

Mineralia slov.
19 (1987), 2, 135—157

Geológia a tektonika juhozápadnej a severnej časti kryštalinika Malých Karpát

MARIÁN PUTIŠ

Katedra mineralógie a petrológie PF UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Doručené 2. 12. 1985

Геология и тектоника югозападной и северной части кристалликума Малых Карпат

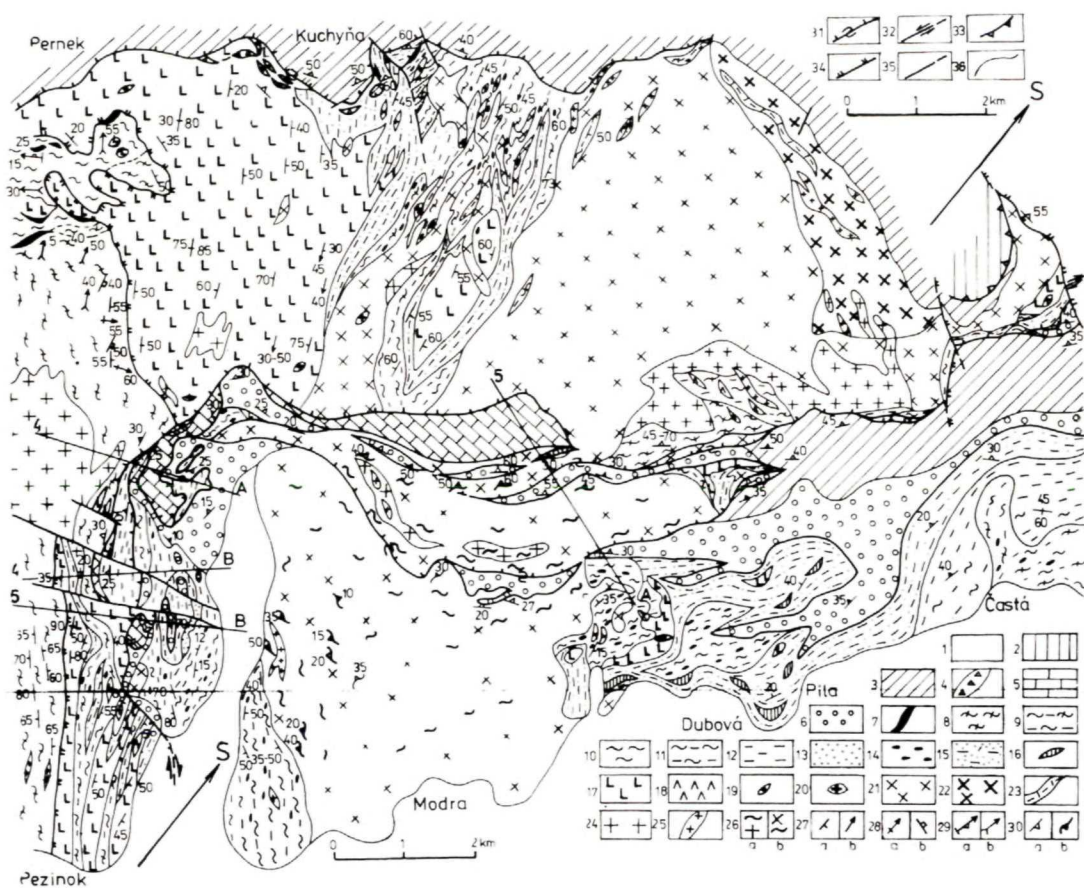
Предметоморфное развитие кристалликума Малых Карпат (Западные Карпаты) представляла флишевая седиментация силура-нижнего девона, которая завершилась седиментацией тёмных силифицированных сланцев и последующим базальтовым вулканизмом в среднем даже верхнем девоне. Следующее развитие кристалликума было связано со зональным регионально-периплутоническим метаморфизмом и гранитоидным плутонизмом в самой верхней части девона даже нижнего карбона. Завершающий герцинский тектонический стиль является складчато-кливажным с веероподобным горизонтальным развитием метаморфной фоллиации. Воздействием альпийской тектоники (AD₂ деформационной стадии-передвижение фундамента покрова к СЗ) был братиславский сегмент передвинут к ЮВ через гармонийский сегмент вдоль стрижно-насывной плоскости, которая позднее подверглась складчатости стадии AD₃.

Geology and tectonics in the southwestern and northern part of the Little Carpathian crystalline

Pre-metamorphic development of the crystalline in the Little Carpathian Mts. was characterized by flysch sedimentation during Silurian to Lower Devonian terminated by the deposition of dark quartzitic slate and subsequent basic volcanism of Middle to Upper (?) Devonian age. Subsequently the sequence was influenced by zonal regional-periplutonic metamorphism during the Uppermost Devonian and Lower Carboniferous. The resulting Hercynian tectonic style was a folded-cleavage type displaying fan-like course of metamorphic foliation planes in the horizontal plane. Due to the influence of Alpine tectonics (the AD₂ deformational stage, i. e. the termination of basement nappe thrusting to the NW), the Bratislava segment of the crystalline has been thrust to SE over the Harmónia segment along a shear-thrust surface that later became itself folded during the AD₃ deformational stage.

Doterajšie poznatky o geológii kryštalinika Malých Karpát sú vyjadrené v mapách Cambela (in Buday et al., 1962; in Maheľ — Cambel, 1972), ktorý tu odlíši

dve základné série: spodnú — pezinsko-perneckú a vrchnú — harmónsku. Cambel medzi sériami nepredpokladá výraznejší stratigrafický hiát a priraduje ich k jed-



Obr. 1. Geologicko-tektonická mapa strednej a severnej časti kryštalinika Malých Karpát (Putiš, 1984). 1 — kvartér, 2 — mezozoikum krížňanského príkrovu, 3 — paraautochtónny mezozoický pokryv, nečlenený, 4 — karbonatické brekcie liasového pokryvu s úlomkami metabázik podložného kryštalinika, 5 — metamorfované vápence a dolomity stredného triasu paraautochtónneho pokryvu, 6 — pestrofarebné arkózy (perm ? v podloží kremencov) a kremence spodného triasu paraautochtónneho pokryvu, 7 — ultramylonity a blastomylonity metapelitov, 8 — metapelitey (Chl_2 , $\text{Bi}_{1,2}$, $\text{Mu}_{1,2}$, Gr, St, And₁, Sill) spodnej časti formácie A, 9 — metapelitey ($\text{Chl}_{1,2}$, Bi_{1-3} , $\text{Mu}_{1,2}$, Gr, $\pm$ Cor, Ser_2) strednej časti formácie A bratislavského segmentu východne od Kuchyňa a severne od Pezínka, 10 — metapelitey ($\text{Chl}_{1,2}$, $\text{Bi}_{1,2}$, Mu, Gr) strednej časti formácie A bratislavského segmentu východne od Perneku, 11–12 — metapelitey a metapsamity (Chl_1 , Ser, $\text{Mu}_{1,2}$, $\pm$ Cor, $\pm$ Bi₃, $\pm$ Ser₂) strednej časti formácie A harmónskeho segmentu, 13 — metapsamity (Ser₁, Chl_1 , $\pm$ Bi) vrchu strednej časti alebo miestami najvrchnejšej časti formácie A harmónskeho segmentu, 14 — škvrnité až plodové kontaktne metamorfované bridlice (Cor, Bi₃, $\pm$ And₂, Ser-Mu₃) harmónskeho i bratislavského segmentu, 15 — grafitické bridlice a metakvarcity, grafiticko-kvarcitické metapelitey (Ser, Mu, $\pm$ Bi, $\pm$ Act) spodnej časti formácie B obidvoch segmentov, 16 — metakarbonáty, erlány (Cc, Gr, Wols, Ve) harmónskeho segmentu, 17 — metabázika a metatufy (Chl , Ep, Act, Hrb_{green}, $\pm$ Bi) vrchnej časti formácie B obidvoch segmentov, 18 — mandľovcové metabázika formácie A bratislavského segmentu, 19 — gabrodiorit, 20 — kremenný amfibolicko-biotitický diorit, 21 — biotitický granodiorit (modranský typ), 22 — autometamorfovaný granodiorit, 23 — zóny silnej hydrotermálnej premeny granodioritu so zrudnením (hematitové brekcie), 24 —

stredno a drobnozrnný muskoviticko-biotitický granit, 25 — aplity, pegmatity, 26 — mylonity až ultramylonity, a — granitu, b — granodioritu, 27 — hercýnska metamorfická, a — foliácia (S_1), b — lineácia (V_1 — synmetamorfické vrásky bez kliváže), 28 — a — osi B hercýnských klivážových vrás (V_1), b — hercýnska synmetamorfická krenulačná kliváž (S_2), 29 — a — osová rovina prevrátených až ležatých medzifoliačných mezo a makrovrás (AV_1) v Gr-Bi fylitoch pri Perneku, b — osi B zalomených vrás (AV_2), 30 — a — alpská foliácia (AS_1) v mezozoickom obale, b — kataklastická foliácia (AS_1) v kryštaliniku, 31 — prevrátená (AV_2) strižno-násunová plocha (AS_1) bratislavského segmentu cez harmónsky segment, 32 — bočný posun pozdĺž modranskej prešmykovo-vrásovej zóny, 33 — presunová plocha krížňanského príkrovu, 34 — prešmykové plochy, 35 — zlomy, 36 — geologické hranice. (Použité skratky minerálov: Act — aktinolit, Andl — andaluzit, Bi — biotit, Cc — kalcit, Chl — chlorit, Cor — cordierit, Ep — epidot, Gr — granát, Hrb_{green} — zelený amfibol, Mu — muskovit, Ser — sericit, Sill — sillimanit, St — staurolit, Ve — vezuvian, Wols — wolastonit.)

Fig. 1. Geological and tectonic map of the central and northern part of Little Carpathian crystalline (Putiš, 1984). 1 — Quaternary, 2 — Mesozoic of the Krížna nappe, 3 — para-autochthonous Mesozoic cover, undivided, 4 — carbonate breccia of Liassic cover with metabasite fragments from the underlying crystalline, 5 — metamorphosed limestone and dolomite (Middle Triassic) of the para-autochthonous cover, 6 — variegated arcose (Permian ?) in the underlier of Lower Triassic quartzite of the para-autochthonous cover, 7 — ultramylonite and blastomylonite from metapelite, 8 — metapelite (Chl₂, Bi_{1,2}, Mu_{1,2}, Gr, St, And₂, Sill) of the lower part of A formation, 9 — metapelite (Chl_{1,2}, Bi₁₋₃, Mu_{1,2}, Gr, $\pm$ Cor, Ser₂) of the middle part of A formation of the Bratislava Segment easternly from Kuchyňa and northernly from Pezinok, 10 — metapelite (Chl_{1,2}, Bi_{1,2}, Mu, Gr) of the middle part of the A formation of the Bratislava Segment easternly from Pernek, 11–12 — metapelite and metapsammite (Chl₁, Ser, Mu_{1,2}, $\pm$ Cor, $\pm$ Bi₃, $\pm$ Ser₂) of the middle part of A formation of the Harmónia Segment, 13 — metapsammite (Ser₁, Chl₁, $\pm$ Bi) from the top of the middle part or in places of the uppermost part of A formation in the Harmónia Segment, 14 — spotted to knotted schist (Cor, Bi₃, $\pm$ And₂, Ser-Mu₃) of the Harmónia and Bratislava Segments, 15 — graphitic slate and metaquartzite, graphite-siliceous metapelite (Ser, Mu, $\pm$ Bi, $\pm$ Act) of the lower part of B formation in both segments, 16 — metacarbonate, erlan (Cc, Gr, Wols, Ve) of the Harmónia segment, 17 — metabasite and metatuff (Chl, Ep, Act, Hrb_{green}, $\pm$ Bi) of the upper part of B formation in both segments, 18 — amygdaloid metabasite of A formation in the Bratislava segment, 19 — gabbrodiorite, 20 — amphibole-biotite quartz diorite, 21 — biotite granodiorite (Modra type), 22 — autometamorphosed granodiorite, 23 — zone of strong hydrothermal alteration in granodiorite with ore (hematite breccia), 24 — muscovite-biotite granite, medium to fine-grained, 25 — aplite, pegmatite, 26 — mylonite to ultramylonite, a — from granite, b — from granodiorite, 27 — Hercynian metamorphic structure, a — foliation (S_1), b — lineation (V_1 synmetamorphic folding without cleavage), 28 — Hercynian structure, a — B axis of Hercynian cleavage fold (V_1), b — Hercynian synmetamorphic crenulation cleavage (S_2), 29 — axial structure, a — axial plane of inverted to recumbent interfoliation mesoto macrofold (AV_1) in Gr-Bi phyllite near Pernek, b — B axis of kink folds (AV_2), 30 — Alpine foliation, a — (AS_1) in the Mesozoic cover, b — cataclastic foliation (AS_1) in the crystalline, 31 — refolded (AV_2) shear-thrust surface (AS_1) of the Bratislava Segment over the Harmónia Segment, 32 — lateral slip along the Modra thrust-folded zone, 33 — thrust surface of the Krížna nappe, 34 — reverse fault plane, 35 — fault, 36 — geological boundary. (Mineral abbreviations: Act — actinolite, And — andalusite, Bi — biotite, Cc — calcite, Chl — chlorite, Cor — cordierite, Ep — epidote, Gr — garnet, Hrb_{green} — green hornblend, Mu — muscovite, Ser — sericite, Sill — sillimanite, St — staurolite, Ve — vesuviane, Wols — wollastonite.)

notnému staropaleozoickému vulkanicko-sedimentárnemu cyklu.

