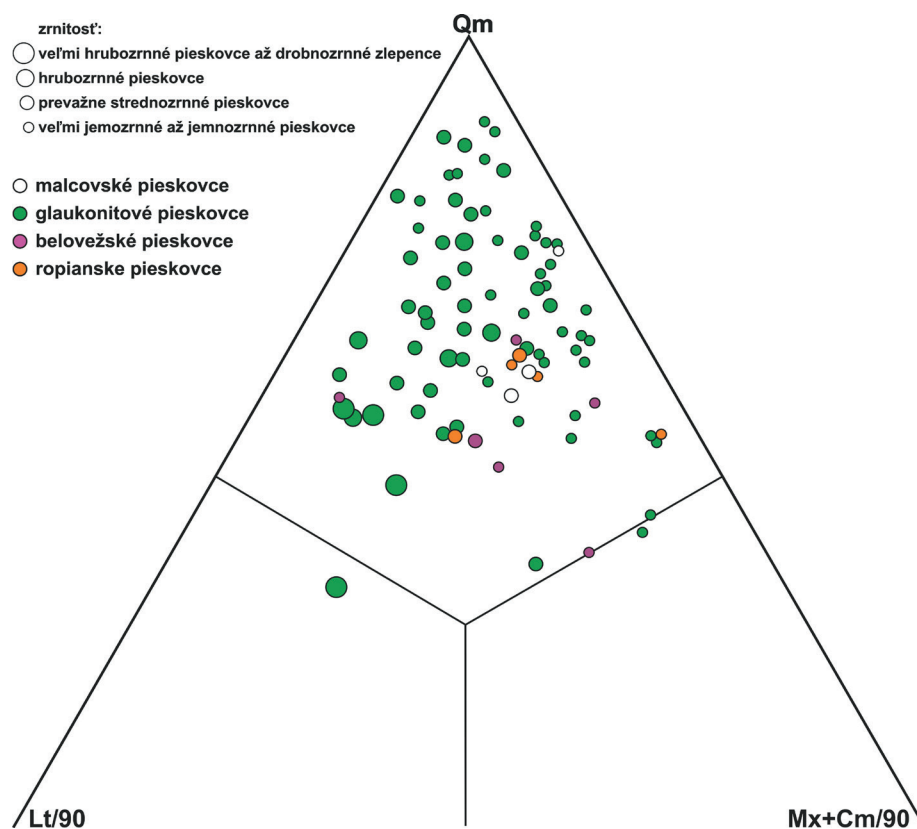
Obr. 9. Diskriminačný diagram zobrazujúci tektonickú povahu zdrojových oblastí pieskovcov (Dickinson, 1985).  
 Fig. 9. The discrimination diagram illustrating the tectonic nature of the source areas of sandstone (Dickinson, 1985).





Obr. 10. Diskriminačný diagram pieskovcov s porovnaním parametrov Qm (typický pre glaukonitové pieskovce), Lt (typický pre magurské a kýcherské pieskovce) a cement spolu s matrixom.

Fig. 10. The discrimination diagram of sandstones comparing parameters Qm (typical for glauconite sandstones), Lt (typical for Magura and Kýchera sandstones) and cement together with matrix.



Obr. 11. Diskriminačný diagram drobných pieskovcov s porovnaním parametrov Qm-Lt-MxCm zobrazujúci rozčlenenie magurských pieskovcov podľa súvrství.

Fig. 11. The discrimination diagram of wacke sandstones comparing parameters Qm-Lt-MxCm display Magura sandstones divided into formations.

biotitom (1,6 – 4,5 %, priemer 2,7 %). Pri biotite možno pozorovať chloritizáciu a baueritizáciu. Zrná glaukonitu sa v pieskovcoch takmer nevyskytujú (0,0 – 0,9 %, priemer 0,1 %). Z litických úlomkov sú prítomné úlomky sedimentárnych hornín (0,0 – 4,8 %, priemer 1,7 %), karbonátov (0,0 – 8,5 %, priemer 3,6 %), metamorfovaných hornín (0,0 – 1,7 %, priemer 0,9 %), magmatických a vulkanických hornín (0,0 – 1,2 %, priemer 0,3 %). Akcesorické ťažké minerály (0,5 – 1,3 %, priemer 0,9 %) sú zastúpené detritickými úlomkami zirkónov, turmalínov, rutilov a skorodovaným granátom. V pieskovcoch bohatých na kalcit sú akcesoricky prítomné fosilné organické úlomky prevažne foraminifer (0,0 – 0,9 %, priemer 0,3 %). Základnú hmotu tvoria prevažne ílové minerály (0,0 – 15,3 %, priemer 9,3 %). Pieskovce často tmelí kalcitový cement (0,0 – 37,6 %, priemer 13,7 %), ktorý pozorujeme hlavne vo forme zhlukov.

Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť laminovaných jemnozrnných belovežských pieskovcov generálne definovaná ako recyklovaný orogén kremenného typu (obr. 7 a 9).

#### **Malcovské pieskovce (analyzované 4 výbrusy)**

Pieskovce malcovského súvrstvia sú veľmi jemnozrnné až strednozrnné, s variabilným opracovaním zŕn a vytrieđením. Boli klasifikované ako sublitenity, subarkózy a živcové droby. Podľa obsahu litických úlomkov zaradujeme pieskovce ku kalklitom (v zmysle Pettijohna et al., 1982; obr. 5). Dominuje v nich monokryštalický kremeň (47,8 – 63,7 %, priemer 54,4 %), menej polykryštalický kremeň (3,2 – 22,9 %, priemer 10,2 %). Rohovce sú veľmi ojedinelé, prípadne absentujú (0,0 – 0,7 %, priemer 0,3 %). Zastúpenie plagioklasov (1,0 – 4,8 %, priemer 3,0 %) a draselných živcov (1,2 – 4,2 %, priemer 3,0 %) je veľmi vyrovnané. Pri klastoch živcov pozorujeme rôzne stupne alterácie, prevažne sericitizácie. Z klastických slúd prevládajú zrná muskovitu (3,9 – 6,0 %, priemer 4,9 %) nad biotitom (1,7 – 4,2 %, priemer 2,7 %). Glaukonit sa vyskytuje len v jednej analyzovanej vzorke (4,8 %), inak úplne absentuje. Z litických úlomkov sú prítomné úlomky sedimentárnych hornín (1,3 – 1,8 %, priemer 1,6 %), karbonátov (0,0 – 2,7 %, priemer 1,6 %), vulkanických a magmatických hornín (0,0 – 1,1 %, priemer 0,7 %) a metamorfovaných hornín (0,4 – 1,9 %, priemer 0,8 %). Z akcesorických ťažkých minerálov boli prítomné detritické zrná zirkónov, turmalínov, rutilov, ale aj skorodované a celistvé zrná granátov (0,8 – 1,6 %, priemer 1,1 %). Fosilné organické úlomky sú zastúpené hlavne foraminiferami (0,0 – 1,5 %, priemer 0,7 %). Základnú hmotu tvoria prevažne ílové minerály (7,1 – 15,6 %, priemer 11,9 %). Medzizrnné priestory vyplňa kalcitový cement, prípadne je prítomný vo forme zhlukov a žíl (1,9 – 12,1 %, priemer 7,2 %).

