

Geologická stavba tatrika a fatrika v oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou (Krivánska Fatra)

Michal Sentpetery & Jozef Hók

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

AGEOS Geological structure of the Tatric and Fatric units among the Belianska and Vrátna dolina valleys (the Krivánska Fatra Mts.)

Abstract: This paper deals with the geological setting of the area between Belianska and Vrátna dolina valley in the Krivánska Fatra Mts. In the study area numerous north-vergent structures considered as a result of the palaeo-Alpine (Cretaceous) tectonic evolution related to the nappe stacking of the Fatric and Hronic units can be recognised. Another dominant structures, south-verging folds and reverse faults confirm the neo-Alpine (Early Miocene) backthrusting recorded in the surrounding regions. This event is considered as a result of the sinistral transpression regime operated between the Central and Outer Western Carpathians and could be responsible also for the development of the straight open macro folds with the generally N–S oriented axes. A revised geological map is presented as well.

Key words: Central Western Carpathians, Krivánska Fatra Mts., Tatric Unit, Fatric Unit, backthrusting, folds, geological mapping

1. ÚVOD A PREHLAD VÝSKUMOV

Jedným z charakteristických znakov pri horizontálnom skrátaní kôry a následnom vzniku pásmových pohorí je polarita tektonického transportu horninových más. Dominantnou črtou geologickej stavby Západných Karpát sú severovergentné vrásovo-násunové štruktúry propagujúce sa do predpolia orogénu. Častým sprievodným javom pri tvorbe takýchto vrásovo-násunových systémov je však aj vznik štruktúr s opačnou vergenciou akú vykazuje hlavný násunový systém. Zo Západných Karpát boli takéto štruktúry opísané napr. z paleogénnych sedimentov podtatranskej skupiny (Plašienka et al., 1998; Marko et al., 2005; Pešková et al., 2009; Vojtko et al., 2010) a z viacerých oblastí flyšového, alebo pieninského bradlového pásma (PBP) (napr. Nemčok & Rudinec, 1990; Potfaj et al., 1993; Kováč & Hók, 1996; Král et al., 2007; Pešková & Hók, 2008). Citovaní autori zhodne uvádzajú vek vzniku týchto štruktúr ako vrchný oligocén? – spodný miocén a túto udalosť dávajú do súvisu so smerne-posuvnou tektonickou aktivitou pozdĺž PBP počas sinistrálneho transpresného režimu fungujúceho medzi jednotkami Centrálnych a Vonkajších Západných Karpát.

Cieľom práce bol výskum pohoria Krivánska Fatra, ktoré ako pozične najexternejší reprezentant tatransko-fatranského pásma jadrových pohorí Centrálnych Západných Karpát úzko susedí s PBP a prejavy spomínaných juhovergentných pohybov by tu mali byť najvýraznejšie. Ich vplyv na stavbu Krivánskej Fatry je v doterajšom chápaní geologickej stavby tohto pohoria opísaný ako vcelku významný, avšak s výnimkou práce Uhliga (1902) sa opis štruktúr, ktoré týmito pohybmi mohli vzniknúť v podstate sústreďuje iba na strednú časť pohoria – Medzirozsutecký prešmyk a sedlo Medziholie (Matějka, 1931, 1932; Haško &

Polák, 1979), prípadne na jeho západný okraj – lokálny násun sedimentov PBP na hronikum v blízkosti doliny Malá Bránica (Polák et al., 1977). Navyše, od čias publikácie regionálnej geologickej mapy Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry (Haško & Polák, 1978) sa toto pohorie až na pár výnimiek ocitlo na okraji záujmu geológov zaoberajúcich sa geologickou stavbou a tektonickým vývojom Západných Karpát. Oživenie tejto témy priniesli až Marko et al. (2005), ktorý opísali spätné násuny z okolia Zázrivej vo východnej časti pohoria a niekoľko autorov pracujúcich v západnej časti v úseku od Strečna po Kúrsku dolinu (Fisherová, 1993; Rakús & Hók, 2003; Kotrčová, 2008; Sentpetery, 2008 a Sláviková, 2008). Príspevok sa zaoberá geologickou stavbou oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou so zameraním na konkrétne problematické úseky vyplývajúce z aktuálnej geologickej mapy mierky 1:50 000 (Haško & Polák, 1978) a priamo nadväzuje na prácu Sentpeteryho (2011). Súčasťou výskumu bola aj analýza vrásových štruktúr, prednostne vyvinutých v horninách vrchnojurského a spodnokriedového veku tektonických jednotiek tatrika a fatrika. Vo východnej časti územia, na doplnkovej lokalite v kameňolome Smolenová, mimo mapovaného územia, bola zdokumentovaná aj interakcia kryštalinika tatrika a jeho sedimentárneho obalu.

2. GEOLOGICKÁ STAVBA KRIVÁNSKEJ FATRY

Krivánsku Fatru ako typického predstaviteľa jadrových pohorí tvoria tri tektonické jednotky – tatrikum, fatrikum a hronikum. Štruktúrne najnižšia tektonická jednotka – tatrikum, je tvorená kryštalinickým jadrom (mladšie paleozoikum) a jeho mezozoickým sedimentárnym obalom v stratigrafickom rozsahu spodný

trias až vrchná krieda. Nad tatrikom sa nachádzajú príporchové príkrovové jednotky fatrika (stredný trias až vrchná krieda) a hronika (stredný až vrchný trias) (Tab. 1). Prioritným cieľom výskumu nebolo detailné vyčleňovanie a opis litostratigrafických členov jednotlivých tektonických jednotiek, ale predovšetkým definovanie juhovergentných štruktúr a objasnenie ich vplyvu na pretvorenie pôvodnej paleoalpínskej príkrovovej stavby pohoria. Z tohto dôvodu sú v ďalšom texte, ako aj v obrazových prílohách niektoré horninové súvrstvia zlúčené a dôraz je kladený hlavne na štruktúrny obraz skúmaného územia.

