

Geologický význam některých rozhraní interpretovaných z družicových snímků na západním Slovensku a východní Moravě

TIBOR BUDAY* — LUBOMIL POSPÍŠIL* — AUGUSTIN ŠUTORA**

* Geofyzika, n. p., Ječná 29a, 612 46 Brno

** Geofyzika, n. p., Poděbradova 106, 612 46 Brno

Doručené 7. 1. 1986

Геологическое значение некоторых контактов интерпретированных съёмки спутников Западной Словакии и Восточной Моравии

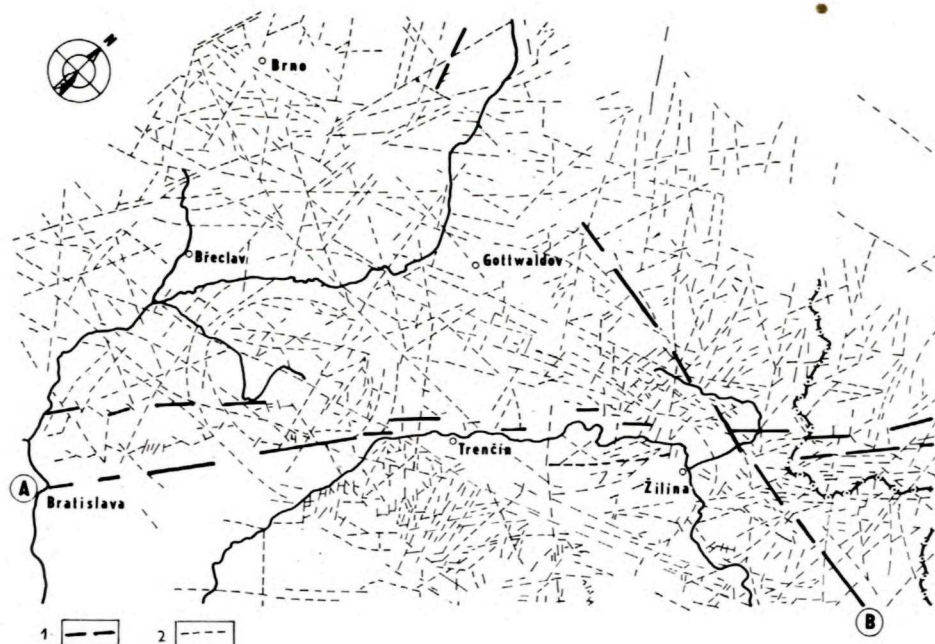
В статье детально анализируются ряд фотопрогибирований определённых на съёмках спутников в районе западных единиц чехословацкой части Карпат. Особое внимание уделяется элементам расположенным приблизительно параллельно с долиной реки Ваг. Высказано и подтверждено мнение, что речь идёт о горизонтальных передвижениях действующих в младшем терциере, с которыми связан и генезис Венской впадины. Имеются геоморфологические, геофизические и геологические данные, подтверждающие высказанное предположение.

Geological meaning of some boundaries in Western Slovakia and Eastern Moravia interpreted from satellite images

The article deals in detail with the analysis of photolineations ascertained on satellite images in the area of western units of the Czechoslovakian Carpathians. A special attention is paid to the structural elements, which course is roughly parallel to the Váh valley. Expressed and proved an assumption that the above structural elements are strike slips, which were being active during the Upper Tertiary, the genesis of the Vienna Basin in connected with them. Geomorphological, geological and geophysical indications, which support the above assumption, are presented here.

Analýza družicových snímků v ČSSR přinesla řadu nových informací a podnětů pro interpretaci geologické stavby našeho státu (např. Dornič et al., 1983; Doktór et al., 1985; Klinec et al., v tisku; Janků et al., 1984; Pospíšil et al., v tisku). Citované práce obsahují i některé geofyzikální a geologické údaje, na jejichž základě bylo částečně provedeno i ově-

ření geologického významu daných rozhraní i modelové řešení stavby dotyčného území. V současnosti však často nelze tato rozhraní podrobně (zejména geologicky) interpretovat pro nedostatek operních údajů (vrtů nebo hlubinných dat, která poskytuje hlubinný seizmický průzkum, ap.). Je nutno také uvážit, že ani geologické mapy, zejména menších mě-



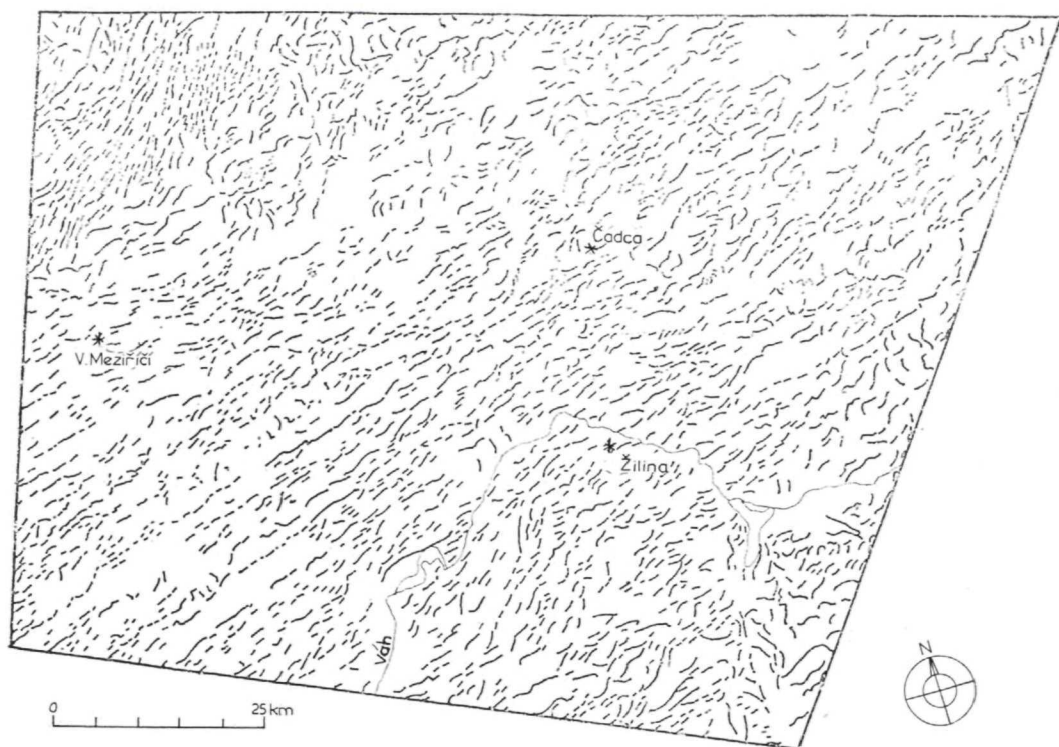
Obr. 1. Mapa interpretovaných rozhraní. 1 — malokarpatsko-povážské [A] a severotatranské [B] rozhraní, 2 — interpretovaná rozhraní z družicových snímků

Fig. 1. Map of interpreted boundaries. 1 — the Malé Karpaty Mts. — Váh valley boundary (A) and the North Tatra boundary (B), 2 — boundaries interpreted from satellite images

řítek, neposkytují vždy zcela spolehlivá data, poněvadž byly většinou sestaveny v dobách, kdy celková koncepce stavby a vývoje geologických celků na našem území byla zcela odlišná od nynějšího stavu, kdy se již široce aplikují poznatky a koncepce vyplývající z teorie litosférických desek.

V této práci bude věnována pozornost především výrazným rozhraním zhruba jz. [jjz.] — sv. [ssv.] směru, interpretovaným z materiálů dálkového průzkumu Země (DPZ) a probíhajícím na území Slovenska a Moravy z okrajů centrálních Západních Karpat do západních sektorů vnějšího flyše, kterým se v geologické literatuře nevěnovala doposud náležitá pozornost. Kromě toho budou doplněny i naše znalosti o

druhém systému, orientovaném z. — v. [místo zjz. — vsv.] v severní části vnějšího flyšového pásma a centrálních Západních Karpat a probíhajícím na severní Moravě a severním Slovensku. Projev těchto rozhraní jsou na družicových snímcích velmi výrazné a jsou sledovatelné na vzdálenosti přesahující 100 km. Jejich projev byl už zachycen při prvních analýzách družicových snímků z oblasti Karpat (Trunkó, 1977). Reálnou odezvu jejich existence lze najít zčásti v geofyzikálních polích a nutno ji hledat i v geologických podkladech. Uvedená rozhraní sv. směru byla již předmětem některých publikací [např. Doktor et al., 1985; Janků et al., 1984]. Byla označována jako vážské a severotatranské rozhraní (obr. 1).



Obr. 2. Geomorfologická analýza snímků, znázorňující osy hřbetů a dolin v oblasti Velké Meziříčí — Žilina

Fig. 2. Geomorphological analysis of images representing the axes of ridges and valleys in the Velké Meziříčí — Žilina area

Poznámky k interpretaci družicových snímků

Interpretovaná rozhraní se v družicových snímcích mohou projevit zřetelně, nebo můžeme na jejich existenci soudit z některých charakteristických prvků, taková rozhraní doprovázejících. Z nich jsou velmi důležité morfologické prvky, vyznačené např. směrově souhlasným uspořádáním os hřbetů a depresí. Uvádíme příklad morfologické analýzy snímků LANDSAT ze dne 1. 11. 1973 z prostoru křížení uvedených rozhraní (obr. 2). Rozhraní odlišných půdních neb horninových typů se projevují změnou fototónů, zlomová pásma puklinovými zónami atd. Rozbor všech těchto a dalších podobných prvků a jejich konfrontace s geologickými a geofyzikálními údaji umožňují vyčlenit ta rozhraní, která mají geologický — především strukturní — význam a smysl.

