

T. KORÁB, J. NEMČOK, T. ĐURKOVIČ, R. MARSCHALKO*

PREHLADNÝ VÝSKUM ORIENTO VANÝCH SEDIMENTÁRNYCH TEXTÚR VO FLYŠI VÝCHODNÉHO SLOVENSKA

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОСАДОЧНЫХ
ТЕКСТУР ВО ФЛИШЕ ВОСТОЧНОЙ СЛОВАКИИ

(Obr. 8—13 v texte, anglické resumé)

Úvod

V posledných 5—10 rokoch sedimentologické výskumy vo flyšových Karpatoch postúpili do takeho štádia, že umožňujú na základe známej stratigrafie vytvoriť paleogeografický obraz vývoja flyšových sedimentov. Vo flyši východného Slovenska sme mohli pristúpiť k prehľadnému sedimentologickému výskumu až po vyriešení základných otázok stratigrafie a stavby flyšového pásma, ktoré boli podané s určitou koncepciou v generálnych mapách v mierke 1 : 200 000 (list Snina, Košice, Zborov).

Sedimentologický výskum má prehľadný charakter a bude sa v budúcnosti dopĺňať pri podrobnejšom geologickom a litologickom mapovaní. Vytvorený paleogeografický obraz nie je úplný. Získané výsledky predstavujú bázu, na základe ktorej bude treba doplniť prehľadný obraz novými poznatkami o základných prúdových systémoch jednotlivých jednotiek flyšového pásma na východnom Slovensku.

I. Stratigrafia a tektonika územia (stručný prehľad)

Keďže sa sedimentologický výskum robí v prehľadnom meradle a použili sa mapové podklady prevažne v mierke 1 : 200 000 kvôli prehľadnosti a názorosti získaných údajov (prúdových systémov), je vhodné voliť pri podávaní stratigrafie skúmaného územia tento spôsob:

* Prom. geol. T. Koráb, prom. geol. J. Nemčok, prom. geol. T. Đurkovič, inž. R. Marschalko, Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, Bratislava.

1. Vrchnokriedové súvrstvie.

2. Spodná časť paleogénu (belovežské a zlínske vrstvy magurského flyšu, podmenilitový eocén dukelsko-užockých vrás, podložie smilnenských vrstiev, papínske vrstvy B. Leška, 1958).

3. Vrchná časť paleogénu (malcovské vrstvy magurského flyšu, menilitové a krosnenské vrstvy dukelsko-užockých vrás).

1. Vrchnokriedové súvrstvie

a) Magurský flyš

Vrchnokriedové súvrstvie vystupuje v račianskej jednotke na juh od smilnenského tektonického okna pri Cigle a Kurimke. Je tvorené drobnorytmickým flyšom s prevahou jemnozrnných klastík, najmä siltovcov s typickou konvolútnou lamináciou. Mikrofauna veľkých hormozín hovorí za ich vek v rozmedzí vrchná krieda—paleocén (O. Samuel, 1961).

b) Dukelsko-užocké vrásky

B. Leško — J. Nemček — T. Koráb (1960) uvádzajú dva litofaciálne vývoje vrchnej kriedy: 1. lupkovské vrstvy vo vývoji drobnorytmického flyšu s tmavošedými ílovcami a laminovanými siltovcami. Z posledných bola určená fauna *Inoceramus balticus* Böhm. a *Inoceramus mülleri* Petrascheck (J. Nemček, 1960); 2. cisnianske vrstvy sa vyznačujú prevládáním hrubolavicovitých, miestami aj hrubozrnnějších klastík. Kriedové súvrstvie na základe mikrofauny (O. Samuel, 1959) obsahuje tieto stratigrafické členy: turón—senón—spodný paleocén. Zo smilnenského tektonického okna uvádzajú faunu kriedového súvrstvia E. Hanzlíková — Zd. Stráňík (1961).

2. Spodná časť paleogénu

a) Magurský flyš

Belovežské vrstvy sú spojené postupným prechodom a podložnými členmi dán-paleocénu. Súvrstvie je tvorené drobnorytmickým flyšom, kde alternujú základné zložky: pieskovce, siltovce, ílovce, piesčité vápence. Typickým litotypom pre toto súvrstvie sú pestré vrstvy, tvorené červenými a zelenými ílovcami, viacnásobne nad sebou opakovanými. Faciálny vývoj belovežských vrstiev je stabilným členom základných jednotiek magurského flyšu. Na základe mikrofauny (O. Samuel, 1961) a numulitovej fauny (M. Vaňová, 1960) sú belovežské vrstvy vrchnopaleocénneho až spodnoeocénneho veku. Podľa E. Hanzlíkovej (1960) sú belovežské vrstvy bystrickej a račianskej jednotky spodnoeocénneho až vyššieho strednoeocénneho veku.

Zlínske vrstvy. Nadložie belovežských vrstiev kochanovskej série (čerhovská jednotka Zd. Stráňík — Zd. Roth, 1957, údavská jednotka E. Menčík —

V. P e s l, 1957) predstavuje mohutný vývoj pieskovcov a zlepcov až 2500 m hrubých. V bystrickej jednotke sú zlínske vrstvy v typickom vývoji pieskovcov, siltovcov a ílovcov s ojedinelými vložkami slieňovcov s typickým lasturnatým lomom (lupky z Łącka poľských autorov). Podľa doterajších výsledkov zlínske vrstvy bystrickej jednotky sú strednoeocénneho veku. Je veľmi pravdepodobné, že sa sedimentácia zlínskych vrstiev začala už vo vrchnej časti spodného eocénu, ako na to poukazuje numulitová fauna určená M. V a ň o v o u (in J. N e m č o k, 1961). Stratigrafický rozsah zlínskych vrstiev račianskej jednotky je problematický. Podľa A. M a t ě j k u (1960) je zastúpený vyšší stredný eocén až vrchný eocén. Stratigrafický rozsah kochanovskej série (belovežské vrstvy a pieskovcovovo-zlepcové súvrstvie) je podľa B. L e š k u (1960) a M. M a t ě j k u (1960) paleocén až stredný eocén.

b) Dukelsko-užocké vrásky

Podmenilitový eocén. V spodnej časti súvrstvia prevládajú hrubé klastiká až mikrokonglomeráty s gradačným zvrstvením, ktoré do nadložia prechádzajú do rytmičného súvrstvia pieskovcov a ílovcov. V podmenilitovom eocéne B. L e š k o — J. N e m č o k — T. K o r á b (1960) odlišili v spodnej časti prevažne pieskovcové vrstvy, ktoré do nadložia prechádzajú do flyšového, ílovcovo-pieskovcového súvrstvia s polohami pestrých ílovcov. Mohutný komplex podmenilitového eocénu stratigraficky siaha od paleocénu až do vrchného eocénu. Podobné súvrstvie ako podmenilitový eocén opísali J. N e m č o k — T. K o r á b (1961) z podložia smilnenských vrstiev v smilnenskom tektonickom okne.