3. INTERPRETÁCIA GEOLOGICKEJ STAVBY

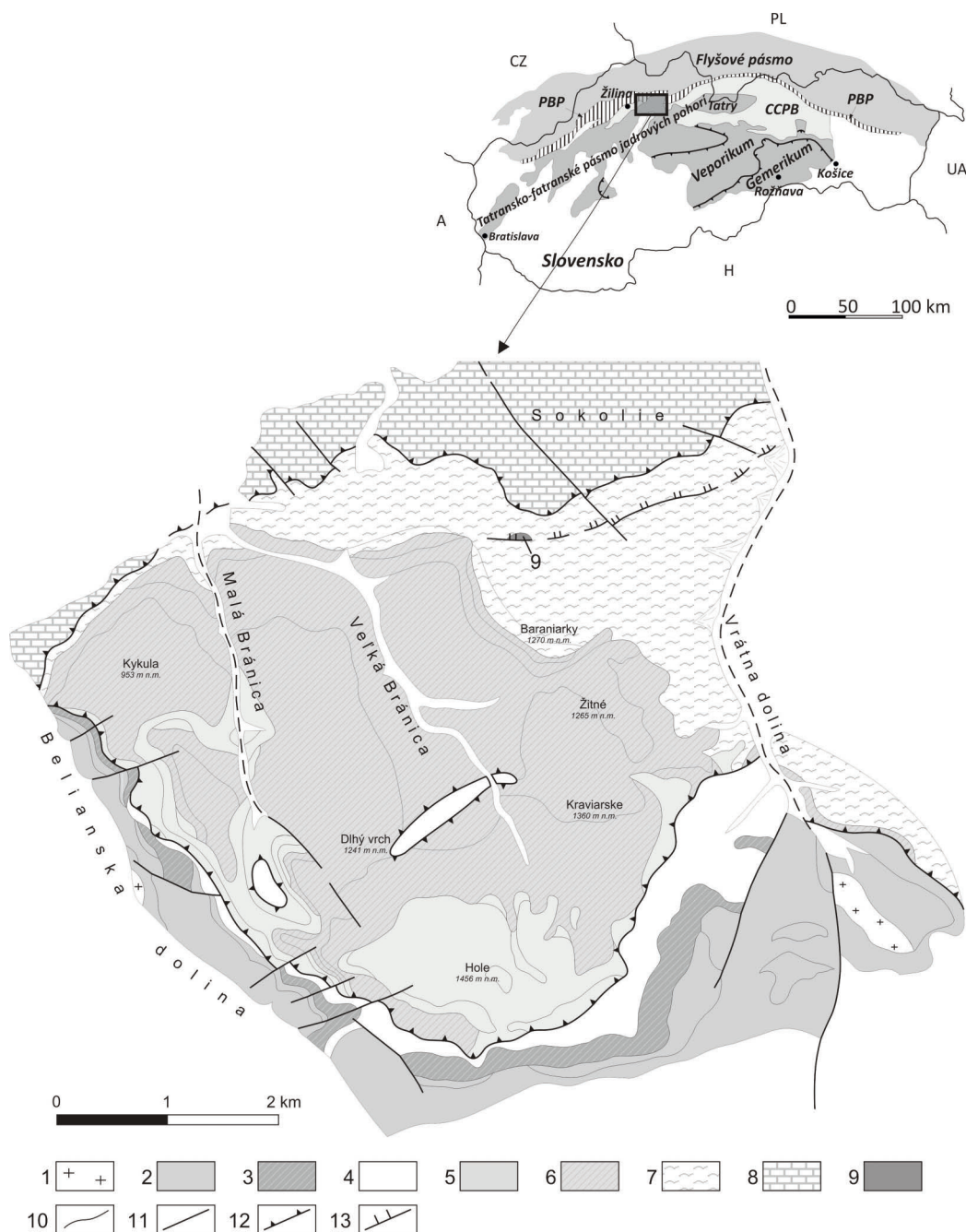
3.1. Tatrikum

Tatrikum sa v skúmanom území vyznačuje pomerne jednoduchou stavbou bez výraznejších vnútorných deformácií. Nemožno však hovoriť o monoklinálnej stavbe, keďže z geologickej mapy a štruktúrnych pozorovaní sú zrejmé vrásové deformácie s priebehom vrásových osí generálne v smere SV–JZ, ale aj SSZ–JJV. Prítomnosť týchto vrás sa v mapovej mierke prejavuje hlavne

ÚTVAR - ODD. - STUPEŇ Era - Period - Stages		TATRIKUM/Tatric Unit	FATRIKUM/Fatric Unit	HRONIKUM/Hronic Unit	
M E Z O Z O I K U M I M E S O Z O I C	KRIEDA/Cretaceous	TURÓN <i>Turonian</i>			
		CENOMAN <i>Cenomanian</i>			
		ALB <i>Albian</i>	PORUBSKÉ SÚVRSTVIE <i>Poruba Fm.</i>	PORUBSKÉ SÚVRSTVIE <i>Poruba Fm.</i>	
		APT <i>Aptian</i>		víkolínske brekcie/ <i>Vikolince breccia</i>	PÁRNICKÉ SÚVRSTVIE <i>Párnica Fm.</i>
		BARÉM <i>Barremian</i>			
		HOTERIV <i>Hauterivian</i>		MRAZNICKÉ SÚVRSTVIE <i>Mraznica Fm.</i>	
		VALANGIN <i>Valanginian</i>	LUČIVNIANSKE SÚVRSTVIE <i>Lučivná Fm.</i>		OSNICKÉ SÚVRSTVIE <i>Osnica Fm.</i>
		BERIAS <i>Berriasian</i>			
		TITON <i>Tithonian</i>		JASENINSKÉ SÚVRSTVIE <i>Jasenina Fm.</i>	
		KIMERIDŽ <i>Kimmeridgian</i>	SAKOKÓMOVÉ VÁPENCE/ <i>Sacocoma lm.</i>		
	OXFORD <i>Oxfordian</i>				
	KELOVEJ <i>Callovian</i>	ŽDIARSKÉ SÚVRSTVIE <i>Ždiar Fm.</i>	ŽDIARSKÉ SÚVRSTVIE <i>Ždiar Fm.</i>		
	BAT <i>Bathonian</i>				
	BAJOK <i>Bajocian</i>				
	ÁLEN/Aalenian	"KREMITÝ FLECKENMERGEL"			
	TOARK <i>Toarcian</i>		"kremity fleckenmergel"		
	PLIENSBACH <i>Pliensbachian</i>	ALLGAUSKÉ VRSTVY <i>Allgäu Fm.</i>	adnetské vápence/ <i>adnet limestone</i> sivé, zelené vápence s rohovcami		
	SINEMÜR <i>Sinemurian</i>	TRLENSKÉ SÚVRSTVIE <i>Trlenská dolina Fm.</i>	ALLGAUSKÉ VRSTVY/ <i>Allgäu Fm.</i>		
	HETANŽ <i>Hettangian</i>		KOPIENECKÉ SÚVRSTVIE <i>Kopienec Fm.</i>		
	TRIAS/Triassic	RÉT <i>Rhaetian</i>	HIÁT/Hiatus	FATRANSKÉ VRSTVY <i>Fatra Fm.</i>	
NORIK <i>Norian</i>		KARPATSKÝ KEUPER <i>Carpathian Keuper</i>	KARPATSKÝ KEUPER <i>Carpathian Keuper</i>	HLAVNÉ DOLOMITY <i>Hauptdolomite</i>	
KARN <i>Carnian</i>			HLAVNÉ DOLOMITY		
LADIN <i>Ladinian</i>		RAMSAUSKÉ DOLOMITY <i>Ramsau dolomite</i>	LUNZKÉ VRSTVY/ <i>Lunz member</i>	LUNZKÉ VRSTVY/ <i>Lunz member</i> reiflinské vápence/ <i>reifling limestone</i> schreyeralmské vápence/ <i>schreyeralm lm.</i>	
ANIS <i>Anisian</i>		GUTENSTEINSKÉ VÁPENCE <i>Gutenstein limestone</i>	GUTENSTEINSKÉ VÁPENCE <i>Gutenstein limestone</i>	RAMSAUSKÉ DOLOMITY <i>Ramsau dolomite</i>	
SKÝT <i>Scythian</i>		LÚŽŇANSKÉ SÚVRSTVIE <i>Lúžna Fm.</i>		GUTENSTEINSKÉ VÁPENCE <i>Gutenstein limestone</i>	
Paleozoikum Páaleozoic	MLADŠIE Late	PERM <i>Permian</i>	HIÁT/Hiatus		
	KARBÓN <i>Carboniferous</i>	GRANITOIDY/ <i>Granitoid</i>			

Tab. 1. Litostratigrafická tabuľka tektonických jednotiek tatrika, fatrika a hronika Krivánskej Fatry (upravené podľa Haško & Polák, 1979; Bezák et al., 2005).

Tab. 1. Lithostratigraphic table of the Tatric, Fatric and Hronic tectonic units of the Krivánska Fatra Mts. (according to Haško & Polák, 1979; Bezák et al., 2005).



Obr. 1. Zjednodušená geologická mapa oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou (podľa Haško & Polák, 1978).