Doposud bylo uveřejněno několik variant map fotolineací z území Západních Karpat, jejichž kvalita je úměrná kvalitě použitých snímků. Ve většině případů šlo o družicové snímky typu KOSMOS (kamera KATE), SOJUZ (kamera MKF-6) a LANDSAT (skanerový systém), které byly analogově zpracovávány na multispektrálním syntetizátoru MSP-4, resp. využity pro sestavení fotomozaiky SSR [sestavilo ji středisko DPZ při Geodetickém a kartografickém podniku v Praze].

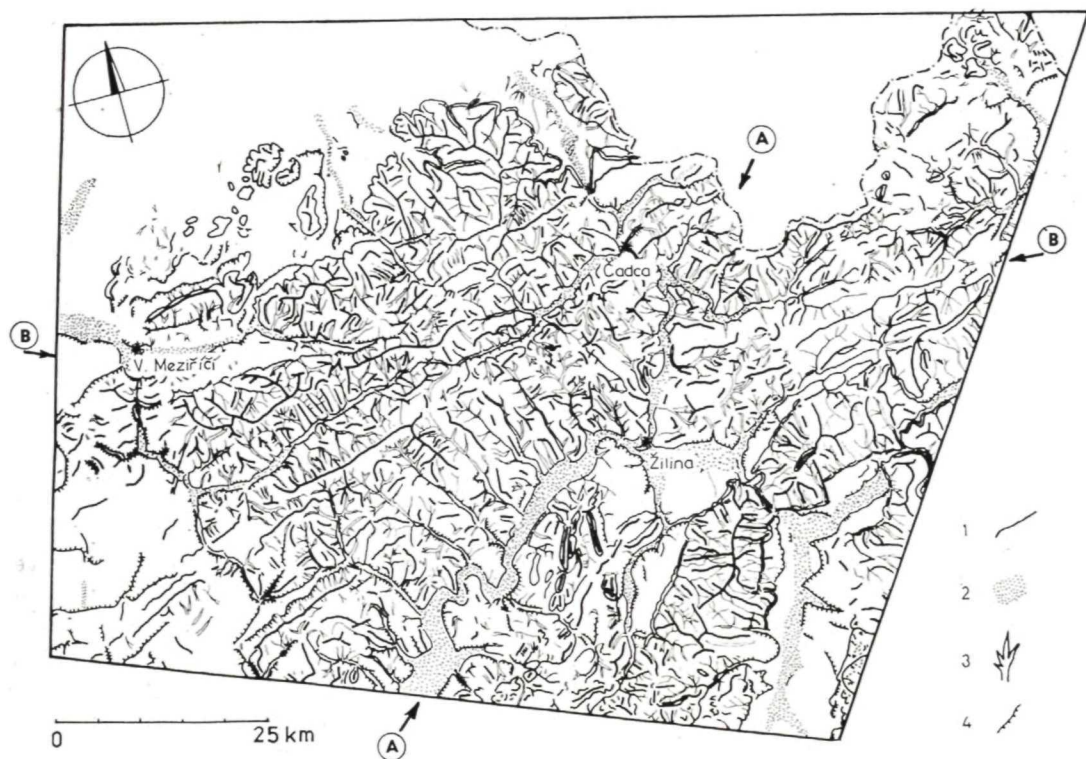
V tomto příspěvku, jak jsme uvedli již výše, budeme se věnovat především rozhraní probíhajícímu z prostoru Malých Karpat a vídeňské pánve údolím Váhu a územím bradlového pásma do vnějšího flyšového pásma v prostoru mezi Čadcou a Bytčou a pokračujícímu dále do Polska. Výrazně se projevuje např. na snímcích LANDSAT (z 25. 9. 1977) a METEOR (z 3. 9. 1984). Toto rozhraní

označujeme jako malokarpatsko-povážské. Druhé rozhraní, severotatranské, o kterém se zmiňujeme okrajově, probíhá od Valašského Meziříčí na severní okraj Vysokých Tater. Je souběžné se systémem již dříve popsaným (Janků et al., 1984), který probíhá zhruba z oblasti vídeňské pánve do Pohroní, resp. jehož severnější větev směřuje do okolí Trenčína a pokračuje dále na VSV.

Některé geomorfologické projevy vyčleněných rozhraní a jejich interpretace

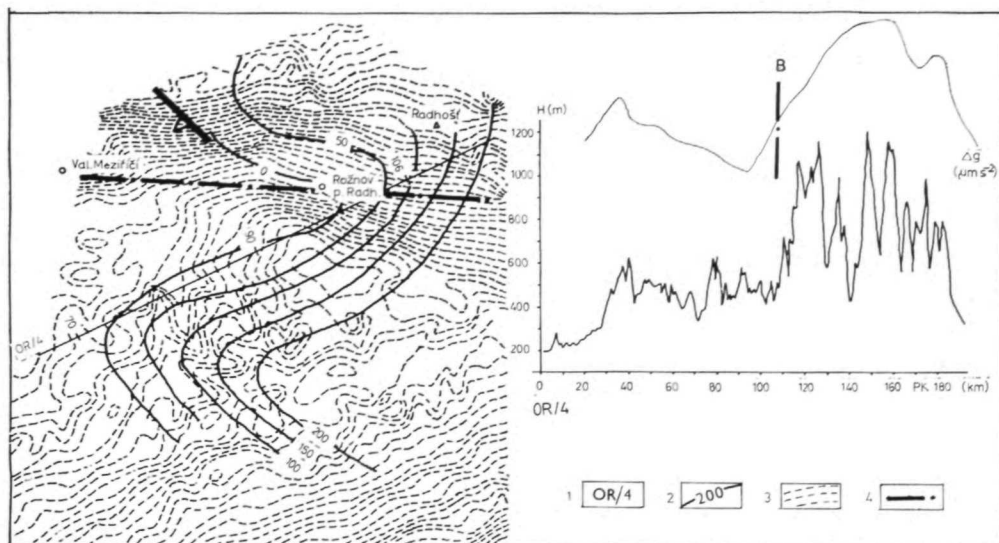
Analyzovaná rozhraní se rozkládají v širší oblasti kontaktu centrálních a vněj-

ších Západních Karpat. Registrace průběhu vyčleněných prvků v morfostrukturním plánu je umožněna především skutečností, že důsledky orogenních fází svrchnomio-cenních nebyly ještě úplně setřeny a jsou stále dotvářeny neotektonickými procesy. Vztah vyčleněných rozhraní k současnému reliéfu je patrný z obr. 3 a 4. Jak je patrné z uvedených obrázků, malokarpatsko-povážský prvek, probíhající širším okolím hranice mezi vnitřními a vnějšími jednotkami Západních Karpat, je místy zejména na JZ doprovázen výraznými sní-



Obr. 3. Morfologická analýza území v okolí „kysucké struktury“. 1 — vrcholové a ostatní výrazné hřbety, 2 — rovinný povrch údolního dna, 3 — výrazné zářezy, údolí a strže, 4 — svahy nad 10°

Fig. 3. Morphological analysis of the area in the surroundings of the „Kysuca structure“. 1 — summit and others mountain ridges, 2 — planar surface of a valley floor, 3 — distinct cuts, gorges and ravines, 4 — slopes over 10°



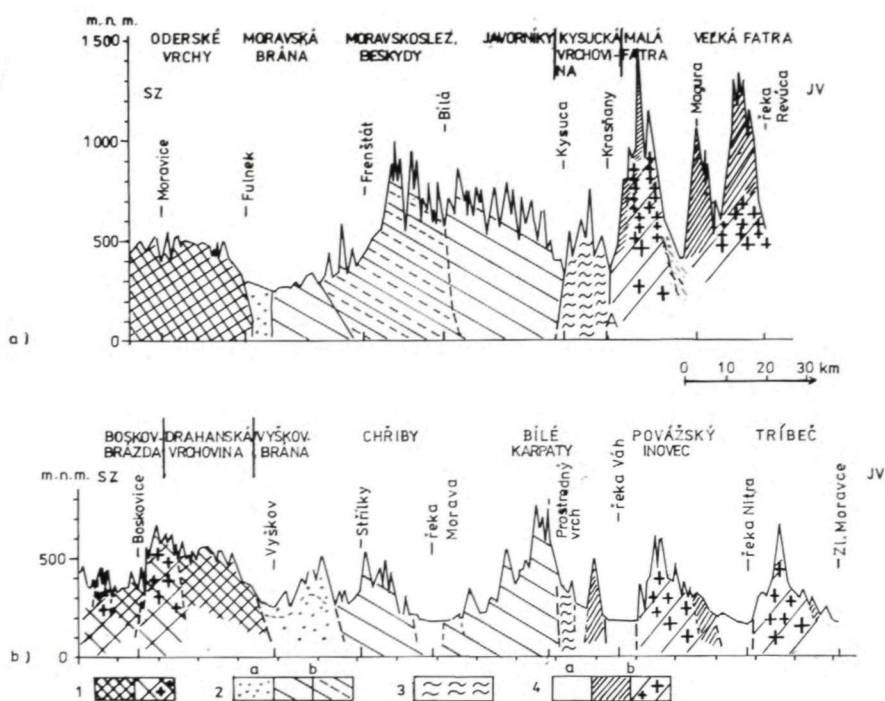
Obr. 4. Morfostrukturní diferenciace současného reliéfu na profilu OR/4, podle autorů Šutory et al. (1982) a Stehlíka (1969). 1 — morfografický profil OR/4, 2 — izohypsy stop středního mladotřetihorního zarovnaného povrchu (v m), 3 — průběh izanomál úplných Bouguerových anomálií, 4 — generalizovaný průběh prvku B