Na základe petrofaciálnych parametrov v zmysle Dickinsona (1985) je zdrojová oblasť pieskovcov definovaná ako recyklovaný orogén kremenného typu (obr. 7 a 9).

## **ZÁVER**

Rozdelenie pieskovcov na základné litotypy podľa makroskopických a terénnych pozorovaní sa ukázalo ako opodstatnené. Prejavilo sa aj v mikromierke v petrografic-

kom zložení pieskovcov. Výsledky planimetrického vyhodnotenia modálneho zloženia vzoriek pieskovcov z regiónu Biela Orava dopĺňajú obraz o jednotlivých typoch pieskovcov magurskej skupiny príkrovov.

Analyzované vzorky boli charakterizované petrofaciálnymi parametrami a bol stanovený tektonický charakter ich zdrojovej oblasti na základe vzťahov vyplývajúcich z modálnych diagramov Q-F-L, Lv-Ls-Lm, Qm-F-Lt (Pettijohn et al., 1972; Dickinson, 1985) a diagramu Qm-Lt-MxCm. Zrnitosť vzorky je v diagramoch znázornená veľkosťou zobrazených bodov.

Pri porovnaní litotypov možno vo všeobecnosti konštatovať, že glaukonitové pieskovce majú oproti ostatným typom pieskovcov zvýšený podiel monokryštalického kremeňa a nižší obsah polykryštalického kremeňa a silicitov. Obsahujú menej draselných živcov, ale najmä litických úlomkov. Mnohé vzorky majú zvýšený obsah organických úlomkov. Obsah glaukonitu je v nich od 2 do 17 %. Drobové pieskovce, či už magurské alebo kýčerské, majú pri spomínaných hodnotách opačný trend. Pieskovce szczawinských a ropianskych vrstiev majú podobné zloženie ako magurské a kýčerské pieskovce. Majú však vyšší podiel muskovitu a biotitu a niektoré vzorky obsahujú aj glaukonit.

Charakter zdrojových oblastí sa výrazne prejavuje v petrografickom zložení pieskovcov. Napríklad na prvý pohľad veľmi podobné litotypy pieskovcov (szczawinský, magurský a kýčerský), ktorých materiál má pôvod z južného okraja magurského bazéna (magurskej kordiléry), majú síce podobné zloženie, no napríklad na Lv-Lm-Ls diagrame (obr. 4) môžeme interpretovať vývoj geologickej stavby zdrojovej oblasti v čase. Najstaršie z nich, szczawinské pieskovce, majú výrazne premenlivé zastúpenie typov litických úlomkov. Indikuje to pestrejšie geologické zloženie zdrojovej oblasti. Mladšie magurské pieskovce vykazujú výrazné zastúpenie klastov sedimentárnych hornín a hojných karbonátov. Naproti tomu, mladšie, kýčerské pieskovce, majú nižší obsah klastov sedimentárnych hornín, ale majú zvýšený obsah klastov magmatického a vulkanického pôvodu.

Na Q-F-L diagrame (obr. 6 a 7) (Dickinson, 1985) sú výrazne oddelené dve základné skupiny pieskovcov. Zároveň reprezentujú dve zdrojové oblasti sedimentárneho materiálu. Zloženie glaukonitových pieskovcov indikuje pasívny charakter sliezskej kordiléry so znakmi vnútorného kratónu a len mierne aj recyklovaného orogénu. Zdá sa, že do tejto skupiny spadajú aj pieskovce ropianskych vrstiev. Zloženie szczawinských, magurských a kýčerských pieskovcov jednoznačne poukazuje na recyklovaný orogén magurskej kordiléry. Z nich sa vymyká časť magurských pieskovcov obohatených o litické klasty.

Uvedený charakter pieskovcov veľmi dobre dokladá aj Qm-F-Lt diagram (obr. 8 a 9) (Dickinson, 1985). Možno z neho odvodiť tektonickú pozíciu zdrojových oblastí pieskovcov. Pieskovce sa v ňom delia na skupinu glaukonitových a ropianskych pieskovcov so zdrojovou oblasťou s charakterom vnútorného kratónu až kremitého recyklovaného orogénu. Na druhej strane sú szczawinské, magurské a kýčerské pieskovce so zdrojom z kremitého až prechodného kremito-litického orogénu.

Rovnaké rozdelenie vzoriek sa prejavuje pri klasifikácii arenitov v zmysle Pettijohna et al. (1972) v Q-F-L diagrame (obr. 2 a 3). Z analyzovaných vzoriek 162 zodpovedá arenitom a 13 vzoriek drobám. Glaukonitové pieskovce spadajú prevažne do oblasti kremenného arenitu a do jeho blízkosti. Podobný charakter sublitenitu majú aj ropianske pieskovce. Výraznejšie však zasahujú do poľa sublitenitu. Szczawinské, magurské a kýčerské pieskovce sú sublitenity až subarkózy. V prípade magurských pieskovcov sa obohatenie litickými klastami prejavuje presahom až do poľa litického arenitu.

Nejednoznačne sa v citovaných diagramoch prejavujú belovežské a malcovské pieskovce. Sčasti to môže byť spôsobené menším počtom analyzovaných vzoriek týchto typov pieskovcov.

Na charakter transportu môžeme usudzovať aj zo zablodenia a vytriedenia klastov. Vytriedenie magurských a kýčerských pieskovcov je premenlivé, prevažne slabé až mierne a prevláda len slabé až mierne opracovanie zrn. Podľa štruktúry sú to klasické droby. Rovnako majú slabo až mierne opracované zrná aj szczawinské pieskovce, no pri nich pozorujeme o niečo lepšie vytriedenie.

Glaukonitové pieskovce sú prevažne dobre až veľmi dobre vytriedené (prítomné sú aj slabo vytriedené). Opracovanie je rôzne. Vo všeobecnosti sa opracovanie zrn zlepšuje so zväčšovaním zrnitosti. Pri glaukonitových pieskovcoch, prevažne hrubozrnnejších, je opracovanie zrn kremeňa priamo úmerné opracovaniu zrn glaukonitu. Glaukonit ako mäkký minerál zo skupiny slúď tvorí zrná pekného guľatého tvaru. Jemnozrnnejšie glaukonitové pieskovce sú síce dobre vytriedené, no často s ostrohrannými zrnami a beztvárými neguľatými zrnami glaukonitu. Zdá sa, že opracovanie zrn glaukonitu je ukazovateľom dynamiky gravitačného prúdu.