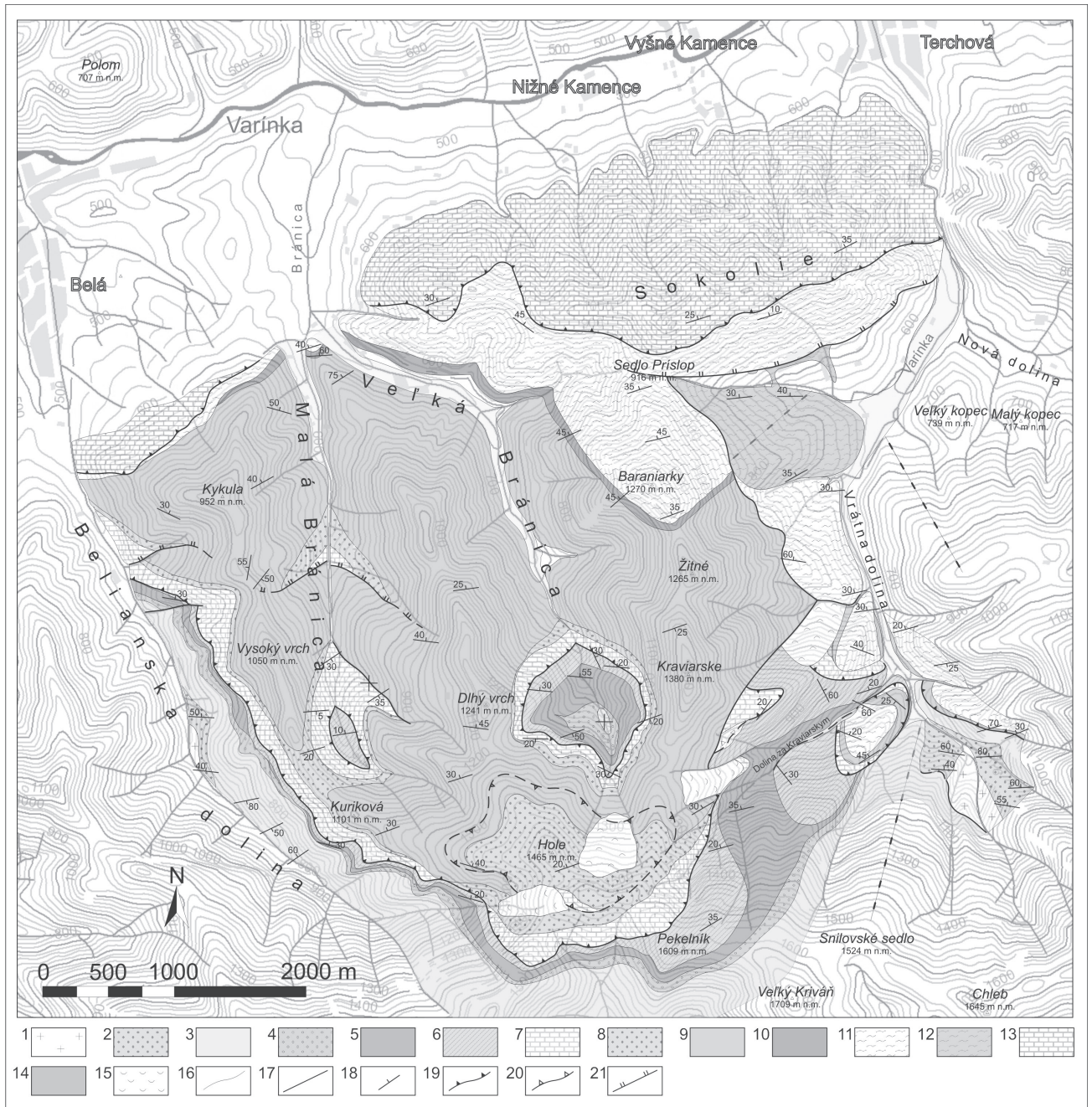
Tatrikum: 1 – kryštalínium, 2 – triasové sedimenty, 3 – jurské sedimenty, 4 – kriedové sedimenty; **fatrikum:** 5 – triasové sedimenty, 6 – jurské sedimenty, 7 – kriedové sedimenty; 8 – hronikum; 9 – podtatranská skupina; 10 – geologické hranice; 11 – zlomy; 12 – príkrovové línie; 13 – násuny.

Fig. 1. Simplified geological map of the area between Belianska and Vrátna dolina valleys (according to Haško & Polák, 1978).

Tatric Unit: 1 – crystalline basement, 2 – Triassic sediments, 3 – Jurassic sediments, 4 – Cretaceous sediments; **Fatric Unit:** 5 – Triassic sediments, 6 – Jurassic sediments, 7 – Cretaceous sediments; 8 – Hronic Unit; 9 – Podtatranská Group; 10 – geological boundaries; 11 – faults; 12 – nappe lines; 13 – thrusts.

v záveroch dolín Malá a Veľká Bránica v podobe dvoch tektonických okien. V geologickej mape (Haško & Polák, 1978) je v severovýchodnom svahu Dlhého vrchu (1241 m n. m.) zobrazené tektonické okno tatrika zastúpené lučivnianskym súvrstvom vystupujúcim spod jurských vápencov fatrika (Obr. 1). Na zá-

klade reambulácie možno konštatovať, že tektonické okno nie je obmedzené priebehom doliny, ale plynule pokračuje do svahov Kraviarskeho (1380 m n. m.). V doline navyše možno sledovať takmer kompletný sled obalovej jednotky od stredotriasových dolomitov až po lučivnianske súvrstvie (Obr. 2).



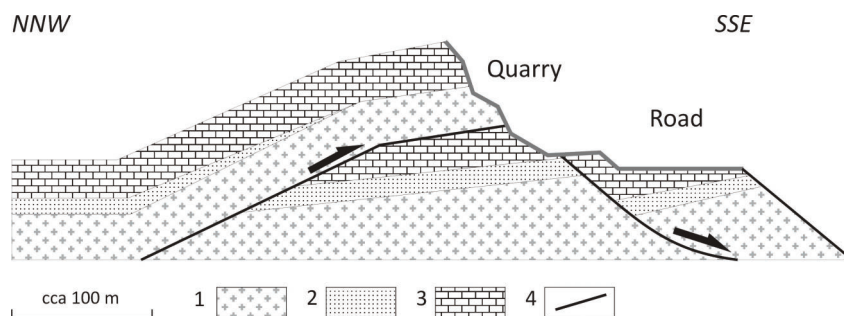
Obr. 2. Geologická mapa oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou s vysvetľivkami. *tatrikum*: 1 – kryštalínium, 2 – lúžňanské súvrstvie, 3 – strednotriasové karbonáty, 4 – súvrstvie karpatského keuperu, 5 – trlenské a allgäuske súvrstvie, 6 – lučivnianske súvrstvie; *fatrikum*: 7 – strednotriasové karbonáty, 8 – súvrstvie karpatského keuperu, 9 – fatranské, kopiencke a allgäuske súvrstvie, 10 – ždiarske súvrstvie, 11 – mraznické súvrstvie, 12 – porubské súvrstvie; *hronikum*: 13 – strednotriasové karbonáty; 14 – paleogénne sedimenty, 15 – zosuvy, 16 – geologické hranice, 17 – zlomy, 18 – smer sklonu vrstiev, 19 – príkrovové hranice, 20 – paleoalpínske násuny, 21 – neoalpínske násuny.

Fig. 2 Geological map of the area between Belianska and Vrátna dolina valleys. Explanations: *Tatric Unit*: 1 – crystalline basement, 2 – Lúžna Fm., 3 – Middle Triassic carbonate, 4 – Carpathian Keuper Fm., 5 – Trlenské and Allgäu Fms., 6 – Lučivná Fm.; *Fatric Unit*: 7 – Middle Triassic carbonate, 8 – Carpathian Keuper Fm., 9 – Fatra, Kopienec and Allgäu Fms., 10 – Ždiar Fm., 11 – Mraznica Fm., 12 – Poruba Fm.; *Hronic Unit*: 13 – Middle Triassic carbonate; 14 – Palaeogene sediments, 15 – landslides, 16 – geological boundaries, 17 – faults, 18 – dip direction of bedding, 19 – nappe lines, 20 – palaeo-Alpine thrusts, 21 – neo-Alpine thrusts.

