

# Polyfázová deformácia obalovej sekvencie a granitoidov zoborskej časti Tribeča

Rudolf Lénárt & Jozef Hók

Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; lenart@fns.uniba.sk, hok@fns.uniba.sk

## AGEOS Polyphase deformation of the cover sequence and granitic rocks of the Zobor part of the Tribeč Mts.

**Abstract:** The Tribeč Mts. is a significant morphostructure of crystalline basement protruding from beneath Mesozoic and Neogene sediments. With respect to geological composition is divided into two parts. The Rázdiel part is situated on northeast side and comprises the Tatricum, Veporicum, and Hronicum tectonic units. The Tatricum and Fatricum units are presented in the Zobor part which is located on southwest. Kinematics and tectonic evolution of the Tatricum tectonic unit were the objects of study in the Zobor part of the Tribeč Mts. The Tatricum unit contains cover sedimentary sequence in stratigraphic range from the Early Triassic to Early Cretaceous. The crystalline basement comprises granitic rocks affected by mylonitization. Four main tectonic events took place since the Cretaceous to the Neogene. The first phase of ductile deformation (Late Cretaceous) is characterized by mylonitization of granitic rocks, folding and thrusting of the cover sequence with the sense of movement top to the NW. During the second phase (Cretaceous/Palaeogene) steep mylonitic/shear zones within the granitic rocks were generated in a sinistral transpression with semi-ductile to ductile conditions. The third phase (Palaeogene) is characterized by tectonic unroofing which was realized on normal listric faults in semi-brittle conditions. In the final phase of the deformation evolution (Neogene) were generated normal faults separating the Tribeč horst structure against to Neogene depressions.

**Key words:** Western Carpathians, Tribeč Mts., thrusting, transpression, tectonic unroofing, ductile deformation, brittle deformation

### 1. ÚVOD

Tribeč je jedným z najtypickejších jadrových pohorí Západných Karpát. Vytvára výraznú zlomovo obmedzenú morfoštruktúru vystupujúcu spod sedimentov neogénu na rozhraní rišňovskej a komjatickej priehlbiny. V zmysle regionálne geologického členenia je pohorie Tribeč rozdelené na zoborskú a rázdielsku časť (Vass et al., 1988).

V oblasti rázdielskej časti (Obr. 1) bol v minulosti realizovaný štruktúrny výskum zahŕňajúci aj kinematickú analýzu horninových komplexov tektonických jednotiek tatrika, veporika a hronika, ktoré sa podieľajú na jeho stavbe (Hók et al., 1994, 1998). Výskum odhalil, pre internidy Západných Karpát, netypický zmysel presunu horninových komplexov tatrika a veporika, ktorý sa realizoval v duktilných podmienkach z vjv. smerom na zsz. Zmysel presunutia vulkanosedimentárnych sekvencií mladšieho paleozoika ipolitickej skupiny a sedimentov mezozoika hronika sa uskutočnil v analogických podmienkach deformácie z juhozápadu smerom na severovýchod. V oblasti zoborskej časti výskum podobného charakteru nebol doposiaľ uskutočnený. Doterajšie výskumy boli zamerané predovšetkým na krehkú deformáciu spojenú s extenziou juhovýchodného okraja zoborskej časti (Hók & Ivanička, 1996), neotektonicky generované puklinové systémy (Hók et al., 2007) a kinematickú analýzu duktilných strižných zón manifestovaných v podobe výraznej mylonitizácie granitoidov (Král et al., 2002; Lénárt & Hók, 2010). Z tohto

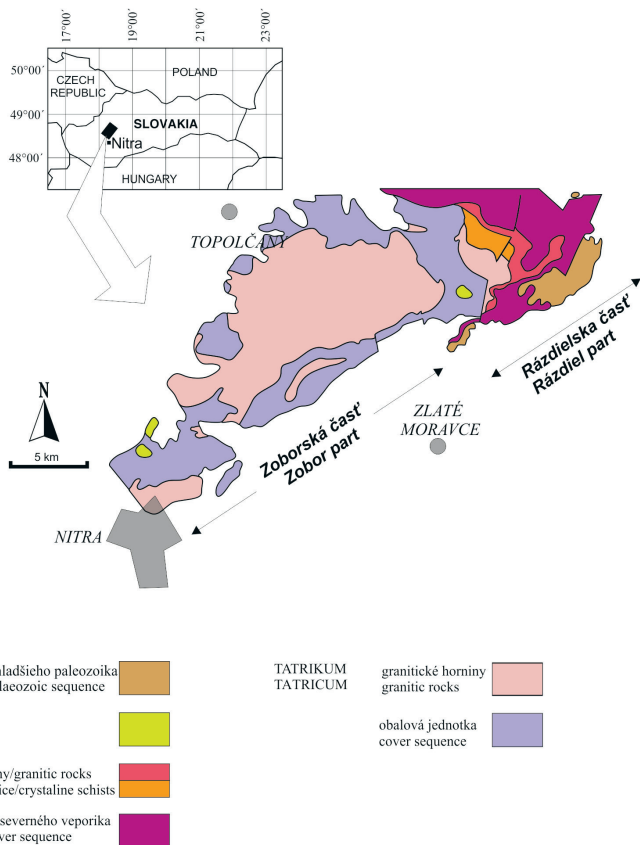
dôvodu bol výskum zameraný hlavne na vzájomnú interakciu duktilných, ale aj krehkých deformácií sedimentov mezozoika a hornín kryštalínika v rámci tektonickej jednotky tatrika. Cieľom výskumu bolo zistiť kinematický charakter deformačných štruktúr, časovú následnosť deformácie a geotektonický režim, v ktorom štruktúry vznikali.

### 2. GEOLOGICKÁ STAVBA ZOBORSKEJ ČASTI TRIBEČA

Základná koncepcia geologickej stavby Tribeča bola vyjadrená na geologických mapách v mierke 1:50 000 (Biely et al., 1974; Ivanička et al., 1998<sup>a</sup>). Na geologickej stavbe zoborskej časti Tribeča sa podieľajú tektonické jednotky tatrika a fatrika.

Tatrikum je zastúpené viacerými petrografickými variétami granitoidných hornín (Krist, 1959, 1960, 1971; Krist et al., 1992; Broska et al., 1990; Broska & Petřík, 1993; Petřík et al., 1994; Ivanička et al., 1998<sup>b</sup>; Madarás et al., 2004), pričom ich značná časť je postihnutá mylonitizáciou (cf. Ivanička et al., 1998<sup>a</sup>). Strižnými deformáciami granitoidných hornín a vekom ich deformácie sa v rámci zoborskej časti zaoberali Král et al. (2002), Kohút & Sherlock, (2008) a Lénárt & Hók (2010).

Sedimenty mezozoika obalovej jednotky tatrika sú temer symetricky lokalizované na obvode zoborskej časti Tribeča. Táto skutočnosť podčiarkuje výraznú domátickú morfoštruktúru zoborskej



Obr. 1. Lokalizácia a geologická schéma pohoria Tribeč.

Fig. 1. Location and geological sketch of Tribeč Mts.