3. Vrchná časť paleogénu

a) Magurský flyš

Je zastúpený malcovskými vrstvami. V ich podloží vystupujú pestré, červené a zelené ílovce s *Cyclammina amplexans* a numulitové pieskovce až mikrokonglomeráty s *Numulites perforatus*, *Num. millecaput*, *Num. brogniarti*. Nad týmto súvrstvím vystupujú malcovské vrstvy ako komplex 600—800 m hrubý, ktorý v spodnej časti obsahuje vrstvy menilitového typu. V hornej časti malcovských vrstiev sme zistili vývoj jaselských lupkov (J. N e m č o k — T. K o r á b — T. Ď u r k o v i č, 1961). Celý komplex stratigraficky odpovedá najvrchnejšiemu eocénu až ? spodnému oligocénu.

b) Dukelsko-užocké vrásky

Menilitové vrstvy dosahujú hrúbku 200—400 m. Sú tvorené pieskovicami a čokoládovohnedými ílovcami. V spodnej časti je vyvinutý rohovecový horizont. V synklinálnom pásme Kalnej Ráztoky B. L e š k o — T. Ď u r k o v i č — B l. Č i č e l (1959) uvádzajú výskyt tufitických ílovcov (bentonitov).

Krosnenské vrstvy. B. Leško — J. Nemček — T. Koráb (1960) odlišujú dva faciálne vývoje krosnenských vrstiev: 1. prevažne pieskovcové polohy, 2. vývoj vápnitých ílovcov. Podľa spomínaných autorov menilitové a krosnenské vrstvy dukelsko-užockých vrás sú vrchnoeocénneho až spodnoeocénneho veku. Podobný faciálny vývoj pozorovať aj v smilnenskom tektonickom okne.

Tektonicky územie východoslovenského flyšu patrí dvom jednotkám: 1. magurskému flyšu a 2. dukelsko-užockým vrásam. V magurskom flyši boli vyčlenené čiastkové podjednotky:

- a) kochanovská (údavská, čerhovská),
- b) bystrická,
- c) račianska.

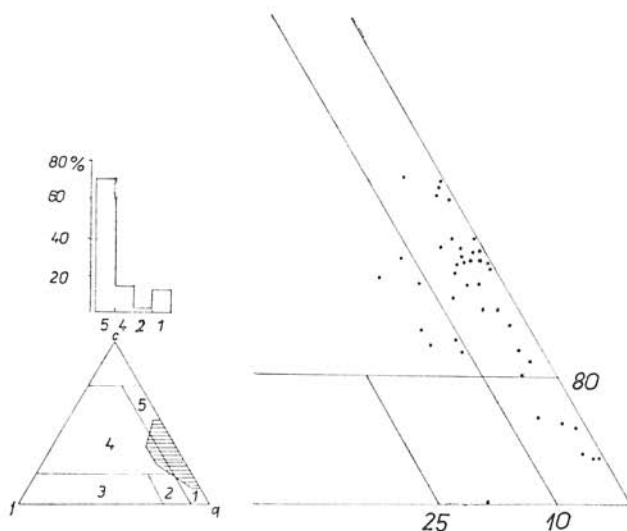
Tieto sú od seba oddelené tektonickými líniami druhého rádu a ako celok nasunuté na dukelsko-užocké vrásky. Oblasť čela magurského nasunutia nie je dostatočne stratigraficky rozčlenená, z čoho vznikajú určité rozdielnosti v názoroch na prechodné členy magurského flyšu a dukelsko-užockých vrás (napr. papínske vrstvy B. Leška, 1958). Lúnia magurského nasunutia má priebeh SZ—JV a vystupovanie smilnenského tektonického okna svedčí o ca 30 km nasunutí smerom k severovýchodu.

II. Petrografické zloženie klastických sedimentov

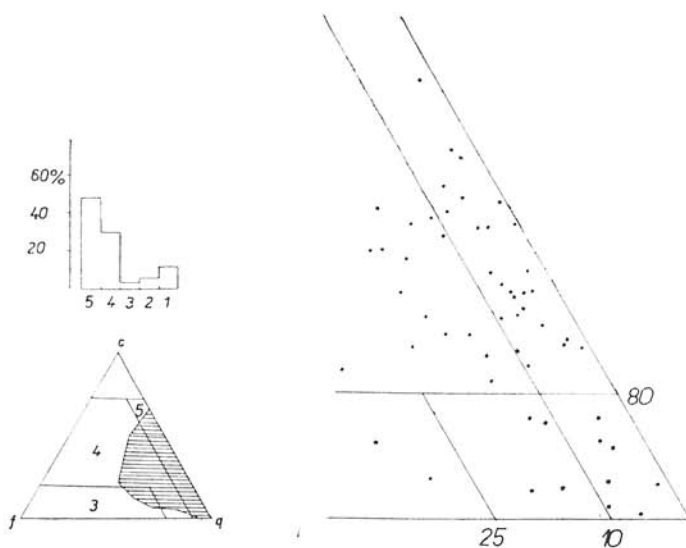
Pri posudzovaní mineralogického zloženia pieskovcov pridriavame sa klasifikačného trojuholníka podľa J. Petráňka (1959). Konečné členy trojuholníka sú: q (kremeň a stabilné úlomky hornín), f (živce a nestabilné úlomky hornín), c (íl). Na obr. 8, 9, 10 sú v klasifikačných trojuholníkoch znázornené kvantitatívne údaje uvedených zložiek, pričom je znázornené aj pole, do ktorého študované horniny zapadajú (malý klasifikačný trojuholník). Histogramom je znázornené kvantitatívne zastúpenie určitých typov hornín pre jednotlivé súvrstvia. Po petrografickej stránke máme zatiaľ ucelenejšie spracované vrchnokriedové súvrstvie, zlínske a malcovské vrstvy. Charakteristika ostatných súvrství je uvedená v prácach T. Ďurkoviča, 1960, 1961 a M. Eliáša, 1961.

Okrem spomenutých mineralogických údajov uvádzame priemerný obsah týchto zložiek: Md (median zrnitosti), S_0 (koeficient vytriedenia podľa P. D. Traska, 1932), kE (koeficient elongácie kremenných zrn podľa J. Bokmana, 1952).

Vrchnokriedové súvrstvie dukelsko-užockých vrás je tvorené trojkomponentnými rytmickými postupnosťami: pieskovec—slieňovec—ílovec. Z klastických členov sú v hlavnej miere zastúpené pieskovce a siltovce, sporadicky sú prítomné jemnozrnné zlepenice (mikrokonglomeráty) s max. veľkosťou zrn do 1 cm. Prevládajúcim typom zvrstvenia pieskovcov a siltovcov je konvo-



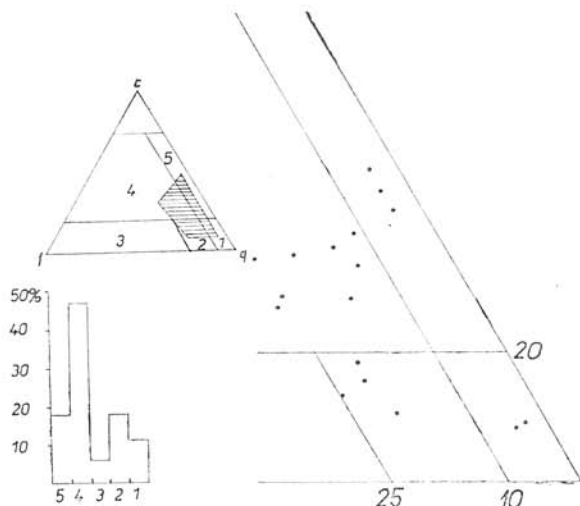
Obr. 8. Klasifikačný diagram pieskovcov podľa J. Petránka (1959) a percento zastúpenia základných typov hornín pre vrchnokriedové súvrstvie. 1. kremenné pieskovce, 2. arkózové pieskovce, 3. arkózy, 4. droby, 5. drobové pieskovce. q — kremeň a stabilné úlomky hornín, f — živce a nestabilné úlomky hornín, c — íl.