Obr. 3. Schematický profil zachytávajúci duplexovú štruktúru v kameňolome Smolenová pri Párnici. Vysvetlivky: 1 – kryštalinikum tatrika; 2 – lúžňanské súvrstvie; 3 – gutensteinské vápence; 4 – zlomy.

Fig. 3. Schematic profile of duplex structure in the Smolenová quarry near Párnica village.

Explanations: 1 – Tatric crystalline basement, 2 – Lúžna Fm., 3 – Gutenstein limestone, 4 – faults.



Na dvoch miestach je obnažené aj kryštalinikum tvorené granitoidmi. Jeho výskyt v Belianskej doline je priamym pokračovaním štruktúry opísanej z oblasti Prostej (1144 m n. m.) a Príslopku (1141 m n. m.) (Sentpetery, 2011), avšak treba poznamenať, že charakter tejto štruktúry sa javí skôr ako vrásovo-prešmykový. Granitoidy vystupujú aj v závere Vrátnej doliny, problémom je predovšetkým ich priamy kontakt so strednotriasovými karbonátmi. Barkáč (1958) aj Polák (1979) interpretovali tento kontakt ako prešmyk kryštalinika na jeho mezozoický obal s vergenciou na juh. Poloha kryštalinika v nadloží strednotriasových karbonátov však nebola v teréne potvrdená, naopak – karbonáty ležia priamo na kryštaliniku, bez prítomnosti spodnotriasových kremencov. Bolo by vhodné túto zaujímavú situáciu preskúmať detailnejšie s dôrazom na širšie okolie, pretože geologický obraz tu môže komplikovať aj prítomnosť mohutného zosuvu vyvinutého na severných svahoch Chlebu (1645 m n. m.) (Nemčok, 1982).

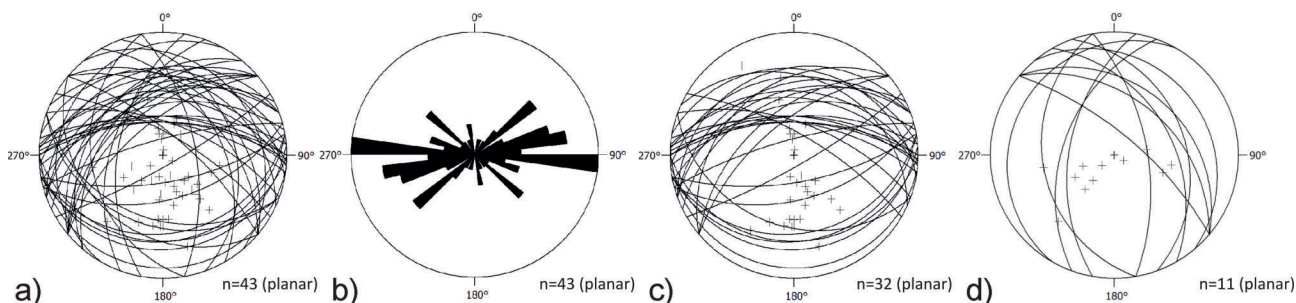
V rámci Krivánskej Fatry nejde o jediné problematické lokality týkajúce sa vzťahu kryštalinika tatrika a jeho sedimentárneho obalu. Približne 2 km západne od Párnice (N49°10'57,52"; E19°10'06,50") je na pravom brehu rieky Orava situovaný opustený kameňolom, ktorý je v práci Poláka (1979) označený ako kameňolom Smolenová. Je tu opísaná východovergentná ležatá

vrása, v jadre ktorej vystupujú granitoidné horniny kryštalinického jadra Krivánskej Fatry. Okrem granitoidov tu mali byť prítomné kremence lúžňanského súvrstvia, ramsauské dolomity a gutensteinské vápence obalovej jednotky (Polák, 1979, obr. 1). Po podrobnom výskume možno konštatovať, že integrálnou súčasťou štruktúry sú intenzívne tektonicky deformované granitoidné horniny a gutensteinské vápence. Prítomnosť strednotriasových (?ramsauských) dolomitov nebola potvrdená. Kremence lúžňanského súvrstvia sa vyskytujú len v podobe úlomkov na prístupovej ceste ku kameňolomu smerom zo západu. Nemožno však vylúčiť, že úlomky patria sedimentom karpatského keuperu. Mylonitizované granitoidy vystupujú uprostred gutensteinských vápencov. Nevýrazná bridličnatosť v granitoidoch má smer SV–JZ so sklonom na SZ. Smer sklonu vrstvovitosti vápencov je v rozmedzí od 320/30°–20/30°. Bridličnatosť v granitoidoch je smerovo konformná s vrstvovitosťou mezozoických sedimentov a spoločne sa skláňajú na sever až severozápad. V kameňolome sú výrazne zastúpené aj poklesové zlomy smeru V–Z so sklonom na juh. Systém podobných zlomov prebieha aj údolím Oravy kde separuje horninové komplexy tatrika Krivánskej Fatry od komplexov fatrika a hronika Chočských vrchov. Štruktúrne údaje poukazujú skôr na duplexovú štruktúru kryštalinika vklinenú medzi karbonáty

Obr. 4. Dolomity súvrstvia karpatského keuperu v nadloží fatranského súvrstvia na hrebene cestou z Kurikovej na Hole vo výške 1350 m n. m.

Fig. 4. Dolomites of the Carpathian Keuper Fm. overlying the Fatra Fm. limestone in the path from Kuriková to Hole at the 1350 m a.s.l.



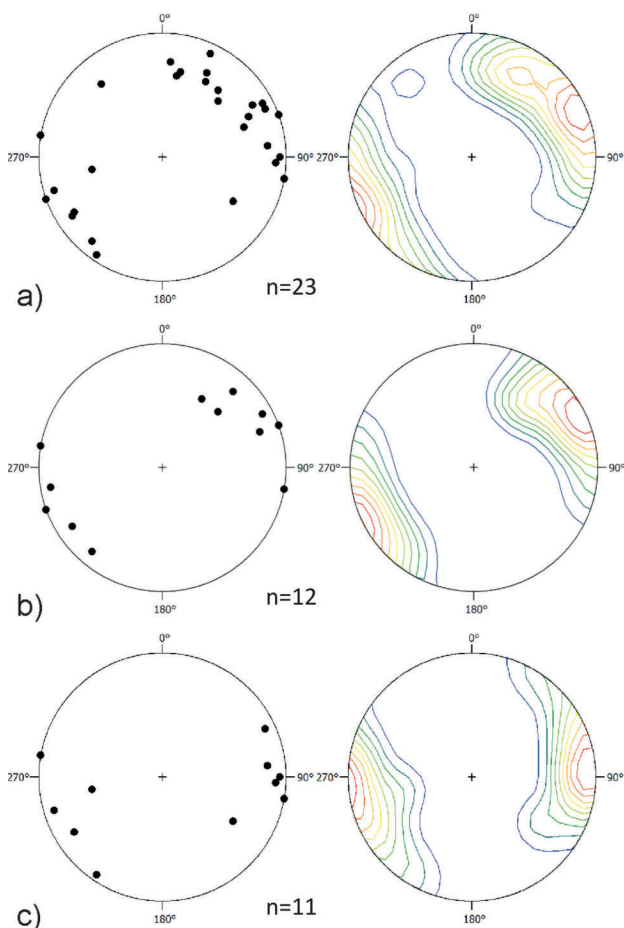


Obr. 5. Orientácia vrstvitosti (Schmidtova projekcia, spodná hemisféra): a) veľké oblúky všetkých nameraných sklonov vrstiev; b) ružicový diagram všetkých nameraných sklonov vrstiev; c) vyseparované vrstvy so sklonmi k juhu a severu; d) vyseparované vrstvy so sklonmi k východu a západu.