Na charakterizovanie základných litotypov pieskovcov sme zvolili diagram s kombináciou Qm (typický pre glaukonitové pieskovce), Lt (typický pre magurské a kýčerské pieskovce) a Mx (matrix) spolu s Cm (cementom) (obr. 10 a 11). Qm a Lt rozdelili vzorky podobne ako v diagrame Qm-F-Lt alebo Q-F-L. Glaukonitové pieskovce sú však výrazne rozptýlené. Spôsobil to výrazne nestály obsah základnej hmoty a karbonátového cementu.

V pracovnej verzii diagramov sme členili magurské pieskovcov detailnejšie podľa súvrství, a to na zábavské, raciborské a oravskoveselské. V Lv-Lm-Ls diagrame sme nepozorovali žiaden trend, ktorým by sa niektorý z týchto typov vyčleňoval zo skupiny. V Q-F-L diagrame majú zábavské pieskovce a o niečo menej aj raciborské pieskovce tendenciu kumulovať sa bližšie pri vrchole Q. V Qm-F-Lt a Qm-Lt-MxCm diagramoch sa zábavské pieskovce kumulujú bližšie pri vrchole Qm. Na ilustráciu uvádzame Qm-Lt-MxCm diagram (obr. 11), kde sú drobové pieskovce rozčlenené podľa súvrství. Rozloženie bodov v prípade zábavských a szczawinských pieskovcov je podobné.

## LITERATÚRA

Bromowicz, J., 1992: Basen sedimentacyjny i obszary źródłowe piaskowców magurskich. *Geologia (Kraków)*, 54, 116 s.

- Dickinson, R. W., 1985: Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. In: Zuffa, G. G. (Ed.): *Provenance of Arenites*. Dordrecht, Reidel, 333 – 361.
- Đurkovič, T., 1989: Petrografické zhodnotenie sedimentov vo vrte FPJ-1 Oravská Polhora, čiastková správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 20 s.
- Gilíková, H., Otava, J. a Stráňík, Z., 2002: Petrografická charakteristika sedimentů magurského flyše na listu mapy 25-312 Holešov. *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2001*, Brno, 26 – 29.
- Jurkovičová, H., 1989: Vyhodnotenie ťažkých minerálov z vrstu FPJ-1, Oravská Polhora, čiastková správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 5 s.
- Marschalko, R. a Potfaj, M., 1982: Sekvenčná analýza, paleoprúdenie a prostredie uloženia spodnoeocénneho flyšu Oravskej Magury a bradlového pásma. *Geol. Práce, Spr. (Bratislava)*, 78, 97 – 122.
- Mello, J. (ed.), Potfaj, M., Teťák, F., Havrila, M., Rakús, M., Buček, S., Filo, I., Nagy, A., Salaj, J., Maglay, J., Pristaš, J. a Fordinál, K., 2005: Geologická mapa Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Mello, J. (ed.), Potfaj, M., Teťák, F., Havrila, M., Rakús, M., Buček, S., Filo, I., Nagy, A., Salaj, J., Maglay, J., Pristaš, J. a Fordinál, K., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 378 s.
- Oszczytko, N. a Salata, D., 2005: Provenance analyses of the Late Cretaceous – Palaeocene deposits of the Magura Basin (Polish Western Carpathians) – evidence from a study of the heavy minerals. *Acta geol. pol. (Warszawa)*, 55, 3, 237 – 267.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. a Siever, R., 1972: *Sand and sandstones*. New York, Springer-Verlag, 618 s.
- Potfaj, M., 1983: Postavenie magurských pieskovcov a malcovské vrstvy na Orave. *Geol. Práce, Spr. (Bratislava)*, 79, 117 – 140.
- Potfaj, M., Samuel, M., Raková, J. a Samuel, O., 1991: Geologická stavba Kubínskej hole (Orava). *Západ. Karpaty, Sér. Geol. (Bratislava)*, 15, 25 – 66.
- Potfaj, M. (ed.), Maglay, J., Šlepecký, T. a Teťák, F., 2002: Geologická mapa regiónu Kysúc 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Potfaj, M. (ed.), Šlepecký, T., Maglay, J., Hanzel, V., Boorová, D., Žecová, K., Kohút, M., Nagy, A., Teťák, F., Vass, B., Sandanus, M., Buček, S., Sýkora, M., Köhler, E., Fejdiová, O., Kandra, K., Samuel, O., Bubík, M. a Beleš, F., 2003: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Kysúc 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 193 s.
- Salata, D., 2004: Detrital garnets from the Upper Cretaceous-Palaeocene sandstones of the Polish part of the Magura Nappe and the Pieniny Klippen Belt: chemical constraints. *Ann. Soc. géol. Pol.*, 74, 351 – 364.
- Siráňová, Z., 1991: Petrografické vyhodnotenie sedimentov ku geologickej mape okolia Pilska. Čiastková správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 17 s.
- Teťák, F., 2005: Geologická stavba pohoria Javorníky. Distribúcia klastického materiálu v západnej časti magurského bazénu (Javorníky, Orava). Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Katedry geol. a paleont., PrIF UK, 62 s.
- Teťák, F., 2008: Paleogene depositional systems and paleogeography of the submarine fans in the western part of the Magura Basin (Javorníky Mountains, Slovakia). *Geol. Carpath. (Bratislava)*, 59, 4, 333 – 344.
- Teťák, F., Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J., Vlačiky, M., Laurinc, D., Žecová, K., Zlinská, A., Liščák, P., Marcin, D., Žilka, A., Kucharič, L., Gluch, A. a Baláž, P., 2016a: Geologická mapa regiónu Biela Orava v mierke

1 : 50 000. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J. a Vlačíky, M., 2016b: Geologická mapa regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J., Vlačíky, M., Laurinc, D., Žecová, K., Zlinská, A., Liščák, P., Marcin, D., Žilka, A., Kucharič, E., Gluch, A. a Baláž, P., 2016c: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra, 217 s.

#### Vysvetlivky skratiek:

**Qm** – monokryštalický kremeň, **Qp** – polykryštalický kremeň, **Sil** – silicit (rohovec), **Q** – Qm + Qp + Sil, **Plg** – plagioklas, **Kfs** – draselný živec, **F** – Kfs + Plg, **Ls** – úlomky sedimentárnych hornín, **Lc** – úlomky karbonátov, **Lm** – úlomky metamorfovaných hornín, **Lv** – úlomky magmatických a vulkanických hornín, **L** – Ls + Lc + Lv + Lm, **Lt** – Qp + Sil + Ls + Lc + Lm + Lv, **Ms** – muskovit, **Bt** – biotit, **Akc** – akcesorické ťažké minerály, **Glt** – glaukonit, **Fos** – fosílie, **Mx** – základná hmota (matrix), **Cm** – cement.

#### Pod'akovanie

Autori ďakujú recenzentovi Jozefovi Madzinovi a vedeckému redaktorovi Ondrejovi Pelechovi za ich kritické a konštruktívne pripomienky.

### Petrographic evaluation of sandstones from the Biela Orava region (Magura Group of Nappes, Outer Western Carpathians)

#### SUMMARY

The knowledge of the petrographic composition of sandstones is fundamental for paleogeographic and provenance analysis. The low degree of knowledge about petrographic composition of the Magura Group of Nappes and the opportunity for detail exploration during the geological mapping of Biela Orava region were the reasons for petrographic analysis of a large number of sandstone samples. 174 thinsections were petrographically analysed during the geological research.