Podľa palinologických výskumov Čornej

(1968; in Cambel — Čorná, 1974) vekové rozpätie hornín je ordovik (?) — spodný karbón. Podľa novších palinologických

výskumov Planderovej (Planderová — Pahr, 1983; Cambel — Planderová, 1985) je vek skúmanej časti metasedimentov pezinsko-perneckej série vrchný silúr — spodný devón. Skúmaná časť metasedimentov harmónskej série spadá do spodného devónu.

Vrtný prieskum kryštalinika SZ od Pezinka poskytol údaje o alochtónnych častiach malokarpatského kryštalinika (Polák — Hanas, 1981; Polák — Rak, 1982). Z týchto údajov, ako aj z rozdielneho lito-faciálneho vývoja paraautochtónneho mezozoického pokryvu vychádza Maheľ (1980a, b, 1981, 1983, 1984) v predstave o príkrovovej stavbe kryštalinika Malých Karpát, ktorého šupiny považuje za analogón unterostalpinu, pričom v nevelkej hĺbke pod nimi predpokladá pokračovanie penninika Východných Álp (resp. váhikum, t. j. analogón penninika) v Západných Karpatoch.

Na základe litológie a palinológie Planderová a Pahr (l. c.) porovnali severnú časť kryštalinika Malých Karpát (harmónsku sériu) so staropaleozoickou časťou wechelskej série unterostalpinu Východných Álp.

V článku sú zhrnuté poznatky autora (Putiš in Maheľ et al., 1983; in Korikovskij et al., 1985; in Maheľ ed., v tlači; Putiš, 1986) získané geologickým mapovaním v mierke 1 : 10 000, štruktúrnou analýzou a mikroskopickým štúdiom.

Geologické pomery v kryštaliniku Malých Karpát

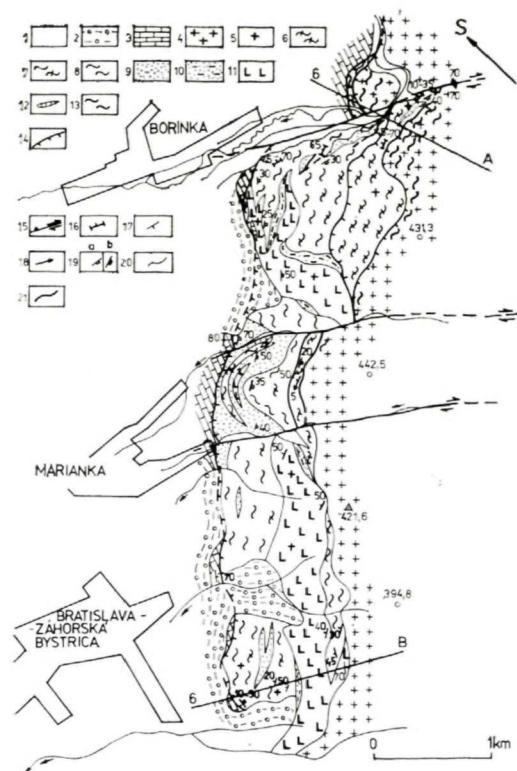
Kryštalinikum Malých Karpát je súčasťou dvoch novovyčlenených hlavných alpínskych tektonických segmentov (obr. 7): bratislavského (medzi Bratislavou, Pezinkom, Pernekom a Kuchyňou; v zmysle Cambela, l. c. výlučne pezinsko-pernecká séria) a harmónskeho (medzi Pezinkom, Harmóniou, Častou a Hornými Orešanmi;

v zmysle Cambela, l. c. s výraznou prevahou harmónskej série v nadloží pezinsko-perneckej série). Segmenty oddeľuje asi 18 km (na povrchu) dlhá modranská prešmykovo-vrásová zóna (Putiš in Maheľ et al., 1983) v centrálnej časti modranského granodioritového masívu medzi Pezinkom a Doľanmi so začleneným metamorfovaným (so sericitom, chloritom) mezozoickým paraautochtónnym pokryvom.

Geologicko-tektonické pomery skúmaných častí kryštalinika Malých Karpát znázorňuje obr. 1 a 2. V tejto časti je snáď potrebné upozorniť, že v kryštaliniku pezinsko-perneckej série sa pri západnom okraji bratislavského segmentu (obr. 2) medzi Borinkou a Mariankou zistil karbonátový horizont. Ide o tenké dosky (s hrúbkou do 10 cm) metamorfovaných tmavosivých vápencov uprostred bazických metatufov a metamorfovaných tmavosivých slienitých bridlic s metamorfným chloritom a biotitom s celkovou mocnosťou týchto členov aspoň niekoľko metrov v nadloží grafitických metakvarcítov. Hrubšie (niekoľko m) šošovkovité telesá podobných karbonátov sú charakteristické pre harmónsku sériu (Cambel, l. c.), kde sa nachádzajú uprostred grafitických metakvarcítov a fylitov, t. j. o niečo hlbšie ako v pezinsko-perneckej sérii.

Litologicky pestré, rytmické peliticko-psamitické členy kryštalinika, ktoré sú charakteristické pre harmónsku sériu, (tab. 3, obr. 1, 2) sa zistili aj ako súčasť pezinsko-perneckej série, napr. v dolinách Vývrat a Malina (predtým Modranský potok) pri Kuchyni (tab. 3, obr. 3, 4), na hrebeni na Z od Konských hláv, JV od Borinky (obr. 3c) a na V od Marianky. Ich geologická pozícia je rovnaká ako v harmónskej sérii — teda ležia v podloží grafitických a aktinolitických metakvarcítov a grafitických fylitov, ktoré sú tiež charakteristické pre obidve série (obr. 1, 2).

Najvrchnejšiu časť tohto peliticko-psa-

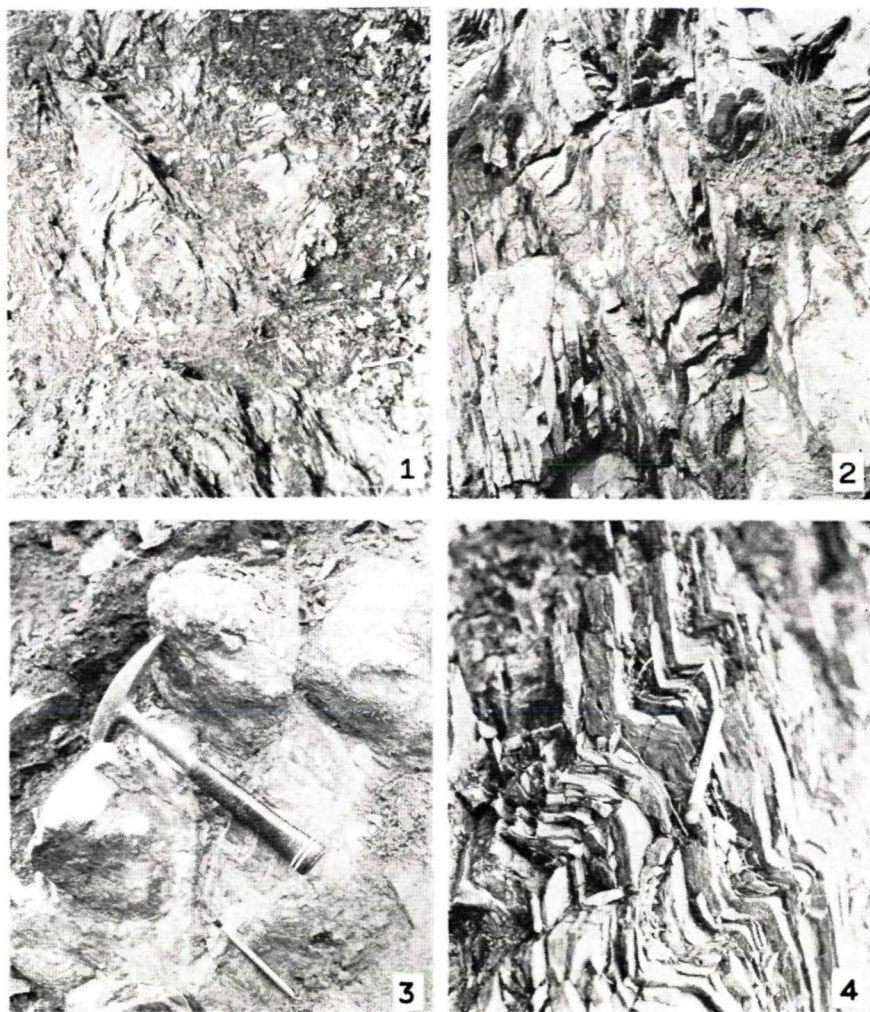


Obr. 2. Geologicko-tektonická mapa juhozápadnej časti kryštalinika Malých Karpát (Putiš, 1985). 1 — kvartér, 2 — neogén, 3 — paraautochtónny mezozoický pokryv, 4 — muskovitický a muskoviticko-biotitický granit (bratislavský typ), 5 — aplity, pegmatity, 6 — metapelite (Chl_2 , $\text{Bi}_{1,2}$, Gr , $\pm$ St , $\pm$ Sill) spodnej časti formácie A, 7 — metapelite a metapsamity ($\text{Chl}_{1,2}$, $\text{Bi}_{1,2}$, $\pm$ Gr) strednej časti formácie A, 8 — metapelite (Ser , Chl_1 , $\pm$ Bi) strednej časti formácie A, 9 — kvarcitické metapelite, piesčité metadroby, meta-pieskovce, metakvarcité vrchnej časti formácie A, 10 — grafitické a grafiticko-aktinolitické metakvarcité (Ser , Mu , Act) spodnej časti formácie B, 11 — metabázika a metatufy (Chl , Ep , Act , $\text{Hrb}_{\text{green}}$) vrchnej časti formácie B, 12 — metakarbonáty v metamorfovaných tufoch a slienitých bridliciach spodnej časti formácie B, 13 — mylonity a fylonity, 14 — strižno-násunové plochy v kryštaliniku (AD_2 deformačné štádium), 15 — zlomové štruktúry s bočným posunom blokov, 16 — vrstovitost S_0 v kryštallických bridliciach s naloženou metamorfnou foliáciou S_1 na plochy S_0 , 17 — metamorfná foliácia S_2 , kliváž osovej roviny metamorfných mezovrás

V_1 , 18 — osi B metamorfných mezovrás V_1 , 19 — a — na SZ — S rotovaná hercýnska metamorfná krenulačná kliváž S_2 , b — metamorfná krenulačná kliváž S_2 s naloženou alpinskou sklznou klivážou AS_1 alebo kataklastickou foliáciou AS_1 , 20 — geologické hranice, 21 — tektonické hranice

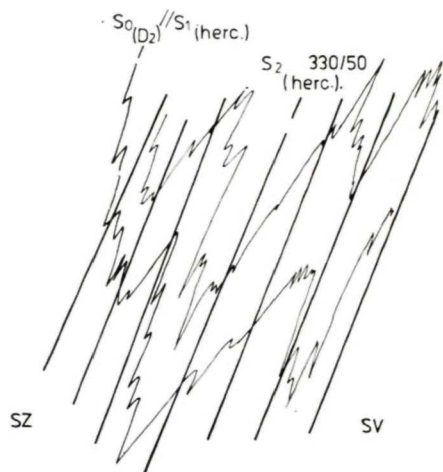
Fig. 2. Geological and tectonic map of the southwestern part of the Little Carpathian crystalline (Putiš, 1985). 1 — Quaternary, 2 — Neogene, 3 — para-autochthonous Mesozoic cover, 4 — muscovite and muscovite-biotite granite (Bratislava type), 5 — aplite, pegmatite, 6 — metapelite (Chl_2 , $\text{Bi}_{1,2}$, Gr , $\pm$ St , $\pm$ Sill) of the lower part of A formation, 7 — metapelite and metapsammite ($\text{Chl}_{1,2}$, $\text{Bi}_{1,2}$, $\pm$ Gr) of the middle part of A formation, 8 — metapelite (Ser , Chl_1 , $\pm$ Bi) of the middle part of A formation, 9 — siliceous metapelite, arenaceous metagreywacke, metasandstone, metaquartzite of the upper part of A formation, 10 — graphite and graphite-actinolite metaquartzite (Ser , Mu , Act) of the lower part of B formation, 11 — metabasite and metatuff (Chl , Ep , Act , $\text{Hrb}_{\text{green}}$) of the upper part of B formation, 12 — metacarbonate in metamorphosed tuff and marly slate of the lower part of B formation, 13 — mylonite and phyllonite, 14 — shear-thrust surface in crystalline (AD_2 deformation stage), 15 — fault structure with lateral shift of blocks, 16 — bedding S_0 in crystalline schist with subsequent metamorphic foliation S_1 on S_0 surfaces, 17 — metamorphic foliation S_2 , cleavage of axial plane of metamorphic mesofolds V_1 , 18 — B axis of metamorphic mesofolds V_1 , 19 — Hercynian metamorphic crenulation cleavage S_2 , a — rotated to NW, N, b — the same with subsequent Alpine slip cleavage AS_1 or cataclastic foliation AS_1 , 20 — geological boundary, 21 — tectonic boundary

mitického súvrstvia (ilovito-drobové, ilovito-drobovo-piesčité sedimenty) obidvoch sérií palinologicky skúmala Planderová (in Cambel — Planderová, 1985). Z lokality č. 4 (vzorka 764/82 — sedlo na JV od Ostrého vrchu pri Kuchyni) skúmala typ hornín uvedený v tab. 3, obr. 3 (ilovito-drobové sedimenty), ktoré patria najvrchnejšej časti peliticko-psamitického súvrstvia pezinsko-perneckej série pri Kuchyni v podloží grafitických fylitov a metakvarcitov. Z lokality č. 5 (vzorka 187/82 — na SV od Pezinka, oblasť na JV od Cajlan-