Fig. 5. Bedding planes orientation (Schmidt projection, lower hemisphere): a) great circles of all measured bedding planes; b) rose diagram of all measured bedding planes; c) separated bedding planes dipping to the south and north; d) separated bedding planes dipping to the east and west.

mezozoika s vergenciou na juhovýchod (Obr. 3). Pôvodná predstava, že táto štruktúra je výsledkom paleoalpínskych tektonických procesov a bola generovaná „počas hlavných presunových

cyklov“ (Polák, 1979) by mala byť, z pohľadu orientácie základných štruktúrnych prvkov modifikovaná. Je možno vysloviť reálny predpoklad, že štruktúra v kameňolome Smolenová je výsledkom neoalpínskych juhovergentných presunov, v rámci ktorých boli aktivované aj horniny kryštalinika tatrika.



Obr. 6. Orientácia vrásových osí znázornená v diagramoch: a) všetky namerané vrásové osi; b) severovergentné vrásové osi; c) juhovergentné vrásové osi.

Fig. 6. Orientation of fold axes illustrated in diagrams: a) all measured fold axes; b) north-vergent fold axes; c) south-vergent fold axes.

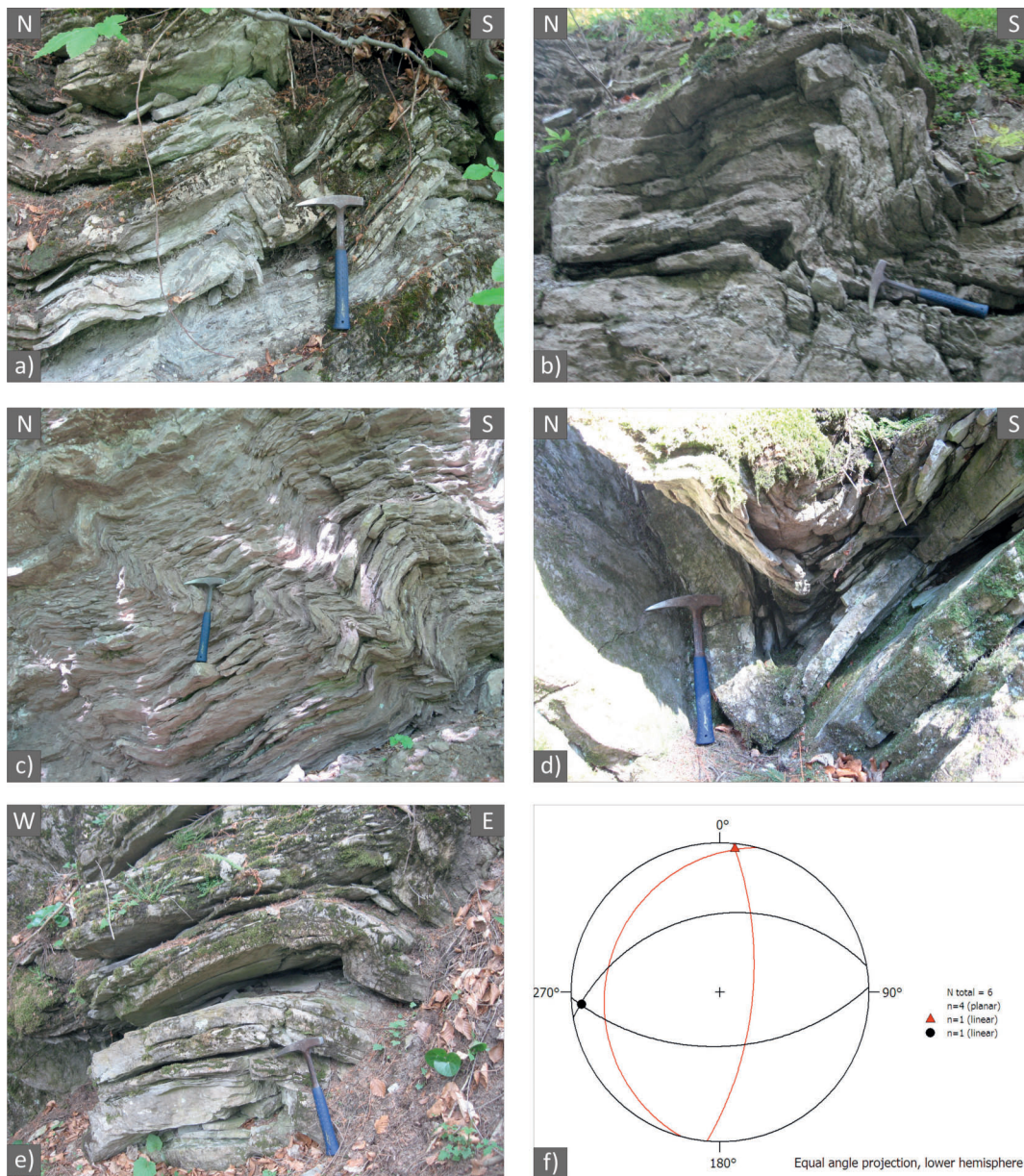
3.2 Fatrikum

Komplexnejšie deformácie a štruktúry možno pozorovať v tektonickej jednotke fatrika. V oblasti vyústenia doliny Malá Bránica sa horninové súbory jury a kriedy nachádzajú v normálnej pozícii, čím bola vyvrátená prítomnosť obráteného vrstevného sledu opísaného v geologickej mape (Haško & Polák, 1978). V oblasti Kykule (952 m n. m.) a doliny Malá Bránica dochádza ku zdvojeniu triasovo-jurských horninových členov, pričom túto štruktúru je možné sledovať ďalej v smere na JZ od Belianskej doliny aj do masívu Prostej (1144 m n. m.) (cf. Sentpetery, 2011). Strednotriasové karbonáty spolu so súvrstvím karpatského keuperu sú tu presunuté na liasové vápence a celá štruktúra sa uzatvára (*splay fault*) v masíve Dlhého vrchu (1241 m n. m.) (Obr. 2). V oboch prípadoch možno akceptovať poznatky zhrnuté v geologickej mape Matějku & Kodyma (1935), ktorý správne zaznamenali tieto štruktúry, aj keď ich interpretácia chýba.

Zložité štruktúry vyvinuté v horninách triasu a spodnej jury sa nachádza aj v oblasti kóty Hole (1465 m n. m.) (Obr. 2). Jedinú zmienku o nej podáva Maheľ (1986), ktorý ju opisuje ako „digitáciu podobnú lysickej“. Digitácia Lysice, alebo „lysický duplex“ je lokalizovaná vo východnej časti územia a považuje sa za severovergentný násun vytvorený počas sunutia krížňanského príkrovu v období vrchnej kriedy (Matějka, 1931; Haško & Polák, 1978, 1979). Svedčí o tom synformný uzáver „vrchnej digitácie“, dobre odkrytý na ľavej strane riečky Zázrivky v doline Sokol. V obrátenom vrstevnom slede tu pod strednotriasové dolomity upadajú súvrstvia karpatského keuperu aj rétu. Analogický synformný uzáver možno pozorovať aj na hrebeni cestou z Kurikovej (1101 m n. m.) na Hole (1465 m n. m.) vo výške 1350 m n. m., kde v obrátenej vrstevnej pozícii leží súvrstvie karpatského keuperu na horninách fatranského súvrstvia (rét) (Obr. 2 a 4).