The distribution of sandstones into the main lithotypes based on macroscopic and field observations was proved to be valid. It is also reflected in the petrographic composition of the sandstones. The results of the planimetric evaluation of the modal composition of sandstone samples from the Biela Orava region provide supplementary information to the knowledge of the Magura Group of Nappes sandstones types.

The analysed samples were characterized by petrofacial parameters. The tectonic character of their source areas has been determined based on relationships resulting from modal diagrams Q-F-L, Lv-Ls-Lm, Qm-F-Lt and Qm-Lt-MxCm. The circle size in the diagram displays the sample granularity.

When comparing lithotypes, we can generally state that the glauconitic sandstones have an increased content of monocrystalline quartz and organic detritus. They have less polycrystalline quartz, silicites and K-feldspar, and significantly lower content of the lithic clasts. The content of glauconite is between 2 and 17 %. Magura or Kýčera greywacke sandstones have the opposite trend of mentioned values. The Szczawina and Ropianka sandstones have analogous composition to the Magura and Kýčera sandstones. However, they have a higher content of muscovite and biotite. Some samples also contain glauconite.

The nature of the source area is strongly reflected in the petrographic composition of sandstones. For instance, at first glance, very similar lithotypes of sandstones (Szczawina, Magura and Kýčera sandstones) whose sedimentary material originates from the southern margin of the Magura Basin (from Magura cordillera) have a similar petrographic composition. On the Lv-Lm-Ls diagram we can interpret the evolution of geological structure of source area over time. The content of lithic detritus in the oldest Szczawina sandstones is markedly variable. It indicates varied geological structure of the source area. The younger Magura sandstones largely contain clasts of sedimentary rocks and especially abundant carbonates. On the other hand, the younger Kýčera sandstones have a lower content of sedimentary rocks detritus, but they have increased content of magmatic and volcanic origin clasts.

There are two distinct groups of sandstones markedly separated in the discrimination diagrams. They also represent two source areas of sedimentary material. The composition of glauconite sandstones indicates passive character of the Silesian cordillera with features of the inner craton and only in part also of the recycled orogen. This group also includes Ropianka sandstones. The composition of Szczawina, Magura and Kýčera sandstones unambiguously points to the recycled orogen of the Magura cordillera. Part of the Magura sandstone samples is enriched by lithic clasts which makes them different.

Mentioned character of sandstones is also well documented by Qm-F-Lt diagram. The tectonic position of the source areas can be interpreted from this diagram. The sandstones samples are divided into the group of Glauconite and Ropianka sandstones with source area with character of the inner craton and quartzose recycled orogen. Different are the Szczawina, Magura and Kýčera sandstones with source from quartzose and transitional quartzose-lithic orogen.

The same distribution of samples is reflected in the classification of arenites in Q-F-L diagram. Up to 162 analysed samples belong to arenites and 13 samples belong to greywackes. Glauconite sandstones fall mostly into area of quartz arenites and its vicinity. Similar character of sublitharenite have also the Ropianka sandstones. More significantly they interfere into field of sublitharenites. The Szczawina, Magura and Kýčera sandstones are sublitharenites or subarkoses. In the case of Magura sandstones, the enrichment by lithic clasts show lap into the field lithic arenites.

The Beloveža and Malcov sandstones are projected in mentioned diagrams ambiguously. Smaller number of analysed samples can cause it.

We can deduce the character of transport from rounding and sorting of clasts. The sorting of Magura and Kýchera sandstones is variable, mostly weak to moderate, and only subangular to subrounded clasts prevail. They have greywacke structure. The Szczawina sandstones have also subangular to subrounded grains, but they are slightly better sorted.

Glaucinite sandstones are mostly well or very well sorted (also weakly sorted samples occur). Roundness is various. In general, the roundness of clasts improves with increasing granularity. The roundness of the glauconite sandstones quartz grains (mostly coarse-grained) is directly proportional to roundness of glauconite grains. The glauconite, as the soft mineral from the mica group, mostly forms well rounded grains. The fine-grained glauconite sand-

stones are well sorted, but usually with angular clasts and amorphous grains of glauconite. It seems that the roundness glauconite is an indicator of the gravity current dynamics.

The diagram with combination of Qm (characteristic for glauconite sandstones), Lt (characteristic for Magura and Kýchera sandstones) and Cm (cement) together with Mx (matrix) was chosen to characterize basic lithotypes of sandstones. The Qm and Lt values divided samples in the same manner as the diagrams Qm-F-Lt or Q-F-L. The glauconite sandstones are considerably more diffused. It is caused by the variable content of matrix and carbonate cement.

Manuskript doručení:	12. 4. 2017
Revidovaná verzia doručená:	25. 4. 2017
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	16. 5. 2017

Tab. 1. Výsledky planimetrického vyhodnotenia modálneho zloženia vzoriek pieskovcov z regiónu Biela Orava usporiadané podľa jednotlivých typov pieskovcov.

Tab. 1. Results of planimetric evaluation of the sandstone modal composition from the region Biela Orava ordered by various types of sandstone.