Fig. 4. Morphostructural differentiation of the present relief on the OR/4 profile according to Šutura et al. (1982) and Stehlík (1969). 1 — the OR/4 morphographical profile, 2 — isobaths of the traces of the medium Upper Cenozoic leveled down surface (in meters), 3 — the course of isolines of total Bouguer anomalies, 4 — generalized course of the B structural element

ženinami. Z hlediska dosaženého stupně členění reliéfu je i místy dobře patrným morfologickým rozhraním. Menší intenzita morfologického členění v oblasti vnějších flyšových Karpat se vysvětluje (Mazúr — Lukniš, 1978) větší plasticitou a přizpůsobivostí flyšového substrátu a jeho velkou mocností. Vysoké flyšové morfologické prvky se tradičně považují za výsledky selektivních a erozních procesů. Analýza snímků i korelace s tektonickými prvky však naznačují, že jejich morfologická individualizace souvisí i s kernými pohyby a byla pak často dále zdůrazněna i různou odolností hornin (viz např. Stehlík, 1964, obr. 4). Na průběh zóny výrazné morfologické diferenciace se váže i rozložení prvku severotatranského (B). Jeho

průběh je dělící čarou mezi jz., níže položeným blokem Hostýnských a Vsetínských vrchů a sv., výše ležícím blokem Moravskoslezských Beskyd. Interpretované rozhraní zachycuje zónu rožnovské brázdy. V prostoru sev. od Žiliny je tento prvek ve zřejmé spojitosti s průběhem anomální zóny zachycené v mapě recentních vertikálních pohybů (Kvitkovič — Vanko, 1980; Vyskočil, 1981) a sleduje jv. okraj této zóny. Vzhledem k výše uvedeným geomorfologickým pozorováním usuzujeme, že vyčleněné prvky jsou stále dynamicky aktivní, a zejména podél malokarpatskopovážského prvku docházelo v nedávné minulosti, a možná dodnes, nejen k vertikálním, ale i k horizontálním posunům.

Významné vertikální pohyby na malo-



Obr. 5. Morfostrukturní diferenciacie súčasného reliéfu [morfografické profile a, b, podľa Šutora et al., 1983]. 1 — platforma, 2 — vonjšia Záp. Karpaty: a — molasa, b — flyš, 3 — bradlové pásmo, 4 — vnútorná Záp. Karpaty: a — molasa, b — predterciárne jednotky

Fig. 5. Morphostructural differentiation of the present relief [the a and b morpho-graphical profiles respectively, according to Šutora et al., 1983]. 1 — platform, 2 — the Outer West Carpathians: a — molasse, b — flysch, 3 — the Klippen Belt, 4 — the Inner West Carpathians: a — molasse, b — pre-Tertiary units

karpatsko-povážském rozhraní dokumentují geomorfologické profile na obr. 5. Tyto pohyby, které měly odlišnou polaritu na JZ a SV od linie spojující zhruba Gottwaldov s Trenčínem, tedy na rozhraní bloku danubského a strážovského ve smyslu Fusána et al. (1981), zřejmě zakryly vlastní horizontální složku pohybu.

Domníváme se, že geomorfologická analýza území průběhu prvků vyčleněných na základě údajů DPZ přispívá k stanovení jejich geologické povahy a umožňuje jejich tektonickou interpretaci.

Geofyzikální indikace vyčleněných prvků a jejich interpretace

Pro prokázání reálnosti existence interpretovaných rozhraní bylo využito i geofyzikálních údajů, které umožňují definovat charakter a průběh těchto prvků v hlubších strukturních patrech. Bylo použito zejména poznatků z komplexní interpretace na seizmických profilech K II, K III, HSS VI, 100 R/78 (Šutora et al., 1982) a na reflexním profilu 124 (Kadlečík et al., 1980). Z tíhových dat bylo použito poznatků, které skýtá schéma ver-

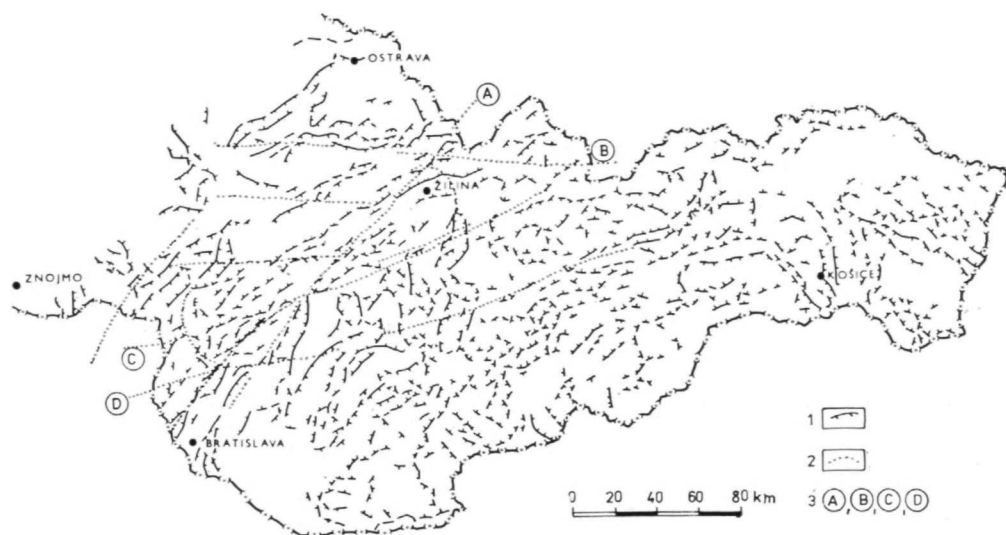
tikálních hustotních rozhraní [Linserova mapa] pro $h = 0,5$ km [Šefara et al., 1985; obr. 6].

Na základě analýz výše uvedených podkladů lze průběh malokarpatsko-povážského prvku prostorově zhruba ztotožnit s průběhem peripieninského lineamentu ve smyslu redefinovaném Beránkem (1979) a Beránkem — Zounkovou (1979), tedy se západní větví linie, která se někdy označuje též jako záhoro-humenský zlom (Fusán et al., 1979). Podle původního pojetí [Máška in Buday et al., 1961] měl tento lineament výraznou roli při formování hlubinné hranice mezi vnějšími a vnitřními Karpaty a velký význam pro ohraničení jednotek Českého masívu (nyň spíše brunnovistulika) v podloží vnějších Karpat. Podél lineamentu dochází podle Beránka a Dudka (1972) i jiných

ke skoku v hloubce Mohorovičičovy diskontinuity.

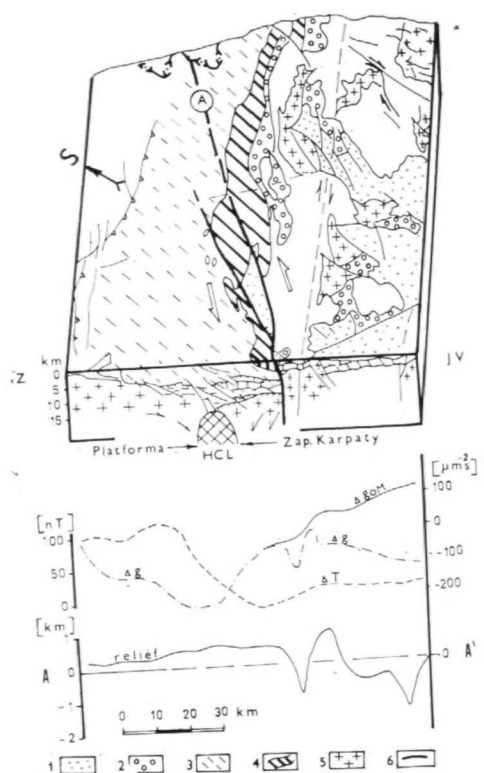
Ve výše uvedených hlubinných seizmických profilech se malokarpatsko-povážské rozhraní projevuje výraznými skoky hloubek krystalinického podloží okrajových částí vnitřních Karpat. Pokles je doprovázen vznikem dílčích, velmi úzkých a hlubokých propadlin (ilavská, trenčínská a beckovská deprese, obr. 7 a 8).