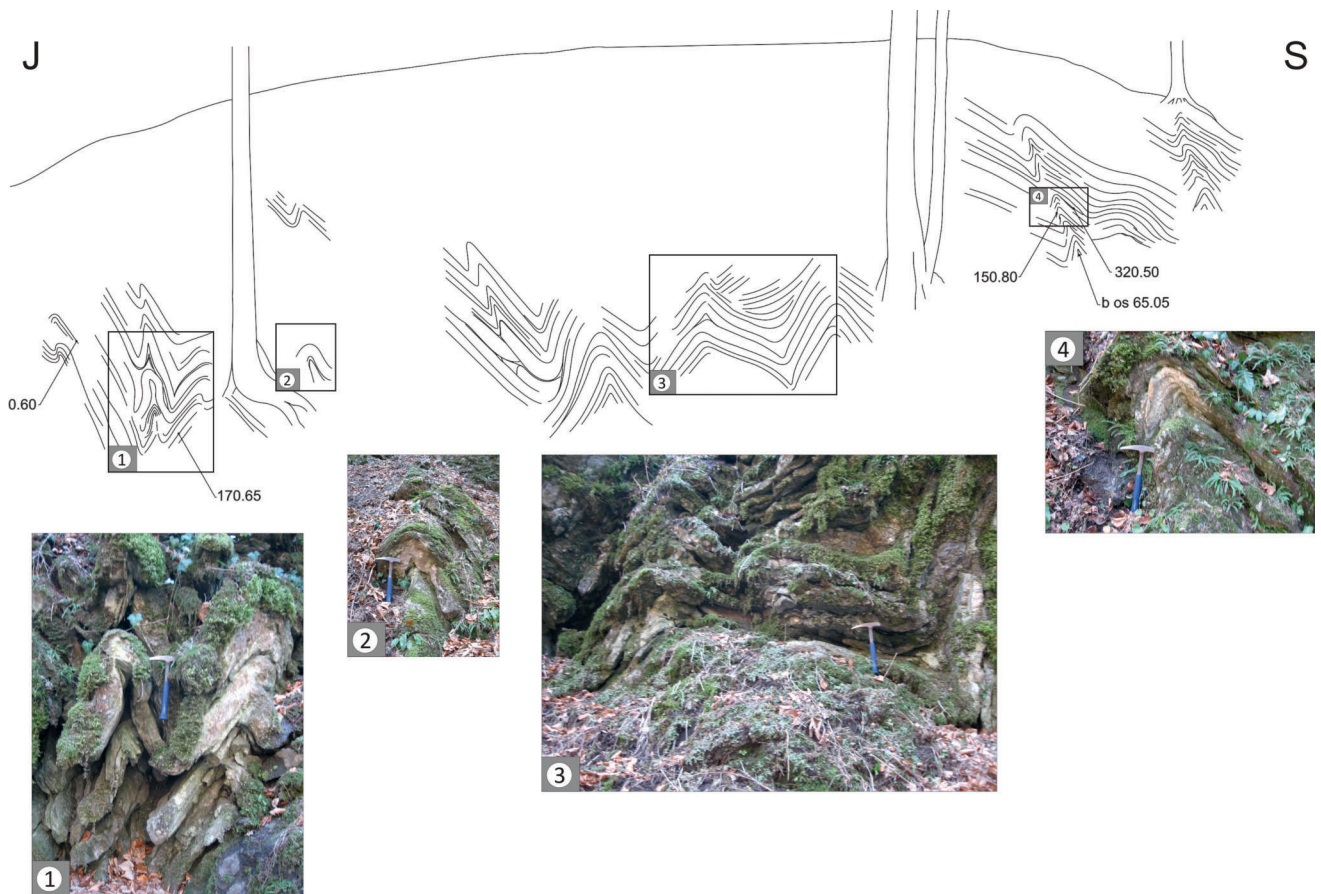
Najkomplikovanejšou geologickou stavbou sa vyznačuje oblasť západných svahov Vrátnej doliny a okolie doliny za Kraviarskym. Pri štúdiu geologickej mapy Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry (Haško & Polák, 1978) možno za tektonicky problémovú označiť predovšetkým pozíciu strednotria-

sových karbonátov fatrika v nadloží mraznického súvrstvia, ale aj zjavnú štruktúrnú diskordanciu mraznického súvrstvia voči jurským vápencom fatrika, respektíve porubského súvrstvia voči mraznickému súvrstviu (Obr. 2). Táto diskordancia sa prejavuje aj morfológicky vytvorením stupňovitej stavby bočných



Obr. 7. a) Juhovergentná vrása s pretrhnutým ramenom v mraznickom súvrství v oblasti Sokolieho; b) juhovergentná vrása v lučivnianskom súvrství v závere doliny Veľká Bránica; c) kliváž vrásovej roviny vyvinutá v hľuznatých vápencoch fatrika v oblasti Sokolieho, poukazujúca na severovergentné premiestnenie; d) typická morfológia (chevron fold) väčšiny vrás pozorovaných v skúmanej oblasti v horninách vrchnej jury; e, f) naložená vrásová deformácia smeru V-Z v ramene juhovergentnej vrásy v jurských vápencoch fatrika na východnej strane Vrátnej doliny v blízkosti údolnej stanice lanovky a jej znázornenie v diagrame (červené oblúky, trojuholník v priesečníku).

Fig. 7. a) south-vergent fold with the sheared limb in the Mraznica Fm. in the Sokolie area; b) south-vergent fold in the Lučivná Fm. in the upper part of the Veľká Bránica valley; c) north-vergent fold cleavage developed in the red nodular limestone of the Fatric Unit in the Sokolie area; d) typical morphology (chevron fold) most of the folds analyzed in the study area in the Upper Jurassic formations; e, f) superimposed fold deformation with E-W direction on the limb of the south-vergent fold in the Jurassic limestone of the Fatric Unit at the eastern part of the Vrátna dolina valley (red circles, triangle in the intersection).



Obr. 8. Štruktúrna skica a vybrané detaily odkryvu na západnej strane Vrátnej doliny zachytávajúceho vrásové deformácie vo vrchnojurských súvrstviach fatrika.

Fig. 8. Structural sketch of defile situated in the western slope of the Vrátna dolina valley showing folded layers of the Upper Jurassic limestone.

hrebienkov východných svahov Kraviarskeho (1380 m n. m.), Žitného (1265 m n. m.) a Baraniarok (1270 m n. m.), pričom by mohla pokračovať v smere na sever aj po línii zlomu pretínajúceho tektonickú jednotku hronika v oblasti Sokolie (Obr. 1). V smere na juh, v oblasti doliny za Kraviarskym diskordancia kopíruje príkrovovú hranicu fatrika, ktoré po oboch stranách doliny vystupuje vo forme príkrovových „polotrosiek“. Úložné pomery horninových súborov fatrika vo vzťahu k podložnej obalovej jednotke tatrika poukazujú na zvrásnenie tejto časti územia v smere V–Z, podobne ako v dolinách Malá a Veľká Bránica. Určitú anomáliu v geologickej stavbe tu predstavuje takmer úplná absencia súvrstvia karpatského keuperu a naopak výrazné zhrubnutie jurských sedimentov, predovšetkým vo východných svahoch Kraviarskeho (1380 m n. m.). Výrazná redukcia až úplné chýbanie horninových súborov triasu fatrika, ale aj jury a kriedy tatrika sa prejavuje aj v smere na východ od Vrátnej doliny v oblasti Hromového (1636 m n. m.) a Poludňového grúňa (1460 m n. m.) (Haško & Polák, 1978).

3.3. Hronikum a paleogénne sedimenty

Tektonická jednotka hronika lemujúca severný až severozápadný okraj územia spočíva v nadloží fatrika, jej obsah nebol

súčasťou výskumu a v geologickej mape (Obr. 2) je preto zjednodušená a prebratá z pôvodnej interpretácie Haška & Poláka (1978) (Obr. 1) Sedimenty paleogénu interpretované v geologickej mape v sedle Príslop (916 m n. m.) (Obr. 1) nebolo možné identifikovať, aj keď vzhľadom k nedostatočnej odkrytosti ich prítomnosť nemožno ani vylúčiť.