GLAUKONITOVÉ PIESKOVCE																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc.	Fos	Glt	Mx	Cm
F193p2	43,0	8,1	0,4	0,4	0,4	0,8	0,0	0,4	0,8	4,3	2,1	0,8	1,6	10,9	6,8	19,4
F329p	52,2	1,6	0,0	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2	0,8	5,1	2,9	1,6	0,8	12,3	4,1	16,4
F344p	65,6	6,6	0,0	0,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	4,7	3,3	1,7	0,3	4,2	4,2	8,3
F346p2	32,4	6,7	0,5	0,7	0,7	0,0	0,9	0,0	0,5	6,0	3,9	2,3	0,5	11,3	15,0	18,5
F305p	62,9	4,8	0,0	0,3	0,7	0,7	0,3	0,0	0,3	4,5	3,4	0,7	0,3	6,4	2,6	12,0
F390ap	61,0	2,1	0,0	1,6	0,8	1,3	1,1	0,5	0,5	4,8	0,8	0,8	0,0	7,4	6,6	10,6
F459p	52,9	9,3	0,0	1,4	0,8	0,4	0,0	0,4	0,0	4,1	2,4	1,4	2,4	3,0	6,1	15,2
F508p	61,7	12,0	0,0	0,5	0,5	0,7	1,6	0,0	0,0	2,5	0,4	0,5	0,5	5,8	4,4	8,8
F578p	63,3	3,6	0,4	0,4	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	3,9	1,1	1,4	0,0	10,8	9,0	5,7
F589p	51,0	2,1	0,0	0,6	0,5	0,8	2,4	0,5	0,0	2,4	0,5	0,5	3,5	12,6	6,5	16,1
F590p	32,0	26,3	0,4	1,8	1,3	5,3	2,2	1,8	2,2	0,0	0,4	0,0	6,6	3,9	10,5	5,3
F653p	70,7	6,8	0,5	0,2	0,9	0,7	0,0	0,2	0,2	0,9	0,0	1,1	0,0	12,7	5,0	0,0
F701p	41,9	11,7	0,4	0,9	1,3	0,0	0,0	0,2	0,7	5,1	2,0	0,7	0,0	15,4	8,8	11,0
F726p	43,7	14,7	0,7	1,5	1,7	1,8	1,1	0,7	1,1	4,6	1,5	0,4	3,3	7,3	6,4	9,5
F729p	57,1	4,9	0,6	0,2	0,6	1,0	1,6	0,2	0,6	2,4	0,0	0,6	3,9	8,8	7,8	9,8
F766p	76,1	13,9	0,2	0,4	0,9	0,8	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,9	0,0	4,4	1,9	0,0
F767p	56,2	1,9	0,0	1,5	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	3,3	7,4	1,5	0,0	11,7	3,7	11,3
F769p	62,0	3,5	1,0	0,4	0,4	0,8	0,4	0,2	0,2	2,5	0,4	0,8	2,3	6,8	8,7	9,7
F787p	70,6	4,2	0,0	0,2	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	1,6	0,5	0,9	0,0	14,0	7,0	0,0
F804p	49,6	24,7	0,4	1,0	0,8	2,7	0,4	0,6	0,4	2,1	0,8	0,8	1,2	5,1	5,1	4,1
F808p	50,1	13,0	0,0	2,3	2,5	1,7	0,0	0,2	0,0	5,0	2,7	1,9	0,0	11,6	3,9	5,0
F831p	72,7	4,8	0,0	1,2	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	2,9	1,4	0,6	0,0	9,7	4,8	0,0
F890p	69,4	2,2	0,0	0,5	1,1	0,9	0,0	0,5	0,0	1,8	0,9	1,5	0,0	11,9	9,2	0,0
F906p	52,1	3,1	0,0	0,4	0,8	1,4	0,0	0,4	0,0	3,7	1,2	0,8	6,2	7,4	14,0	8,3
F928pa	58,9	23,0	0,0	0,4	1,2	1,2	0,0	1,4	0,0	1,8	0,4	0,6	2,9	2,2	4,7	1,2
F928pb	65,9	3,1	0,0	0,2	0,6	1,0	0,0	0,4	0,0	2,1	1,0	0,6	0,6	5,4	8,4	10,5
F1010p	54,7	5,7	0,0	0,2	1,1	2,8	1,5	0,4	0,0	0,2	0,0	0,9	2,1	10,4	14,7	5,3
SA9-1	63,2	17,9	0,0	0,6	0,6	0,6	0,9	0,2	0,0	1,1	0,0	1,7	0,9	3,6	4,7	4,0
SA9-2	69,7	8,8	1,3	1,3	0,6	1,0	1,7	0,2	0,2	1,5	0,2	0,6	1,3	3,6	4,2	4,0
SA19	65,1	13,8	0,0	1,4	0,9	0,8	0,9	0,5	0,3	2,3	0,6	2,1	0,0	5,5	3,7	2,1
SA35	50,9	4,5	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,4	0,0	3,9	1,3	3,0	2,7	8,0	6,4	17,9
SA44-1	59,5	12,5	0,3	1,0	0,3	3,1	1,0	0,7	0,3	1,1	0,0	1,8	1,1	6,8	6,2	4,2
SA44-2	61,1	9,7	0,3	1,8	1,5	2,3	0,7	0,3	0,8	0,8	0,0	1,8	1,3	7,5	5,8	4,2
SA55	47,0	4,3	0,0	0,9	1,0	1,2	14,8	0,4	0,1	3,6	2,6	1,3	5,8	7,2	2,2	7,6
SA86	74,2	8,7	0,3	0,2	0,5	0,5	0,0	0,3	0,0	1,5	0,0	1,4	0,0	5,1	7,2	0,0
SA108	59,1	7,2	0,5	0,7	0,2	0,9	2,0	0,0	0,0	4,3	0,9	0,9	1,8	7,2	5,4	9,0
SA144	69,6	4,7	0,3	1,0	0,7	1,6	1,0	0,8	0,3	3,1	0,0	0,8	0,3	6,5	4,2	4,9
SA273	43,7	2,5	1,1	0,5	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	6,3	2,3	1,8	1,1	6,3	22,5	11,3
SA308	45,7	2,3	0,8	0,2	0,0	0,4	5,1	0,2	0,2	5,6	1,6	0,8	6,2	5,1	2,1	23,7
SA415	55,0	2,6	0,0	0,4	0,0	1,5	0,0	0,6	0,0	1,7	0,4	1,7	0,2	11,3	9,5	15,1
SA797	46,3	14,9	0,0	2,0	1,5	2,2	2,5	1,4	0,3	3,4	0,7	1,5	3,0	6,8	8,4	5,1
SA81/1	49,4	5,6	1,9	1,0	0,8	1,0	1,7	0,4	0,4	5,8	1,4	1,7	2,1	12,5	5,8	8,5
SA81/2	54,7	1,9	0,8	0,9	0,8	0,4	2,1	0,6	0,2	3,8	0,9	1,7	0,8	12,2	10,3	8,1
SA81/3	30,6	7,2	3,2	5,7	4,7	1,1	4,0	1,9	0,6	6,4	1,9	2,3	0,8	1,5	12,7	15,3
SA81/a	55,4	12,6	1,3	1,0	0,6	1,0	1,5	1,3	0,0	1,3	0,0	0,6	0,4	8,6	9,6	4,8

Tab. 1 – pokračovanie.