časti zvyraznenú absenciou mylonitov v centrálnej, morfológicky najvyššej časti pohoria (Obr. 7). Stratigrafický rozsah sedimentov obalovej jednotky je spodný trias až spodná krieda (Ivanička et al., 1998<sup>a,b</sup>), pričom plošne sú najvýraznejšie zastúpené sedimenty lúžňanského súvrstvia. Vyššie stratigrafické členy obalovej jednotky sú prítomné pri juhozápadnom a severnom resp. severozápadnom okraji. Ich výskyt poukazuje na miernu asymetriu morfoštruktúry Tribeča s väčším sklonom severozápadného okraja pohoria (Hók et al., 1999<sup>a</sup>). Horninové komplexy obalovej jednotky sú typické plytkovodným faciálnym vývojom sedimentov jury, ktoré sú zastúpené hlavne piesčittými krinoidovými vápencami s rohovcami. Typickým znakom obalovej jednotky je metamorfny postih jej litostratigrafických členov (Biely in Kuthan et al., 1963). Na juhozápadnom okraji zoborskej časti sa v rámci tatrika vyskytujú tektonické šupiny, na stavbe ktorých sa podieľajú aj granitoidné horniny (Ivanička et al., 1998<sup>a,b</sup>).

Sedimenty fatrika sú prítomné len v dvoch výskytoch pri juhozápadnom okraji zoborskej časti. Stratigrafický rozsah sa obmedzuje na spodný až stredný trias. Pozícia výskytu sedimentov zaradených do fatrika nevyklučuje alternatívnu tektonickú príslušnosť k tatriku.

### 3. METODIKA VÝSKUMU

Terénny výskum bol sústredený na zber a priestorovú orientáciu základných štruktúrnych prvkov. Spomedzi štruktúrnych prvkov boli merané a analyzované mylonitová foliácia a lineácia

naťahovania v horninách kryštalínika, vrstvitosť, plochy kliváže, osi vrás a zlomy v horninách mezozoika obalovej sekvencie. Kinematický charakter presunu horninových blokov bol určovaný priamo na odkryvoch pomocou kinematických indikátorov.

Medzi podstatné štruktúry patrila mylonitová foliácia vyvinutá v zónach zvýšeného strižného namáhania (krehko-plastické a plastické strižné zóny) produkovaného jednoduchým strihom. Deformácia je typická tektonickou redukciou minerálnych komponentov horniny často až vývojom veľmi jemnozrnných hornín (ultramylonity až pseudotachylity). Najrozšírenejším typom tektonickej foliácie je kliváž (Ramsay & Huber, 1983). Klivážové plochy vznikajú kolmo na najväčšie skrútenie a predstavujú rovinu XY deformačného elipsoidu.

Lineárne kinematické indikátory reprezentujú tzv. lineáciu natiahnutia (stretching lineation). Medzi základné sledované lineárne kinematické indikátory patrili porfyroklastické systémy (Paschier & Simpson, 1986). V danom prípade jednoduchý strih spôsobuje nerovnako intenzívny tok materiálu v hornine a otáčanie rigidnejších častí okolo svojej osi. Výsledná štruktúra má zaznamenanú deformačnú dráhu v podobe viac alebo menej rotovaných tlakových tieňov okolo rigidného stredu. Na základe tvaru tlakových tieňov je možné vyčleniť dva základné typy porfyroklastických systémov (Paschier & Simpson, 1986) – typ sigma a typ delta. Určenie zmyslu pohybu je závislé na pozícii tieňov voči stredovej línii a uhlu, ktorý zvierajú porfyroklast s tlakovým tieňom. Ďalším sledovaným kinematickým indikátorom sú premiestnené a rozlamané zrná, ktoré sa vyskytujú v horninách s reologickým kontrastom medzi matrix a porfyrickými objektami

(napr. porfyrické granity). Môžu vznikáť súhlasne so strihom (syntetické), alebo ako nesúhlasne orientovaný sklz (antitetické).

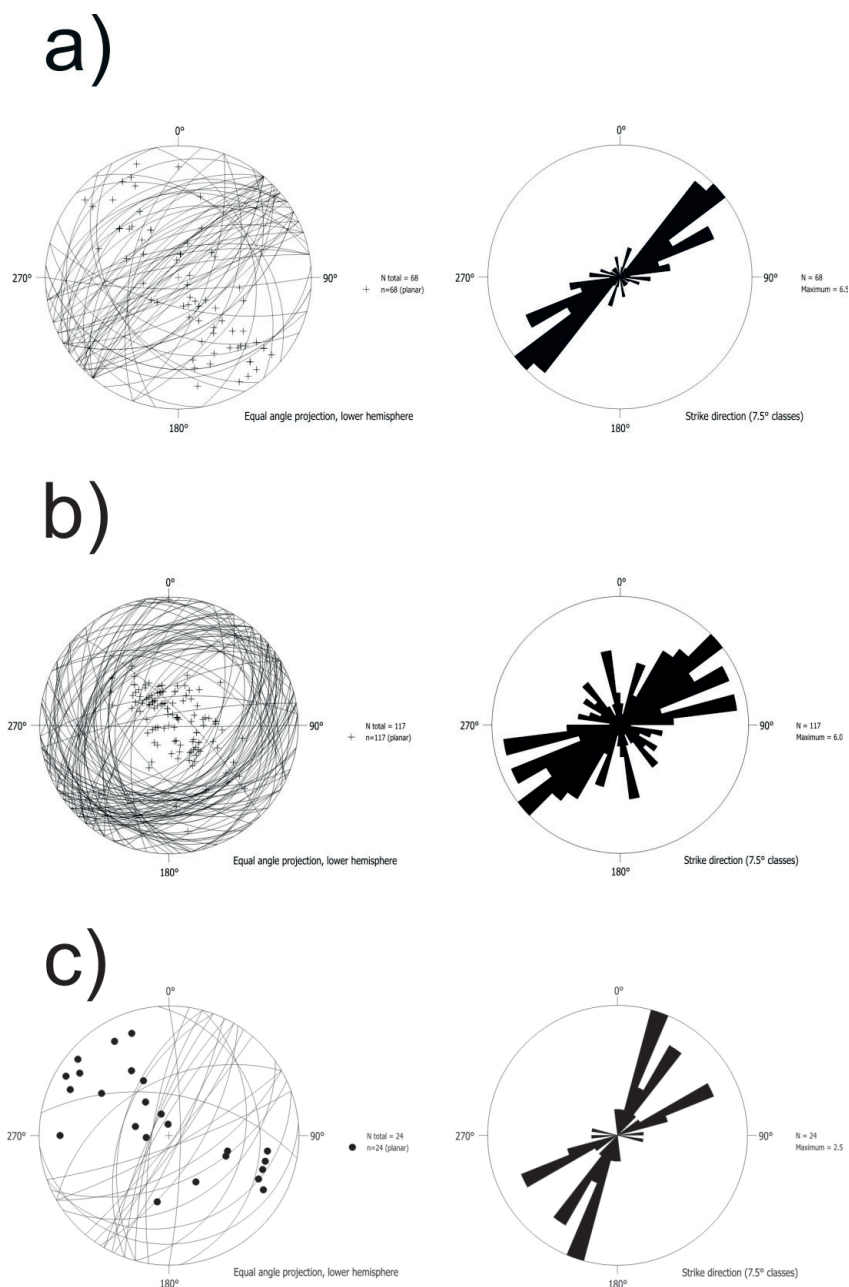
Medzi základné štruktúrne prvky v sedimentoch mezozoika patrila vrstvosť. Získané údaje boli porovnávané s plochami mylonitovej foliácie. Spoločne s vrstvosťou boli sledované resp. konštruované vrásové deformácie. V danom prípade sa registrácia štruktúrnych prvkov orientovala na ramená vrás, osovú rovinu vrás a osi vrás.