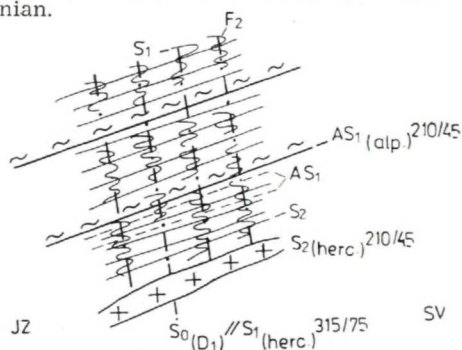


Tab. 1. 1 — alpske prevrátené až ležaté medzifoliačné makrovrásky AV_1 (AD_2 deformačné štádium) v metapelitoch, s miernym ponorom osových rovin na SZ, lok. Podbabská dolina na V od Perneku, 2 — hercýnska metamorfická foliácia S_1 je pretatá pod ostrým uhlom strmo uklonenou hercýnskou klivážou S_2 osovej roviny klivážových mezovrás V_1 , lok. zárez cesty Pernek — Pezinská baba, 3 — budinovaný konkordantný prienik pegmatitového materiálu podľa metamorfnej foliácie S_1 v metapelitoch, lok. zárez cesty Pernek — Pezinská baba, 4 — ohybové pásy AV_3 (AD_4 deformačné štádium), lok. Podbabská dolina na V od Perneku

Plate 1. 1 — Alpine inverted to recumbent interfoliation mesoscopic folds (AV_1) in metapelite (AD_2 deformation stage) with low angle dip of axial planes to NW, Podbabská dolina locality, E from Pernek, 2 — Hercynian metamorphic foliation S_1 cut under high angle by steeply dipping Hercynian cleavage S_2 of the axial plane of cleavage mesoscopic folds V_1 , road cut between Pezinská baba and Pernek, 3 — boudinaged concordant penetration of pegmatite material along the metamorphic foliation S_1 in metapelite road cut between Pernek and Pezinská baba, 4 — kink bands AV_3 (AD_4 deformation stage), Podbabská dolina locality, E from Pernek

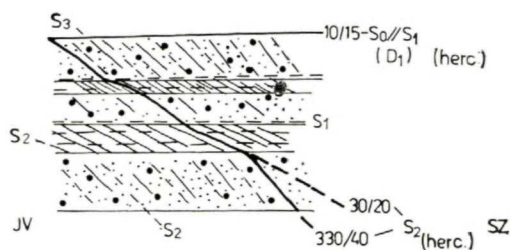


Obr. 3a. Synmetamorfne (hercýnske) mezo-vrásy V_1 v páskovanom amfibolite s metamorfnou klivážou S_2 . Metamorfná foliácia S_1 je naložená na plochy vrstvitosti S_0 . Lok. východne od Marianky. (D_2 — stredný devón) Fig. 3a. Synmetamorphic Hercynian mesofolds V_1 in banded amphibolite with S_2 metamorphic cleavage. The S_1 metamorphic foliation is superposed on bedding surfaces S_0 . Outcrop easternly from Marianka, Middle Devonian.



Obr. 3b. Strmo uklonené plochy vrstvitosti S_0 a metamorfné foliácie S_1 , ktorá je naložená na plochy S_0 . Metamorfná krenulačná kliváž S_2 je preniknutá granitoidným materiálom. Alpínska sklzná kliváž AS_1 kataklastická foliácia AS_1 sú s plochami S_2 subparalelné, resp. sú na ne naložené (D_1 — spodný devón).

Fig. 3b. Bedding surfaces S_0 and metamorphic foliation surfaces S_1 superimposed over S_0 . The metamorphic crenulation cleavage S_2 is pierced by granitoid material. Alpine slip cleavage surfaces AS_1 and the cataclastic AS_1 foliation are subparallel with S_2 surfaces or superimposed onto them (D_1 — Lower Devonian).

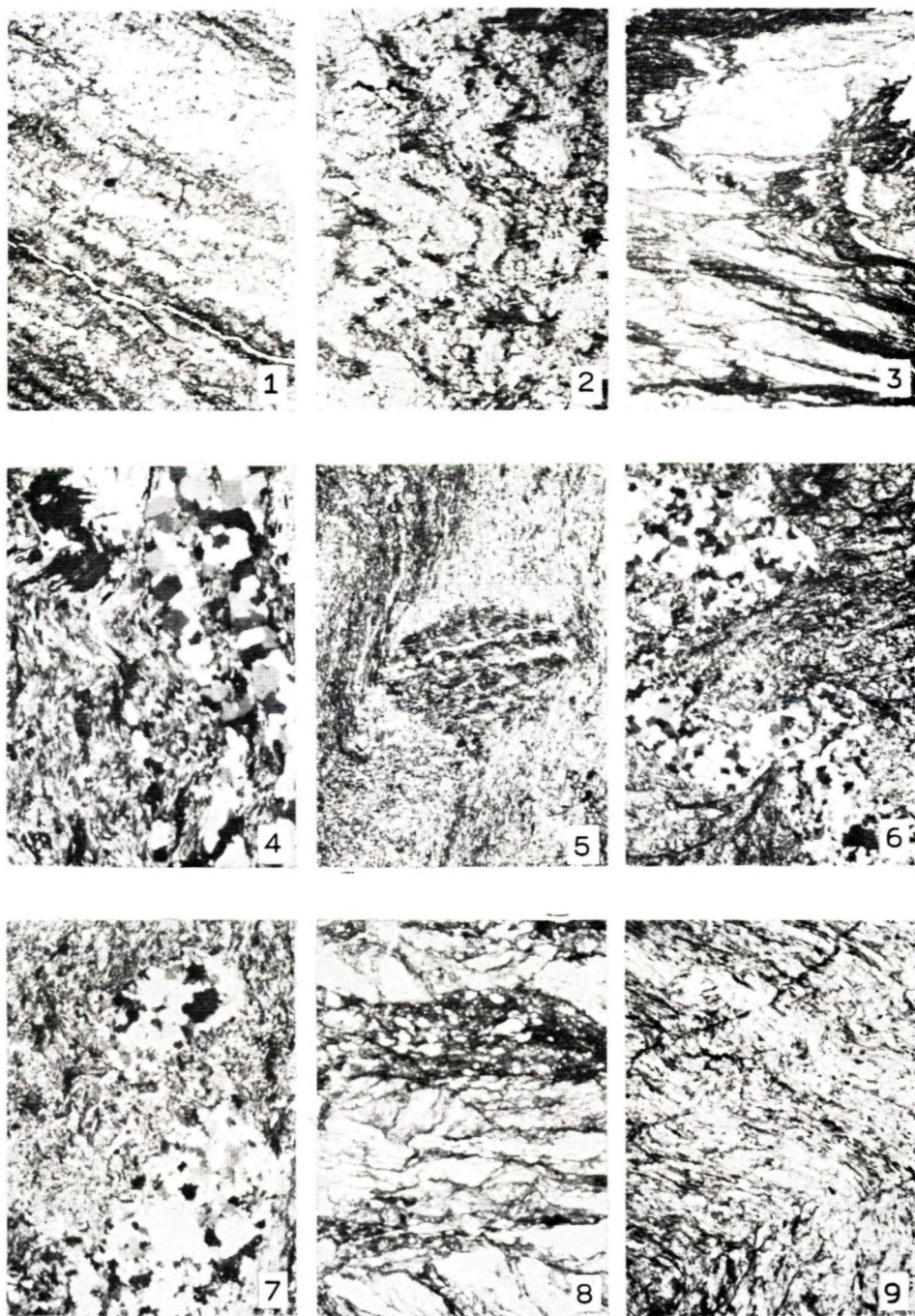


Obr. 3c. Plochy vrstvitosti S_0 (hruborytmický flyš, piesčité droby a ílovité bridlice strednej časti formácie A) s nevýraznou metamorfnou foliáciou S_1 naloženou na plochy S_0 . Plochy metamorfné krenulačnej kliváže S_2 sú výrazné iba vo vrstvách (hrúbka väčšinou 1–10 cm) ílovitých bridlic. Uhol medzi plochami S_0 a S_2 je asi 30° . Metamorfná foliácia S_2 v metadrobách nie je makroskopicky veľmi výrazná. Uhol medzi plochami S_0 a S_2 je tu asi 45° (Putiš, 1985).

Fig. 3c. Bedding surfaces S_0 (thick rhythmic flysch, arenaceous greywacke and argillaceous slate of the middle part of A formation) with non-pronounced metamorphic foliation S_1 superimposed onto S_0 surfaces. Metamorphic crenulation cleavage surfaces S_2 are pronounced only in argillaceous slate layers (thickness usually 1–10 cm). The angle between S_0 and S_2 surface is about 30° . The metamorphic foliation S_2 is in mesoscopic dimensions weakly expressed amidst metagreywacke, the angle between S_0 and S_2 surfaces is here about 45° (Putiš, 1985).

skej Malej homole; v citovanom článku je táto lokalita chybné špecifikovaná) skúmala porovnateľné typy hornín, ktoré patria najvrchnejšej časti peliticko-psamitického súvrstvia harmónskej série na S od Pezinka v podloží grafitických fylitov a metakvarcitov. V oboch skúmaných lokalitách sa z rovnakých typov hornín (materiál M. Putiša), v rovnakej geologickej pozícii zistil rovnaký — spodnodévonsky vek metasedimentov, hoci sa tieto lokality priradujú (cf. Cambel, l. c.) k dvom rozdielnym sériám.

Prechodnú pozíciu medzi spodnejším peliticko-psamitickým súvrstvom s nízkym podielom bázik a ich sprievodných tufov (formácia A) a vrchnejším súvrstvom



Tab. 2. 1 — časť jemnozrnného regionálnometamorfného biotitu₁ (zv. 10×//N) je usmernené v metamorfnej foliácii $S_1(//S_0)$, jeho podstatná časť je usmernená v plochách metamorfnej krenulačnej kliváže $S_2(XS_{0,1})$ v metapelite granátovej zóny, lok.