SA81/b	53,9	11,3	0,6	1,3	1,1	1,5	0,9	1,1	0,9	1,1	0,0	1,7	0,9	8,7	9,7	5,4
SA718	61,8	5,5	1,0	1,2	1,0	3,9	1,0	0,2	0,0	3,9	0,0	0,8	0,0	8,9	8,5	2,4
SA753	59,9	19,1	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,7	0,0	4,9	7,0	4,6
M260p	59,6	29,2	0,0	1,4	0,7	0,0	1,8	0,0	0,2	0,0	0,2	0,4	0,2	0,0	2,7	3,8
M531p1	40,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	5,4	2,9	0,6	1,8	0,6	0,0	40,1
M531p2	53,3	29,1	0,3	3,8	2,7	0,3	0,0	0,0	1,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	8,5	0,0
M851p1	43,1	20,6	0,3	1,4	1,4	4,7	1,4	1,4	0,6	1,1	0,0	0,0	6,1	3,1	15,0	1,4
M88p	67,1	8,8	0,9	1,2	0,7	0,5	3,1	0,3	0,0	1,9	0,9	1,2	0,3	8,3	2,9	2,2
M124p4	59,8	4,6	0,0	2,3	2,1	0,0	1,3	0,2	0,2	1,9	0,6	3,6	1,9	3,8	0,0	18,0
M187p	43,1	2,6	0,3	0,3	0,2	0,0	0,9	0,0	0,0	5,2	3,3	1,4	0,0	10,3	4,3	28,1
M213p 2	80,0	5,1	0,4	0,9	0,6	0,9	0,0	0,9	0,0	2,8	1,5	2,4	0,0	2,4	2,8	0,4
M505p	65,0	5,1	0,3	1,0	0,9	0,9	0,0	0,3	0,2	3,1	2,4	1,4	1,4	8,7	9,6	0,0
M530p	54,9	4,6	0,0	1,8	1,6	0,7	0,9	0,0	0,0	4,0	2,6	2,6	0,9	3,7	3,7	17,9
M535p	49,3	23,8	0,0	5,4	4,8	2,0	0,3	0,0	0,7	0,7	0,3	0,0	1,0	1,0	7,8	2,7
M469p1	49,0	18,5	0,4	2,1	3,2	1,0	0,0	0,6	0,2	1,9	1,7	0,8	0,6	1,9	1,9	17,0
M531p2	53,3	29,1	0,3	3,8	2,7	0,3	0,0	0,0	1,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	8,5	0,0
M545p2	62,6	2,3	0,0	1,0	0,8	0,8	0,0	0,2	0,0	0,8	0,2	2,7	0,0	14,9	1,9	12,2
M610p1	49,3	6,6	0,5	3,9	2,1	1,2	4,3	1,4	0,4	5,1	2,5	2,0	0,0	4,4	5,3	12,4
M721p	68,0	9,1	0,0	0,0	0,2	1,5	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,8	0,0	9,6	10,2	0,0
M887p1	58,9	11,9	0,0	1,9	1,4	1,1	0,6	1,1	0,3	3,3	1,4	1,9	0,0	2,8	2,8	11,7
M935	73,0	0,5	0,0	0,0	1,1	0,8	0,0	0,5	0,3	2,2	0,5	1,4	0,3	13,1	6,8	0,0
I9p	60,4	1,7	0,0	0,4	1,1	1,1	0,0	0,4	0,0	4,8	6,5	1,3	0,7	6,1	4,8	10,7
I217	65,2	2,4	0,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	2,4	1,9	0,0	17,3	4,8	0,0
I229	62,7	6,1	0,4	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	2,9	0,8	0,0	15,4	5,1	0,0
F459p	52,9	9,3	0,0	1,4	0,8	0,4	0,0	0,4	0,0	4,1	2,4	1,4	2,4	3,0	6,1	15,2
I303A	58,4	6,2	1,1	2,1	1,8	1,1	0,0	0,5	1,1	4,6	2,8	1,1	0,0	15,6	3,4	0,0
I357	44,4	9,4	0,7	7,7	4,5	1,7	3,0	1,5	1,5	6,0	3,5	1,5	0,2	2,0	8,2	4,2
<b>MAGURSKÉ PIESKOVCE</b>																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc.	Fos	Glt	Mx	Cm
SA121	42,7	7,6	5,0	2,1	1,7	2,7	15,6	1,0	1,3	3,8	1,0	0,8	1,0	0,6	2,9	10,5
SA215	48,9	17,2	1,4	3,6	2,9	4,2	0,7	2,0	0,7	3,6	2,7	0,9	0,0	0,0	10,0	1,1
SA47	46,5	8,3	0,3	4,8	3,3	2,0	8,2	1,2	0,5	5,0	4,2	1,5	0,3	0,0	5,0	8,8
SA31	43,4	7,0	0,6	2,8	1,8	1,3	7,4	0,9	0,4	2,8	0,2	1,7	2,2	0,0	9,4	18,4
F42p1	53,1	8,8	1,3	5,6	3,0	0,6	0,6	2,3	1,5	4,5	3,2	1,5	0,0	0,0	12,2	1,9
F42p12a	47,8	11,7	0,8	3,5	3,3	1,0	2,5	1,9	1,6	3,9	2,3	1,4	0,0	0,0	15,5	2,9
F43p	40,4	7,5	2,1	5,1	4,5	1,4	2,6	1,7	0,7	7,5	3,8	1,5	0,5	0,3	15,2	5,1
F45p1	39,3	20,7	1,5	2,0	2,7	1,1	1,3	0,9	1,6	4,0	3,1	1,1	0,4	0,4	13,1	6,9
F45p2	48,5	5,0	0,4	2,0	1,9	0,9	2,6	0,6	0,2	5,9	8,4	1,7	1,1	1,1	12,6	7,1
F45p3	51,1	5,0	0,9	1,7	1,4	0,7	1,7	1,2	0,2	4,0	4,5	0,9	0,5	1,4	17,7	7,1
F45p4	42,7	8,5	2,8	1,4	1,2	1,4	2,4	1,2	1,0	5,6	5,0	0,6	0,6	0,6	12,3	12,9
F85a	47,6	13,0	0,4	2,5	2,2	0,9	5,0	2,2	1,0	4,4	3,6	0,9	0,0	0,0	12,0	4,4
F108p	46,2	10,0	1,4	2,8	1,9	0,7	1,9	0,5	0,9	4,4	4,4	0,9	0,5	0,0	7,9	15,7
F113p	54,3	10,9	1,0	2,7	2,5	0,8	1,5	0,4	1,0	4,8	3,8	1,0	0,0	0,0	5,8	9,6
F174p	47,7	13,3	0,4	4,0	2,8	1,5	4,9	0,6	1,5	4,7	3,8	1,5	0,0	0,0	11,4	1,9
F312p	45,0	15,7	1,2	2,6	1,7	3,0	11,0	1,4	0,9	1,0	1,9	0,7	0,0	0,0	5,2	8,7
F313p	46,6	10,2	0,0	7,5	5,5	1,8	2,4	1,6	0,5	4,6	2,7	0,9	0,0	0,0	11,0	4,6
F331p	45,0	9,5	0,0	2,9	2,4	0,9	1,8	0,9	0,9	4,6	7,7	1,1	0,0	0,0	15,2	7,0
F346p1	27,1	11,4	1,0	5,5	3,8	1,4	9,5	1,2	2,4	5,7	4,8	0,7	0,0	1,7	11,9	11,9
F390bp	28,6	19,4	1,2	5,3	2,9	1,6	9,8	1,0	5,3	1,6	0,6	1,2	3,1	0,2	7,2	10,8

Tab. 1 – pokračovanie.