Obr. 9. Klasifikačný diagram pieskovcov a percentuálne zastúpenie základných typov hornín pre zlínske vrstvy.

lútna laminácia. Sporadicky sa vyskytuje šikmé zvrstvenie malých rozmerov (2–4 cm). Klasifikácia pieskovcov (obr. 8) ukazuje prevládanie drobových pieskovcov. V podstatne menšej miere sú zastúpené droby, kremenné a arkózové

pieskovce. Kremeň (50–80 %) tvorí hlavnú zložku pieskovcov. Je prevažne angulárny. Zo živcov prevláda ortoklas nad plagioklasom (oligoklas-andezín). Z akcesorických minerálov prevláda granát. Úlomky hornín reprezentujú: fylity, kremence, mikrozrnité vápence a rohovce. Z organických zvyškov sú prítomné koralinné riasy. Priestory medzi zrnami sú vyplnené ílovou alebo ílovo-karbonátovou základnou hmotou. V pieskovcoch spomínaného zloženia sa nájdu polohy zlepcov najčastejšie v podobe šmúh. Maximálna veľkosť zŕn je 1 cm. Ílovitá zložka je v prevahe nad karbonátovým tmelom. Tvar zŕn je angulárny.



Obr. 10. Klasifikačný diagram pieskovcov a percentuálne zastúpenie základných typov hornín pre malcovské vrstvy.

Úlomky hornín (20–30 %) sú tvorené fylitmi, kremencami a mikrozrnitými vápencami. Kremeň tvorí 25–40 % horniny. Akcesoricky je prítomný ortoklas, plagioklas, mikroklín, zirkón, granát.

Zlínske vrstvy magurského flyšu. Výskum orientovaných sedimentárnych textúr sme robili najmä v zlínskych vrstvách račianskej jednotky. Zlínske vrstvy sú tvorené prevažne dvojkomponentným flyšom (pieskovce–ílovce). Pieskovce bývajú v hrubších laviciach homogénne a gradačne zvrstvené. Vo vrchnej časti lavíc pozorovať šikmé zvrstvenie menších rozmerov, resp. sprehybanú lamination. V zložení pieskovcov zo stabilných zložiek dominuje kremeň. Sporadicky sú prítomné rohovce, tvorené mikrokryštalickou základnou hmotou, zloženou prevažne z kremeňa. Zo živcov je prítomný ortoklas a plagioklas. Mikroklín je zriedkavý. Z úlomkov nestabilných hornín dominujú mikrozrnité a kalové vápence s kalpionelami. Hojný je glaukonit, v extrémnych prípadoch nad 10 % (podľa planimetrických analýz). Hlavnú masu pieskovcov tvoria drobové pies-

kovce a droby. Sporadicky sú prítomné arkózy, arkózové pieskovce a kremenné pieskovce (obr. 9).

Malcovské vrstvy magurského flyšu sú tvorené rytmickými postupnosťami pieskovcov a ílovcov. Pieskovce bývajú homogénne, ojedinele pozorovať gradačné a zložené zvrstvenie (composite bedding). Horizontálna laminácia je všeobecná, najmä u jemnozrnnejších klastík. Po petrografickej stránke prevládajú droby nad drobovými pieskovcami. Zo živcov je prítomný plagioklas a ortoklas. Sliedy sú zastúpené muskovitom a biotitom. Z úlomkov hornín prevládajú mikrozrnité vápence nad kremencami, sericiticko-chloritickými bridlicami, rohovcami, bázickými efúzivami (melafýry?). Akcesorické minerály sú zastúpené zirkónom a granátom. Zvyšky organizmov reprezentujú globigeríny. Sporadicky sú prítomné koralinné riasy. Klasifikačný diagram na obr. 10.

Kvantitatívne zastúpenia jednotlivých typov pieskovcov v percentách pre uvedené súvrstvia sú v tab. 1.

Tabuľka 1

Vrstvy	vrchnokriedové	zlinske	malcovské
Drobové pieskovce	70	48	18
Droby	16	30	47
Kremenné pieskovce	12	12	11
Arkózové pieskovce	2	6	18
Arkózy	—	4	6

Z tabuľky vidieť ubúdanie drobových pieskovcov od najstaršieho súvrstvia k mladším. U kremenných pieskovcov nie sú rozdiely v percentuálnom zastúpení v jednotlivých súvrstviach. Smerom k mladším súvrstviám pozorovať pribúdanie drob, arkózových pieskovcov a arkóz.

Štatisticky pre jednotlivé súvrstvia sú vyhodnotené aj priemerné údaje základných štruktúrnych a mineralogických zložiek.

Z tab. 2 vidieť približne rovnaké hodnoty pre jednotlivé štruktúrne prvky

Tabuľka 2

Vrstvy	vrchnokriedové	zlinske	malcovské
<i>Md</i>	0,12 mm	0,14 mm	0,16 mm
<i>S₀</i>	1,64	1,70	1,40
<i>kE</i>	1,70	1,78	1,75
<i>q</i>	62,1 %	59,8 %	55,7 %
<i>f</i>	4,4 %	9,2 %	15,3 %
<i>c</i>	33,5 %	31,0 %	29,0 %

(Md , S_0 , kE). Zložka q — kremeň a stabilné úlomky hornín má tendenciu k znižovaniu smerom k mladším súvrstviam. Zložka f — živce a nestabilné úlomky hornín má opačnú tendenciu, t. j. narastanie smerom k mladším súvrstviam.

1. Zdroj klastického materiálu

Kremenné zrná u prevažnej väčšiny pieskovcov ukazujú nízky stupeň zaoblenia (hodnota 2—3 podľa 5. stupňovej vizuálnej škály F. J. Pettijohna, 1957). Prepočítaný, priemerný elongačný koeficient kremenných zŕn (kE) neklesol ani v jednom súvrství pod hodnotu 1,7, čo podľa J. Bokmana (1952) indikuje zdroj kremenných zŕn z metamorfovaných sérií.

Živce zastúpené ortoklasom, plagioklasom (oligoklas—andezín) a sporadickým mikroklínom indikuje zdroj materiálu najskôr z kyslých intruzív.

Kremeň a živce ukazujú variabilitu v uvedených súvrstviach len v rámci kvantitatívneho zastúpenia. Úlomky hornín ukazujú aj určité kvalitatívne zmeny čo do zastúpenia v jednotlivých súvrstviach. Vo vrchnokriedovom súvrství dukelsko-užockých vrás sú to prevažne úlomky z metamorfovaných sérií, najmä fylity. V zlínskych vrstvách prevládajú úlomky hornín z mezozoických sérií (najmä jurských členov). Prevládajú tu mikrozrnité a kalové vápence s kalpionelami nad rohovcami, kremencami a bázikami, pravdepodobne triasového inciálneho vulkanizmu. V malcovských vrstvách je podobná asociácia úlomkov hornín, pričom percento zastúpenia jednotlivých hornín je obyčajne vyššie.

Môžeme zhrnúť, že hlavné stavebné zložky pre pieskovce (kremeň a živce) uvedených súvrství pochádzajú z metamorfovaných sérií a kyslých intruzív. Proti názoru o pôvode kremeňa a živcov zo starších sedimentov hovorí nízky stupeň opracovania kremenných zŕn a pomerne čerstvo zachované živce.