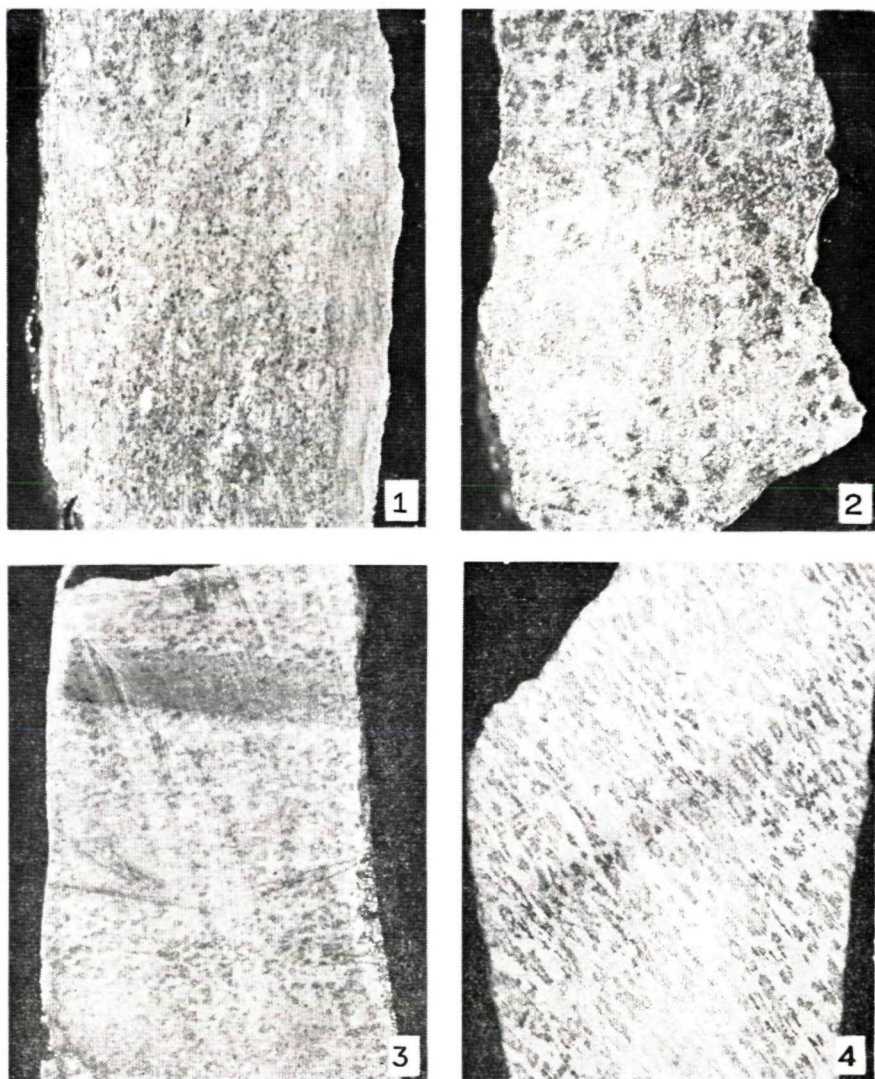
Vývrat na V od Kuchyňa, 2 — metamorfna kliváž S_2 osovej roviny mikro a mezo-vrás V_1 s biotitom_{1,2} (biotit₂ je hrubozrnnejší, zv. $10\times//N$) v metapelite granátovej zóny, lok. pravá strana Hrubej doliny na SZ od Pezinka, 3 — metamorfna kliváž S_2 v grafitickej bridlici (zv. $10\times//N$), lok. Fugelka na SZ od Dubovej, 4 — synmetamorfne disharmonické mikrovrásy (zv. $10\times XN$) v metapelite granátovej zóny, kvarcitické lamíny sú vrásnené do otvorených synmetamorfnych vrás V_1 , vrásy V_1 v ílovitých laminách majú vyvinutú metamorfnu krenulačnú kliváž S_2 , synmetamorfne ohýbaný porfyrblast chloritu₂ (tmavý minerál v ľavom hornom rohu), lok. Podbabská dolina, 5 — synmetamorfna budináž ílovitých lamin, za ktorou nasleduje segmentácia podľa plôch metamorfnej krenulačnej kliváže S_2 a rotácia segmentov (s plochami $S_{0,1}$) za vzniku pseudoolbiakov (zv. $10\times XN$), lok. dolina potoka Malina, 6—7 — synmetamorfne vrásnenie V_1 a budináž kvarcitických lamin v metapelite granátovej zóny, vývoj metamorfnej kliváže S_2 v nekompetentnom okolí (zv. $10\times XN$), lok. dolina potoka Malina, 8 — alpínska kataklastická foliácia AS_1 v metapelitoch (zv. $10\times//N$), lok. dolina Kostolného potoka na SV od Perneka, 9 — alpínska puklinová kliváž AS_3 ako osová rovina ohybových pásov AV_3 (zv. $10\times//N$), lok. zárez cesty Pernek — Pezinská Baba

Plate 2. 1 — Part of fine-grained metamorphic biotite₁ preferably oriented into the metamorphic foliation $S_1//N$ (S_0), its considerable part is preferably oriented into the surfaces of metamorphic crenulation cleavage S_2 ($XNS_{0,1}$) in metapelite of the garnet zone, Vývrat locality, E from Kuchyňa, 2 — Metamorphic cleavage S_2 of the axial plane of micro- to mesoscopic folds V_1 with biotite_{1,2} (biotite₂ is more coarse-grained; magn. $\times 10//N$), in metapelite of the garnet zone, right side of the Hrubá dolina locality, NW from Pezinka, 3 — Metamorphic cleavage S_2 in graphite slate, magn. $\times 10//N$, Fugelka locality NW from Dubová, 4 — Synmetamorphic disharmonic microfolds in metapelite of the garnet zone, magn. $\times 10 XN$, quartzitic laminae are folded into open synmetamorphic folds V_1 , the same folds in argillaceous laminae reveal developed crenulation cleavage S_2 , synmetamorphic bending of chlorite₂ porphyroblast (dark mineral in the left upper edge), Podbabská dolina locality, 5 — Synmetamorphic boundinage of argillaceous laminae after what segmentation occurred along metamorphic crenulation cleavage surfaces S_2 with rotation of segments (with $S_{0,1}$ surfaces) leading to the generation of pseudo-gravels (magn. $\times 10 XN$), Malina locality, 6—7 — Synmetamorphic folding V_1 and boundinage of quartzitic laminae in metapelite of the garnet zone, development of S_2 metamorphic cleavage in incompetent environment, Malina locality (magn. $\times 10 XN$), 8 — Alpine cataclastic foliation AS_1 in metapelite (magn. $\times 10//N$), Kostolný potok locality, NE from Pernek, 9 — Alpine fissure cleavage AS_3 as axial plane of kink bands AV_3 (magn. $\times 10//N$), locality road cut between Pezinská Baba and Pernek

s grafitickými bridlicami, kvarcitmi, karbonátmi, slienitými bridlicami, bazikami a ich tufmi (formácia B) majú kvarcitické pelity až psamity s vložkami grafitických kvarcitov (napr. v závere doliny potoka Malina pri Kuchyni), resp. s vložkami (lamíny až lavice) bazických tufov (napr. pri Kuchyni, Perneku, Pezinku, Marianke). Ich metamorfným produktom sú amfibolické ruly, grafitické a grafiticko-aklinolitické metakvarcity (tab. 2, obr. 3).

Z týchto doplnujúcich poznatkov o litologickej náplni hlavne pezinsko-perneckej série, ako aj z výsledkov palinologickej

analýzy Planderovej (Planderová — Pahr, 1983; Cambel — Planderová, 1985) vyplýva, že doposiaľ vyčlenené dve série, t. j. pezinsko-pernecká a harmónska na mapách Cambela (l. c.), reprezentujú síce odlišné litologické horizonty kryštalinika Malých Karpát, nie sú však striktne lokálne viazané, ale v tomto kryštaliniku majú regionálne rozšírenie a stabilnú geologickú pozíciu (napr. karbonátový horizont, peliticko-psamitické súvrstvie, tmavé grafitické súvrstvie so sprievodnými a nadložnými mladšími bazickými vulkanitmi a ich tufmi).



Tab. 3. 1 — gradačné zvrstvenie v piesčitej drobke, lok. Častianska dolina, 2 — škvrnitá pararula (s kontaktnometamorfným cordieritom), lok. Kobyľská dolina — Papiernička, SZ od Píly, 3—4 — regionálne a kontaktne metamorfované ílovito-piesčité a ílovito-piesčito-drobové bridlice strednej časti formácie A bratislavského segmentu na V od Kuchyňa (Vývrat a Malina) so škvrnami cordieritu (porovnateľné s obr. 1, 2 z harmónskeho segmentu). Zv. 1,5×

Plate 3. 1 — graded bedding in arenaceous greywacke, Častianska dolina locality, 2 — spotted paragneiss (with contact metamorphic cordierite), Kobyľská dolina — Papiernička locality, NW from Píla. 3—4 — regional and contact metamorphic argillaceous — arenaceous and argillaceous — arenaceous — greywacke slate of the middle part of A formation in the Bratislava Segment easternly from Kuchyňa (Vývrat and Malina valleys) with spots and knots of cordierite (magn. $\times 1,5$)

Metamorfóza, mezoštruktúry a vzťah kryštalickej bridlice ku granitoidom

Problém metamorfnej zonálnosti ako výsledku hercýnskej regionálno-periplutonickkej a kontaktnej metamorfózy kryštalinika Malých Karpát riešil v ostatných rokoch Korikovskij — Cambel et al. (1984, 1985).

Z oblasti bratislavského masívu pokračuje do oblasti modranského masívu len biotitová a granátová zóna, staurolit a sillimanit sa ani v oblasti Kuchyne, ani v oblasti Harmónie nezistili.

Spodná časť metapelitov bratislavského segmentu (pezinsko-pernecká séria sensu Cambel, l. c.) v oblasti modranského masívu (spodná časť formácie A — Kobylská dolina, Piesky, záver doliny Vývrat pri Kuchyni) má charakter svorových rul až pararúl, ktoré sú makroskopicky aj základným minerálnym zložením a štruktúrou zhodné so svorovými rulami až pararulami bratislavského segmentu (pezinsko-pernecká séria sensu Cambel, l. c.) v oblasti bratislavského masívu (Bratislava — Železná studienka, Pezinok — Pernek).

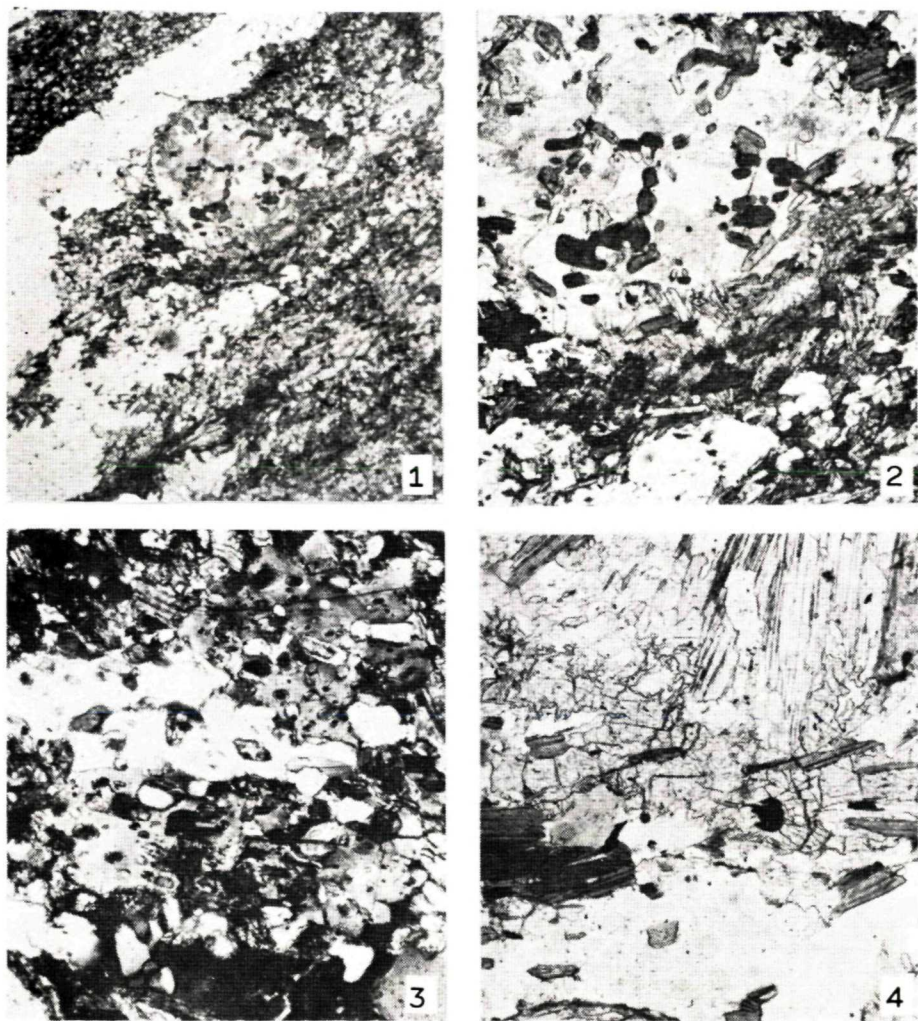
Kryštalickej bridlice strednej časti formácie A bratislavského segmentu (pezinsko-pernecká séria) v oblasti východne od Kuchyne sú litologicky zhodné s kryštalickejmi bridlicami strednej časti formácie A harmónskeho segmentu (tab. 3) z oblasti severne od Pezinka (Cajlanská Malá homoľa, Rybníček, Kamenná, pravá strana Hrubej doliny — skôr (v zmysle Cambela in Buday et al., 1962) pezinsko-pernecká séria, neskôr (v zmysle Cambela in Maheľ — Cambel, 1972) harmónska séria, ako aj z oblasti medzi Harmoniou a Doľanmi (harmónska séria), čo tiež nepodporuje názor na striktné odlišovanie týchto dvoch sérií. Stredná časť formácie A má svoj analogón aj pri JZ okraji bratislavského masívu (obr. 3c).

Bratislavský (hlavne oblasť na V od Ku-

chyne) a harmónsky segment sú si veľmi blízke, nielen z hľadiska litológie, ale aj z hľadiska metamorfózy, zvlášť kontaktnej, o čom svedčí prítomnosť širokej škály škvrnitých až plodových bridlic (tab. 3, tab. 4, obr. 3) na kontakte kryštalickej bridlice s modranským granodioritom bratislavského segmentu v oblasti doliny Vývrat a potoka Malina východne od Kuchyne a v oblasti Kobylskej doliny pri Pile (Putiš in Maheľ et al., 1983), čo je rovnaká situácia ako v harmónskom segmente napr. v oblasti Harmónie a Dubovej. Naloženosť kontaktnej metamorfózy (cordierit + biotit₃) na regionálno-periplutonickú (biotit_{1,2}, granát) sa ojedinele zistila aj v metapelitoch severného okraja bratislavského granitového masívu (tab. 4, obr. 1, 2), v kvarcitických biotitických svorových rulách, ktoré patria bratislavskému segmentu a sú v ňom spoločne prevrášnené s nadložným, tzv. ložiskovým kryštalinikom (grafitické metakvarcity a fylity, metabázika a ich metatufy) v oblasti SZ od Pezinka (obr. 1).