Zlomy sú nespojité plošné štruktúry pozdĺž ktorých nastal markantný pohyb. Pre všetky zlomy od mikroskopických mierok až po kontinentálne zlomy (Tchalenko, 1970) je charakteristické, že sa generujú v zákonitej postupnosti a v združení so sprievodnými štruktúrami. Uholové vzťahy sprievodných štruktúr a hlavnej zóny premiestnenia (Sanderson & Marchini, 1984; Tikoff & Teyssier, 1994) sú podmienené tektonickým režimom

(transparentný/transtenzný). Z orientácie hlavných štruktúr a zákonite vyvinutých sprievodných štruktúr je možné spoľahlivo určiť zmysel posunu na zlomovej ploche (Petit, 1987).

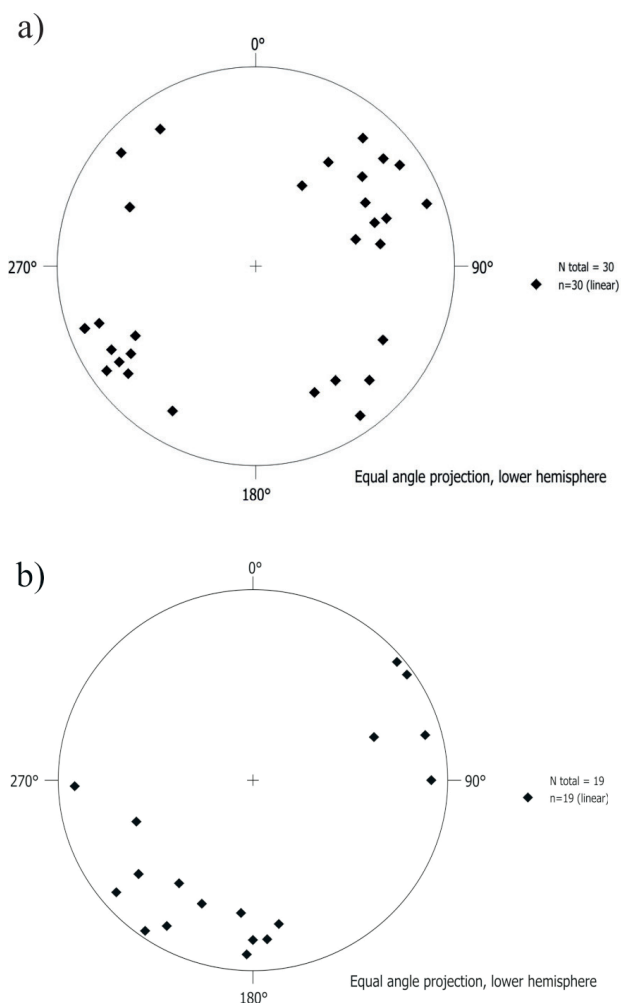
#### 4. ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

V rámci kryštalinika tatrika, ktoré je tvorené viacerými petrografickými varietami granodioritov a granitov (Ivanička et al., 1998<sup>b</sup>), boli predmetom štruktúrneho výskumu mylonity. Za mylonit, v predloženej štúdiu považujeme jednoduchým strihom plasticky deformovanú granitoidnú horninu, ktorá sa vyznačuje výraznou foliáciou a usmernením minerálnych komponentov (Sibson, 1977; Hók, 2006). Štruktúrny výskum v rámci deformácie postihnutých granitoidných hornín bol zameraný na zber



Obr. 2. a) diagramy orientácie mylonitovej foliácie v zoborskej časti Tribeča; b) plochy vrstvosťosti v sedimentoch mezozoika obalovej sekvencie zoborskej časti Tribeča; c) plochy kliváže v sedimentoch mezozoika obalovej sekvencie zoborskej časti Tribeča.

Fig. 2. a) orientation of mylonitic foliation in the Zobor part of Tribeč Mts.; b) bedding planes in sedimentary rocks of the Mesozoic sequence in the Zobor part of Tribeč Mts.; c) cleavage planes in sedimentary rocks of the Mesozoic sequence in the Zobor part of Tribeč Mts.



Obr. 3. a) diagram lineácií natiahnutia v mylonitovaných granitoidných horninách zoborskej časti Tribeča; b) osi vrás v sedimentoch mezozoika obalovej sekvencie zoborskej časti Tribeča.

Fig. 3. a) diagram of stretching lineations in mylonitized granitic rocks in the Zobor part of Tribeč Mts.; b) fold axis in sedimentary rocks of the Mesozoic sequence in the Zobor part of Tribeč Mts.

a priestorové charakteristiky mylonitovej foliácie a kinematickú analýzu resp. zmysel presunu deformovaných granitoidov. Na základe získaných výsledkov štruktúrneho výskumu je možné konštatovať, že foliácia mylonitov je prednostne orientovaná v smere SV–Z so sklonom na SZ aj JV. Plochy foliácie majú prevažne subvertikálny sklon a stredné až nízke sklony foliácie sa vyskytujú zriedkavo (Obr. 2a).

Lineácie natiahnutia (stretching lineation) boli merané na plochách mylonitovej foliácie. Na obr. 3a sú zobrazené iba lineácie natiahnutia (Lm), na ktorých bolo možné určiť kinematický charakter resp. zmysel presunu. Smerovo sú zastúpené dve skupiny Lm. Početnejšia má smer SV–JZ a takmer bez výnimky je situovaná na subvertikálnych plochách foliácie. Táto skupina vykazuje sinistrálny posun pozdĺž mylonitových plôch. Druhá menej početná skupina Lm bola získaná na mierne uklonených plochách a vykazuje zmysel presunu generálne z juhovýchodu na severozápad.

V rámci sedimentov mezozoika obalovej sekvencie tatrika bola pozornosť sústredená na získanie orientácie primárnych štruktúr vrstvitosti, vrásových osí, vrásových rovín a orientáciu plôch kliváže (Obr. 2b).

Z usmernenia plôch vrstvitosti sedimentov mezozoika zoborskej časti Tribeča je zrejme, že sú smerovo konformné so smerom mylonitovej foliácie (Obr. 2b, 3a). Plochy vrstvitosti majú prevažne stredné sklony s upadáním na SZ aj JV.

Vrásové osi spoločne s plochami kliváže (Obr. 2c, 3b) sa vyskytovali predovšetkým v sedimentoch lúžňanského súvrstvia a v piesčitých krinoidových vápencoch s rohovcami spodnej jury.

Vrásové osi sú usporiadané v smere SV–JZ s fluktuáciou do smeru S–J a upadajú generálne smerom na JZ resp. na juh. Plochy kliváže majú generálny smer SV–JZ s miernym až subvertikálnym upadáním na JV. Plochy kliváže predstavujú kliváž osovej roviny vrás a spoločne s plochami osovej roviny vrás poukazujú na presun sedimentov obalovej sekvencie generálne z juhovýchodu na severozápad až západ.