Zdroj úlomkov hornín, ako sú vápence, rohovce, báziká, treba hľadať v mezozoických sériách, najpravdepodobnejšie v oblasti bradlového pásma a jeho obalu na juh od magurského flyšu.

2. Spôsob sedimentácie klastík

Drobové pieskovce a droby tvoria hlavnú masu pieskovcov vrchnokriedového súvrstvia, zlínskych a malcovských vrstiev. Sú charakterizované nízkym stupňom štruktúrnej a mineralogickej zrelosti v zmysle R. L. Fólka (1951), a to:

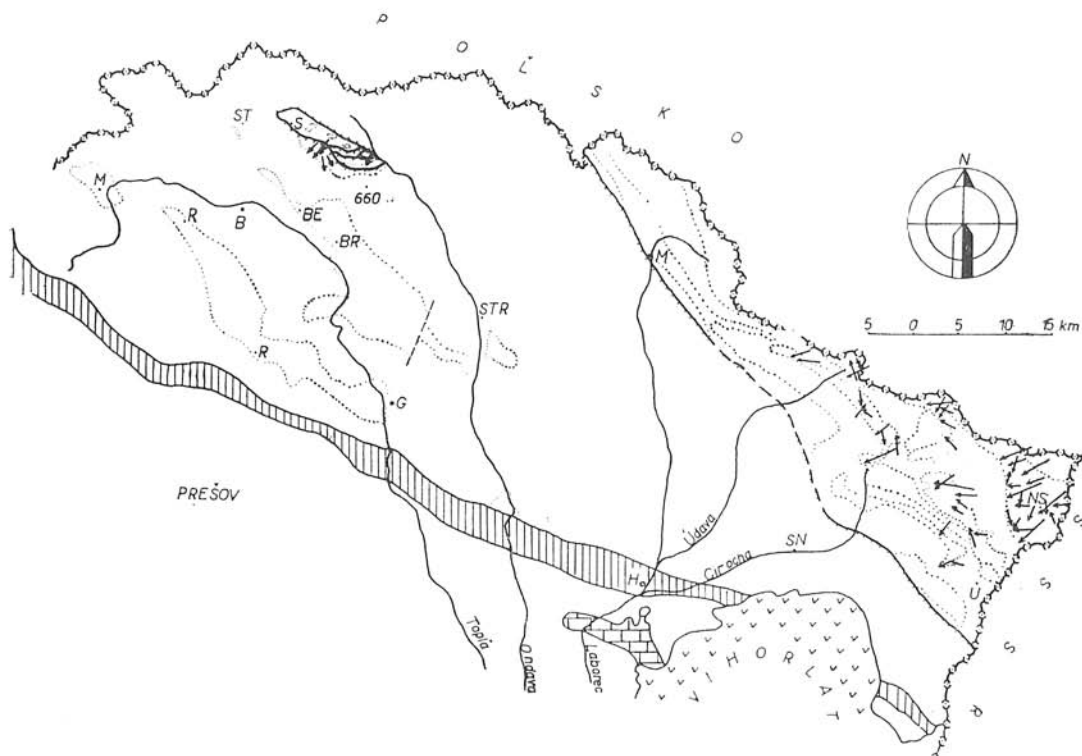
1. Prítomnosťou ílovej základnej hmoty, resp. ílovo-karbonátovej základnej hmoty, ktorá predstavuje rekryštalizovaný pôvodný kal s prímесou CaCO_3 . Chemicky vyzrážaný tmel (najmä vápnitý) je prítomný sporadicky, alebo chýba.
2. Slabým vytriedením klastického materiálu.
3. Nízkym stupňom opracovania klastických častíc.

Tieto vlastnosti sú charakteristické pre sedimenty turbiditných prúdov. Za

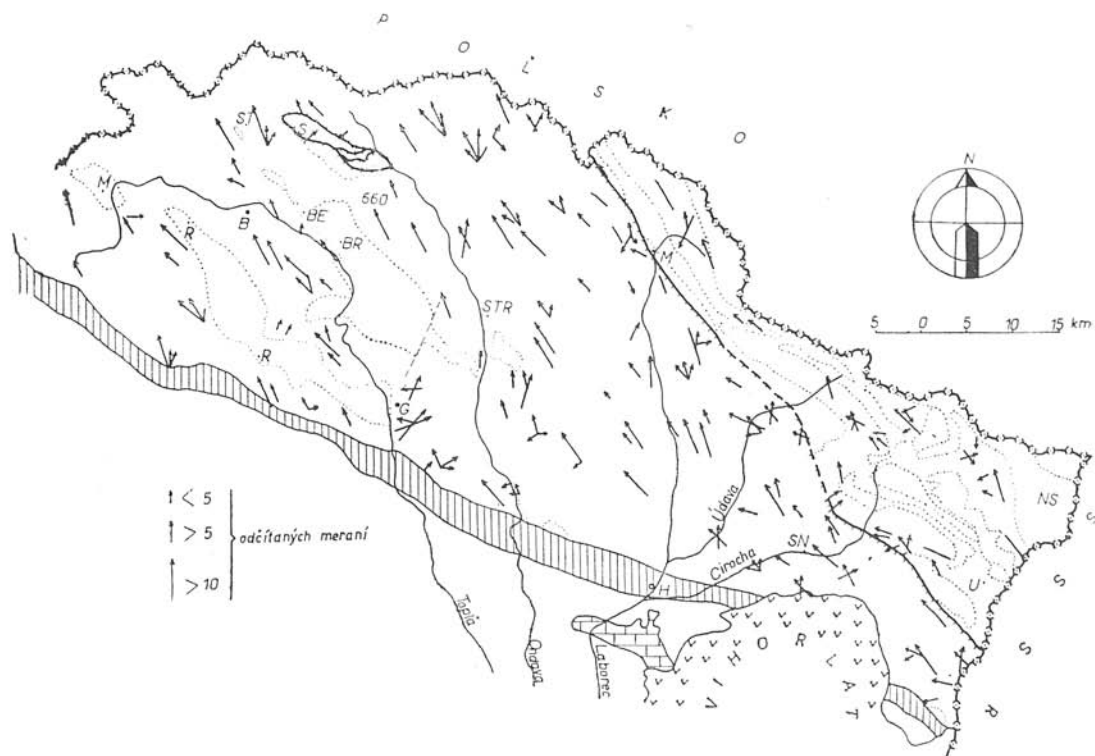
sedimenty turbiditných prúdov považujeme aj arkózové a kremenné pieskovce, ktorých vyšší stupeň štruktúrnej a mineralogickej zrelosti je odrazom čiastočného prepracovania materiálu (najmä triediacou činnosťou prúdov na šelfe) pred redepozíciou do hlbších oblastí.