F467p	44,4	11,1	0,0	7,0	6,4	1,2	3,3	1,0	1,7	4,7	1,2	1,2	0,0	0,0	5,2	11,3
F503p	33,3	20,4	0,0	5,8	5,0	2,5	5,7	1,6	1,8	3,4	0,5	0,7	0,0	0,0	8,8	10,6
F676p	47,5	6,2	0,4	0,6	0,8	0,6	4,1	0,8	0,0	5,8	3,1	1,2	0,0	0,0	10,3	18,5
F695p	35,1	19,0	1,0	4,3	3,8	2,0	5,9	1,5	3,3	3,6	2,5	0,8	0,0	0,0	7,4	9,9
M7p	44,2	16,3	0,8	4,7	1,5	0,6	13,0	2,3	0,8	4,7	2,3	0,6	0,2	0,0	4,7	5,7
M28p	38,4	16,9	1,0	3,6	2,0	1,6	16,7	1,8	1,2	4,0	2,2	3,4	0,0	0,0	5,0	4,0
M34p3	34,1	11,4	0,9	2,8	1,3	1,5	29,1	1,5	0,4	2,6	1,3	1,5	0,0	0,0	5,5	7,4
M40p	58,7	28,6	0,7	1,5	0,7	0,5	1,2	0,5	0,0	1,5	0,7	0,5	0,5	0,0	3,7	1,0
M43p1	50,9	8,7	0,8	2,2	1,4	1,2	11,5	1,0	0,2	3,6	2,4	1,2	0,2	0,2	5,0	10,5
M45p1	46,5	22,3	0,8	2,3	1,9	1,3	2,9	0,8	0,6	3,8	1,7	1,0	0,2	0,6	5,2	9,0
M107p	43,4	24,7	1,1	2,2	1,1	2,7	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	5,5
M122p	49,8	25,3	1,7	2,1	1,3	0,4	3,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,4	0,9	0,0	8,2	6,0
M124p1	42,0	11,2	0,7	6,5	4,9	1,7	7,7	2,1	1,2	4,4	2,6	1,6	0,0	0,7	4,4	10,5
M193p1	48,0	18,1	1,0	5,1	3,0	1,0	2,0	1,6	0,8	4,5	3,5	1,6	0,0	0,2	5,1	6,1
M193p2	23,5	38,8	1,6	2,7	1,6	4,9	2,7	2,2	3,3	1,6	0,5	0,5	1,1	0,0	13,7	3,3
M213p1	42,2	22,3	1,1	2,2	1,1	2,8	0,6	3,0	1,3	5,0	3,0	3,7	0,0	0,0	11,5	3,2
M253p	34,4	27,0	1,2	4,2	2,1	2,8	5,1	1,4	2,8	4,6	3,5	1,6	0,2	0,0	5,8	4,8
M363p3	42,7	10,5	0,5	3,6	1,6	1,8	2,7	0,9	1,6	5,2	4,5	1,6	0,4	0,0	4,5	18,9
M373p	41,0	11,5	0,6	4,0	2,1	2,1	6,0	1,5	0,6	5,0	3,3	2,1	0,2	0,2	6,3	15,0
M442p	41,8	18,0	0,5	6,7	6,5	0,9	5,8	1,3	1,8	3,2	4,5	2,2	0,0	0,0	5,4	2,7
M445p	28,4	17,7	1,1	4,9	4,3	19,2	1,5	1,3	3,2	1,9	0,4	2,1	0,4	0,0	6,4	8,3
M504p	53,5	3,1	0,4	2,9	3,5	1,8	2,2	1,0	0,4	3,5	3,5	1,8	0,0	0,0	7,1	16,3
M545p3	59,7	3,1	0,0	3,4	2,7	1,4	2,4	1,5	0,7	6,9	5,5	1,4	0,0	0,0	1,7	11,1
M753p	45,0	17,3	0,4	2,9	2,7	4,9	0,9	2,2	1,1	4,0	1,6	2,2	0,9	0,0	14,0	2,2
M760p	46,0	14,0	0,4	1,6	1,2	4,7	2,8	1,0	0,4	1,6	0,8	0,6	0,0	0,0	10,5	15,2
SA419	39,7	10,8	0,4	3,9	1,9	4,1	12,1	1,1	2,2	4,6	3,7	0,7	0,0	0,0	9,3	5,6
SA721	36,5	32,7	1,9	1,9	1,3	1,9	3,8	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	3,8	0,0	6,4	7,7
I193p1	40,3	13,8	0,8	4,2	3,8	1,1	5,1	1,5	1,1	6,8	4,9	1,9	0,0	0,4	5,3	9,1
M785p1	49,9	10,7	0,5	1,0	2,5	1,2	0,0	2,0	0,0	3,7	9,9	0,5	0,0	0,0	15,1	5,0
M812p	53,5	10,9	0,6	2,1	4,2	4,5	1,5	4,5	0,6	1,5	0,9	0,6	0,0	0,0	14,5	4,5
M887p2	44,3	6,7	0,5	2,5	3,0	4,7	10,0	2,0	1,2	4,2	2,5	2,0	0,7	0,0	15,2	2,5
SA249	36,2	9,9	0,7	5,4	3,8	3,8	10,6	1,6	1,9	4,4	6,1	1,4	0,2	0,0	8,7	5,2
SA549	38,3	10,2	0,7	3,7	2,7	2,7	9,0	2,6	1,7	6,0	5,6	0,5	0,3	0,5	7,7	7,7
I347	33,8	15,6	1,0	5,8	2,9	2,4	14,4	1,9	2,2	4,8	2,9	1,7	0,0	0,0	3,6	7,2
SA447	60,5	19,8	0,0	6,5	3,9	0,4	0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,6	0,0	0,8	5,5	1,0
SA583	49,5	21,4	0,5	0,5	0,0	1,6	1,6	0,8	1,4	0,0	0,0	0,8	2,4	0,5	5,4	13,5
F695p	35,1	19,0	1,0	4,3	3,8	2,0	5,9	1,5	3,3	3,6	2,5	0,8	0,0	0,0	7,4	9,9
SA497	43,2	12,7	0,5	4,0	2,3	2,5	10,7	1,7	1,7	4,0	2,5	1,8	0,0	0,3	5,0	7,0
I351p	42,4	13,3	1,0	6,0	4,8	1,3	10,0	1,5	1,8	4,3	2,0	2,0	0,0	1,0	3,8	5,0
M251p	49,0	9,1	0,4	3,1	1,6	0,9	4,0	1,6	0,0	4,9	3,3	1,6	0,0	0,0	3,3	18,7
I274	39,3	17,0	1,3	4,6	2,0	1,8	6,3	2,8	2,8	5,1	3,0	0,5	0,0	0,0	3,8	9,6
<b>KÝČERSKÉ PIESKOVCE</b>																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc.	Fos	Glt	Mx	Cm
F542p	49,4	15,2	1,5	2,9	1,5	1,5	0,6	0,8	1,3	4,2	2,1	1,5	0,0	0,0	10,6	6,7
F587p	39,1	16,5	0,5	7,7	5,7	2,2	1,4	1,4	2,2	4,5	2,2	1,3	0,0	0,0	9,0	6,3
F588p	43,3	16,3	2,2	4,8	3,3	1,5	2,8	0,7	2,2	2,4	1,1	2,2	0,4	0,0	9,3	7,4
F595p	46,2	17,5	1,5	2,9	1,8	1,1	2,5	0,9	2,0	4,5	2,4	3,3	0,0	0,0	8,9	4,5
F599p	49,6	15,0	0,7	3,6	2,8	1,5	0,9	0,6	2,1	3,7	4,7	1,3	0,0	0,0	9,4	4,1
F761p	44,0	17,6	1,6	4,1	3,3	2,2	1,2	1,6	5,9	3,9	1,2	0,6	0,2	0,0	6,8	5,9



Tab. 1 – pokračovanie.