Strmo sklonené plochy kliváže boli tektonicky reaktivované ako smerne posuvné plochy v sinistrálnom transpresnom režime (Obr. 4a) V danom prípade sú kinematicky aj smerovo konformné so subvertikálnou mylonitovou foliáciou granitoidov. V sedimentoch lúžňanského súvrstvia bola registrovaná aj krenulačná kliváž (Obr. 4b) a strižné pásy (shear bands) deformujúce subvertikálne plochy strižne reaktivovanej kliváže, ktoré dokladujú pretrvávajúci strižne posuvný režim v režime transpresie.

Z ostatných plasticky/duktilne pretvorených geologických objektov boli ako kinematický indikátor využité strižne deformované rohovce v sedimentoch lučivnianskeho súvrstvia obalovej sekvencie pri jz. okraji zoborskej časti Tribeča (Obr. 4c).

Spomenutý kinematický indikátor vykazuje tektonické premiestnenie sedimentov v rámci lučivnianskeho súvrstvia generálne zo smeru VJV smerom na ZSZ. Ako spoľahlivý kinematický indikátor bolo možné využiť strižne pretvorené plochy vrstvitosti v sedimentoch lúžňanského súvrstvia (Obr. 4d).

Minerálne lineácie spoločne s foliačnými plochami vykazujú smerovo temer totožné charakteristiky ako je tomu v predchádzajúcom prípade (Obr. 5).

Zlomy v skúmanom území boli registrované v kameňolome východne od obce Krnča (sz. okraj zoborskej časti) a v kameňolome pri obci Žirany (jv. okraj zoborskej časti). Pozorované zlomy majú poklesový a listrický charakter (Obr. 4e) so smerom sklonu na juhovýchod. V kameňolome Krnča separujú granitoidy a sedimenty lúžňanského súvrstvia tatrika.

V kameňolome Žirany sú vyvinuté v gutensteinských vápencoch tatrika. Vrstvitosť sedimentov lúžňanského súvrstvia a gutensteinských vápencov tiltuje na zlomovej ploche proti jej sklonu. Na spomenutých zlomoch je nepochybne separovaná aj štruktúra mezozoika (sedimenty spodnej a strednej jury tatrika) pri obci Koliňany. Plochy vrstvitosti sú sklonené smerom na SZ a vrstvitosť je tiltovaná na zlome, ktorý oddeluje celú štruktúru od okraja pohoria. Zlomy boli generované neskôr ako mylonity, vrásové a presunové štruktúry v mezozoiku.

Mladšia generácia zlomov má smer SV–JZ so sklonom na SZ resp. JV (Obr. 6a). Separuje hrast zoborskej časti Tribeča od neogénnej výplne rišňovskej depresie na severozápade a komjaticej depresie na juhovýchode. Okrem spomenutých zlomov



boli pozorované a analyzované krehké štruktúry tektonických zrkadiel situované na plochách vrstvitosti sedimentov lúžňanského súvrstvia. Tektonické zrkadlá majú extenzný (poklesy) charakter a sú vyvinuté len na juhovýchodnom okraji zoborskej časti (cf. Hók & Ivanička, 1996). Pukliny boli v minulosti objektom samostatného štúdia (Hók et al., 2007).

## 5. INTERPRETÁCIA ZÍSKANÝCH VÝSLEDKOV

Na základe analýzy získaných štruktúrnych údajov je možné alpínske tektonické procesy, ktoré postihli tektonickú jednotku tatrika v zoborskej časti Tribeča rozdeliť do niekoľkých, po sebe nasledujúcich deformačných fáz.

Za najstaršiu deformačnú fázu považujeme tvorbu vrás v sedimentoch obalovej sekvencie a mylonitizáciu granitov. Minerálne lineácie natiahnutia v mylonitizovaných granitoidech spoločne s vergenciou vrásových rovín a orientáciou vrásových osí indikujú presun horninových komplexov tatrika generálne z východu až juhovýchodu smerom na západ až severozápad

(Obr. 5). Spomenutý trend presúvania potvrdzujú aj analyzované kinematické indikátory zo sedimentov mezozoika (Obr. 4c, d). Predpokladáme, že presuny súvisia s presunom horninových komplexov veporika (jednotka Veľkého Poľa sensu Ivanička et al., 1998<sup>a</sup>), ktorý sa v rázdielskej časti odohral vo vrchnej kriede (Putiš et al., 2009). Prítomnosť sedimentov a hornín kryštalinika veporika v podobe jednotky Veľkého Poľa ako ekvivalentu jednotky Veľkého Boku predpokladáme v tektonickom nadloží tatrika aj v zoborskej časti.

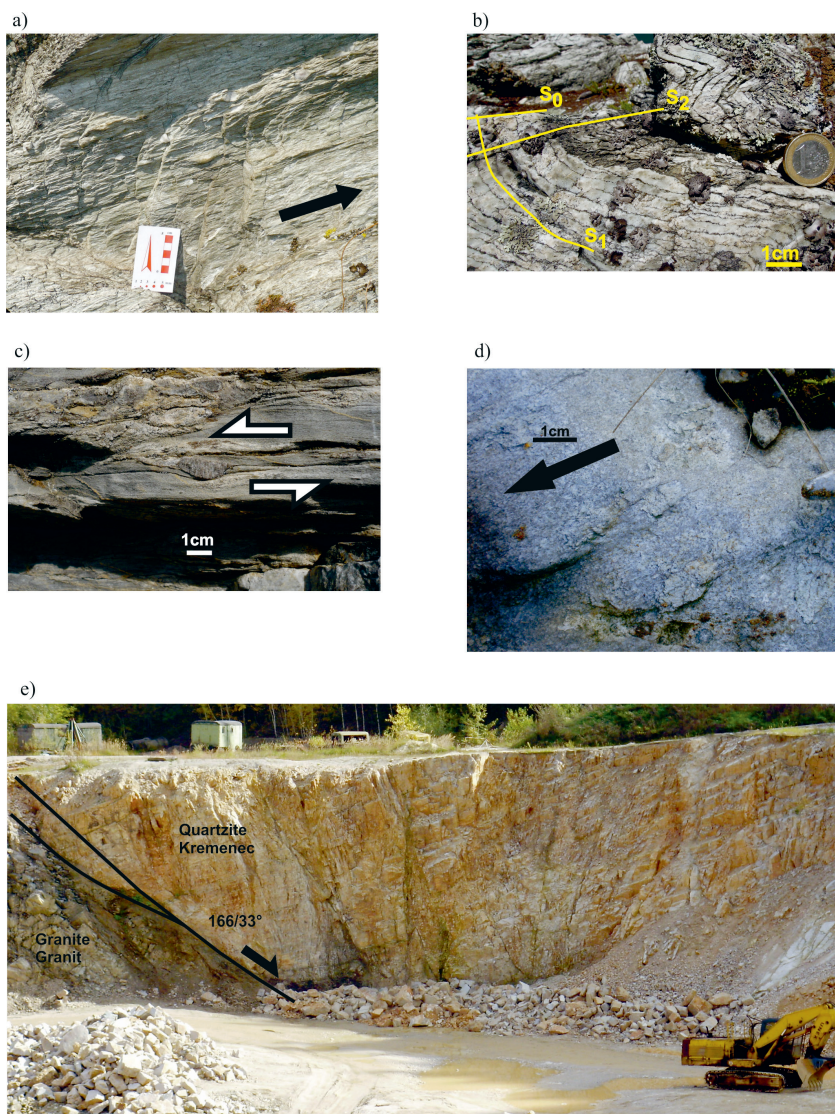
Násunový režim s pohybom horninových celkov generálne na západ až severozápad bol vystriedaný sinistrálnym transpresným režimom (Obr. 7).