Charakter predalpínskych štruktúr je dobre zachovaný v bratislavskom segmente v oblasti východne od Kuchyne a v oblasti medzi Borinkou a Bratislavou.

V oblasti východne od Kuchyne v mezooblasti a mikrooblasti nachádzame metamorfne vrásky (V_1) so sprievodnou metamorfnou vrásovou klivážou S_2 ($S_2 \times S_0$ a S_1) s výrazne usmerneným regionálne metamorfným jemnozrnným biotitom (tab. 2, obr. 2). V miestach, kde (S_2) metamorfná kliváž nie je mezoskopicky zreteľná, ju v mikrooblasti naznačuje usmernenie jemnozrnného biotitu₁, ktorý narastá väčšinou šikmo k reliktné zachovanej sedimentárnej laminácii S_0 (tab. 2, obr. 1). Miestami je však metamorfná foliácia (S_1) subparalelná so sedimentárnou lamináciou S_0 ($S_1 // S_0$), podobne ako v príklade z harmónskeho segmentu (Putiš, 1986; tab. 9. obr. 1, 2). Niekedy dochádza až k synmetamorf-



Tab. 4. 1—2 — kvarcitický biotitický metapelit (granátová zóna) s kontaktnometamorfickým porfyroblastom pinitizovaného cordieritu, ktorý uzaviera Bi_3 (obr. 1 — zv. $15\times/\text{N}$, obr. 2 — zv. $25\times/\text{N}$), lok. pravá strana Hrubej doliny na JZ od Stupov, SZ od Pezinka, bratislavský segment, 3 — porfyroblastický kontaktnometamorfický cordierit s typickou „presýpadlovou“ štruktúrou v biotitickom metapelite granátovej zóny (zv. $25\times \text{XN}$), lok. Vývrat, bratislavský segment, 4 — porfyroblastický regionálno-periplutonický andaluzit₁ v metapelite Chl-St zóny (zv. $25\times/\text{N}$), lok. Pezinská baba, bratislavský segment

Plate 4. 1—2 — quartzitic biotite metapelite (garnet zone) with a contact metamorphic porphyroblast of pinitized cordierite enclosing biotite₃ (magn. 1 $\times 15/\text{N}$, 2 — $\times 25/\text{N}$), right side of Hrubá dolina valley, SW from Stupy, NW from Pezinok in the Bratislava Segment, 3 — porphyroblastic contact metamorphic cordierite with typical hour-glass structure in biotite metapelite of the garnet zone (magn. $\times 25 \text{ XN}$), Vývrat locality in the Bratislava Segment, 4 — porphyroblastic regional-periplutonic andalusite₁ in metapelite of the Chl-St zone (magn. $\times 25/\text{N}$), Pezinská baba locality, Bratislava Segment

nému zavinovaniu a rotácii S_0 a S_1 plôch medzi plochami metamorfnej krenulačnej kliváže (tab. 2, obr. 5). Osi B vrás V_1 majú prevládajúci smer SZ—JV (až ZSZ—VJV, resp. SSZ—JJV). Plochy $S_{1,2}$ majú rovnaký smer ako osi B a stredný až strmší sklon (40—75°) na SV, resp. JZ, pričom jednoznačne prevláda smer sklonu na SV. Ďalším dôkazom predalpínskeho veku tohto vrásovoklivážového tektonického štýlu sú konkordantné (resp., vzhľadom na smer metamorfnej foliácie, približne konkordantné) telesá granodioritu, ktoré prenikajú regionálne metamorfovaný plášť za vzniku škvrnitých, hlavne cordieritických bridlíc (Putiš in Maheľ et al., l. c.).

V oblasti metamorfítov juhozápadnej časti bratislavského masívu na ľavej strane doliny Prepadlé (JV od Borinky) sa v mezooblasti zistili tieto penetračné štruktúry:

— Plochy S_0 — vrstvitost', identifikované podľa striedania lamín a tenkých dosiek odlišného litologického charakteru (obr. 3c);

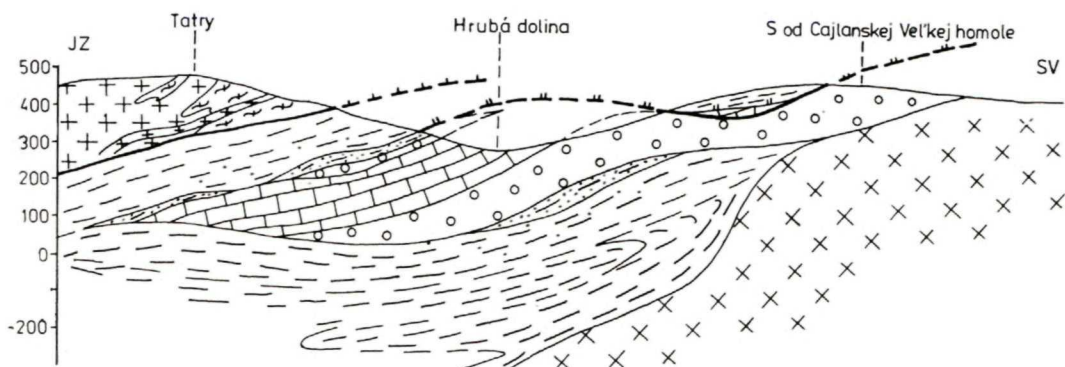
— Plochy S_1 — metamorfna foliácia (obr. 3b) s biotitom₁, sericitom — muskovitom₁ je v miestach bez penetračného vývoja metamorfnej kliváže S_2 naložená na plochy S_0 .

Medzi Mariankou a Bratislavou sú plochy S_1 v amfibolitoch zvrásnené (V_1) za vzniku metamorfnej kliváže S_2 osovej roviny metamorfných mezovrás V_1 (obr. 3a). Tento typ metamorfných mezovrás V_1 je charakteristický aj pre metapelity východne od Záhorskej Bystrice. Keďže metapelity nie sú také kompetentné ako amfibolity, mezovrásky V_1 sú v nich stlačenejšie a majú väčšiu hustotu plôch metamorfnej kliváže S_2 (v ktorých je mimeticky narastený periplutonický biotit₂, chlorit₂, granát a staurolit), resp. plochy S_2 úplne dominujú. Štruktúrne vzťahy v mezooblasti naznačujú aj hercýnsky tektonický štýl v makrooblasti a megaoblasti. Tektonický

štýl stlačených až izoklinálnych makrovrás V_1 (so šírkou niekoľkých stoviek m a stredným až strmým ponorom 40—70° osovej roviny na SZ) vyplýva aj z prevrásnenia metapelitov, grafitických metakvarcitov a amfibolitov východne od Záhorskej Bystrice (obr. 2). Tektonický štýl metamorfítov v mezooblasti je mezovrásovoklivážový. Plochy S_2 sú preniknuté granitoidným materiálom. Podobný tektonický štýl (tesné až izoklinálne vztýčené makrovrásky) má podľa ložiskového prieskumu aj oblasť Čertovho kopca východne od Perneku (Čillík et al., 1959).

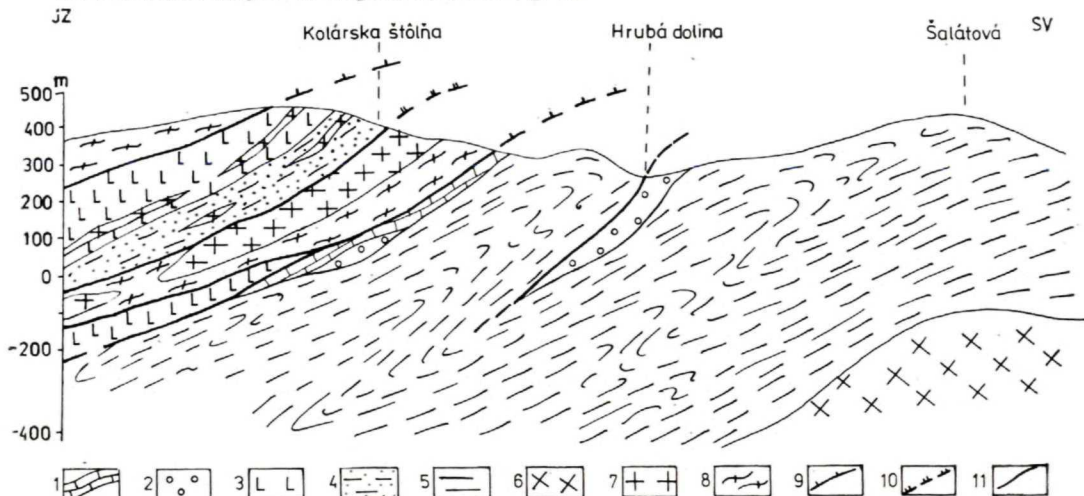
Vyššie charakterizované mezovrásky V_1 v oblasti medzi Mariankou a Borinkou, resp. s nimi spätá metamorfna kliváž S_2 , majú (v porovnaní s oblasťou východne od Záhorskej Bystrice) odlišnú pozíciu. Plochy S_2 , ako typická synmetamorfna krenulačná (vrásková) kliváž, deformujú relatívne staršiu metamorfnú foliaciu S_1 , ktorá je paralelná s vrstvitost'ou S_0 . Plochy S_2 pod vysokým uhlom pretínajú plochy S_0 a S_1 (obr. 3b). Sú často konkordantne (resp. diskordantne) vyplnené granitoidným materiálom.

Predpokladáme, že odlišná pozícia plôch S_2 (obr. 3b) v uvedenom úseku je aj výsledkom modifikácie ich pôvodnej (hercýnskej) pozície počas alpínskeho AD_2 deformačného štádia (dosúvanie príkrovu fundamentu na SZ), kedy došlo k rotácii pôvodného smeru sklonu plôch S_2 (pôvodne na SZ — v oblasti severovýchodne od Marianky, resp. až na S — v pôvodnom hercýnskom ohybe plôch S_2 východne od Borinky v smere na Jur pri Bratislave) až do smeru sklonu na JV (v oblasti severovýchodne od Marianky), resp. na J—JV (v oblasti východne od Borinky) pri viackrát zachovanom pôvodnom (hercýnskom) smere plôch S_2 . Zároveň sa zmenil aj uhol sklonu plôch S_2 . Zo strednej až strmej hercýnskej pozície plochy S_2 (s uhlom sklonu 50—70°) rotovali na SZ,



Obr. 4a. Tektonický štýl prevrátených (resp. ponorených) až ležatých izoklinálnych vrás AV_1 s redukovaným stredným ramenom, ktoré sprevádzajú strižno-násunovú plochu (AD_2) bratislavského segmentu cez harmónsky segment. Vysvetlivky ako pri obr. 4b

Fig. 4a. Tectonic style of recumbent (to inverted) isoclinal folds AV_1 with reduced middle limb following the shear-thrust surface (AD_2) of the Bratislava Segment over the Harmónia Segment. Explanations in fig. 4b



Obr. 4b. Prešmykový tektonický štýl (AD_2) v blízkosti strižno-násunovej plochy bratislavského segmentu cez harmónsky segment. 1 — vápence a dolomity pravdepodobne stredného triasu paraautochtónneho mezozoického pokryvu, 2 — arkózy (perm ?) a kremence spodného triasu paraautochtónneho pokryvu, 3 — metabázika a ich metatufy, 4 — grafitické bridlice a metakvarcity, 5 — Ser-Chl-Bi fylity, 6 — granodiorit, 7 — granit, 8 — svorové ruly a pararuly (metapelity St-Chl a St-Sill zóny), 9 — strižno-násunové plochy, 10 — prešmykové plochy, 11 — geologické hranice (Putiš, 1983)

Fig. 4b. Thrust tectonic style (AD_2) near the shear-thrust surface of the Bratislava Segment over the Harmónia Segment. 1 — limestone and dolomite of probably Middle Triassic age in the para-autochthonous Mesozoic cover, 2 — arkose (Permian ?) and quartzite (Lower Triassic) of the para-autochthonous cover, 3 — metabasite and metatuff, 4 — graphite slate and metaquartzite, 5 — Ser-Chl-Bi phyllite, 6 — granodiorite, 7 — granite, 8 — mica-schist to gneiss and paragneiss (metapelite of the St-Chl and St-Sill zone), 9 — shear-thrust surface, 10 — thrust surface, 11 — geological boundary (Putiš, 1983)

resp. na S tak, že ich terajšiu pozíciu charakterizuje mierny uhol sklonu (do 35°). To znamená, že celkový uhol rotácie plôch S_2 bol zhruba 75° na SZ—S. Dôkazom súvislosti rotácie plôch S_2 s AD_2 deformačným štádiom je naloženosť (na plochy S_2) alpinskej strižnej kliváže AS_1 v granitoidoch, metakvarcitoch a kvarcitických metapelitoch, resp. sklznej kliváže v metapelitoch (obr. 3b), podľa ktorých sú tieto horniny kataklasticky metamorfované (mylonitizované, fylonitizované a blastomylonitizované). Plochy AS_1 sú penetračné v oblasti medzi Borinkou a Mariankou, tiež nad kameňolomom pri Záhorskej Bystrici, kde sprevádzajú násunové plochy AD_3 deformačného štádia (obr. 2) s tektonickými brekciami, ultramylonitmi a blastomylonitmi.