III. Výskum prúdových smerov

V súčasnej dobe sa vo flyši Karpát robí sedimentologický výskum na základe orientovaných sedimentárnych textúr. Doterajšie výsledky, ktoré podali vo flyšovom pásme a centrálnokarpatskom paleogéne viacerí autori (M. Książkiewicz, 1950, 1952, 1957, 1958; St. Dzulyński — A. Słaczka, 1959; St. Dzulyński — M. Książkiewicz — Ph. H. Kuenen, 1959; L. Koszarski — A. Słaczka — K. Żytka, 1961; M. Książkiewicz — B. Leško, 1959; A. Radomski, 1958; R. Marszałko — A. Radomski, 1960; R. Marszałko, 1961) ukázali nutnosť spracovať



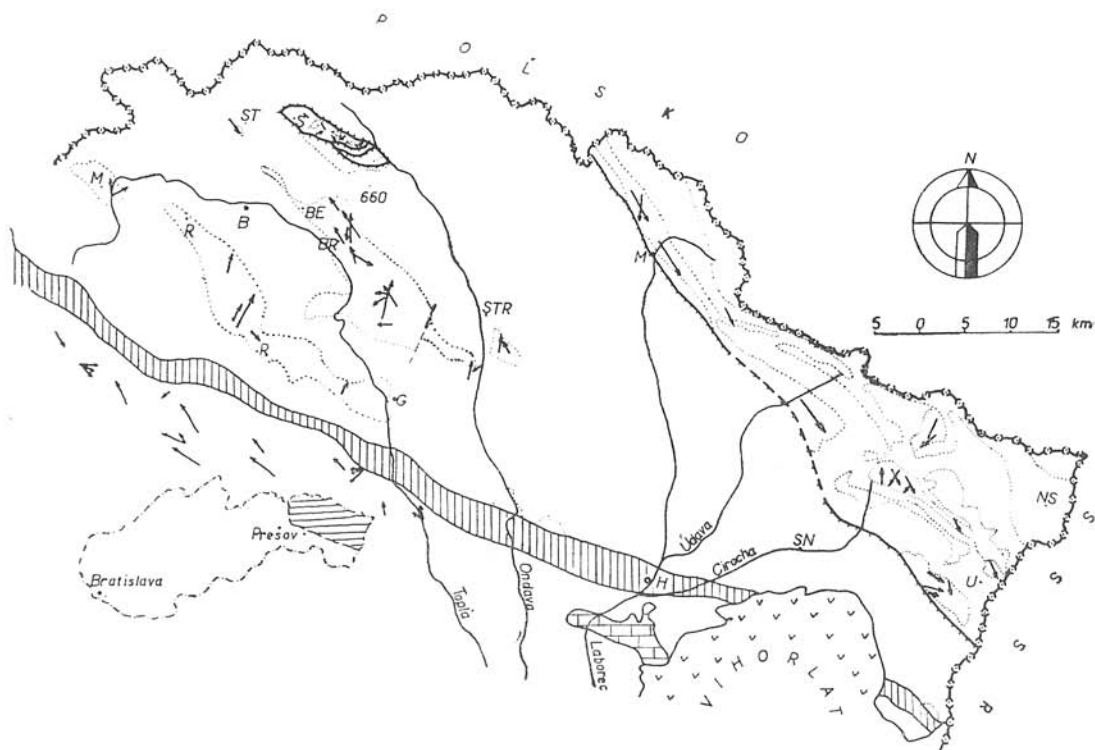
Obr. 11. Smery transportu vo vrchnej kriede dukeľsko-užockých vrás a v smilnenskom tektonickom okne.



Obr. 12. Smery transportu v spodnej časti paleogénu magurského flyšu a dukelsko-užockých vrás. Dĺžka šípok označuje počet odčítaných meraní.

sedimenty vo flyši východného Slovenska, t. j. v území, ktoré doteraz nebolo takýmto spôsobom spracované. Podkladom pre takýto výskum bolo rozpracovanie stratigrafie a tektoniky flyšového pásma na východnom Slovensku, ktoré bolo ujednotené spracovaním máp v mierke 1 : 200 000.

Metóda štúdia orientovaných sedimentárnych textúr bola rozpracovaná viacerými autormi (Ph. H. Kuenen 1953, 1957; F. P. W. H. Kopstein, 1954; E. ten Haaf, 1959; N. B. Vassojevič, 1948; V. A. Grossheim, 1946 a inými). Túto metódu sme použili aj pri našom štúdiu. Pri sedimentologickom výskume na vrstevných plochách sme sledovali najmä prúdové stopy a ryhy (flute casts, drag casts) a šikmé zvrstvenie. Štúdium týchto textúr bolo podmienené litologickým charakterom jednotlivých rytmických postupností, ktoré vcelku ukazujú jemnoklastický charakter. Spôsob merania sedimentárnych textúr sme robili metódou, používanou pri zvrásnených sériách (E. ten Haaf, 1959). Grafické vyhodnotenie výsledkov podávame pre základné stratigrafické členy, a to: 1. vrchnokriedové súvrstvie, 2. spodnú časť paleogénu, 3. vrchnú časť paleogénu, 4. centrálnokarpatský paleogén.



Obr. 13. Smery transportu vo vrchnej časti paleogénu (malcovské a krosenské vrstvy).

Dĺžka šípok v prehľadných mapách (obr. 11, 12, 13) označuje počet odčítaných meraní.

Vzhľadom na to, že študované územie v oblasti dukelsko-úžockých vrás je značne tektonicky postihnuté (sigmoidálny ohyb), boli sme nútení pri interpretácii výsledkov meraní postupovať opatrne. Sedimentologický výskum mal tiež prispieť k závažnému a doteraz diskutovanému problému postavenia tzv. „tektonických okien“ dukelsko-úžockých vrás v magurskom flyši.

1. Vrchnokriedové súvrstvie

Na celej ploche svojho rozšírenia bolo toto súvrstvie pokryté množstvom meraní. Vrchnokriedové súvrstvie tvorí jadrá antiklinál a ramená synklinál, čo umožnilo urobiť merania na veľkej ploche, pretože boli prístupné viaceré miesta zvrásnenej série. Na tomto základe bolo možné urobiť koreláciu prúdových smerov na rozsiahlej ploche.

Na rozlohe asi 60 km dĺžky pri severnom okraji čs.-poľskej štátnej hranice sa

ukázal prevládajúci prúdový systém orientovaný od SV a SVV na JZ a JZZ. Tento systém považujeme za hlavný v tejto časti územia. Hlavný smer je pretínaný prúdovým systémom z JV na SZ (obr. 11). Pieskovcové lavice so smermi od SV na JZ sa vyznačovali gradačným zvrstvením a hojnými mikrokonglomerátmi.

Uvedené údaje sa zhodujú s výsledkami práce L. Koszarského — A. Słaczku — K. Zytka (1961), ktorí študovali cisnianske a lupkovské vrstvy na poľskej strane dukelsko-užockých vrás v Bieszczadach. Naše výskumy spresnili údaje prinesené v práci M. Książkiewicz — B. Leško (1959), ktorí predpokladajú smer transportu v lupkovských a cisnianskych vrstvách z JV na SZ.