Významnou skutečností je i vztah malokarpatsko-povážského rozhraní k nelineárním strukturám ve vídeňské pánvi a v okolí Kysuce [Pospíšil et al., v tisku], k magnetickým anomáliím a k vodivostnímu rozhraní (obr. 9). Na uvedeném rozhraní dochází k sigmoidálnímu ohybu vodivostního rozhraní a pravděpodobně k odsunutí „neúplných nelineárních struktur“, které podle porovnání s výsledky Kadlečíka



Obr. 6. Schéma vertikálních hustotních rozhraní pro $h = 0,5$ km [Šefara et al., 1985]. 1 — vertikální hustotní rozhraní, 2 — interpretovaná rozhraní — fotolince, 3 — A — malokarpatsko-povážské rozhraní, B — severotatranské rozhraní, C — myjavsko-podtatranské rozhraní, D — hronské rozhraní

Fig. 6. Scheme of vertical density boundaries for $h = 0.5$ km [Šefara et al., 1985]. 1 — vertical density boundaries, 2 — interpreted boundaries — photolineations, 3 — A — the Malé Karpaty Mts. — Váh valley boundary, B — the North Tatra boundary, C — the Myjava — Subtatra boundary, D — the Hron river boundary



Obr. 7. Geologický význam malokarpatsko-povážského prvku [využito podkladů Kadlečíka et al., 1980]. 1 — neogén nečleněný (molasová výplň), 2 — paleogén vnitrokarpatký, 3 — paleogén nečleněný (flyšový vývoj), 4 — mezozoikum [jura až křída bradlového pásma], 5 — prekambrium (starší paleozoikum), 6 — malokarpatsko-povážské rozhraní, A — vážské rozhraní, Δg — úplná Bouguerova anomálie, Δg_{0m0} — úplná Bouguerova anomálie opravená o účinek molasové výplně, ΔT — průběh izanomal ΔT

Fig. 7. Geological meaning of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley structural element [using data by Kadlečík et al., 1980]. 1 — undivided Neogene [Molasse filling], 2 — the Inner Carpathians Paleogene, 3 — undivided Paleogene [flysch development], 4 — Mesozoic [Jurassic — Cretaceous of the Klippen Belt], 5 — pre-Cambrian [Lower Paleozoic], 6 — the Malé Karpaty Mts. — Váh valley boundary, A — Váh valley boundary, Δg — the total Bouguer anomaly, Δg_{0m0} — the total Bouguer anomaly corrected at the effect of molasse filling, ΔT — the course of the isomagnetic lines of ΔT

et al. (1980) mohou představovat mocné karbonátové komplexy, nacházející se v podloží flyše.

Analýza schématu vertikálních hustotních rozhraní ukazuje, že v prostoru interpretovaných rozhraní (fotolineací) dochází k jejich zásadním změnám v orientaci, resp. uspořádání do směru příslušného rozhraní. Vzhledem ke skutečnosti, že vertikální rozhraní mají charakter hustotního kontrastu, tzn. oddělují hustotně odlišné horninové komplexy, můžeme je považovat za tektonická rozhraní. Z tohoto hlediska obě rozhraní — malokarpatsko-povážské a severotatranské — mají dominantní charakter. Geofyzikální projevy výše diskutovaných rozhraní jsou znázorněny na obr. 9 a 10.

Na charakter malokarpatsko-povážského prvku jako důležité linie, zejména v jeho jz. části, ukazuje i shoda jeho pozice i průběhu s výraznou zónou ohnisek zemětřesení, táhnoucí se z východoalpské oblasti a sledované prakticky až do okolí Žiliny [Kárník — Schenková — Schenk, 1984; Schenk et al., 1985; Ádam et al., v tisku]. Z toho, že toto pásmo v alpské oblasti (vlastně již v oblasti vídeňské pánve) přechází z okraje vnitřních Západních Karpat do vnitřních zón Východních Alp (ve směru spojnice měst Verona — Semmering), usuzujeme, že jde o zónu horizontálních pohybů. Takto interpretují zlomy provázející okraje Malých Karpat, jak bude uvedeno ještě dále, i Krs — Roth (1979). Předpoklad horizontální povahy pohybů potvrzuje např. i analýza průběhu antiklinálního pásma račanské jednotky severně od Žiliny, která plně souhlasí s teoreticky odvozeným modelem průběhu antiklinál při porušení horizontálními posuny typu „strike-slip faults“ (obr. 11).

Rozhraní druhé, severotatranské, je dobře patrné v tíhových podkladech (obr. 4 a 6). Jeho průběh v hlubších strukturálních

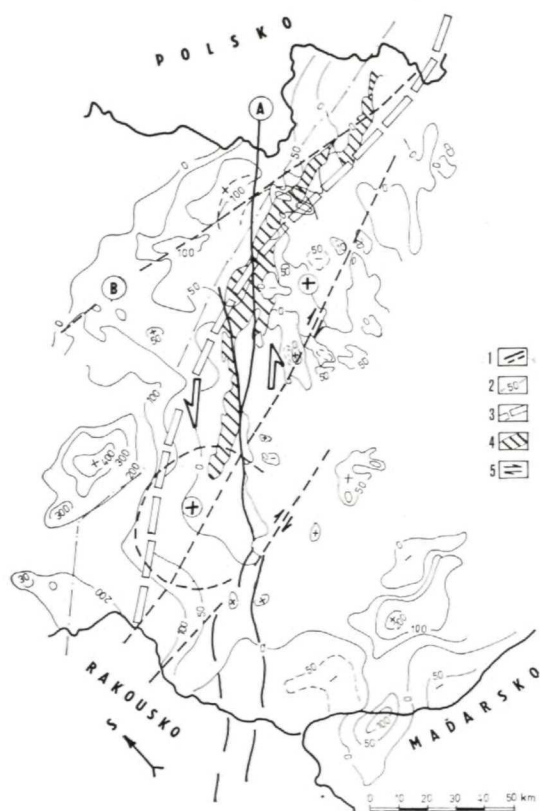


Obr. 8. Reliéf předterciárního podloží vnitřních Západních Karpat a předneogenního podloží v oblasti vídeňské pánve (Šefara et al., 1985). 1 — izohypsy předterciárního, resp. předneogenního (vídeňská pánev) podloží, 2 — okraje terciérních pánví

Fig. 8. Relief of the pre-Cenozoic basement of the Inner West Carpathians and the pre-Neogene basement of the Vienna basin respectively (Šefara et al., 1985). 1 — isobaths of the pre-Cenozoic and pre-Neogene (the Vienna basin) basements, 2 — margins of the Cenozoic basins

ních patrech potvrzují i výsledky seizmických profilů K II a K III, popsané Šutorou et al. (1982). Průběh prvků zhruba souhlasí s průběhem výrazné poruchové zóny v podloží přesunutých flyšových jednotek (Menčík, 1983). Ve východním pokračování je indikován na profilu 100 R/

78 výrazným poklesem odrazových refrakčních prvků z hloubkového intervalu —10 km na —13 až —15 km. Na úrovni nejhlubšího rozhraní (Moho) koreluje prvek s průběhem poruchové zóny interpretované Beránkem (1978) v čele vnitřních Západních Karpat na tomto území.

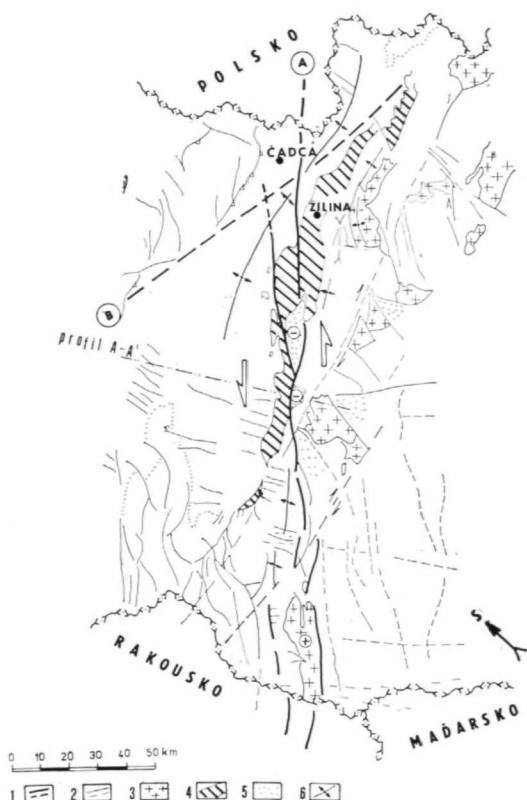


Obr. 9. Uspořádání geofyzikálních anomalií v okolí vyčleněných rozhraní. 1 — interpretovaná rozhraní: A — malokarpatsko-povážské, B — severotatranské, 2 — magnetické anomálie (50 nT), 3 — vodivostní zóna (podle Pěčové et al., 1981), 4 — bradlové pásmo, 5 — směr horizontálního posunu

Fig. 9. Arrangement of geophysical anomalies in the surroundings of interpreted boundaries. 1 — interpreted boundaries: A — the Malé Karpaty Mts. — Váh valley boundary, B — the North Tatra boundary, 2 — magnetic anomalies (50 nT), 3 — conductive zone (sensu Pěčová et al., 1981), 4 — the Klippen Belt, 5 — the direction of the strike slip.