Tahové plochy S_3 (hercýnske) sú mladšie ako metamorfna krenulačná kliváž S_2 a sú vyplnené kremeňovo-živcovým materiálom (hrúbka do 1,5 cm; obr. 3b).

Vzťah bratislavského a harmónskeho segmentu

Styk týchto segmentov je výrazne tektonický (obr. 1) s výsledným prešmykovo-vrásovým tektonickým štýlom (obr. 5a) v smere SV—JZ, s ponorom prešmykových plôch na SZ, t. j. pod bratislavský segment nasunutý na JV (v tejto časti — cf. obr. 7) na paraautochtónny metamorfovaný mezozoický pokryv a krystalinikum harmónskeho segmentu ponárajúceho sa na SZ v osovej časti modranského staurolitového masívu (modranská prešmykovo-vrásová zóna). Tektonický granitoidov harmónskeho segmentu (bridličnaté mylonity, ultramylonity a blastomylonity, sú tu prevrásnené so svojím paraautochtónnym mezozoickým pokryvom (Putiš in Maheľ et al., 1983). Nielen z geologicko-tektonickej mapy (obr. 1), ale aj z mezooblastí mylonitov sú zrejme dve defor-

mačné štádiá:

V prvej etape, počas alpinskeho AD_1 deformačného štádia, vznikali pomerne rovné strižné plochy AS_1 , ktoré pokračovali vo svojom vývoji ako kataklastická foliácia AS_1 s usmernenými šupinkami chloritizovaného biotitu a so sploštenými zrnami kremeňa a živcov v bridličnatých mylonitoch. V konečnom štádiu vznikli sericiticko-chloritické bridlice.

V druhej etape, počas AD_3 deformačného štádia, boli plochy mylonitizácie AS zvrásnené väčšinou až do stlačených mezo-vrás AV_2 so sprievodnou stredne až strmou na SZ (resp. na JZ po ich ohybe pri AD_4 deformačnom štádiu) uklonenou strižnou klivážou AS_2 .

Uvedené mezoštruktúry zodpovedajú prevrásneniu prešmykových plôch AD_2 deformačného štádia počas neskoršieho AD_3 deformačného štádia (ako to vidieť z obr. 1 a 5a) pozdĺž modranskej prešmykovo-vrásovej zóny.

Modranská prešmykovo-vrásová zóna sa v oblasti Hrubej doliny (SZ od Pezinka) stáča do transverzálneho smeru SZ—JV ako dôsledok mladšej megaflexúry AV_3 (AD_4 deformačné štádium) medzi Pezinkom a Pernekom s osou B smeru SZ—JV s ponorom na SZ.

Výrazne tektonický styk segmentov je v teréne odkrytý na asi 2,5 km úseku v pravom svahu od záveru Hrubej doliny (severozápadne od Pezinka). Pod násunovú plochu (sklon do 30° na JZ) rúl (spodná časť formácie A; staurolitovo-chloritová a staurolitovo-sillimanitová zóna) s prienikmi granitoidov (bratislavského segmentu) sa ponárajú izoklinálne vrásky AV_1 (AD_2 deformačného štádia) harmónskych fylitov (biotitová zóna) a ich metamorfovaného mezozoického pokryvu (arkózy — perm?, spodný trias?; kremence spodného triasu; vápence a dolomity pravdepodobne stredného triasu). Príkladom je situácia v oblasti kameňolomu v Hrubej doline (obr. 4a),

kde na vápencoch a dolomitoch ležia kremece, na nich grafitické fylity formácie B a nad nimi ešte sericiticko-chloriticko-biotitické fylity vrchnej až strednej časti formácie A harmónskeho segmentu (sekvencia prevráteného ramena vrásky AV₁ s redukovaným stredným ramenom). Tieto násunové štruktúry (evidentné aj z geologickej mapy na obr. 1) prvýkrát zistil vrtný prieskum tzv. ložiskového kryštalinika severozápadne od Pezinka (Polák — Hanas, 1981; Polák — Rak, 1982). Prevrásnenie mezozoika s kryštalinikom dokumentuje Maheľ (1979) z oblasti Hrubej a Píľanskej doliny; do týchto štruktúr však nezačleňuje graniťoidy.

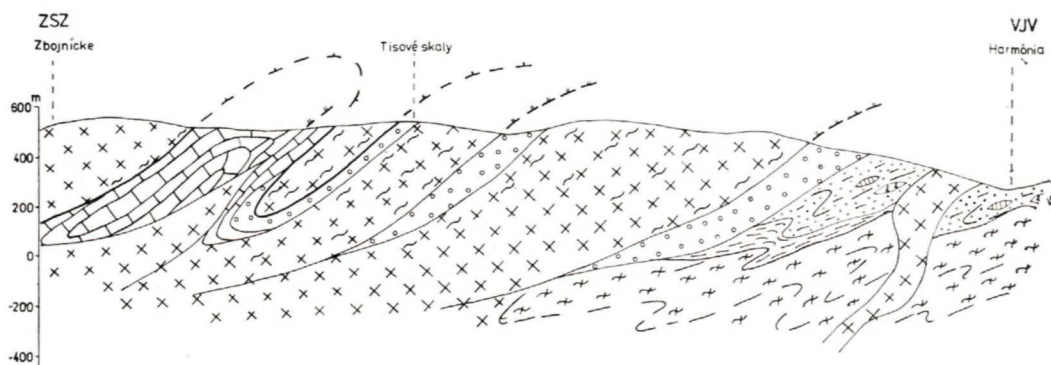
Tektonický styk segmentov pokračuje ďalej na východ v pravom svahu a priamo v Hrubej doline až po jej vyústenie. Kým v predchádzajúcom 2,5 km úseku pravého svahu Hrubej doliny bola na harmónsky segment nasunutá spodná časť formácie A bratislavského segmentu, vo východnej časti Hrubej doliny sú na harmónskom segmente bezprostredne nasunuté navzájom prevrásnené formácie A a B bratislavského segmentu (obr. 1).

Styk bratislavského a harmónskeho segmentu v oblasti Hrubej doliny je pokračovaním alpínskej modranskej prešmykovo-vrásovej zóny kryštalinika (metamorfitov i granitoidov) so začleneným mezozoickým pokryvom.

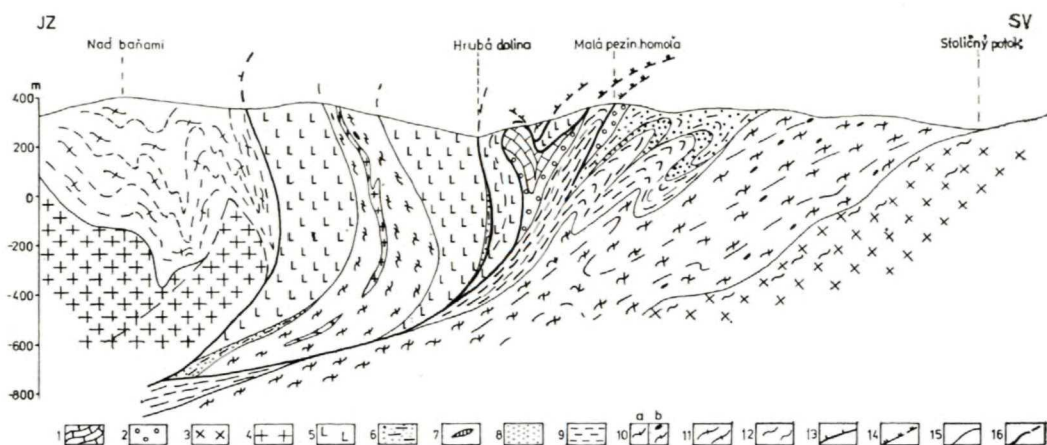
Hercýnsku vrásovú stavbu formácií A a B bratislavského segmentu (zvýraznenú väčšinou konkordantnými prienikmi granitu) zvýrazňuje v oblasti vyústenia Hrubej doliny mladšia alpínska kompresná tektonika AD₄ deformačného štádia pozdĺž megaflexúry AV₃, v dôsledku ktorej sa tu utvorila pri povrchu až vztýčená vrásovo-prešmyková vejárovitá štruktúra (obr. 5b), naložená na strižno-násunovú plochu, resp. plochy (AD₂ deformačného štádia) bratislavského segmentu na segment harmónsky. Tento systém strmých prešmykov pri povrchu môžeme priradiť k cajlanskému zlomovému systému (Maheľ in Buday et al., 1962).

Po predchádzajúcej analýze tektonických štruktúr kryštalinika Malých Karpát môžeme vyčleniť takúto alpínsku deformačnú štádiá:

— AD₁ — paleoalpínsky presun (medi-



Obr. 5a. Výsledný prešmykovo-vrásový (AV₂) tektonický štýl po AD₃ deformačnom štádiu (Laramská fáza ?) pozdĺž modranskej prešmykovo-vrásovej zóny na styku bratislavského a harmónskeho segmentu. Vysvetlivky ako pri obr. 5b
Fig. 5a. The final thrust-folded tectonic style (AV₂) after the AD₃ deformation stage (Laramian phase ?) along the Modra thrust-folded zone and along the contact of the Bratislava and Harmónia Segments. Explanations as in fig. 5b



Obr. 5b. Prechod prešmykovo-vrásového tektonického štýlu (AD_3) do tektonického štýlu stlačeného vejára (AD_4) prešmykových plôch (postlaramská ? deformácia) pozdĺž megaflexúr (AV_3-AD_4) so sprievodným bočným posunom pozdĺž styku bratislavského a harmónskeho segmentu (pozdĺž modranskej prešmykovo-vrásovej zóny). 1 — vápence a dolomity pravdepodobne stredného triasu paraautochtónneho mezozoického pokryvu, 2 — arkózy (perm ?) a kremence spodného triasu paraautochtónneho pokryvu, 3 — granodiorit, 4 — granit, 5 — metabázika a ich metatufy, 6 — grafitické bridlice a metakvarcity, 7 — metakarbonáty staršieho paleozoika, 8 — metadroby, drobové metapieskovce, 9 — Ser-Chl-Bi fylity, 10 — a — metapelite (granátová zóna), b — metapelite s kontaktnometamorfným cordieritom, 11 — metapelite (St-Chl a St-Sill zóny), 12 — mylonity, 13 — strižno-násunová plocha bratislavského segmentu cez harmónsky segment, 14 — prešmykové plochy, 15 — geologické hranice, 16 — tektonický styk (Putiš, 1983)

Fig. 5b. Transition from the thrust-folded tectonic style (AD_3) into the tectonic style of compressed fan (AD_4) of thrust surfaces (Post-Laramian ? deformation) along megaflexures (AV_3-AD_4) with related lateral slip along the contact of the Bratislava and Harmónia Segments (along the Modra thrust-folded zone). 1 — limestone and dolomite of probable Middle Triassic age of the para-autochthonous Mesozoic cover, 2 — arkose (Permian ?) and quartzite of Lower Triassic age in the para-autochthonous cover, 3 — granodiorite, 4 — granite, 5 — metabasite and metatuff, 6 — graphite slate and metaquartzite, 7 — metacarbonate of Early Paleozoic age, 8 — metagreywacke and lithic metasandstone, 9 — Ser-Chl-Bi phyllite, 10 — a — metapelite (garnet zone), b — metapelite with contact metamorphic cordierite, 11 — metapelite (St-Chl and St-Sill zone), 12 — mylonite, 13 — shear-thrust surface of the Bratislava Segment over the Harmónia Segment, 14 — thrust surface, 15 — geological boundary, 16 — tectonic boundary (Putiš, 1983)

teránna fáza) príkrovu fundamentu (obr. 7); presunová plocha nevychádza na povrch;

— AD_2 — dosúvanie príkrovu fundamentu spojené so vznikom strižno-násunových plôch, ktoré sú evidentné aj z vrchnej časti príkrovu fundamentu (obr. 4a, b; 6a, b; 7). Charakteristický je

tektonický štýl plochých násunov so sprievodnými prevrátenými až ležatými tesnými až izoklinálnymi vrásami AV_1 obyčajne už s redukovaným stredným ramenom podľa systému plôch AS_1 charakteru kataklastickej foliácie;

— AD_3 — kompresné vtýčenie (laramská fáza) a prevrášnenie (AV_2) násunových

plôch (AS_1) i sprievodných plôch kataklastickej foliácie (AS_1) a vznik prešmykovovrásového tektonického štýlu (obr. 5a);

— AD_4 — priečne (vzhľadom na smer SV—JZ štruktúr $AD_{2,3}$ deformačných štádií) megaflexúry AV_3 sprevádza (pri povrchu) tektonický štýl tesného vejára plôch $S_{1,2}$ a $AS_{1,2}$ (obr. 2, 5b), ktorý sa otvára smerom na SZ (v horizontálnom reze). Toto štádium ukončil horizontálny deštrálny posun pozdĺž styku bratislavského a harmónskeho segmentu (obr. 1).