2. Spodná časť paleogénu

a) Magurský flyš

Zo študovaných oblastí zaberá najväčšiu plochu v dĺžke ca 110 km. Zo sedimentologického výskumu vyplýva, že hlavný smer postupujúcich prúdov z JV na SZ sa po celej dĺžke bazénu nemenil. Okrem hlavného smeru sa vyskytuje prúdový systém od J na S, v niektorých miestach stočený od JZ na SV (na juh od Kurimky, JZ od Bardejova). Výnimočne sa pozorovalo polárne striedanie smeru zo SV na JZ (Vyšný Komárnik). Pri južnom okraji magurského flyšu dá sa sledovať výskyt konglomerátových telies, ktoré vo väčšine prípadov predstavujú podmorské fosílné zosuvy (napr. lok. Údavské). Tieto telesá sa od určitej línie na sever od bradlového pásma vytrácajú a zanikajú v magurskom flyši. Valúnový materiál sa podrobne nesledoval a bude predmetom ďalších štúdií.

b) Dukelsko-užocké vrásky

V podmenilitovom eocéne nepozorujeme tak jednoznačný priebeh prúdových systémov ako v ekvivalentných súvrstviach v magurskom flyši. Prúdový systém od JV na SZ si aj tu udržiava svoj prevládajúci priebeh. Je križovaný prúdovým systémom od JZ na SV. Zriedkavo možno pozorovať polárnu zmenu smeru od SZ na JV oproti prevládajúcemu systému. Pri sedimentologickom výskume sme pracovali v oblasti sigmoidálneho ohybu dukelsko-užockých vrás, kde stáčanie hlavného prúdového smeru JV—SZ bolo podriadené tektonike uvedenej sigmoidy (obr. 12). Na poľskej strane v stredných hieroglyfových vrstvách uvádzajú L. Koszarski — A. Słaczka — K. Zytka (1961) prúdový systém orientovaný od V na Z, ktorý je najskôr ekvivalentný hlavnému systému z JV na SZ.

3. Vrchná časť paleogénu

a) Krosnenské vrstvy

V krosnenských vrstvách dukelsko-užockých vrás bol zistený hlavný prevládajúci systém prúdenia od SZ na JV, ktorý dopĺňa obraz získaný poľskými sedimentológmi v krosnenských vrstvách (St. D Ź u l y n s k i — A. S ł a c z k a, 1959). Ojedinele sa dá pozorovať polárna zmena smerov od JV na SZ (lok. Dara). Zistilo sa otáčanie prúdového systému so smerom sigmoidálneho ohybu dukelsko-užockých vrás. Možno predpokladať, že prúdový systém sa tektonicky obrátil o 90°.

b) Malcovské vrstvy

Malcovské vrstvy sa študovali v izolovaných synklinálach, vysvetľovaných do určitej doby ako tektonické okná v podloží magurského flyšu (H. Ś w i d z i ŋ s k i, 1934, 1961). Bolo prvoradou úlohou sedimentologického výskumu zistiť priebeh prúdového systému a porovnať ho s litologicky ekvivalentnými vrstvami dukelsko-užockých vrás (krosnenské vrstvy). Výzkum orientovaných sedimentárnych textúr plne podporuje názor o rozdielnom postavení zdrojových oblastí najvrchnejších členov magurského flyšu a dukelsko-užockých vrás. Zistila sa však aj odchýlka medzi prúdovými systémami malcovských vrstiev a podložnými magurskými členmi. V najväčších synklinálach (napr. synklinála Brezovky, J. N e m č o k, 1961) sa zistil prevládajúci prúdový systém od J na S a JJZ na SSV. Zriedkavé sú smery od V na Z a SV na JZ (obr. 13).

Prúdové smery malcovských vrstiev magurského flyšu a krosnenských vrstiev dukelsko-užockých vrás sú úplne rozdielne, o čom svedčia aj prúdové smery namerané v krosnenských vrstvách v smilnenskom tektonickom okne.

Oproti prúdovým smerom udávaným v práci M. K s i a ż k i e w i c z a — B. L e ś k u (1959) zistili sme nápadnú rozdielnosť a postup prúdov z južnej zdrojovej zóny, ktorú predpokladáme čiastočne v oblasti bradlového pásma, ako o tom svedčí aj výskyt podmorského fosílného zosuvu, opísaného na rozhraní medzi zlínskymi a malcovskými vrstvami (T. Ď u r k o v i č — T. K o r á b, 1961).

4. Centrálnokarpatský paleogén

Do sedimentologického štúdia flyšu na východnom Slovensku sme zahrnuli aj časť centrálnokarpatského paleogénu, vystupujúceho na juh od bradlového pásma. Výskum sa sústredil na fáciu okrajových zlepcov, ktorých stratigrafické postavenie sa neponíma jednotne. Podľa F. C h m e l í k a (1958) fácia okrajových zlepcov predstavuje transgresívny vývoj. Posledné výskumy R. M a r s c h a l k a — A. R a d o m s k é h o (1960) ukazujú, že spomínané

zlepence netvoria bazálny transgresívny vývoj, ale sú okrajovou litofáciou lineárne prebiehajúcej znosovej zóny.

Výskum prúdových smerov v konglomerátovej okrajovej fácií preukázal ich priebeh od SV na JZ a na Z, čiastočne krížením prúdového systému od SSZ na JJV (obr. 13). Štúdium vyšších členov centrálnokarpatského paleogénu ukazuje zhodný smer prúdového systému (od JV na SZ) s údajmi, ktoré uvádzajú R. Marschalko — A. Radomski (1960).

Vyššie členy centrálnokarpatského paleogénu v južnej časti územia (sev. od Čiernej Hory) predstavujú spodný oligocén vo vývoji typických okrajových litofácií. Výskumy R. Marschalka (1961) v hruboklastických litofáciách konglomerátového a mikrokonglomerátového a divokého flyšu ukazujú bočný vstup klastík (laterall filling Ph. K. Kuenen, 1958) z J a JJV na S a SZ zo znosovej oblasti gemersko-černohorskej. Uvedený transport prebiehal nezávisle od pozdĺžneho zanášania z JV na SZ. Tento dokázaný, pozoruhodne stály prúdový systém pokračuje ďalej na JV v postupnostiach, oddelených tektonickou líniou torýsskou, ktoré sú pokryté sedimentami a vulkanitmi neogénu.

Záver

Z vykonaného sedimentologického výskumu sa vynára niekoľko závažných problémov, ktoré treba v ďalšom stratigrafickom, petrografickom a sedimentologickom výskume riešiť.

1. Pri štúdiu vrchnokriedového súvrstvia dukelsko-užockých vrás bol preukázaný prednostný prúdový systém od SV. Pretože možno v tomto smere predpokladať oblasť zdroja, treba urobiť ďalšie porovnávacie štúdiá v členoch magurskej kriedy a v ekvivalentných členoch bradlového obalu.

2. Pozdĺžne zaplňovanie klastikami od JV na SZ v magurskom flyši si udržuje stály smer na veľké vzdialenosti. Napriek tomu bolo možné zistiť na viacerých miestach prúdové smery, ktoré postupujú z J na S, miestami až z JJZ na SSV. Hrubé konglomerátové telesá typu podmorských zosuvov vystupujúce na mnohých miestach kochanovskej série ukazujú na bočný vstup klastík z oblasti, ktorá prebiehala na juhu zhodne s bradlovým pásom. Vstup a zaplňovanie klastík v tektonicky málo porušených litofáciách centrálnokarpatského paleogénu (sev. od Čiernej Hory) preštudoval R. Marschalko (1961). Preukázal, že bočné zaplňovanie indikované prítomnosťou konglomerátového a mikrokonglomerátového flyšu sa postupne v priebehu prúdového smeru otáča a prechádza do normálnych flyšových sérií v osi panvy, kde sa čiastočne stáva pozdĺžnym (longitudinal filling Ph. H. Kuenen, 1957). Silné tektonické porušenie okrajových (priútesových) flyšových jednotiek znemožňuje úplné rozriešenie otázky. Podrobný stratigrafický výskum priútesových jednotiek, ako aj petrografický výskum konglomerátových telies a jemnozrnných

klastík môže v budúcnosti prispievať k vyriešeniu otázky, či pozdĺžny prúdový systém nepredstavuje iba bočný vstup, otočený pozdĺžne do osi panvy.