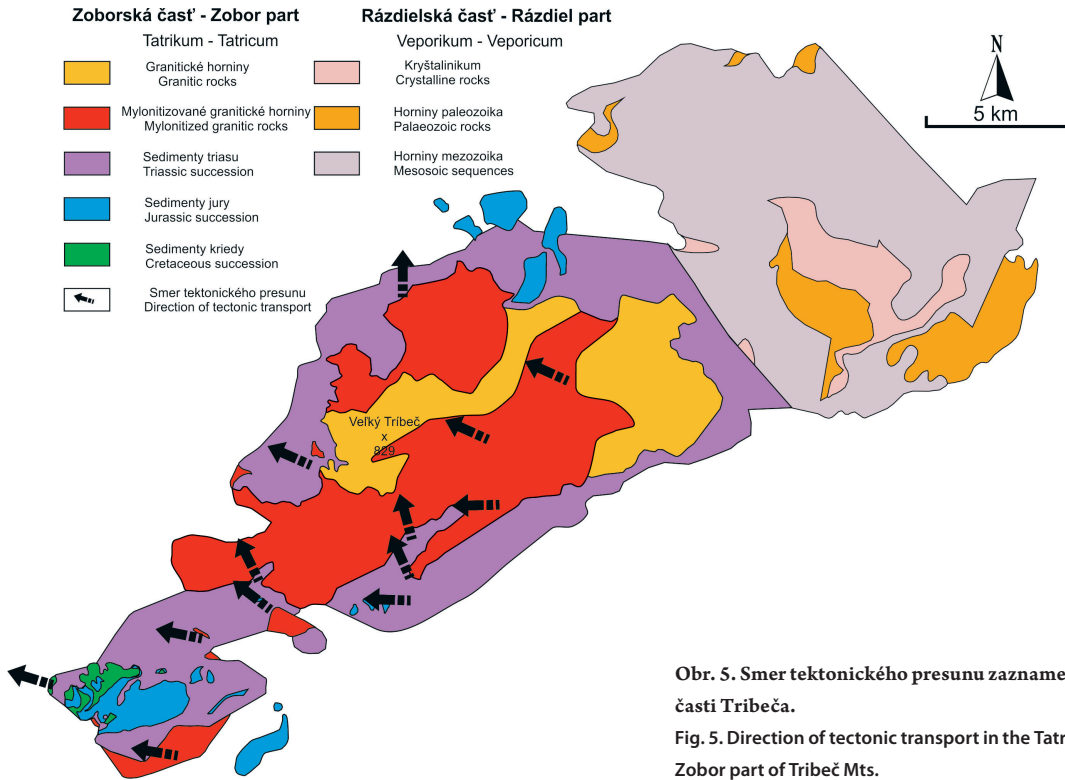
Transpresné zóny sú prezentované v podobe mylonitových zón v granitoidech a strižných zón v synklinálnych ohyboch vrásových štruktúr mezozoika obalovej sekvencie (Obr. 6b). Vek strižných/mylonitových zón v granitoch bol rádiometricky stanovený na obdobie 71–63 Ma (Kráľ et al., 2002).

Listrické zlomové štruktúry predstavujú nasledujúce štádium deformácie horninových komplexov tatrika v krehkých podmienkach. Spoločne so zlomovými štruktúrami asociujú

Obr. 4. a) subvertikálne klivážové plochy vyvinuté v sedimentoch lúžňanského súvrstvia reaktivované v procese sinistrálnej transpresie. Lokalita Svinec 467 m n. m.; b) krenulačná kliváž vyvinutá v sedimentoch lúžňanského súvrstvia obalovej sekvencie v zoborskej časti Tribeča; c) použitie deformovaného rohovca ako kinematického indikátora v sedimentoch lučivnianskeho súvrstvia obalu tatrika; d) strižne deformované plochy vrstvitosti kremencov lúžňanského súvrstvia; e) tektonický kontakt kryštalinika tatrika a kremencov lúžňanského súvrstvia (lokalita Krnča).

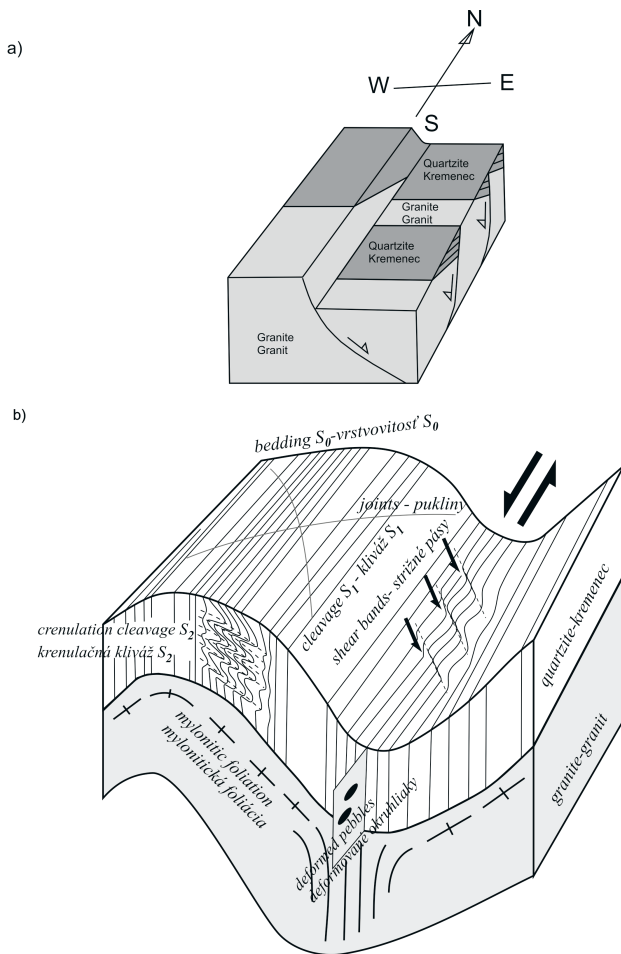
Fig. 4. a) subvertical cleavage planes in sedimentary rocks of the Mesozoic sequence in the Zobor part of Tribeč Mts. Locality: Svinec 467 m asl.; b) crenulation cleavage in sedimentary rocks of the Mesozoic sequence in the Zobor part of Tribeč Mts.; c) deformed chert used as a kinematic indicator in sediments of the Lučivná Formation (Tatricum tectonic unit); d) shearily deformed bedding planes in quartzite of the Lúžna Formation (Tatricum tectonic unit); e) tectonic contact of the Tatric crystalline rocks and the quartzite of the Lúžna Formation (locality Krnča).