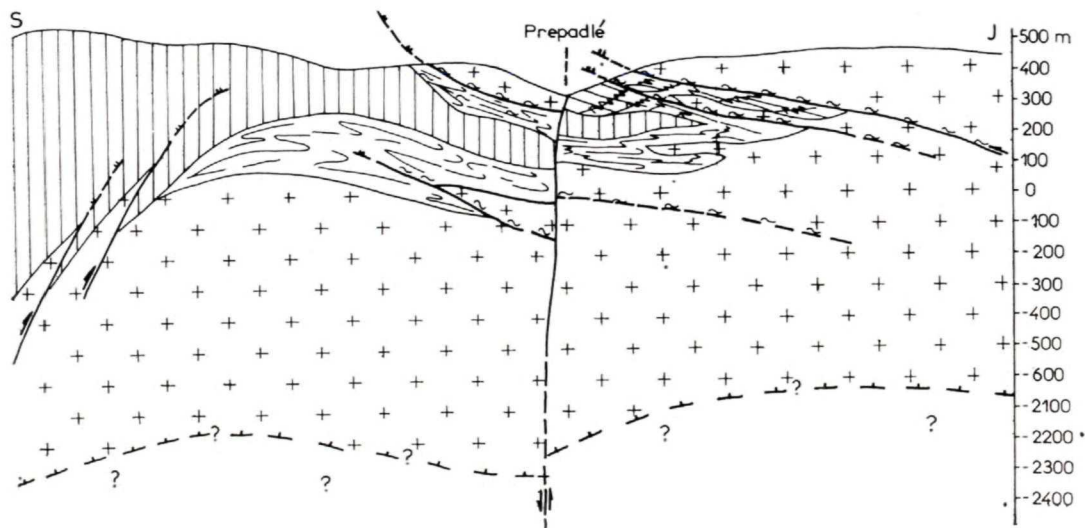
Rekonštrukcia hercýnskych deformačných štádií je v Malých Karpatoch obťažná, pretože hercýnska metamorfna foliácia i lineácia má tu vejárovitý priebeh (v horizontálnom reze) a jej pozícia sa silne modifikovala aj počas alpínskych (AD_1 — AD_4) deformačných štádií. Napriek tomu nasledujúce fakty nasvedčujú, že vejár je

už hercýnskeho pôvodu: 1. Aj v alpínskych tektonických segmentoch vnútorne slabšie prepracovaných (napr. východne od Kuchyne) majú plochy $S_{1,2}$ oblúkovitý priebeh a skladajú formu vejára; 2. Plochy $S_{1,2}$ sú konkordantne preniknuté granitoidným materiálom pozdĺž tohto oblúka; 3. Vejárovitý priebeh metamorfnej foliácie $S_{2,1}$ sa zachoval v metamorfovanom plášti obidvoch granitoidných masívov, v modranskom masíve aj so znakmi kontaktnej metamorfózy.

Ako hlavné sa javia dve hercýnske (predgranitoidné) deformačné štádiá:

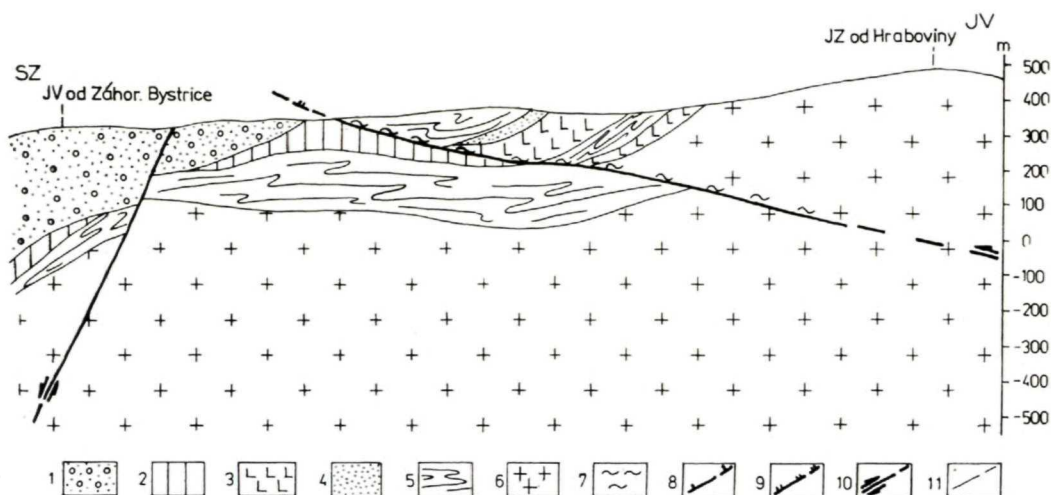
— HD_1 — s tektonickým mezo a makrovrásovoklivákovým štýlom, spojené s hercýnskou regionálnou metamorfózou (obr. 2, 3);

— HD_2 — kompresné ohyby plôch $S_{1,2}$ do formy vejára (obr. 1, 2).



Obr. 6a. Strižno-násunová plocha (AD_2) západného okraja kryštalinika JZ časti bratislavského segmentu východne od Borinky. Granitoidy sú nasunuté cez kryštalicke bridlice (severnejšie až cez mezozoický paraautochtónny pokryv), kryštalicke bridlice sú nasunuté cez mezozoický paraautochtónny pokryv (lias). Lok. na V od Borinky. Vysvetlivky ako pri obr. 6b

Fig. 6a. Shear-thrust surface (AD_2) of the western margin of crystalline in the southwestern part of the Bratislava Segment easternly from Borinka. Granitoids are thrust over crystalline schists (more northerly even over the para-autochthonous cover). Crystalline schists are thrust over para-autochthonous cover of Mesozoic age. Explanations as in fig. 6b



Obr. 6b. Strižno-násunová plocha (AD_2) kryštalinika JZ časti bratislavského segmentu cez mezozoický paraautochtónny pokryv (lias ?) juhovýchodne od Záhorkej Bystrice (Bratislava). 1 — neogén, 2 — mezozoický paraautochtónny pokryv, 3 — metabázika a ich metatufy, 4 — grafitické bridlice a metakvarcizy, 5 — metapelity (St-Chl, Gr a Bi zóna), 6 — muskovitický a dvojsľudový granit bratislavského masívu, 7 — mylonity, 8 — presunová plocha príkrovu fundamentu (AD_1), 9 — strižno-násunové plochy (AD_2), 10 — zlomové plochy, 11 — geologické hranice (Putiš, 1985)

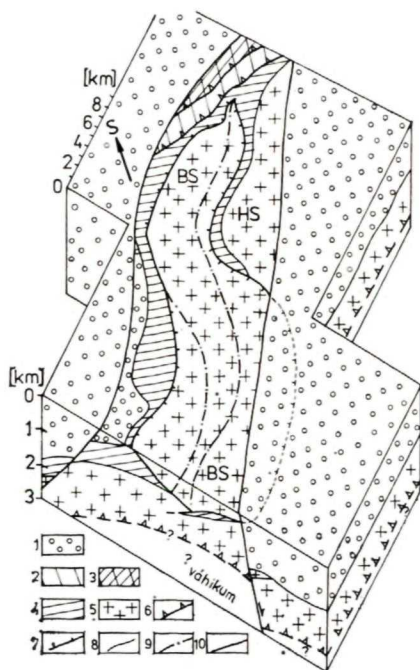
Fig. 6b. Shear-thrust surface (AD_2) of crystalline of southwestern part of the Bratislava Segment over the Mesozoic para-autochthonous cover (Liassic ?), southeasternly from Záhorská Bystrica (Bratislava). 1 — Neogene, 2 — para-autochthonous cover, Mesozoic, 3 — metabasite and metatuff, 4 — graphite slate and metaquartzite, 5 — metapelite (St-Chl, Gr and Bi zone), 6 — muscovite to two-mica granite of the Bratislava massif, 7 — mylonite, 8 — thrust plane of the basement nappe (AD_1), 9 — shear-thrust surface (AD_2), 10 — fault plane, 11 — geological boundary (Putiš, 1985)

Záver

1. Kryštalinikum Malých Karpát je rozdelené na dva hlavné alpínske tektonické segmenty — bratislavský a harmónsky — asi 18 km modranskou prešmykovo-vrásovou zónou pozorovateľnou na povrchu. Táto zóna neoddeľuje odlišné tektonické jednotky (odlišné príkrovy) kryštalinika, lebo na oboch stranách tejto zóny vystupuje kryštalinikum veľmi podobné z hľadiska litológie, metamorfózy a vzťahu voči modranskej granodioritovo-kremenitodioritovo-(žily ?; xenolity ? kremenitého amfibolicko-biotitického dioritu)-granitovej intrúzii (škvrnité kontaktno-

metamorfne bridlice sú aj pri Kuchyni), ktorá je súčasťou oboch segmentov (obr. 1, 7).

2. Litologickú sekvenciu navrhovaných formácií A a B malokarpatskej skupiny kryštalinika centrálnych Západných Karpát tvorí päť hlavných súvrství (štádií vývoja): a) väčšinou jemne rytmický flyš (ílovité bridlice; spodná časť formácie A; silúr — spodný devón); b) hruborytmický flyš (ílovité bridlice, droby, drobové pieskovce s paralelným, šikmým a gradačným zvrstvením; stredná časť formácie A; spodný devón); c) svetlosivé kvarciticopiesčito-ílovité bridlice s rôznym podielom bazaltových tufov a s tenkými tele-



Obr. 7. Blokdigram postlaramskej štruktúry kryštalinika v popaleogénom hraste Malých Karpát (Putiš, 1985). 1 — neogén, 2 — križňanský prikrov (mezozoikum), 3 — chočský prikrov (perm — mezozoikum), 4 — permsko(?)—mezozoický paraautochtónny pokryv, 5 — kryštalinikum Malých Karpát ako celok, 6 — presunová plocha (AD_1) prikrovu fundamentu, 7 — strižno-násunové plochy (AD_2) prikrovu fundamentu, 8 — zlomy, 9 — predpokladaný dosah permsko(?)—mezozoického paraautochtónneho pokryvu pod strižno-násunovými plochami (AD_2) overený 3 geofyzikálnymi profilmi (Janotka et al., 1984), 10 — geologické hranice, BS — bratislavský segment, HS — harmónsky segment

Fig. 7. Block diagrammatic presentation of the Post-Laramian structure of crystalline in Post-Paleogene horst structure of the Little Carpathians (Putiš, 1985). 1 — Neogene, 2 — Križna nappe (Mesozoic), 3 — Choč nappe (Permian to Mesozoic), 4 — para-autochthonous cover of Permian (?) to Mesozoic age, 5 — crystalline of the Little Carpathians, undivided, 6 — thrust surface (AD_1) of the basement nappe, 7 — shear-thrust surface (AD_2) of the basement nappe, 8 — fault, 9 — supposed extent of the para-autochthonous Permian (?) to Mesozoic cover beneath the shear-thrust surfaces AD_2 verified by three geophysical profile data (Janotka et al., 1984), 10 — geological boundary, BS — Bratislava Segment, HS — Harmónia Segment

sami bazaltov (vrchná časť formácie A, prechod do formácie B; spodný až stredný devón); d) tmavé až čierne kvarcity a bridlice s vápencovým horizontom (spodná časť formácie B; stredný devón ?); e) mohutný výlev bazaltov so sprievodnými tufmi, v bazálnej časti s vápencami a slienitými bridlicami (vrchná časť formácie B; stredný? — vrchný? devón), so žilnými telesami gabrodioritu.

Dynamika sedimentárnej panvy rástla smerom do nadložia, zároveň rástla aj intenzita bázičného vulkanizmu. Predpokladáme, že jemne rytmičský (lamínovaný) flyš pochádza zo stabilného šelfu; hrubšie rytmičský (vrstvy hrubé 5—25 cm) flyš s vrstvami menej vytriedeného hrubšie zrnitého materiálu (piesčité droby, droby s klastami veľkosti väčšinou do 3 mm) s neusporiadanou textúrou signalizuje neskôr zvýšenú rýchlosť sedimentácie na nestabilnom (rozlomenom) šelfe s prívodnými kanálmi bazaltového vulkanizmu, ktorý ukončil staropaleozoickú sedimentáciu. Ďalší vývoj panvy bol spojený s hercýnskym regionálno-periplutonickým metamorfizmom a granitoidným plutonizmom vo vrchnom devóne a spodnom karbone.

3. V kryštaliniku Malých Karpát boli odlišné dve hercýnske a štyri alpske deformačné štádiá s charakteristickými asociáciami štruktúrnych prvkov a tektonickými štýlmi. Tektonické štýly modranskej prešmykovo-vrásovej zóny sú veľmi dobre (aj časovo) korelovateľné s tektonickými štýlmi kryštalinika v SZ časti pohoria Považský Inovec (cf. Putiš, 1983; Putiš, in press).

Literatúra

- Buday, T. — Cambel, B. — Maheľ, M. et al. 1962: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Wien — Bratislava. Bratislava, 248 s.
- Cambel, B. — Čorná, O. 1974: Stratigrafia krstaličeského osnovania massiva Malých Karpát v svete palinologických issledovaní. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 25, 2, 231—241.