F762p	40,6	18,4	1,1	4,1	3,2	3,0	1,4	1,1	2,9	3,6	1,8	0,9	0,2	0,0	12,5	5,3
F777p	40,1	21,3	2,9	3,8	3,1	2,3	1,5	1,9	3,1	2,7	2,9	1,9	0,0	0,0	6,7	5,8
F792p	50,0	9,5	1,0	2,3	2,7	1,7	0,0	1,3	0,4	6,7	5,9	1,5	0,0	0,0	13,3	3,8
F842p	27,8	31,5	1,6	4,1	4,9	3,9	0,6	1,0	4,3	1,4	3,9	1,2	0,0	0,0	11,8	2,0
<b>SZCZAWINSKÉ PIESKOVCE</b>																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc.	Fos	Glt	Mx	Cm
F277p	15,3	33,8	0,7	2,1	1,1	4,3	2,8	2,8	2,8	4,3	1,4	1,8	1,8	0,0	8,9	16,0
F278p	49,7	16,2	0,5	3,8	2,2	1,1	0,4	0,5	0,4	5,1	2,5	1,3	0,0	0,0	10,9	5,4
F531p	41,5	18,8	1,5	4,8	2,4	1,5	0,0	1,2	1,9	4,5	3,1	1,5	0,0	0,0	9,5	7,7
F540p	52,3	7,7	0,9	1,1	0,5	0,9	0,9	1,6	0,5	8,5	6,2	1,1	0,0	0,0	10,7	7,1
F576p	50,5	5,0	0,4	4,0	2,9	1,6	1,3	1,3	0,9	9,0	5,2	0,9	0,0	0,0	5,4	11,7
F608p	50,0	12,7	0,5	3,1	3,1	1,0	0,0	0,9	1,4	8,7	6,1	1,0	0,0	0,0	11,3	0,0
F614p	42,3	11,2	1,1	3,5	2,4	1,1	5,3	0,9	0,4	4,2	2,4	1,3	0,9	0,0	8,8	14,3
F647p	33,3	15,6	1,1	3,3	2,9	1,1	4,4	2,9	2,0	7,5	6,6	1,3	1,8	0,0	4,4	12,1
F657p3	53,5	2,7	0,4	0,4	0,9	0,0	1,1	0,0	0,0	7,3	5,4	0,7	0,0	3,1	6,4	18,1
F666p	47,9	12,7	0,2	3,6	2,6	1,1	1,1	0,6	0,0	3,9	4,7	1,1	0,0	2,1	2,6	15,9
F687p2	40,0	13,3	0,7	3,8	2,5	3,0	0,3	1,7	3,3	6,6	4,7	0,8	0,0	0,0	12,5	6,8
F699p	42,9	13,8	0,6	3,7	3,1	2,2	0,7	0,9	3,5	7,3	4,0	0,7	0,0	0,0	10,1	6,4
F657p2	45,3	12,6	0,9	1,4	1,3	1,3	0,7	0,4	3,6	7,2	5,4	0,9	0,0	0,0	6,3	12,6
F749p	40,3	10,8	0,4	3,4	2,5	3,1	0,7	2,2	5,2	7,2	3,4	0,7	0,5	0,0	7,2	12,4
F854p	42,8	16,7	0,8	1,2	2,5	1,3	0,0	0,3	1,3	7,5	2,5	1,2	0,3	0,0	13,0	8,4
F859p	49,3	6,2	0,7	0,2	1,2	3,5	1,2	1,2	0,5	7,4	5,9	0,7	0,0	0,0	9,4	12,4
F1137p	44,3	19,7	0,4	0,7	1,3	2,0	0,2	2,6	0,5	7,3	6,4	0,5	0,4	0,0	10,0	3,6
<b>ROPIANSKE VRSTVY</b>																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc.	Fos	Glt	Mx	Cm
F687p1	47,2	8,7	0,3	1,0	0,9	0,5	0,0	0,7	0,5	5,2	9,6	0,7	0,0	7,0	17,5	0,0
F1136p	52,4	3,6	0,5	0,9	1,8	2,7	0,0	0,4	2,9	8,0	5,9	1,1	0,4	0,0	14,3	5,3
F713p	49,9	17,0	0,6	1,2	1,5	1,7	1,5	0,0	0,6	4,2	0,8	0,8	1,0	0,0	7,3	11,9
F772p2	42,6	1,9	0,0	0,8	0,8	0,4	0,6	0,6	0,0	4,8	8,6	1,7	0,6	4,0	5,8	26,9
F772p1	53,6	8,8	0,0	0,6	0,8	0,8	0,0	1,2	0,2	2,9	0,6	1,0	1,0	5,8	7,8	15,0
<b>BELOVEŽSKÉ SÚVRSTVIE – laminované pieskovce</b>																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc	Fos	Glt	Mx	Cm
F270p	58,0	8,5	0,0	2,3	1,5	0,8	0,9	0,6	0,0	3,4	2,3	1,3	0,0	0,0	14,8	5,7
F498p	49,7	3,2	0,0	1,4	0,9	0,4	2,7	0,9	0,0	7,2	4,5	0,7	0,0	0,0	15,3	13,1
F504p	44,8	10,1	0,0	3,0	2,2	1,8	5,1	1,4	0,5	3,8	1,6	1,3	0,3	0,0	9,6	14,4
F845p	50,6	22,9	0,3	1,7	2,8	2,6	0,0	1,7	1,2	5,0	3,5	0,7	0,0	0,0	6,9	0,0
F963p	48,2	10,3	0,0	0,9	2,4	4,8	4,1	1,0	0,3	3,4	2,6	0,5	0,9	0,0	9,4	11,1
M133p	37,4	6,4	0,6	0,2	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	4,7	1,9	1,1	0,6	0,9	0,0	37,6
<b>MALCOVSKÉ SÚVRSTVIE</b>																
	Qm	Qp	Sil	Plg	Kfs	Ls	Lc	Lm	Lv	Ms	Bt	Akc	Fos	Glt	Mx	Cm
M452p2	53,6	8,0	0,0	3,0	3,5	1,8	2,7	1,9	1,1	3,9	2,1	1,6	1,1	0,0	7,1	10,6
M644p1	47,5	7,1	0,6	4,8	4,2	1,7	2,5	0,4	0,8	6,0	4,2	0,8	0,0	0,0	15,6	4,2
F756p	52,9	6,3	0,7	3,3	3,0	1,5	1,1	0,6	0,9	5,2	1,7	1,1	0,2	0,0	9,5	12,1
M469p2	63,7	1,0	0,0	1,0	1,2	1,3	0,0	0,4	0,0	4,6	2,9	0,8	1,5	4,8	15,4	1,9