Geologické indikace a důkazy reálnosti vyčleněných rozhraní

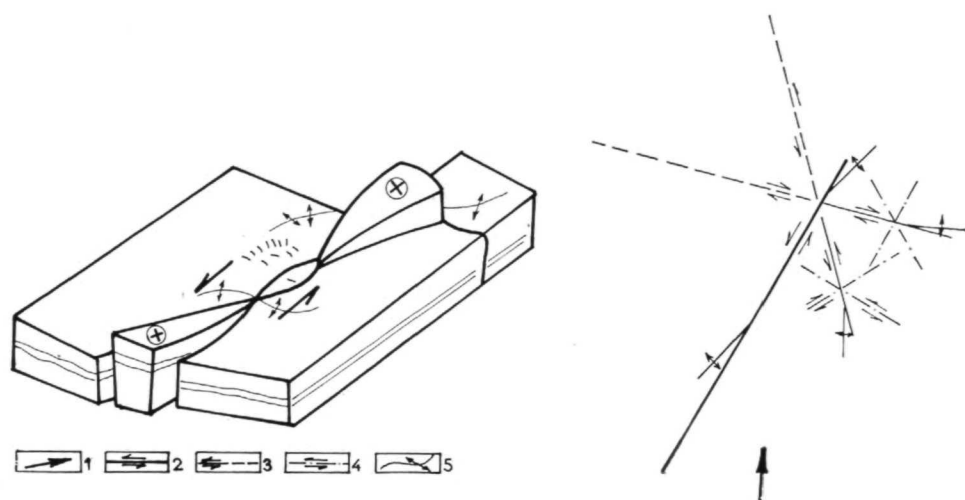
Většina prací zabývajících se řešením stavby Západních Karpat, často i nejnovějších, vychází ze starších modelů a před-



Obr. 10. Pozice vyčleněných rozhraní v geologické mapě Západních Karpat. 1 — interpretovaná rozhraní, 2 — zlomy, 3 — krystalinikum jaderných pohoří, 4 — bradlové pásmo, 5 — terciární sedimenty, 6 — osy antiklinálních systémů

Fig. 10. The position of interpreted boundaries in the geological map of the West Carpathians. 1 — interpreted boundaries, 2 — faults, 3 — the crystalline of Core Mountain ranges, 4 — the Klippen Belt, 5 — the Cenozoic sediments, 6 — axes of anticlinal systems

stav. Některé nové prvky více či méně vybočující ze vžitých představ, uvedené již v novější literatuře, nemají zatím dostatečné uplatnění, především pro nedostatek zveřejněných konkrétních údajů. Tento závěr se týká i problematiky vý-



Obr. 11. Model průběhu antiklinál při porušení zlomy s horizontálním posunem typu „strike-slip“, podle Olieria [1981] a Moodyho — Hilla [1956]. 1 — směr působení hlavní síly, 2 — poruchová zóna 1. řádu, 3 — poruchová zóna 2. řádu, 4 — poruchová zóna 3. řádu, 5 — uspořádání antiklinál

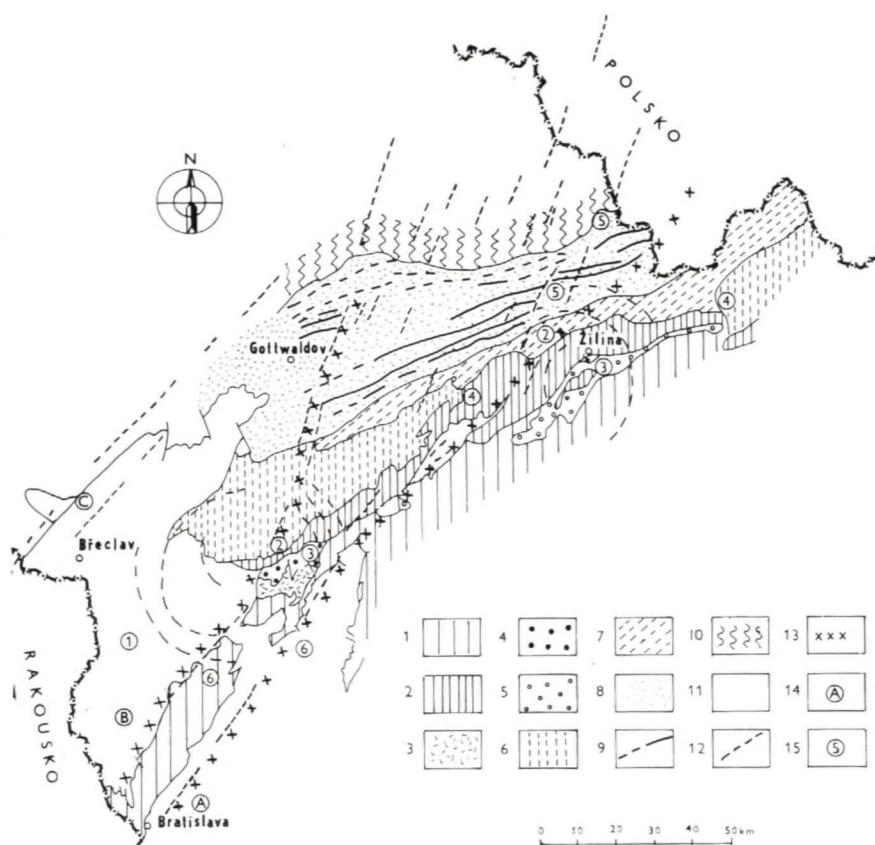
Fig. 11. Model of the course of the anticlines disturbed by strike slips, according to Olier [1981]; Moody and Hill [1956]. 1 — the direction of the effect of principal power, 2 — fracture zone of the 1st grade, 3 — fracture zone of the 2nd grade, 4 — fracture zone of the 3rd grade, 5 — the arrangement of anticlines

razných rozhraní zjištěných z kosmických snímků [Maheř, 1985], které mají (viz výše) patrně charakter horizontálních posunů. To platí i o námi diskutovaném malokarpatsko-povážském prvku.

S možnou existencí horizontálních posunů, především na styku Východních Alp a Západních Karpat, ale i na dalších rozhraních jednotlivých segmentů evropských alpid, operovala řada autorů, např. Maheř [1974, 1983], Tollmann [1976], Unrug [1984]. V novější literatuře se touto problematikou podrobně zabývali zejména Krs — Roth [1979], Roth [1980]. Pro naše úvahy mají největší význam práce Krse — Rotha a Rotha samotného, v nichž přímo a konkrétně vymezili horizontální posuny na obou stranách Malých Karpat, t. j. jakubovský zlom podél záp. okraje tohoto pohoří a bolerázsko-smolenický podél jeho vých. okraje. Bohužel mapy v

publikacích, kde byl průběh těchto zlomů znázorněn, jsou tak velkého měřítka, že z nich nelze vyčíst přesnou lokalizaci zlomů (zejména tzv. jakubovského). Krs a Roth [1979] kreslí sice zlomy jen v jz. části území, ale udávají v textu jejich možné pokračování (zčásti nedosahující povrchu) dále na SSV a jako příklad povrchového průběhu uvádějí zlom Raková — Semeteš, ve smyslu Matějky — Rotha [1949], porušující antiklinální pásmo račanské jednotky sz. od Žiliny.

V tomto příspěvku bychom rádi uvedli některé další geologické indikace, které potvrzují existenci malokarpatsko-povážského prvku jako horizontálního posunu. Než však přejdeme k vyjmenování některých dalších geologických fenoménů svědčících pro existenci malokarpatsko-povážských horizontálních posunů, uvedeme některé obecnější poznatky podporující tezi



o horizontálních pohybech v diskutované oblasti:

1. Patří k nim především nedávno publikované modely vzniku a otevírání neogenních pánví Západních Karpat, zejména pánve vídeňské. Např. Horváth — Roydén (1981) a Kingston — Dishroon — Williams (1983) uvádějí tuto pánev jako typ pánví „pull-apart basins“ nebo „LL basins“, vzniklých v důsledku horizontálních pohybů podél zlomů je omezujících. Analýza struktur této pánve (Němec — Jiříček — Kocák, 1983), zejména badensko-sarmatských, ukazuje plný soulad mezi teoretickým modelem a hlavními prvky těchto vnitropánvních struktur. Omezující zónou by byl na východním okraji jakubovský zlom (západní větev malokar-

patsko-povážského posunu) a na Z schrat-tenbersko-bulharský (Krs — Roth, 1979).

2. Paleogeografické analýzy vývoje neogénu v tomto území (Seneš, 1982; Vass, 1983 atd.), na jejichž základě lze odhadnout nejen směr pohybu, ale i jeho smysl, příčinu a mechanismus, ukazují, že hlavní fáze horizontálních pohybů vedoucích k malokarpatsko-povážským posunům se odehrála podle citovaných autorů ve středním badenu až spodním sarmatu a byla vystřídána vertikální složkou hlavně v období posarmatském.