- Cambel, B. — Planderová, E. 1985: Biostratigraphic evaluation of metasediments in the Malé Karpaty Mts. region. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 36, 6, 683—700.
- Čiličík, I. — Sobolík, P. — Žakovský, R. 1959: Niekoľko poznámok k tektonike pezinsko-perneckého kryštalinika. *Geol. Práce, Zpr.*, 15, 43—64.
- Čorná, O. 1968: Sur la trauvaille de restes d'organismes dans les roches graphitiques du cristallin des Petites Carpathes. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 19, 2, 303—309.
- Janák, M. 1980: Štúdium metapelitov z oblasti bratislavského granitoidného masívu. *Manuskript — Geofond Bratislava*.
- Janotka, V. — Lanc, J. — Nosko, V. 1984: Terénne geofyzikálne merania v oblasti Malých Karpát a Považského Inovca a interpretácia získaných výsledkov. In: V. Pašteka et al.: *Geofyzikálny obraz a jeho interpretácia v niektorých oblastiach anomálnej stavby Západných Karpát*. [Čiastková výskumná úloha II-4-4/2—3.] *Manuskript — archív PF UK Bratislava*.
- Korikovskij, S. P. — Cambel, B. — Miklós, J. — Janák, M. 1984: Metamorfizmus kristallinikuma Malých Karpát: etapy, zonalnosť, svzaj s granitoidami. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 35, 4, 437—462.
- Korikovskij, S. P. — Cambel, B. — Boronichin, V. A. — Putiš, M. — Miklós, J. 1985: Fazovyje ravnovesija i geotermometrija metapelitovych rogovikov vokrug Modranskogo granitnogo massiva (Malyje Karpaty). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 36, 1, 51—74.
- Maheľ, M. — Cambel, B. et al. 1972: Geologická mapa Malých Karpát, M 1 : 50 000. *Bratislava*.
- Maheľ, M. 1979: Nové geologické profily z rôznych tektonických jednotiek vnútorných Západných Karpát. In: *Tektonické profily Západných Karpát*. Bratislava, GÚDŠ, 105—128.
- Maheľ, M. 1980a: Pribradlové pásmo, charakteristika a význam. *Miner. slov.*, 12, 1, 193—207.
- Maheľ, M. 1980b: Heterogenity of crust and further fundamental factors of particularity of development and structure of the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 31, 4, 397—406.
- Maheľ, M. 1981: Island character of Klippen Belt — vahicum, continuation of southern Penninicum in the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 32, 3, 293—305.
- Maheľ, M. 1983: Beziehung Westkarpaten — Ostalpen, Position des Übergangsabschnittes — Deviner Karpaten. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 34, 2, 131—149.
- Maheľ, M. — Putiš, M. — Plašienka, D. — Klukan, B. 1983: Tektonická mapa Malých Karpát v M 1 : 100 000. *Manuskript — archív GÚDŠ Bratislava*.
- Maheľ, M. 1984: Nová koncepcia vývoja a stavby Západných Karpát. *Miner. slov.*, 16, 6, 505—540.
- Planderová, E. — Pahr, A. 1983: Biostratigraphical evaluation of weakly metamorphosed sediments of Wechsel series and their possible correlation with Harmónia group in the Malé Karpaty Mts. *Miner. slov.*, 15, 5, 385—436.
- Polák, S. — Hanas, P. 1981: O zlatinkovej aureole okolo antimónového zrudnenia Pezinok — Kolársky vrch. *Miner. slov.*, 13, 5, 451—456.
- Polák, S. — Rak, D. 1982: O tzv. cajlanskom zlome v Malých Karpatoch. *Miner. slov.*, 14, 6, 573—574.
- Putiš, M. 1983: Outline of geological — structural development of the crystalline complex and envelope Palaeozoic of the Považský Inovec Mts. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 34, 4, 457—482.
- Putiš, M. 1986: Cataclastic metamorphism of metapelitic and metabasic rocks of the Little Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 37, 2, 225—243.
- Putiš, M. (v tlači): Príspevok k litológii, metamorfóze a tektonike kryštalinika strednej a severnej časti Malých Karpát. In: *Geologická stavba jz. oblasti Z. Karpát a jej ložisková perspektíva (materiály z konferencie Smolenice 14. 3. 1984)*. Red. M. Maheľ. Bratislava.
- Putiš, M. (v tlači): Príspevok k poznaniu mladšieho paleozoika Považského Inovca. *Geol. Práce, Spr.*, 84.

Geology and tectonics in the southwestern and northern part of the Little Carpathian crystalline

The recent knowledge on the crystalline geology of the Little Carpathian Mts. is expressed in papers and maps by Cambel (in Buday et al., 1962 Maheľ — Cambel, 1972) who discerned two main units, the lower

Pezinok-Pernek Unit and the upper Harmónia Unit. No pronounced stratigraphic break is supposed between the both units representing products of a single Early Paleozoic volcano-sedimentary sedimentation cycle. Paly-

nological investigations by Čorná (1968 in Cambel — Čorná, 1974) pointed to an age span of the respective lithologies between Ordovician (?) and Lower Carboniferous. More recent data by Planderová (Planderová — Pahr, 1983; Cambel — Planderová, 1983) proved Upper Silurian to Lower Devonian age of investigated sediments in the Pezinok-Pernek Unit whereas ages from samples in the Harmónia Unit fall into the Lower Devonian.

Drilling prospection in the crystalline southwesternly from Pezinok yielded data on allochtony in this part of the Little Carpathian crystalline (Polák — Hanas, 1981; Polák — Rak, 1982). These data together with various development of the para-autochthonous Mesozoic cover served as starting point for Maheľ (1980a, 1980b, 1983, 1984) for the idea on the nappe structure of the Little Carpathian crystalline, slices of which are assumed to represent analogy to the Unterostalpine and under the later also the continuation of the Eastalpine Penninic is supposed (the Vahic representing West Carpathian pendant to the Penninic) in relatively shallow level.

Geology of the Little Carpathian crystalline

Crystalline sequences in the Little Carpathian Mts. participate in the composition of two main tectonic segments of Alpine age (fig. 7), i. e. the Bratislava segment (between Bratislava, Pezinok, Pernek and Kuchyňa covering the area in which exclusively the Pezinok-Pernek Unit *sensu* Cambel, l. c. occurs) and the Harmónia segment (between Pezinok, Harmónia, Častá and Horné Orešany what is an area where the Harmónia Unit *sensu* Cambel, l. c. strongly predominates being situated on the top of the Pezinok-Pernek Unit).

On the surface, both segments are divided by the 18 km long Modra thrust-folded zone (Putiš in Maheľ et al., 1983) in the central part of the Modra granodiorite massif between Pezinok and Doľany with integrated metamorphic para-autochthonous cover of Mesozoic age (metamorphic sericite, chlorite).

Geological and tectonic relations in the investigated part of the Little Carpathians are presented in fig. 2. A carbonate layer has newly been discovered in the crystalline of the Pezinok-Pernek Unit near the western margin of the Bratislava segment between Borinka and Marianka (fig. 2). Carbonate layers create

up to 10 cm thick banks composed of metamorphosed dark-grey limestone amidst basic metatuff and metamorphosed marly slate with blastic chlorite and biotite. The total thickness of these members attains at least several meters in the overlies of graphitic metaquartzite. Thicker (several meters) lense-like bodies of similar carbonate characterize the Harmónia Unit (Cambel, l. c.) where carbonate layers occur within metaquartzite and phyllite, i. e. in somewhat deeper levels than in the Pezinok-Pernek Unit.

The lithologically variegated rhythmic and pelitic to psammitic members of the crystalline are characteristic for the Harmónia Unit (plate 3, figs. 1, 2) and have also been found to create constituent of the Pezinok-Pernek Unit (plate 3, figs. 3, 4). The geological position is the same as in the Harmónia Unit: in the underlier of graphite and actinolite metaquartzite and phyllite the last lithotypes being representative for both units as well.

Uppermost parts of this pelitic to psammitic sequence (claystone-greywacke, claystone-greywacke-sandstone) have been investigated for the presence of palynomorphs by Planderová (in Cambel — Planderová, 1985; localities No 4 and 5). On both localities and coming from similar lithologies and geological situations, the same age has been stated, i. e. Lower Devonian in spite of their ranging (Cambel, l. c.) into two different units. Hence the hitherto discerned lithostratigraphic units i. e. the Pezinok-Pernek and the Harmónia Units, although represent different lithostratigraphic levels of the Little Carpathian crystalline, these are not strictly areally restricted but have regional extent and stable geological position in the entire crystalline (e. g. the carbonate horizon, the pelitic-psammitic sequence, the dark graphitic sequence with associating and overlying basic volcanite and tuff).

Relations between the Bratislava and Harmónia Segments

Both segments of the crystalline (the Bratislava and Harmónia ones) are very similar not only by their lithological contents but also for their common metamorphic overprint and, namely, by their similar contact metamorphic phenomena substantiated with the presence of spotted and knotted schists (plates 3, 4, fig. 3) along the contacts of the

crystalline with the Modra granodiorite in the Bratislava segment near Kuchyňa and the similar situation in the Harmónia segment near Harmónia and Dubová (tab. 3).

The contact between both segments of the crystalline is a pronouncedly tectonic one (fig. 1) resulting in thrust-folded tectonic style (fig. 5A) in NE—SW direction with thrust surface dipping to the northwest beneath the Bratislava Segment the later thrust to the SE over para-autochthonous and metamorphosed Mesozoic cover and underlying crystalline of the Harmónia Segment (in this area, fig. 7). The Harmónia Segment itself merges north-westwards in the axial part of the Modra granitoid massif (the Modra thrust-folded zone). Varieties of granitoid tectonite of the Harmónia Segment (slaty mylonite, ultramylonite and blastomylonite) are there refolded together with their para-autochthonous Mesozoic cover.

The following deformation stages of Alpine age may be discerned in the crystalline of the Little Carpathians:

AD₁ — Palealpine thrust of the basement nappe (Mediterranean phase). The nappe thrust plane does not cropping out (fig. 7).

AD₂ — Termination of the basement nappe thrusting related with the generation of shear-thrust surfaces and evidenced also

from the upper part of the basement nappe (figs. 4a, 4b, 6a, 6b, 7). The characteristic tectonic style is that of low angle thrusts with related recumbent to inverted, tight to isoclinal folds AV₁ commonly already with reduced middle limbs along the AS₁ surface system the latter bearing evidence of cataclastic foliation.

AD₃ — Compressional erection and refolding AV₂ of thrust surfaces AS₁ during the Laramian phase leading to the generation of thrust-folded tectonic style (fig. 5).

AD₄ — Transversal megaflexures AV₃ (in relation to the NE—SW strike of structures generated during the AD₂ and AD₃ stages) are complemented on the surface by a tectonic style of tight fan-like deformation of S_{1,2} and AS_{1,2} surfaces (figs. 2, 5b). In the horizontal plane, the fan broadens to the northwest. The AD₄ deformation stage has been terminated by horizontal slip along the contact of both segments (fig. 1).

The main deformations in the crystalline are the two stages of the Hercynian age (pre-granitoid stages):

HD₁ — Tectonic style of meso- to megafolds and cleavage related to the Hercynian metamorphism (figs. 2, 3).

HD₂ — Compressional bending of S_{1,2} surfaces into a fan shape (figs. 2, 3).

RECENZIA

I. Kraus — M. Kužvart: **Ložiska nerud.** SNTL — nakladatelství technické literatury a Alfa — vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, Praha, 1987, 228 s., 22,— Kčs

Recenzovaná kniha je jednou z trilógie o ložiskách nerastných surovín, z ktorej prvý diel M. Dopita — V. Havlena — J. Pešek: *Ložiska fosilných palív* vyšla v roku 1984 a kniha J. Havelka — L. Rozložník: *Ložiska rúd* je v tlači. Autori knihy využili svoje dlhodobé skúsenosti z výskumu nerúd doma i v zahraničí a svoje poznatky z pedagogickej činnosti. Opierali sa aj o predchádzajúce základné práce o nerudných surovinách (Stoček, 1947; Slávik et al., 1967; Polák, 1972; Zorkovský et al., 1972; Kužvart et al., 1977, 1983, 1984).

Ložiska nerud sú vysokoškolskou učebnicou odrážajúcou súčasný trend výskumu nerúd.

Prvá kapitola sa zaoberá pojmom a klasifikáciou nerudných surovín. Rozlišujú sa tri hlavné skupiny nerúd: priemyslové nerasty,

priemyslové horniny a stavebné horniny. V knihe sa zvolila ekonomicko-geologická klasifikácia, ktorá poskytuje nielen vývojový (genetický), ale aj ekonomický pohľad na surovinu. Genetická klasifikácia, ktorá je viac geologická a v určitých smeroch prijateľnejšia, je však menej praktická, pretože nezohľadňuje technologické a ekonomické parametre suroviny. Kniha (ako aj učebnici) by azda prospela prehľad a porovnanie klasifikácií nerúd s uvedením vhodnosti použitia tej-ktorej klasifikácie.

Nové poznatky o genéze jednotlivých typov nerúd, litofaciálne pozadie ich vzniku a čiastočne aj ich hodnotenie z hľadiska súčasných poznatkov doskovej (platňovej) tektoniky, najmä rekonštrukcie sedimentačných bazénov pomocou faciálnej analýzy (čím sa hľadá aj miesto a podmienky vzniku nerúd) by sa žiadalo trochu širšie uviesť v druhej kapitole, ktorá sa stručne zaoberá genézou nerudných surovín.