

## Shear zones and arc structure of Gemicum, the Western Carpathians

PAVOL GRECLA<sup>1</sup>, DANIEL NÁVESŇÁK<sup>1</sup>, BORIS BARTALSKÝ<sup>2</sup>, ĽUBOMÍR GAZDAČKO<sup>1</sup>, ZOLTÁN NÉMETH<sup>1</sup>, JOZEF IŠTVÁN<sup>1</sup>, PETER VRBATOVIČ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geologický prieskum, š. p., geologická oblasť, Garbanova 1, 040 11 Košice

<sup>2</sup> Geologický prieskum, š. p., 052 40 Spišská Nová Ves

(Received 24. 8. 1989)

Geologický ústav Dionýza Štúra  
ODBOROVÉ INFORMAČNÉ STREDISKO  
Mlynská dolina 1  
817 04 BRATISLAVA

### Abstract

We have defined two systems of principal shear zones at the internal side of the West Carpathian arc on the basis of regional and detail geological, structural, geophysical maps and maps of ore deposits respectively. The West Carpathian system (SW—NE) has a character of sinistral strike-slip fault, the Dobšiná, Transgemic and Hodkovce shear zones belong to it. The East Carpathian system (SE—NW) represents dextral strike-slip fault, the Košice-Margecany and Rejdová shear zones belong to it. The width of shear zones ranges from 0.5 to 2 km, from place to place it reaches up to 10 km. The shear zone is formed of a central shear zone and marginal shear zones of the simple shear type with brittle-ductile deformation and with accompanying stretching lineation and foliation. The distance between individual shear zones is about 40 km. All older (Variscan) lithological and tectonic structures and ore veins were transposed into the strike of shear zones that formed arc tectonic structure. The age of shear zones is Lower Cretaceous to Middle Miocene. The youngest system of faults with the N—S strike has a character of pure shear and it is the representative of extension tectonic.

### Introduction

Gemicum is the tectonic unit on the southern edge of the West Carpathians. It has distinct belt structure, often with very narrow (tens of metres) lithological strips, which have the length up to several kilometers. The course of lithological and tectonic strips is slightly variable as to their strike, but generally it forms an arc, which is arched to the North. It was assumed (Andrusov, 1968; Maheľ, 1986; Rozložník, 1983; Bajaník et al., 1984 and others) that this arc is a tectonic phenomenon, which originated in Alpine orogeny, or this arc suggests the primary course of sedimentation basin. According to data of remote sensing Gemicum is considered the most distinct ring structure of the West Carpathians (Pospíšil et al., 1985). In the last ten years it was shown, after we had covered complexly the whole area of Gemicum by geophysical methods (8 types of geophysical maps), new geological mapping at the scale of 1 : 10 000, geochemical, petrological and mineralogical studies, that the origin of this arc, or the tectonic image of Gemicum, was significantly conditioned by regional shear zones (Grecla, 1973, 1982; Grecla and Kucharič, 1985, 1989), which are the part of shear zones of the whole Carpathian arc. Their age or their activity could be assumed from the completion of Variscan events, mainly from the Lower Cretaceous to the Nealpine period. Different opinions are mainly on this, if the arc of the West Carpathians, and consequently the arc of Ge-

mericum, existed during sedimentation of Paleozoic, but mainly Mesozoic, or if it is secondary, tectonic phenomenon.

### Geological and tectonic pattern

Gemicum is built by the Early and Late Paleozoic and Triassic rocks. The Paleogene and Neogene sediments cover the marginal parts of Gemicum, only its western part is tectonically connected with the crystalline complex of Veporicum. The Early Paleozoic originated in riftogenous basin with ophiolites and it is Variscan metamorphosed under the conditions of green schist facies and amphibolite facies (younger systems are anchimetamorphosed). Strong folding, granitization and local small intrusions of granites and ore mineralization belong to the Variscan events. The nappe structure was formed in the end of the Variscan events (Grecla, 1973, 1982; Grecla and Varga, 1980; Grecla and Kucharič, 1985, 1989). The Alpine events are marked by strong tectonic processing of the Variscan structures and by the origin of charriages, mainly in the Mesozoic complexes at the northern edge of Gemicum. The other authors (Biely et al., 1968; Fusán, 1967; Snopko, 1967; Snopko and Ivanička, 1980; Bajaník et al., 1984; Rozložník, 1977; Maheľ, 1974, 1975, 1986 and others) have regarded the Alpine processes as the main ones for the development of the tectonic structure of Gemicum, they have attributed the Variscan events second-rate meaning. These authors