V geologických mapách i v písemné literatuře nacházíme pak řadu indikací, které buď potvrzují existenci horizontálních pohybů, nebo které lze nejlépe vysvětlit horizontálními pohyby. V dalším

◀ Obr. 12. Schéma geologických indikací průběhu malokarpatsko-povážského horizontálního posuvu. 1 — vnitrokarpatské jednotky, 2 — bradlové pásmo, 3 — svrchní křída gosauského typu, 4 — paleogén brezovský a žilinsko-hričovský, 5 — paleogén vnitrokarpatský, 6 — bělokarpatsko-krynická jednotka vnějšího flyše, 7 — bystrická jednotka vnějšího flyše, 8 — račanská jednotka vnějšího flyše, 9 — antiklinální pásma v račanské jednotce, 10 — slezská jednotka, 11 — neogenní pánve, 12 — průběh prvků malokarpatsko-povážského směru, 13 — předpokládaný průběh hlavních posunů malokarpatsko-povážských, 14 — přibližný průběh zlomu A — brezovsko-smolenického, B — jakubovského, C — schrattenbersko-bulharského, 15 — indikace reality a průběhu malokarpatsko-povážského posuvu: 1 — typ mezozoika podloží vídeňské pánve, 2 — anomální směr bradlového pásma, 3 — výskyt příbradlového paleogénu, 4 — přerušení a posun bělokarpatsko-krynické jednotky, 5 — zlom Raková — Semeteš a posun (ohyb) hranice slezské jednotky, 6 — omezení vnitrokarpatského paleogénu v širší oblasti vídeňské pánve

Fig. 12. Scheme of geological indications of the Malé Karpaty Mts — Váh valley strike slip course. 1 — units of the Inner West Carpathians, 2 — the Klippen Belt, 3 — the northern Cretaceous of the Gosau type, 4 — the Brezová Paleogene and the Žilina — Hričov Paleogene respectively, 5 — the Central Carpathian Paleogene, 6 — the Biele Karpaty — Krynica unit of the Outer Flysch Belt, 7 — the Bystrica unit of the Outer Flysch Belt, 8 — the Rača unit of the Outer Flysch Belt, 9 — anticlinal zones in the Rača unit, 10 — the Silesian unit, 11 — the Neogene basins, 12 — the course of structural elements of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley direction, 13 — an assumed course of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley principal displacements, 14 — an approximate course of the Brezová — Smolenice fault (A), an approximate course of the Jakubové fault (B), an approximate course of the Schrattenberg — Bulhary fault (C), 15 — indications of the real existence and course of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip: 1 — the Mesozoic of the Vienna basin basement type, 2 — the anomalous course of the Klippen Belt, 3 — the occurrence of the near-Klippen Belt Paleogene, 4 — the break and horizontal displacement of the Biele Karpaty — Krynica unit, 5 — the Raková — Semeteš fault and the displacement (the turn) of the Silesian unit boundary, 6 — the limitation of the Central Carpathian Paleogene in the Vienna basin surroundings

uvedeme některé nejdůležitější z nich:

a) V poslední době řada prací dokazuje, že podloží vídeňské pánve je budováno jednotkami spíše východoalpského než západokarpatského charakteru. Zejména v pracích Jiříčkových (1980, 1981, 1984) a Maheľové (1983) se naprostá většina jednotek, zejména v jv. části pánve jednoznačně pokládá za jednotky alpského typu neb přímo alpské. Nabízí se totiž možnost řešení předpokladem vysunutí alpských jednotek podél „jakubovské“ větve malokarpatsko-povážského zlomu.

b) Průběh bradlového pásma je v Pováží v podstatě abnormální, ssv. Ke změně směru dochází na JZ v prostoru Myjava — Stará Turá a na SV v prostoru Bytča — Žilina, tedy tam, kudy probíhá i rozhraní

zjištěné DPZ, totiž předpokládané pokračování malokarpatsko-povážského posuvu.

c) Typický příbradlový paleogén v brezovsko-myjavské oblasti je na V ukončen na linii malokarpatsko-povážského posuvu a znovu se objevuje až v oblasti hričovsko-žilinské (viz i Maheľ, 1980) na v. straně posuvu.

d) Bělokarpatská jednotka „vykliňuje“, resp. je omezena jen na bradlové pásmo (Roth in Maheľ et al., 1974), taktéž v oblasti předpokládaného průběhu záp. větve malokarpatsko-povážského posuvu, a objevuje se znovu až na Oravě jako ekvivalentní krynická jednotka. Linie zmizení bělokarpatské jednotky v oblasti vlárské je v přímém pokračování posuvu Raková — Semeteš (Matějka — Roth, 1949).

e) V ssv. pokračování posunu Raková — Semeteš leží ohyb, resp. posunutí j. hranice slezské jednotky.

f) Bukovský paleogén, který svou povahou odpovídá nejspíše vnitrokarpatkému, je na V i Z ostře omezen a hraničí na Z s paleogénem brezovského typu, na V přímo ostře s mezozoikem [Jiříček, 1984; Němec — Kocák, 1976; Biela, 1978]. Tyto hranice opět souhlasí s průběhem malokarpatsko-povážského posunu, odvozeným z údajů DPZ.

K paralelnímu systému posunů souvisejících s malokarpatsko-povážskými patří schrattenbersko-bulharský zlom, sledovatelný podle Krse — Rotha [1979] nejméně do okolí Stříleku. I tento posun je zřetelný v materiálech DPZ. V sv. pokračování pásma mezi schrattenbersko-bulharským a jakubovským posunem je na snímcích patrna celá řada dalších linií prakticky s posunem souběžných, které nebyly již předmětem našeho podrobnějšího hodnocení. Zdá se však, že mají stejnou genezi, funkci i význam jako podrobněji popsany malokarpatsko-povážský posun. Souvisí s nimi např. jz. ukončení bystrické jednotky v prostoru záp. od Bojkovic, nepravidelnosti a posuny antiklinál račanské jednotky v prostoru Lidečko — Javorník i zlomové struktury v oblasti mezi Bílou a Polomem.

Těmito elementy jsme se blíže nezabývali. Nicméně se domníváme, že uvedené zóny indikují systém významných posunů, doprovázejících sz. ohraničení Západních Karpat a jejich styk s alpskými jednotkami. Výše popsané prvky a jejich vztahy jak ke geologickým strukturám, tak i k fenoménům zjištěným DPZ, jsou schematicky znázorněny na obr. 7 a 12.

Závěr

Účelem tohoto příspěvku bylo poukázat na některé další indikace existence hori-

zontálních posunů v sz. okrajové oblasti západokarpatské soustavy a na území jejího styku se soustavou východoalpskou. Mnohá fakta jsou konkrétně zjištělná jak na kosmických snímcích, tak i z přístupných geofyzikálních a geologických dat. Jsme si však vědomi toho, že mnohá data jsou interpretovatelná různě. Nicméně jsme toho názoru, že by bylo třeba provést revizi geofyzikálních a geologických dat, aby se prokázalo, zda a do jaké míry jsou výše uvedená řešení reálná. Půjde např. o pokus dokázat existenci horizontálních posunů typu „strike-slip faults“ přímo z geofyzikálních (případně geomorfologických) materiálů. Bude účelné provést podrobnější analýzu stavby a složení bradlového pásma a přilehlých (zejména svrchnokřídových a paleogenních) jednotek, aby se zjistilo, zda anomality a diskontinuity nejsou způsobeny právě horizontálními posuny. Totéž se týká analýzy stavby vnějších flyšových jednotek, zejména rozložení dílčích jednotek a jednotlivých antiklinálních pásů. Bude vhodné sledovat a dále řešit problém předneogenního podloží vídeňské pánve a zjistit, zda jde o vyklínování, resp. přechody mezi alpskými a západokarpatskými jednotkami, nebo o jejich vzájemný styk podél linií horizontálních posunů. Nakonec by bylo účelné zabývat se i u nás genezí a stavbou neogenních pánví z hlediska nových názorů na tento problém.

Obecně se nám jeví logickým, že role horizontálních posunů musí být nutně větší, než se připouštělo, uvažíme-li, že nynější stavba Západních Karpat i jejich styk s Východními Alpami jsou důsledkem pohybu litosférických desek.

Literatura

- Adam, A. — Paarma, H. — Pospíšil, L. [in press]: Perspectives on electromagnetic deep sounding in ore prognostication. *Acta Geod. Geophys. Mont. Hungarica*.