3. Zaplňovanie v smere JV—SZ a J—S v malcovských vrstvách magurského flyšu (vrchný eocén — ? spodný oligocén) je v silnom protiklade s opačným prúdovým systémom (od SZ na JV) prebiehajúcim v litologicky ekvivalentných súvrstviach (krosnenské vrstvy dukelsko-užockých vrás).

4. Primárne a sekundárne textúry, ako aj štruktúrno-mineralogické vlastnosti klastík preukazujú ich vznik činnosťou turbiditných prúdov.

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

- Bokman J., 1952: Clastic quartz particles as indices of provenance. *J. Sed. Petrol.* 23, Menasha. — Dzulynski St. — Radomski A., 1955: Pochodzenie sladow wleczenia na tle teorii pradow zawiesinowych. *Acta Geol. Pol.* IV, Warszawa. — Dzulynski St. — Slačka A., 1959: Sedymetacja i wskazniki kierunkowe transportu w warstwach krosnienskich. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* XXVIII, 3, Krakow. — Dzulynski St. — Książkiewicz M. — Kuenen Ph. H., 1959: Turbidites in flysch of the Polish Carpathian Mountains. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 70, Baltimore. — Ďurkovič T., 1960: Príspevok k petrografii krosnenského a magurského flyšu na východnom Slovensku. *Geol. práce, Zprávy* 17, Bratislava. — Ďurkovič T., 1961: Sedimentary-petrographic investigation of sedimentary structures with orientation in various directions in East-Slovakian Flysch. *Geol. Práce* 60, Bratislava. — Ďurkovič T. — Koráb T., 1961: Podmorský fosílny zosuv južne od Lopuchova (magurský flyš východného Slovenska). *Geol. práce, Zprávy* 23, Bratislava. — Eliáš M., 1961: Přehledná sedimentárně petrografická charakteristika hlavních typů psamitických hornin magurského flyše na listech generální mapy ČSSR. *Zprávy o geol. výzkumu v r. 1960, ČSAV Praha*. — Folk R. L., 1951: Stages of textural maturity in sedimentary rocks. *J. Sed. Petrol.* 21, 3, Menasha. — Grossgeim V. A., 1946: O značení i metodike izučeniya gieroglifov (na materiale kavkazskogo fliša). *Izv. AN SSSR, ser. geol.* No. 2, Moskva. — Haaf E. ten 1959: Graded beds of the Northern Apennines. *Geol. Inst. Meikweg, publ.* Nr. 120, Groningen. — Hanzlíková E., 1961: Mikrobiostratigrafické poměry račanské jednotky magurského flyše na listu gen. mapy Zborov. *Zprávy o geol. výzkumu v r. 1960, ČSAV Praha*. — Hanzlíková E. — Stráník Zd., 1961: Výskyt svrchní křídý ve smilenském okně (vých. Slovensko). *Věst. ÚÚG XXXVI, Praha*. — Chmelík F., 1958: Závěrečná zpráva o geologických výzkumech centrálně-karpatského paleogénu v oblasti Nizkých Tater, Vysokých Tater, Spišské Magury a Levočského pohorí rok. 1955—1957, *Geofond GÚDŠ, Bratislava*. — Kopstein F. P. W. H., 1954: Graded bedding of the Harlech dome. *Geol. Inst. Groningen, publ.* 81. — Kozarski L. — Slačka A. — Žytko K., 1961: Stratygrafia i paleogeografia jednostki dukielskiej w Bieszczadach. *Kwart. Geol.* V, 3, Warszawa. — Książkiewicz M., 1950: Slip bedding in the Carpathian Flysch. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* XIX, Kraków. — Książkiewicz M., 1953: Jednostki strukturalne luku karpackiego. *Reg. Geol. Polski* I, 2, Kraków. — Książkiewicz M., 1954: Uwarstwienie frakcjonalne i laminowane we fliszu Karpackim. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* XXII, 4, Kraków. — Książkiewicz M., 1957: Tectonic and sedimentation in the Northern Carpathians. *Congr. Geol. Inter., XX^a ses., sec. V, Mexico*. — Książkiewicz M., Osuwiska podmorskie we fliszu Karpackim. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* XXVIII, 2, Kraków. — Książkiewicz M. — Leško B., 1959: On the relation between the Krosno and Magura Flysch. *Bull. Ac. Pol. Sci., ser. geol.* VII, 10, Warszawa. — Kuenen Ph. H., 1953: Significant features of graded bedding. *Bull. Amer. Ass.*

Petrol. Geol. 37, Tulsa. — Kuenen Ph. H., 1957a. Sole markings of graded graywacke beds. J. Geol. 65, 3, Chicago. — Kuenen Ph. H., 1957b. Longitudinal filling of oblong sedimentary basins. Verh. Kon. Nederl. Geol. Mijnb. Genoot. Geol. ser. 17. — Kuenen Ph. H., 1958. Problems concerning source and transportation of flysch sediments. Geol. en Mijnb. 20, 10, Nederland. — Leško B., 1958. Flyš medzi Medzilaborcami a Pichným. Geol. práce, Zprávy 14, Bratislava. — Leško B., 1960. Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000 (list Snina). Geofond GÚDŠ, Bratislava. — Leško B. — Ďurovič T. — Čičel Bi., 1959. Stopy paleogénneho vulkanizmu na východnom Slovensku. Geol. práce, Zprávy 16, Bratislava. — Leško B. — Nemček J. — Koráb T., 1950. Flyš Úzkej hornatiny. Geol. práce, Zprávy 19, Bratislava. — Marschalko R. — Samuel O., 1960. Predbežná zpráva o nálezoch oligocénu v paleogéne Centrálnych Karpát. Geol. práce, Zprávy 18, Bratislava. — Marschalko R. — Radomski A., 1960. Preliminary results of investigation of current directions in the flysch basin of the Central Carpathians. Roczn. Pol. Tow. Geol. XXX, 3, Kraków. — Marschalko R., 1961. Sedimentologic investigation of marginal lithofacies in flysch of Central Carpathians (The North of Čierna hora and the East of Branisko). Geol. práce 60, Bratislava. — Matějka A. — Kodym O. st., 1949. Magurské nasunutí na východním Slovensku. Věst. St. Geol. ústavu XVI, Praha. — Matějka A. — Roth Zd., 1950. Poznámka o hlavních tektonických jednotkách magurského flyše. Věst. St. Geol. ústavu XXV, Praha. — Matějka A., 1960. Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Košice, Zborov. Geofond GÚDŠ, Bratislava. — Menčík E. — Pesl V., 1957. Přehledné geologické mapování mezi Ondavou a Laborcem na vých. Slovensku. Geofond GÚDŠ, Bratislava. — Nemček J., 1960. Výskyt vrchnokriedových inoceramov v povodí Uhu na východnom Slovensku. Geol. práce, Zprávy 18, Bratislava. — Nemček J. — Koráb T. — Ďurkovič T., 1961. Výskyt jaselských lupkov v magurskom flyši. Geol. práce, Zprávy 23, Bratislava. — Nemček J., 1961. Vznik a výplň depresii v magurskom flyši na východnom Slovensku. Geol. sbor. XII, 2, SAV Bratislava. — Petránek J., 1959. Klasifikace písčivců. Čas. pro mineral. a geol., č. 3, Praha. — Pettijohn F. J., 1957. Sedimentary rocks. II. ed. N. York. — Radomski A., 1958. Charakteristika sedimentologiczna fliszu podhalanskiego. Acta Geol. Pol. 8, 3, Warszawa. — Samuel O., 1959. Mikrobiostratigrafické vyhodnotenie povrchových vzoriek z centrálno-karpatského paleogénu, dukelsko-užockých vrás a z útesového pásma. Geofond GÚDŠ, Bratislava. — Samuel O., 1961. Mikrobiostratigrafické pomery flyšu medzi Bardejovom a riekou Ondavou. Geofond GÚDŠ, Bratislava. — Stráník Zd. — Roth Zd., 1957. Závěrečná zpráva o geologických výzkumech Čerhovského pohorí a západní, bardejovské části Ondavské vrchoviny. Geofond GÚDŠ, Bratislava. — Świdziński H., 1934. Remarques sur la structure des Karpates flyscheuses. Warszawa. — Świdziński H., 1961. La Série de Richvald dans les Karpates Flyscheuses. Bull. Acad. Pol. Sc., ser. géol. et. geogr. IX, 3, Warszawa. — Świdziński H., 1948. Stratigraphical index of the Northern Flysch Carpathians. Serv. Geol. Pol., Biul. 37, Warszawa. — Trask P. D., 1932. Origin and environment of source sediments of petroleum. Houston. — Váňová M., 1960. Predbežná zpráva o numulitovej faune z lokalit vrt Obid 6, Mikulášovce, Tokárňa, Abrahámovce. Archív GÚDŠ, Bratislava. — Vassojevič N. B., 1948. Fliš i metodika jeho izučenija. Leningrad. — Nemček J. — Koráb T., 1962. Nové poznatky v geológii smilnenského tektonického okna a priľahlej magurskej oblasti. Geol. Sbor. SAV (in press).