3. 4. Zosuvy

Za možný dôvod určitých nejasností pri interpretáciách geologickej stavby študovaného územia, či už v minulosti, ale aj pri súčasnom výskume možno považovať prítomnosť zosuvov. Týka sa to zosuvov vyvinutých v oblasti kóty Hole (1465 m n. m.), alebo vrchných častí doliny za Kraviarskym, ktoré zmapovali Páleník et al. (1993) a Nemček et al. (1973, 1975). Zosuv zastierajúci príkrovovú hranicu fatrika s tatrikom možno identifikovať aj v oblasti východných svahov Kraviarskeho (1380 m n. m.) (Obr. 2).

4. ŠTRUKTÚRNA ANALÝZA

Dominantnými štruktúrnymi prvkami vhodnými na dešifrovanie geologickej stavby a tektonického vývoja sú v rámci študovaného územia vrstvitosť a vrásy. Merania sklonov

vrstiev poukazujú rovnako ako mapový obraz na vrásovú deformáciu územia, pričom väčšina z nich je sklonená generálne k severu, ale vo viacerých prípadoch možno pozorovať aj sklony na juh (Obr. 5). Orientácia vrstiev na východ či západ sa priamo v odkryvoch prejavuje najvýraznejšie vo vrstvách lučivnianskeho súvrstvia v oblasti „veľkého bránického okna“ a svahoch Vrátnej doliny. V horninových komplexoch triasu a jury bolo pozorovaných minimum štruktúr, čo je spôsobené často masívnym charakterom predovšetkým stredotriasových karbonátov a silným rozpadom hornín karpatského keuperu. Na druhej strane v mapovej mierke možno pozorovať deformácie prešmykovo-násunového charakteru, kde významnú úlohu zohráva práve kontrast kompetentných triasovo-jurských karbonátov a nekompetentného plastického súvrstvia karpatského keuperu. Tento fenomén sa prejavuje v podstate v celom území Krivánskej Fatry a takisto aj vo väčšine jadrových pohorí Západných Karpát.

Vrásové štruktúry sú prednostne vyvinuté v horninách vrchnojurského („kremítý fleckenmergel“, ždiarske súvrstvie) a spodnokriedového veku (mraznické a lučivnianske súvrstvie). Ukázkové odkryvy zaznamenávajúce juho- ale aj severovergentné vrásové deformácie je možné pozorovať v oblasti záveru Vrátnej doliny a v doline Veľká Bránica v západnej časti Sokolieho (Obr. 7 a 8). Hlavný trend priebehu vcelku rozptýlených vrásových osí je v smere VSV–ZJZ, sklon prevažne mierne k SV. Vyseparované vrásové osi so severovergentnou kinematikou prebiehajú spravidla v smere SV–JZ, juhoovergentné vrásy majú maximálnu os v smere V–Z (Obr. 6). Je preto pravdepodobné, že tieto vrásy nevznikli počas jedného režimu, aj keď podobné prípady sú niekoľkými autormi opísané (napr. Ramsay et al., 1983; Krabbendam & Leslie, 1996). Skôr možno predpokladať, že vývoj juhoovergentných vrás súvisel s tvorbou spätných prešmykov a násunov v neoalpinskej etape vývoja širšej oblasti, pretvárajúc pôvodnú paleoalpínsku stavbu.

5. DISKUSIA A ZÁVER

Geologický a štruktúrny výskum oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou objasnil viaceré nezrovnalosti v aktuálnom mapovom zobrazení (Haško & Polák, 1978), kde absentuje predovšetkým interpretácia štruktúr a tektonického vývoja tohto územia. Na základe získaných poznatkov o štruktúrach zrejmych z mapového obrazu a analýzy mezoskopických štruktúr (hlavne vrásových) možno konštatovať len smery tektonického transportu horninových mas, pravdepodobne v dvoch hlavných kompresných udalostiach. Zjednodušene ide o severovergentný a následne juhoovergentný presun, ku ktorým sa ešte pridružuje kompresia v smere V–Z. Tektonická superpozícia, ktorá by definovala poradie vzniku jednotlivých štruktúr chýba ako v mapovej, tak aj mezoskopicko-merke, čo môže byť spôsobené aj absenciou mladších (paleogénnych) horninových súborov, ktoré časovo zaraďujú vznik podobných štruktúr v blízkom okolí (medzirozsutecký prešmyk, lokalita „Rudy“ pri Varíne). O časovej následnosti vzniku jednotlivých štruktúr sa tak dá uvažovať len pri zohľadnení vedomostí, ktoré sú k dispozícii zo štúdií širšieho okolia oblasti, konkrétne z bradlového pásma, či sedimentov centrálnokarpatskej paleo-

gennej panvy (napr. Marko et al., 2005; Pešková et al., 2009). Paleoalpínsky (vrchnokriedový) presun príkrovov centrálnych Západných Karpát je všeobecne známy a považovaný za severovergentný. Juhoovergentné štruktúry sú preukázateľne datované do obdobia po paleogéne, presnejšie do spodného miocénu. Pravdepodobným mechanizmom ich vzniku bola transpresia sprevádzajúca kolíziu rozhrania blokov centrálnych a vonkajších Západných Karpát. V tomto procese by mohli vzniknúť aj priame otvorené vrásy Krivánskej Fatry, s osami orientovanými generálne v smere S–J.

Pohorie Krivánska Fatra ponúka ešte celý rad geologických problémov, ktorým by sa v budúcnosti zaslúžilo venovať pozornosť. V smere na západ je to oblasť Chlebu (1645 m n. m.) a Hromového (1636 m n. m.), typická výrazne redukovanými vrstvomými sledmi obalovej aj fatrickej jednotky a prítomnosťou dvoch veľkých zosuvov, ktoré môžu významne skreslovať reálnu geologickú situáciu. Kóta Žobrák (1308 m n. m.) je zaujímavá taktiež pre absenciu veľkej časti súvrstvia tatrského obalu. V oblasti na sever od obce Párnica, v okolí vršku Diel (749 m n. m.), leží mezozoikum fatrika v obrátenom vrstevnom slede a pozícia sedimentov paleogénu v geologickej mape indikuje ich polohu pod stredotriasovými karbonátmi fatrika. Zaujímavým by mohol byť aj štruktúrny výskum kryštalinika a jeho zonálnosti, ktorá korešponduje s morfológickými výraznými plošinkami vyvinutými na južných svahoch pohoria. Nevyjasnená zatiaľ zostáva aj otázka prevráteného vrstevného sledu zahŕňajúceho sedimenty paleogénu a mezozoika fatrika na južnom okraji pohoria severne od obce Sučany.

Podakovanie: Táto práca bola financovaná z projektu VEGA č. 1/0587/11 „Tektonická interakcia kryštalinika a sedimentov obalu tatrika Západných Karpát“.

Literatúra

- Barkáč Z., 1958: Správa o podrobnom geologickom mapovaní Malej Fatry, skupina Veľkého Kriváňa. Manuskrift, archív Geofond, Bratislava, 49 p.
- Bezák V., Polák M., Potfaj M., Broska I., Kohút M., Filo I., Mello J., Teťák F., Havrila M., Vozárová A., Biely A., Janák M., Rakús M., Hók J., Maglay J., Nagy A., 2005: Vysvetlivky ku geologickej mape 1: 200 000, list 26 – Žilina. ŠGÚDŠ, Bratislava, 172 p.
- Fisherová A., 1993: Geologické pomery na lokalite Varín – Pod Jedľovinou. Diplomová práca, archív Katedry geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 57 p.
- Haško J. & Polák M., 1978: Geologická mapa Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry, M 1:50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- Haško J. & Polák M., 1979: Vysvetlivky ku geologickej mape Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry, M 1:50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 145 p.
- Kováč P. & Hók J., 1996: Tertiary development of the western part of Klippen Belt. *Slovak Geological Magazine*, 2, 2, 137-149.
- Kotrčová V., 2008: Geologická stavba a tektonika okolia Nezbudskej Lúčky (Západný okraj Krivánskej Malej Fatry). Diplomová práca, archív Katedry geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 47 p.