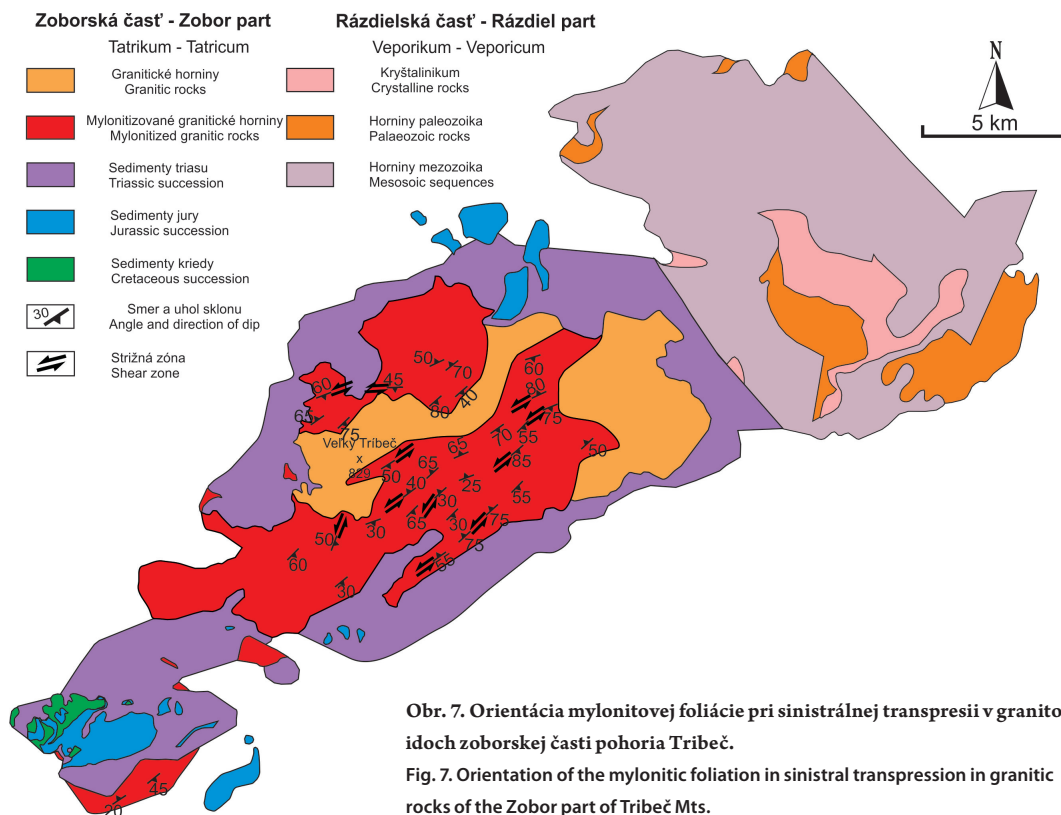
Obr. 5. Smer tektonického presunu zaznamenaný v tatriku Zoborskej časti Tribeča.

Fig. 5. Direction of tectonic transport in the Tatricum tectonic unit in the Zobor part of Tribeč Mts.



Obr. 6. a) štruktúrny model okolia Krnče; b) štruktúry vyvinuté v sedimentoch lúžňanského súvrstvia a granitoidoch tektonickej jednotky tatrika. Asociácia štruktúrnych prvkov dokumentuje naložený proces strižnej deformácie (D2 fáza deformácie) na kompresných/presunových štruktúrach (D1 fáza deformácie). Lokalita: kóta Svinec 467 m n. m.

Fig. 6. a) structural model of Krnča area; b) structures in the Lúžna Formation and granitic rock of the Tatricum tectonic unit. Set of structural elements documents the transpression shear deformation (D2 phase of deformation) superposed on previous thrust associated structures (D1 phase of deformation). Locality: Svinec 467 m asl.



Obr. 7. Orientácia mylonitovej foliácie pri sinistrálnej transpresii v granitoidoch zoborskej časti pohoria Tribeč.

Fig. 7. Orientation of the mylonitic foliation in sinistral transpression in granitic rocks of the Zobor part of Tribeč Mts.

tektonické zrkadlá vyvinuté na plochách vrstvitosti pieskovecov lúžňanského súvrstvia. Deformácia reprezentuje odstrešovanie hornín veporika a sedimentov obalu tatrika. Je vyvinutá len na juhovýchodnom okraji zoborskej časti (Obr. 8). Datovanie procesu odstrešovania možno nepriamo odvodiť na základe údajov z FT vekov zirkónu na obdobie  $53 \pm 12$  Ma (Kováč et al., 1994) a zároveň z údajov získaných datovaním vzniku pseudotachytitov, ktoré sa pohybujú v rozmedzí  $60 \pm 3$  až  $46 \pm 1$  Ma (Kohút & Sherlock, 2008). Proces exhumácie kryštalinického jadra pokračoval aj v neskoršom období, čo je možno dokumentovať na základe FT údajov z apatitov, ktoré poskytli veky medzi 34,8 až 28,1 Ma (Marsina et al., 2002; Danišík et al., 2004).

Druhá fáza krehkej deformácie je spojená s individualizáciou morfoštruktúry hrastu Tribeča a vznikom depocentier neogénnych sedimentačných priestorov komjatickej a rišňovskej depresie. Aktivované boli zlomy smeru SV–JZ lemujúce okraje pohoria (Obr. 8). Hlavnú aktivitu zlomov možno datovať do obdobia stredného až vrchného miocénu (Lankreijer et al., 1995; Hók et al., 1999<sup>b</sup>).

## 6. ZÁVER

Výsledky štruktúrneho výskumu v zoborskej časti Tribeča umožnili vyčleniť štyri hlavné fázy deformácie horninových komplexov tektonickej jednotky tatrika.

Deformácia D1 je spojená s mylonitizáciou granitoidov, vznikom subhorizontálne sklonených mylonitov a tvorbou ležatých vrás v sedimentoch obalovej sekvencie, ktoré vznikali pri strižnom pohybe horninových komplexov tatrika smerom na ZSZ až

SZ. Deformácia súvisí s presunom tektonickej jednotky veporika (sekvencia Veľkého Poľa) a hronika do nadložtia tatrika v období najspodnejšej vrchnej kriedy (cf. Putiš et al., 2009) tak ako je to zaznamenané v rázdielskej časti Tribeča.

Deformácia D2 reprezentuje režim sinistrálnej transpresie a vznik strižných zón dokumentovaných v granitoidoch a sedimentoch lúžňanského súvrstvia. Tranpresná fáza deformácie sa odohrala v období vrchnej kriedy až paleocénu (cf. Král et al., 2002; Kohút & Sherlock, 2008). Predpokladáme, že počas deformácie D2 začalo odstrešovanie horninových komplexov veporika a hronika situovaných v tektonickom nadloží tatrika.