- Beránek, B. 1978: Výzkum stavby zemské kůry na území ČSSR metodami explozivní seismologie a transformovaných tíhových polí. [Doktorská dizertační práce.] Manuskript — Geofyzika, n. p., Brno.
- Beránek, B. 1979: Results of deep seismic sounding measurements in Czechoslovakia and their contribution to solution of contact of Alpine system with European platform. *Czechoslovak geology and global tectonics*. Bratislava, Veda, 245 — 256.
- Beránek, B. — Dudek, A. 1972: The results of deep seismic sounding in Czechoslovakia. *Z. Geophys. (Würzburg)*, 38, 415 — 427.
- Beránek, B. — Zounková, M. 1979: Principal results of deep seismic soundings. *Geodynamic investigations in Czechoslovakia*. Bratislava, Veda, 105 — 112.
- Biela, A. 1979: Hlboké vrty v zakrytých oblastiach vnútorných Západných Karpát, I. II. Region. *Geol. Západ. Karpát*, 10, 11.
- Dornič, J. — Durica, D. — Neumann, J. — Reichwalder, P. 1983: Aerokosmický průzkum území ČSSR a jeho využití v čs. geologii. *Geol. Průzk.*, 5, 139 — 142.
- Doktór, S. — Graniczny, M. — Reichwalder, P. — Dornič, J. 1985: Structural elements of the Western Carpathians and their foredeep on the basis of satellite interpretation. *Proceeding reports of the XIII-th Congress of KBGA, Poland — Cracow, September 5 — 10, 1985*, 178 — 181 (Quart. I).
- Fusán, O. — Ibrmajer, J. — Plančár, J. 1979: Neotectonic blocks of the West Carpathians. *Geodynamic Investigations in Czechoslovakia*. Bratislava, Veda, 187 — 192.
- Fusán, O. — Ibrmajer, J. — Kvitkovič, J. — Plančár, J. 1981: Block dynamics of the West Carpathians. In: *Geoph. Syntheses in Czechoslovakia*. Bratislava, Veda — SAV, 153 — 157.
- Horváth, F. — Royden, L. 1981: Mechanism of formation of the Intra — Carpathian Basins a Review. *Earth Evol. Sci.*, 3 — 4, 307 — 316.
- Janků, J. — Pospíšil, L. — Vass, D. 1984: Príspevok diaľkového prieskumu Zeme k poznaniu stavby Západných Karpát. *Miner. slov.*, 2, 121 — 137.
- Jiříček, R. 1980: Alpinotypní stavba mezozoika v jv. části Vídeňské pánve. In: *Vážnejšie problémy geologického vývoja a stavby Československa*, III. Red. M. Maheľ. Bratislava, GUDŠ, 123 — 140.
- Jiříček, R. 1981: Vývoj a stavba podloží Vídeňské pánve. *Zem. Plyn Nafta*, 26, 3, 361 — 383.
- Jiříček, R. 1984: Korelace severních vápencových Alp, Západních Karpát a podloží Vídeňské pánve. *Zem. Plyn Nafta*, 29, 2, 177 — 203.
- Kadlečík, J. — Roth, Z. — Stráník, Z. 1980: Hlubinná stavba v oblasti vnějších Karpát na Moravě a Západním Slovensku. In: *Vážnejšie problémy geologického vývoja a stavby Československa*, III. Red. M. Maheľ. Bratislava, GUDŠ, 65 — 77.
- Kárník, V. — Schenková, Z. — Schenk, V. 1984: Earthquake activity in the Bohemian Massif and in the Western Carpathians. *Trav. Inst. Geophys. Acad. Sci.*, 29, 547, Praha, Academia, 9 — 25.
- Kingston, D. R. — Dishroon, C. P. — Williams, P. A. 1983: Global basin classification system. *Am. Assoc. Petr. Geol.*
- Klinec, A. — Pospíšil, L. — Pulec, M. — Feranec, J. — Stankoviansky, M. 1985: Identifikácia gravitačného príkrovu v Nízkych Tatrách pomocou kozmických snímkov. *Miner. slov.*, 6, 485 — 499.
- Krs, M. — Roth, Z. 1979: The Insubric — Carpathian Tertiary block system: its origin and disintegration. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 30, 1, 3 — 17.
- Kvitkovič, J. — Vanko, J. 1980: Recent Vertical Movements of the Earth Crust in the West — Carpathians. *Geogr. Čas. Slov. Akad. Vied*, 32, 171 — 179.
- Maheľ, M. et al. 1974: Tectonics of the Carpathian — Balkan Regions. *Bratislava, GUDŠ*.
- Maheľ, M. 1980: Periklappen zone: nearer characterization and significance. *Miner. slov.*, 12, 3, 193 — 207.
- Maheľ, M. 1983: Beziehungen Westkarpathen — Ostalpen, Position des Uebergangsschnittes — Devin Karpaten. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 34, 2, 131 — 149.
- Maheľ, M. 1985: Panelová geológia — k otázkam horizontálnych posunov v Západných Karpatoch. *Miner. slov.*, 17, 5, 447 — 455.
- Máška, M. 1961 (in Buday, T et al.): Tectonics development of Czechoslovakia. *Praha, ÚUG*.
- Matějka, A. — Roth, Z. 1949: Geologie magurské skupiny flyšové v povodí Kysuce. *Sbor. St. geolog. Úst. Čs. Republ., Odd. geol.*, 19, 521 — 619.
- Mazúr, E. — Lukniš, M. 1970: Regionálne geomorfologické členenie SSR. *Geogr. Čas.*, 30, 2, 101 — 125.
- Menčík, E. et al. 1983: Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. *Praha, Academia — ČSAV*, 304 s.
- Moody, J. D. — Hill, M. J. 1956: Wrench — fault tectonics. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 67, 1207 — 1246.
- Ollier, C. 1981: Tectonics and Landforms. *London and New York, Longman*, 460 p.
- Pěčková, J. — Petr, V. — Paus, O. 1976: Depth distribution of the electric conductivity in Czechoslovakia. In: *Geoelectric and Geothermal Studies KAP6*. Geophys. Monograph. Ed. Adam, A., Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Pospíšil, L. — Nemčok, J. — Graniczny, M. — Doktór, S. (in press): Contribution of remote sensing to the identification of the strike — slip faults in the West Carpathians. *Geology of Poland*.
- Roth, Z. 1974: The Western sector of the Outer Carpathians in Czechoslovakia. In: *Tectonics of the Carpathian — Balkan Region*. Ed. M. Maheľ, 163 — 171.
- Roth, Z. 1980: Západní Karpaty — tercierní struktura stf. Evropy. *Knihovna ÚUG*, sv. 55.
- Roth, Z. 1983: Tectonic relations between the Inner West Carpathians and East Carpathians according to the latest investigation in the Ukrainian Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 34, 4, 399 — 410.
- Seneš, J. 1982: Paleogeografia neogénu. In: *Mazúr, E.: Atlas SSR, Bratislava, Veda — SAV*, 23.
- Stehlík, O. 1964: Příspěvek k poznání tektoniky beskydského horského oblouku. *Geogr. Čas.*, 3, 271 — 280.
- Schenk, V. — Schenková, Z. — Pospíšil, L. — Zeman, A. 1985: Seismotektonický model svrchní části zemské kůry Československa. In: *Materiály 8. celostátní konference československých geofyziků, České Budějovice*, 20. — 22. 11. 1985, Sekce Sl — seismika. 60 — 69.
- Šefara, J. — Pospíšil, L. — Šutora, A. — Filo, M. — Krus, S. 1985: New geophysical maps of the Czechoslovak part of the West Carpathians. *Proc. of the 30-th International Geophysical Symp. Moscow, September 23 — 28, 1985, Part 3*, 74 — 80.
- Šutora, A. — Janoščík, H. — Leško, B. 1982: Geofyzikální průzkum flyšového pásma a vnírokarpatkých jednotek v západní části Slovenska. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 126 s.
- Tollmann, A. 1976: Der Bau der Nordlichen Kalkalpen. (*Wien*) 11, 1 — 449.
- Trunkó, L. 1977: Carpathian Basin and Plate Tectonics. *Neu. Jb. Geol. Paläont., Abh. (Stuttgart)*, 153, 2, 218 — 252.
- Unrug, R. 1984: Geodynamic evolution of the Carpathians. *Pol. Tow. geol. (Krakow)*, 52, 114, 39 — 66.
- Vyskočil, P. 1981: Field of surface determinations on the territory of the Bohemian Massif and its southern border. *Geophysical Syntheses in Czechoslovakia. Bratislava, Veda*, 159 — 164.
- Vass, D. 1982: Explanatory Notes to Lithotectonic Molasse Profiles of Inner West Carpathian Basins in Czechoslovakia [Comment to Annex, 2 — 5] Veröff Zentralinst. Phys. Erde AdW DDR, 66, 55 — 94.

Geological meaning of some boundaries in Western Slovakia and Eastern Moravia interpreted from satellite images

The analysis of satellite images in the Czechoslovak Socialist Republic has brought a series of new data and stimuli for the interpretation of geological structure of our country. However, their detailed interpretation (mainly geological one) cannot often be performed for shortage of key data. Geological maps, mainly those of smaller scale, do not always give reliable data, because they were compiled mostly in times, when the comprehensive conception of the structure and development of geological units in our country was quite different from that of present, when the knowledge and conceptions resulting from the theory of plate tectonics are widely used in the area of the West Carpathians. An attention has been paid to the interpretation of two distinct boundaries in presented work. They have SW (SSW) — NE (NNE) and E — W strikes respectively and course the area from the edges of the Central West Carpathians and the western sec-

tions of the Outer Flysch Belt (Fig. 1). No appropriate attention has been paid to these boundaries.

The first boundary ranges from the area of the Malé Karpaty Mts. and the Vienna Basin through the Váh valley and the area of the Klippen Belt to the Outer Flysch Belt, in the area between Čadca and Bytča, and it continues to Poland. This is distinctly manifested e. g. on the Landsat images (from September, 25th, 1977; Ádám et al., 1986) and on the Meteor images (from September, 3rd, 1984). This boundary is named as the Malé Karpaty Mts. — the Váh valley one. The second boundary, the North Tatra one, is mentioned only marginally. It ranges from Valašské Meziříčí to the northern edge of the High Tatras.

Geomorphological manifestations

The registration of the course of separated

structural elements in the morphostructural plan is enabled mainly by the fact that the consequences of the Upper Miocene orogenic stages were not fully wiped out and they have been continuously formed by neotectonic processes. The relation of separated boundaries to the recent relief can be seen in Fig. 2, 3 and 4. Distinct vertical displacements at the Malé Karpaty Mts. — Váh valley boundary are documented by geomorphological profiles in Fig. 5.