- Krabbendam M. & Leslie A.G., 1996: Folds with vergence opposite to the sense of shear. *Journal of Structural Geology*, 18, 6, 777-781.
- Král M., Šujan M. & Vitáloš R., 2007: Geotermálny projekt Teplička nad Váhom. Manuskript, archív Geofond, Bratislava, 84 p.
- Mahel M., 1986: Geologická stavba československých Karpát. Paleopalínske jednotky. Veda, Bratislava, 503 p.
- Marko F., Vojtko R., Plašienka D., Sliva L., Jablonský J., Reichwalder P. & Starek D., 2005: A contribution to the tectonics of the Periklipen zone near Zázrivá (Western Carpathians). *Slovak Geological Magazine*, 11, 1, 37-43.
- Matějka A., 1931: La partie orientale de la Malá Fatra. In: Matějka A. & Andrusov D. (Eds.): Guide des excursions dans les Carpathes occidentales. Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky, 13A, 303-316.
- Matějka A., 1932: Zpráva o geologickém mapování Malé Fatry. Část I. Hlavní hřbet mezi Chlebem a Malým Krivánem. Věstník Státní geologický ústav Československé republiky, Praha, VII, 100-104.
- Matějka A. & Kodým O., 1935: Zpráva o geologickém mapování Malé Fatry. Část II. Oblast Vrátné a Bránické doliny. Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky, Praha, 10, 76-84.
- Nemčok A., Malgot J., Mahr T., Baliak F., Šebová H., Tomašovičová E. & Hollá Z., 1973: Slovensko-oblasť vysokých pohorí, systematický výskum svahových deformácií. Manuskript, archív Geologického Ústavu Dionýza Štúra, Bratislava, 81 p.
- Nemčok A., Baliak F., Mahr T. & Malgot J., 1975: Systematický výskum svahových deformácií na Slovensku, čiastková správa. Manuskript, archív Geologického Ústavu Dionýza Štúra, Bratislava, 181 p.
- Nemčok A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. VEDA, Bratislava, 319 p.
- Nemčok J. & Rudinec R., 1990: The Čergov Mts. – one of key areas of the Flysch belt in Eastern Slovakia as to the oil content. *Mineralia Slovaca*, 22, 2, 175-178.
- Páleník M., Smolárová H., Čurlík J., Marsina K., Rapant S. & Kandra K., 1993: Malá Fatra a časť priľahlých kotlín – súbor regionálnych máp geofaktorov životného prostredia v mierke 1:50 000. Ingeo, Žilina, 38 p.
- Pešková I. & Hók J., 2008: The origin and implication of the reverse structures recorded in the frontal part of the Central Western Carpathians. In: Németh Z. & Plašienka D. (Eds.): Proceedings and Excursion Guide. 6th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG). State Geological Institute of Dionýz Štúr, Bratislava, 103-104.
- Pešková I., Vojtko R., Starek D. & Sliva L., 2009: Late Eocene to Quaternary deformation and stress field evolution of the Orava region (Western Carpathians). *Acta Geologica Polonica*, 59, 1, 73-91.
- Plašienka D., Soták J. & Prokešová R., 1998: Structural profiles across the Šambron-Kamenica Periklipen Zone of the Central Carpathian Paleogene Basin in NE Slovakia. *Mineralia Slovaca*, 30, 3, 173-184.
- Polák M., Haško J., Potfaj M. & Zakovič M., 1977: Vysvetlivky k základnej geologickej mape ČSSR 1:25 000, list Belá. Manuskript, archív Geologického Ústavu Dionýza Štúra, Bratislava, 27 p.
- Polák M., 1979: Geologické profily Krivánskou Malou Fatrou. In: Mahel M. (Ed.): Tektonické profily Západných Karpát. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 77-81.
- Potfaj M., Novák J., Káňová M., Kolman L. & Vomáčková R., 1993: Geologický projekt vrtnu „Vadičov“. Čiastková záverečná správa. Manuskript, archív Štátného Geologického ústavu Dionýza Štúra, Bratislava, 27 p.
- Rakús M. & Hók J., 2003: Geologická stavba antiklinály Kozla. *Mineralia Slovaca*, 35, 2, 75-88.
- Ramsay J. G., Casey M. & Kligfield R., 1983: Role of shear in development of the Helvetic fold-thrust belt in Switzerland. *Geology*, 11, 8, 439-442.
- Sentpetery M., 2008: Geologická stavba juhozápadného okraja Krivánskej Malej Fatry (okolie Jedloviny a Prostej). Diplomová práca, archív Katedry geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 41 p.
- Sentpetery M., 2011: South-vergent structures observed in the western part of the Krivánska Fatra Mts. (Central Western Carpathians). *Acta Geologica Slovaca*, 3, 2, 123-129.
- Sláviková I., 2008: Geologická stavba a tektonika okolia Starého hradu (západný okraj Krivánskej Malej Fatry). Diplomová práca, archív Katedry geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 63 p.
- Uhlig V., 1902: Beiträge zur Geologie des Fatrakriván Gebirges. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, 519-561.
- Vojtko R., Tokárová E., Sliva L., Pešková I., 2010: Reconstruction of Cenozoic paleostress fields and revised tectonic history in the northern part of the Central Western Carpathians (the Spišská Magura and Východné Tatry Mountains). *Geologica Carpathica*, 61, 3, 211-225.

Summary: The geological setting of the Western Carpathians is characterized by the north-verging fold and thrust structures propagated to the orogenic front. A common phenomenon in fold and thrust belts is development of the structures with the opposite sense of tectonic displacement towards the foreland. Opposite, south-vergent structures are known from the sediments of the Central Carpathian Palaeogene Basin as well as from the tectonic units of the Pieniny Klippen Belt and Flysch Belt. The Krivánska Fatra Mts. is located at the most external margin of the Central Western Carpathians. For that reason, the results of backthrusting should be most obvious precisely in this area. The research was focused to the area between the Belianska and Vrátna dolina valleys. Actual regional geological map of the Krivánska Fatra Mts. (Haško & Polák, 1978) (Fig. 1) has become quite obsolete, so its revision was necessary (Fig. 2). On the basis of geological mapping and structural analysis has been interpreted a several structures, both with northward and southward vergency. The study area is also affected by compression in the W–E direction, which is reflected mainly in the map-scale by the presence of the straight open macro folds with the generally N–S oriented axes. Major map-scale north-vergent structure is located in the area of Hole (1465 m a.s.l.). South-vergent reverse faults are situated in the area of Kykula (952 m a.s.l.) and Malá Bránica valley. Meso-scale fold structures are developed primarily in the Upper Jurassic and Lower Cretaceous sedimentary formations of the Fatric Unit in the upper parts of the Vrátna dolina valley and in the area of Sokolie (Fig. 7 and 8). The Tatric crystalline basement is affected by the south-vergent backthrusting in the Smolenová quarry near Párnica village in the eastern part of the Krivánska Fatra Mts. (Fig. 3). The origin of north-vergent structures is considered and accepted as a result of the palaeo-Alpine (Cretaceous) nappe stacking of the Fatric and Hronic tectonic units. The south-vergent backthrusting is related with the neo-Alpine (Early Miocene) sinistral transpression between the Central and Outer Western Carpathians, which caused the formation of the positive flower structure along the sinistral strike-slip fault zone in the vicinity of the study area.