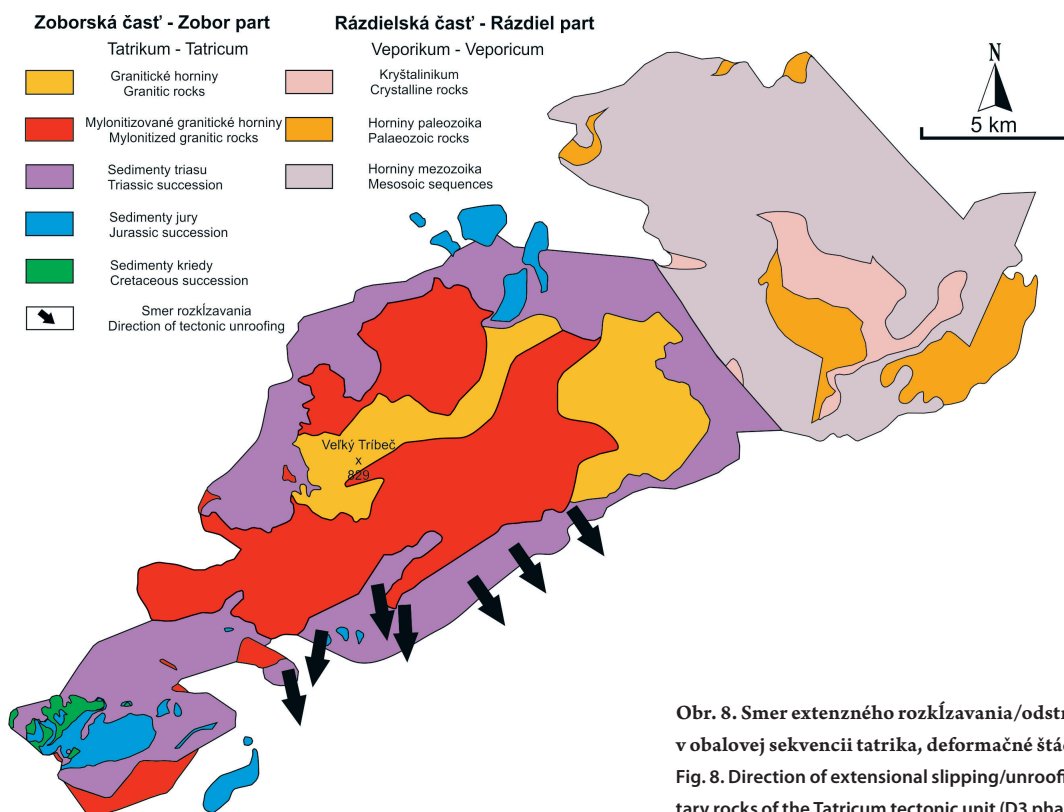
Deformácia D3 bola realizovaná v podmienkach krehkej deformácie. V extenznom režime odstrešovania vznikali plytko sklonené listrické zlomy smeru VSV–ZJZ až SV–JZ so smerom sklonu na JV. Zlomy separujúce horniny kryštalinika a sedimentov obalu umožnili vznik gravitačne premiestnených megablokov horninových komplexov tatrika a veporika. Extenzné rozklzavanie sa realizovalo aj na plochách vrstvitosti sedimentov lúžňanského súvrstvia a je lokalizované len na juhovýchodný okraj zoborskej časti.

Deformácia D4 je spojená so strmo sklonenými poklesovými zlomami smeru SV–JZ, ktoré sú situované na severozápadnom (veľkozálužský zlom, Bezák et al., 2004) a juhovýchodnom okraji (mojmírovský zlom) pohoria. Spomenuté zlomové systémy umožnili individualizáciu hrastu Tribeča a podieľali sa na vzniku depozičných priestorov komjatickej a rišňovskej depresie.

**Podakovanie:** Príspevok vznikol vďaka podpore projektu VEGA č.

1/0587/11 „Tektonická interakcia kryštalinika a sedimentov obalu tatrika Západných Karpát“.





Obr. 8. Smer extenzného rozklzavania/odstrešovania zaznamenaný v obalovej sekvencii tatrika, deformačné štádium – D3.

Fig. 8. Direction of extensional slipping/unroofing observed in sedimentary rocks of the Tatricum tectonic unit (D3 phase of deformation).

## Literatúra

- Biely A., 1974: Geologická mapa Triebeča 1:50 000. Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- Bezák V., Broska I., Ivanička J., Reichwalder P., Vozár J., Polák M., Havrila M., Mello J., Biely A., Plašienka D., Potfaj M., Konečný V., Lexa J., Kaličiak M., Žec B., Vass D., Elečko M., Janočko J., Pereszlényi M., Marko F., Maglay J. & Pristaš J., 2004: Tektonická mapa Slovenskej republiky 1:500 000. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- Broska I., Bibikova E.V., Gracheva T.V., Makarov V.A. & Caňo F., 1990: Zircon from granitoid rocks of the Tribeč-Zobor crystalline complex: its typology, chemical and isotopic composition. *Geologický zborník Geologica Carpathica*, 41, 4, 395–416.
- Broska I. & Petrík I., 1993: Magmatické enklávy vo variských granitoidoch Západných Karpát. *Mineralia Slovaca*, 25, 2, 104–108.
- Danišík M., Dunkl I., Putiš M., Frisch W. & Král J., 2004: Tertiary burial and exhumation history of basement highs along the NW margin of the pannonian basin – an apatite fission track study. *Austrian Journal of Earth Sciences*, 95–96, 60–70.
- Hók J., 2006: Mylonit a blastomylonit. *Mineralia Slovaca, Geovestník*, 38, 2, 3–4.
- Hók J. & Ivanička J., 1996: Extension tectonics of the south - eastern margin of the Tribeč Mts. *Slovak Geological Magazine*, 1, 59–63.
- Hók J., Ivanička I. & Kováčik M., 1994: Geologická stavba rázdielskej časti Triebeča – nové poznatky a diskusia. *Mineralia Slovaca*, 26, 192–196.
- Hók J., Ivanička J. & Polák M., 1998: Tectonic position of Veporicum and Hronicum in the Tribeč Mts. *Slovak Geological Magazine*, 4, 3, 177–184.
- Hók J. & Lacika J. (Eds.), Bielik M., Brozman F., Čížek P., Gluch A., Hraško L., Ivanička J., Kohút M., Kováč P., Král J., Madarás J., Nagy A., Siman P.,