The North Tatra boundary courses the Rožnov trench zone. In the area north of Žilina this structural element is evidently connected with the course of an anomalous zone which is recorded in the map of recent vertical displacements (Květkovič — Vanko, 1980; Vyskočil, 1981).

From the point of view of geomorphological observations we conclude that the separated structural elements are unceasingly dynamic active. Not only vertical displacements, but horizontal shifts were formed as well, mainly along the Malé Karpaty Mts. — Váh valley structural element in recent and, maybe, they are being formed even now.

Geophysical indications of separated structural elements and their interpretation

Geophysical data were also used for demonstrating of a real existence of interpreted boundaries. These data enable to define the character and the course of structural elements in deeper structural horizons. The data on a complex interpretation of the seismic profiles K II, K III, HSS VI, 100R/78 (Šutora et al., 1982; Kadlečík et al., 1980) have been mainly used. The knowledge, which the scheme of vertical gravity boundaries gives for $h = 0.5$ km, have been used from gravitational data (Šefara et al., 1985; Fig. 6).

On the basis of analyses of the above mentioned data the course of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley structural element can be spatially roughly identify with the Peripieniny lineament in the sense of Beránek (1979) and Beránek — Zouňková (1979), i. e. with the western branch of the line, which is sometimes called the Záhorie — Humenné fault (Fusán et al., 1979). According to the original conception (Máška in Buday et al., 1961) this lineament played an important role in forming of abyssal boundary between the Outer and Inner Carpathians and for bordering of the Bohemian massif in the base-

ment of the Outer Carpathians. A jump of the depth of the Moho discontinuity occurs along this discontinuity (according to Beránek and Dudek, 1972).

In the above mentioned abyssal seismic profiles the Malé Karpaty Mts. — Váh valley boundary demonstrates by the distinct jumps of the depth of crystalline basement in marginal parts of the Inner Carpathians. The downthrust is accompanied by the origin of partial, very narrow and deep trenches (the Ilava, Trenčín and Beckov depressions — Fig. 7 and 8).

The analysis of the schema of vertical density boundaries shows that in the area of interpreted boundaries (photolineations) principal changes occur, in their orientation and pattern to the direction of a competent boundary respectively. Both boundaries — the Malé Karpaty Mts. — Váh valley and the North Tatra — have a dominant character. Geophysical manifestations of the above discussed boundaries are represented in Fig. 9 and 10.

The coincidence of the position and the course of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley structural element with the distinct zone of earthquake foci running from the Eastern Alps area to the surrounding of Žilina (Kárník, Schenková, Schenk, 1984; Schenk et al., 1985; Adam et al., in press) shows its real existence as an important line. Regarding the course of this zone through the Alps area (better said through the Vienna basin), from the margin of the Inner West Carpathians towards the inner zones of the Eastern Alps (along the direction of the link-up of Verona and Semmering towns) we have concluded that it is a zone of horizontal displacements. Krs and Roth (1979) have interpreted the faults accompanying the margins of the Malé Karpaty Mts. in the same way. The assumption of the horizontal displacements is proved e. g. by the analyses of the course of the Rača unit anticlinal zone north of Žilina, which is in agreement with the theoretical model of the course of anticlines disrupted by strike-slips (Fig. 11).

The second boundary, the North Tatra one, can be visible in gravitational data (Fig. 4 and 6). Its course in deeper structural horizons is proved by the results of K II and K III seismic profiles, which were described by Šutora et al. (1982). The course of this structural elements is roughly the same as the course of a distinct tectonic zone in the basement of the overthrust units of the Flysch Belt (Menčík, 1983).

Geological indications and proves of the reality of separated boundaries

Most of works, often the latest ones, dealing with the solution of the geological structure of the West Carpathians are based on older models and ideas. Some of new elements, more or less digressing from the customary ideas, which have been mentioned in the latest literature, are not satisfactory used, above all for the shortage of the published concrete data. This conclusion also concerns the problematics of distinct boundaries ascertained from satellite images [Maheľ, 1985], which have [see above] probably the character of strike-slips. The above is also valid for the Malé Karpaty Mts. — Váh valley structural element. A number of authors, e. g. Maheľ [1974, 1973], Tollmann [1976], Unrug [1984], have considered the possibility of an existence of strike slips, above all at the contact of the Eastern Alps with the West Carpathians, but also at the boundaries of individual segments of European Alpides. Mainly Krs and Roth [1979] and Roth [1980] have dealt with this problematics in the latest literature. The works by Krs and Roth and by Roth alone have the greatest meaning for our considerations. These authors have defined directly and concretely strike slips on both sides of the Malé Karpaty Mts., e. i. the Jakubové fault alongside the western margin and the Boleréz — Smolenice fault alongside the eastern margin of this mountains respectively. However, the maps in the publications, where the course of these faults was represented, are at so small scales that the precise localization of them cannot be visible. Krs and Roth have drawn the faults only in the southwestern parts of this area, but they have stated in the text their possible continuation farther to NNE (some parts of the faults do not reach the surface). They state as an example of the surface course of faults the Raková — Semeteš fault (in the sense of Matějka — Roth, 1949), which disrupts the Rača unit anticline zone northwest of Žilina.

We would like to state some other geological indications, which have proved the existence of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley structural element as a strike slip. Before passing to the list of some more other geological phenomena supporting the existence of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip we are going to state some more general data supporting the thesis about horizontal

displacements in the studied area. They are as follows:

1. Recently published models of the origin and opening of the Neogene basins of the West Carpathians, especially the Vienna basin, e. g. Horváth — Royden [1981], Kingston — Dishroon — Williams [1983], have mentioned them as pull apart basins, which were formed in consequence of horizontal displacements alongside the faults, which confine these basins. The analysis of the basin structures [Němec, Jiříček, Kocák, 1983], especially those of Badenian — Sarmatian age, shows a complete harmony between the theoretical model and the main elements of these inner basin structures. The Jakubové fault (the western branch of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip) in the East and the Schrattenberg — Bulhary fault in the West would be these confined zones. [Krs — Roth, 1979].

2. Paleogeographical analyses of the Neogene development in this area [Seneš, 1982; Vass, 1983 etc.], which enable to estimate not only the strike of displacements, but also their dip, cause and mechanism of origin, have shown that the main stage of horizontal displacements alongside the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip took place, according to the quoted authors, during the Middle Badenian and Upper Sarmatian and it was changed by vertical components of displacements mainly after the Sarmatian.

We have found a series of indications in geological maps and geological literature respectively, which either confirm the existence of horizontal displacements or which could be explained much better by them. We are going to state the most significant of these indications below. They are as follows:

- a) Recently the series of works has proved that the basement of the Vienna basin is built by the units, which have a character of the East Alps more than that of the West Carpathians. Especially the works by Jiříček [1980, 1981, 1984] and by Maheľ [1983] consider unambiguously an overwhelming majority of these units, mainly those in the southeastern part of the Vienna basin, alpine types or direct Alpine ones. A possibility of the solution of this problem is being offered by the assumption of shifting of Alpine units alongside the „Jakubové“ branch of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley fault.

- b) The course of the Klippen Belt in the Váh valley area is abnormal in essence, being of

NE and NNE directions respectively. A change of this direction takes place in southeast, in the Myjava — Stará Turá area, northeast of the Bytča — Žilina area, so in the place, where the boundary ascertained by remote sensing methods is running, which is the presumed continuation of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip.

c) The typical near-Klippen Belt Paleogene in the Brezová — Myjava area ends in the East at the line of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip and it appears again in the Hričov — Žilina area (see also Maheľ, 1980), at the eastern side of the strike slip.

d) The Biele Karpaty unit „pinches out“ or it is confined respectively only to the Klippen Belt (Roth in Maheľ et al., 1974) in the area of the presumed course of the western branch of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip and it appears again in the Orava area as the equivalent of the Kysuca unit. The line of the disappearance of the Biele Karpaty unit in the Vlára river area is in the direct continuation of the Raková — Semeteš strike slip (Matějka — Roth, 1949).

e) The turn or displacement of the southern boundary of the Silesian unit is situated in the NNE continuation of the Raková — Semeteš strike slip.

f) The Buková Paleogene, which corresponds to the Inner Carpathian Paleogene by

its character, is both in the East and the West sharply confined and it borders with the Paleogene of the Brezová type in the West and with the Mesozoic in the East (Jiříček, 1984; Němec — Kocák, 1976; Biela, 1978). These boundaries are in correspondence with the course of the Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip, which is derived from the data of remote sensing methods.

The Schrattenberg — Bulhary fault, which can be followed, according to Krs and Roth (1979) at least to the surroundings of Tříska, belongs to the parallel system of strike slips, connected with the Malé Karpaty Mts. — Váh valley ones. This strike slip is also distinct in the material of remote sensing methods. A series of further lines, practically parallel with the strike slip, is distinct on the images in the northeastern continuation of the zone between Schrattenberg — Bulhary and Jakubové strike slip respectively. These lines were not the subject of our detailed evaluation. It seems, however, that they have the same genesis, function and meaning as the more detailed described Malé Karpaty Mts. — Váh valley strike slip has. The southeastern end of the Bystrica unit west of the Bojkovice area, irregularities and shiftings of anticlines of the Rača unit in the Lidečko — Javorník area and the fault structures in the area between Bila and Polom are related to them.