Recenzoval B. Leško.

GENERAL INVESTIGATION OF ORIENTED SEDIMENTARY
STRUCTURES IN EAST-SLOVAKIAN FLYSCH

(Texfig. 8—13)

The East-Slovakian Flysch is formed by two basic tectonic units: a) the Magura Flysch, b) the Dukla-Užok folds. Stratigraphic diapason of the Magura Flysch and Dukla-Užok folds moves within the Upper Cretaceous and the Lower Oligocene. The Magura Flysch is represented by the following basic constituents: Beloveža beds, Zlín beds and Malcov beds, while Upper Cretaceous, Submenilitic Eocene, Menilitic beds and Krosno beds represent the Dukla-Užok folds.

Approximately 30 km to NE, Flysch sediments of the Magura zone have been tectonically overthrust upon the Dukla-Užok folds. The overthrust is proved by the Smilno tectonic window with constituents of the Dukla-Užok folds getting out from below the Magura Flysch.

Flysch sediments of both basic units are characterized by finegrained development of clastic (subgraywackes, graywackes) cf. fig. 8, 9, 10. By means of petrographic study of clastics, gradual increase of graywackes, arkosic sandstones and arkoses from older beds to the younger ones has been stated as well as decrease of subgraywacke content.

Sedimentologic investigation has been carried on in three basic stratigraphic constituents of the East-Slovakian Flysch.

Upper Cretaceous

There were two predominant current systems in the eldest beds of the Dukla-Užok folds. The first of them ran from NE to SW. It was characterized by occasional transport of coarse clastics of the conglomerate type. Extent of the current system effect might have been followed in the underlier of the Magura overthrust in the Upper Cretaceous of the Smilno tectonic window. The second important current system evoked transport of clastics from SE to NW predominating in the Polish part of the Dukla-Užok folds (L. Koszarski — A. Słaczka — K. Żytko, 1961).

Lower part of Paleogene

In the Magura Flysch considerably stable current system predominates in direction from SE to NW coincident with structural course of the Klippen zone. According to Ph. H. Kuenen (1957b) it represents longitudinal filling. However, in the course of the Magura Flysch, directions from SW to NE and from S to N have been observed here and there. Therefore the authors have been led to the opinion that in the Magura Flysch the longitudinal direction system may represent the original lateral filling longitudinally turned into the axis of basin. Lateral filling of clastics into the basin directly from the source area has been indicated by development of typical marginal lithofacies in which the turning of the current direction has been observed. Transition into normal Flysch series along the axis of the basin have been stated in a zone 10—15 km from the cordillera in Paleogene of Central Carpathians (R. Marschalko, 1961). Therefore it is probable, that intensive tectonic processes in the Magura Flysch affected the zone of southern marginal lithofacies, and this is why nowadays only the so-called longitudinal filling (fig. 12) has been found. In an equivalent lithofacies of the submenilitic Eocene of the Dukla-Užok folds striking agreement of longitudinal filling from SE to NW has been observed, too, therefore we suppose the existence of one sedimentation area in the lower part of the Paleogene.

* Prom. geol. T. Koráb, prom. geol. J. Nemčok, prom. geol. T. Đurkovič, inž. Marschalko, Geological Institute Dionýz Stúr, Mlynská dolina 1, Bratislava.

Upper part of Paleogene

Advancement of currents in the Malcov beds of the Magura Flysch [Upper Eocene — (?) Lower Oligocene] from SE to NW and especially from S to N is in a contradiction to the opposite current system from NW to SE running in lithologically equivalent Krosno beds of the Dukla-Užok folds and in the Krosno beds of the Smilno tectonic window. Different positions of source areas caused striking differences in current directions.

Supposition, that the Malcov beds of the Magura Flysch originated by means of gradual transport from the source area situated in the South in a place where the Klippen zone was running, has been justified by fossil submarine slides on the border-line of the Zlín beds and Malcov beds, described by T. Ďurkovič — T. Koráb (1961).

Central-Carpathian Paleogene

Sedimentologic investigation has been concentrated upon the facies of marginal conglomerates (Šambron beds) considered as basal transgressive constituent by F. Chmelík (1958). R. Marschalko — A. Radomski (1960) point out that conglomerates do not form any transgressive basal constituent but a marginal facies of the source area with linear course, placed — according to the author's supposition — where the Klippen zone had run. Investigation of current directions in marginal facies has shown the main course from NE to SW and W, with partial crossing of current systems from NNW to SSE (fig. 13).

Sedimentologic investigation has shown that turbidity currents were the main transport agent which caused transport in the basin, in a course of long time period. It has been testified by the following basic factors: 1. low degree of textural and mineralogical maturity of clastics (in R. L. Folk's sense, 1951), 2. high content of clay matrix in the clastics, 3. predominating one-direction current system from the supposed source areas.

Explanation of the textfig. 8—13

Fig. 8. Classification diagram of sandstones (according to J. Petránek, 1959) and % representation of basic types of rocks for Upper Cretaceous beds; 1. quartzous sandstones, 2. arkosic sandstones, 3. arkoses, 4. graywackes, *q* — quartz and stable fragments of rocks, *f* — feldspars and unstable rock fragments, *c* — clay.

Fig. 9. Classification diagram of sandstones and % representation of basic types of rocks for the Zlín beds.

Fig. 10. Classification diagram of sandstones and % representation of basic types of rocks for the Malcov beds.

Fig. 11. Transport directions in the Upper Cretaceous of the Dukla-Užok folds and of the Smilno tectonic window.

Fig. 12. Transport directions in the lower part of the Paleogene in the Magura Flysch and in the Dukla-Užok folds. Length of the arrow indicates number of substracted measurements.

Fig. 13. Transport directions in the upper part of Paleogene (Malcov beds and Krosno beds).
Translated by E. Jassingerová.