- Smolárová H. & Urbánek J., 1999<sup>a</sup>: Neotektonický a geomorfologický vývoj perspektívnych území. (Etapa VYL-03-98). Výber lokality pre hlbinné úložisko vyhorého jadrového paliva a vysokoradioaktívnych odpadov. Geologická služba Slovenskej republiky. Manuskript – archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 371 p.
- Hók J., Kováč M., Kováč P., Nagy A. & Šujan M., 1999<sup>b</sup>: Tectonic and geological evolution of the NE part of the Komjatice Depression. *Slovak Geological Magazine*, 5, 3, 187–199.
- Hók J., Marko F., Vojtko R. & Kováč M., 2007: Pukliny v granitoch pohoria Tribeč (Západné Karpaty). *Mineralia Slovaca*, 39, 4, 283–292.
- Ivanička J. (Ed.), Polák M., Hók J., Határ J., Greguš J., Vozár J., Nagy A., Fordinál K., Pristaš J., Konečný V. & Šimon L., 1998<sup>a</sup>: Geologická mapa Tribeča/ Geological map of Tribeč Mts. 1:50 000. 1. vyd., Region. geol. mapy Slovenska 1:50 000. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky - Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava.
- Ivanička J., Hók J., Polák M., Határ J., Vozár J., Nagy A., Fordinál K., Pristaš J., Konečný V., Šimon L., Kováčik M., Vozárová A., Fejdiová O., Marcin D., Liščák P., Macko A., Lanc J., Šantavý J. & Szalaiová V., 1998<sup>b</sup>: Vysvetlivky ku geologickej Mape Tribeča 1:50 000. Geologická služba Slovenskej republiky, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 237 p.
- Kohút M. & Sherlock S., 2008: Generation of seismogenic pseudotachylyte – beginning of the Tribeč Mts. exhumation?: Indication from laser-probe <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating. In: Németh Z. & Plašienka D. (Eds): Proceedings and Excursion Guide of SlovTec 08, ŠGÚDŠ, Bratislava, 62–63.
- Kováč M., Král J., Márton E., Plašienka D. & Uher P., 1994: Alpine uplift history of the central Western Carpathians: geochronological, paleomagnetic, sedimentary and structural data. *Geologica Carpathica*, 45, 2, 83–96.
- Král J., Hók J., Frank W., Siman P., Liščák P. & Jánová V., 2002: Shear deformation in granodiorite: Structural, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar, and geotechnical data (Tribeč Mts., Western Carpathians). *Slovak Geological Magazine*, 8, 3–4, 235–245.



- Krist E., 1959: Geologicko-petrografické pomery severovýchodnej časti kryštalinika pohoria Tribeč. Manuscript, archív PŤUK Bratislava.
- Krist E., 1960: Granitoidné horniny Tribča. *Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, Geologica*, 4, 183–230.
- Krist E., 1971: Geologico-petrographical relations of the NE part of the Tribeč Mts. crystalline complex. *Acta geologica et geographica Universitatis Comenianae, Geologica*, 21, 11–43.
- Krist E., Korikovskij S.P., Putiš M., Janák M. & Faryad S.W., 1992: Geology and petrology of metamorphic rocks of the Western Carpathian crystalline complex. Vyd. UK Bratislava, 324 p.
- Kuthan M., Biely A., Brestenská E., Brly A., Krist E., Kullman E. & Mazúr E., 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Nitra. Geofond, Bratislava.
- Lankreijer A., Kováč M., Cloething S., Pitoňák P., Hlôška M. & Biermann C., 1995: Quantitative subsidence analysis and forward modelling of the Vienna and Danube basins: thin-skinned versus thick-skinned extension. *Tectonophysics*, 252, 433–451.
- Lénárt R. & Hók J., 2010: Analýza strižnej deformácie v granitoidoch zoborskej časti Tribeča (Západné Karpaty). *Acta Geologica Slovaca*, 2, 2, 141–147.
- Madarás J., Kohút M., Ivanička J., Marsina K. & Kováčik M., 2004: Geologické vyhodnotenie štruktúrne – oporného vrtu RAO-3 (Tribeč). *Geol. Práce, Správy*, 109, 41–49.
- Marsina K., Hók J., Geodon M., Ivanička J., Scherer S., Kubeš P., Ondrášik M., Tkáčová H., Szalaiová V., Šefara J. & Tkáč J., 2002: Tribeč – stanovenie geologických, geofyzikálnych a environmentálnych činiteľov pre výber hlbinného úložiška vysoko rádioaktívnych odpadov, regionálny geologický výskum. Manuscript, Geofond, Bratislava, 113 p.
- Paschier C.W. & Simpson C., 1986: Porphyroclast system as kinematic indicators. *Journal of Structural Geology*, 8, 831–843.
- Petit J.P., 1987: Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. *Journal of Structural Geology*, 9, 5–6, 597–608.
- Petrík I., Broska I., Uher P. & Král J., 1994: Evolution of the Variscan granitoid magmatism in the Western Carpathian realm. *Geologica Carpathica*, 44, 4, 265–266.
- Putiš M., Frank W., Plašienka D., Siman P., Sulák M. & Biroň A., 2009: Progradation of the Alpidic Central Western Carpathians orogenic wedge related to two subductions: constrained by Ar/Ar ages of white micas. *Geodinamica Acta*, 22, 1–3, 31–56.
- Ramsay J.G. & Huber M.I., 1983: The techniques of the Modern Structural Geology. Volume 1: Strain analysis. Academic Press, London, 307 p.
- Sanderson D.J. & Marchini W.R.D., 1984: Transpression. *Journal of Structural Geology*, 6, 5, 449–458.
- Sibson R.H., 1977: Fault rocks and fault mechanism. *Journal of the Geological Society of London*, 133, 191–214.
- Tchalenko J.S., 1970: Similarities between shear zones of different magnitudes. *Geological Society of America Bulletin*, 81, 1625–1640.
- Tikoff B. & Teyssier C.H., 1994: Strain modeling of displacement – field partitioning in transpressional orogens. *Journal of Structural Geology*, 16, 11, 1575–1588.
- Vass D., Began A., Gross P., Kahan Š., Köhler E., Lexa J. & Nemček J., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR. Mapa 1:500 000. SGÚ–GÚDŠ, Bratislava.
- comprises the subautochthonous Tatricum with small remnants of the Fatricum in tectonic hangingwall. The Rázdiel part is built up by the Tatricum, Veporicum, and Hronicum tectonic units. The sense of displacement of the Veporicum Unit in the Rázdiel part is from the ESE to NWN, while the Hronicum Unit was thrust from the SW to NE. Granitic rocks and the Mesozoic cover sediments are involved in the geological structure of the Zobor part. Large portion of granitic rocks are affected by mylonitization and Mesozoic sediments are metamorphosed. S-C mylonites, stretching lineations, deformed porphyroclastic systems were structurally analysed and used as kinematic indicators in granitic rocks. Bedding, faults, fold axis and cleavage planes were analysed in sedimentary rocks of the Mesozoic sequence. During the tectonic evolution of the Tatricum Unit in the Tribeč Mts. four tectonic events took place. The first phase of ductile deformation is connected with thrusting during the Late Cretaceous. Subhorizontally lying mylonites and recumbent folds were generated during the first phase of the Alpine deformations. The sense of movement was oriented generally top to the NW. The second phase of deformation is linked with generation of steep dipping mylonitic rocks in sinistral transpression zones with semi-ductile to ductile conditions. This phase is dated to the Latest Cretaceous–Earliest Palaeogene. The third phase (Palaeogene) is characterized by the origin of the low angle normal listric faults and subsequent tectonic unroofing of the Hronicum and the Veporicum tectonic units in the semi-brittle conditions. The Tribeč Mts., morphotectonic horst is bounded by normal faults (Veľké Zálužie and Mojmírovce faults) against to Neogene depressions. These normal faults are connected with the last phase of the deformation during Miocene.

**Summary:** The main goal of this work was to analyse kinematic aspects of rock deformations of the Tatric tectonic unit in the Zobor part of the Tribeč Mts. The Zobor and the Rázdiel parts represent tectonically different portions of the Tribeč Mts. Geological structure of the Zobor part