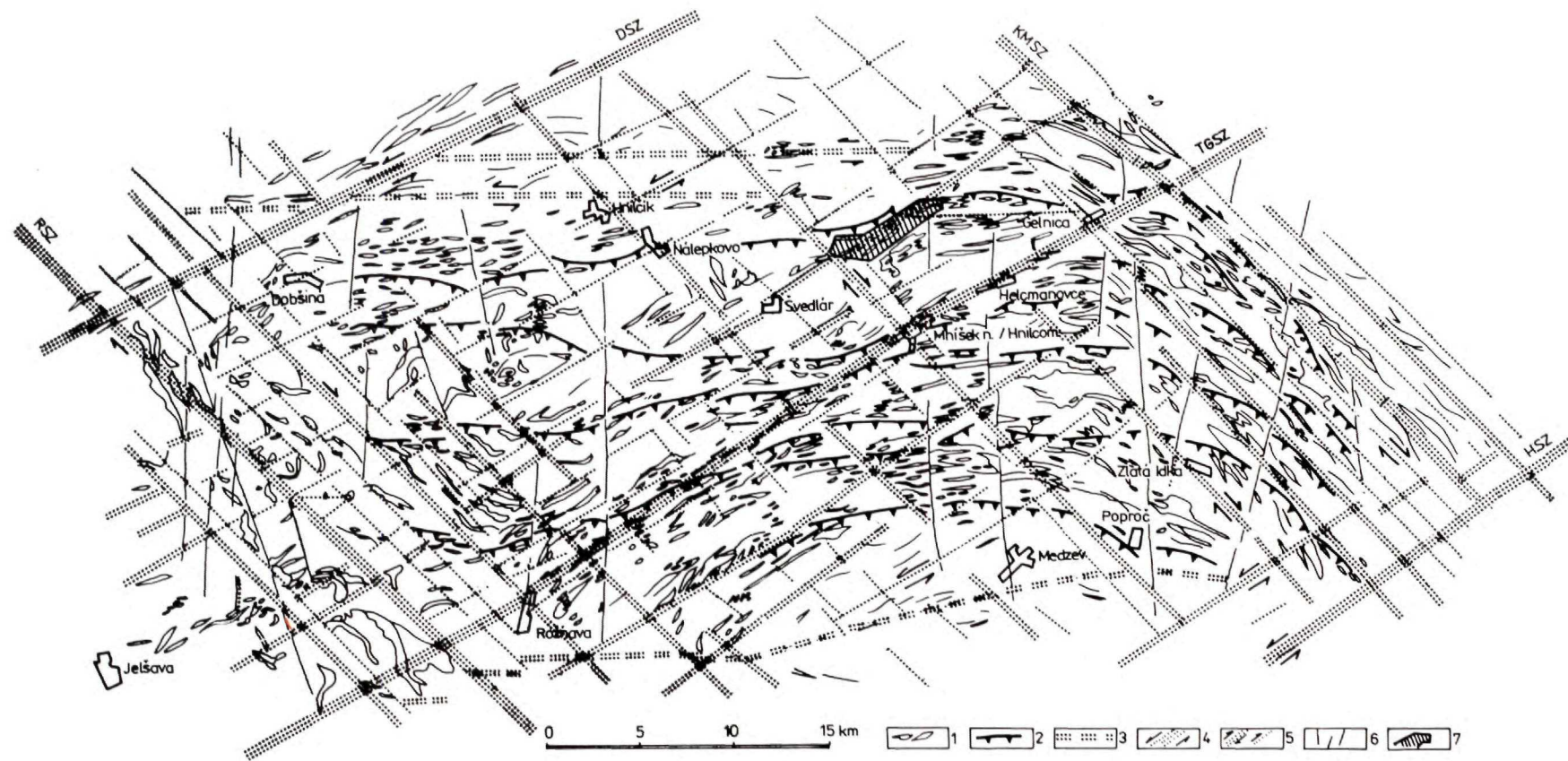


Fig. 1. Map of shear zones of Gemericum. Compiled on the basis: a — geological maps by Bartalský, Čechovský, Fabián, Gazdačko, Grecula, Hodermarský, Ištvan, Kobulský, Malachovský, Návesňák, Németh, Peterec and Vrbatovič; b — tectonic maps by Grecula and Kucharski, 1981; Grecula and Kucharič, 1985, 1989; c — geological map of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. (Snopko, 1973). RSZ — the Rejdová shear zone, DSZ — the Dobšiná shear zone, KMSZ — the Košice-Margecany shear zone, TGSZ — the Transgermic shear zone, HSZ — the Hodkovec shear zone. 1 — course of lithological units, 2 — Variscan nappes, 3 — Alpine rejuvenated Variscan (?) shear zones, 4 — principal shear zones (Alpine), 5 — shear zones of lower order, 6 — faults with a character of pure shear (the youngest ones), 7 — detail of this area is in Fig. 2.

have interpreted Gemericum as a subautochthonous unit with the character of a large megaanticline or as folded to overturned anticline (Andrusov, 1968; Maheľ, 1984, 1986 and others). Great meaning was attributed to the fault tectonic in the last time with connections to the Neoid block structure, the connection with shear zones of the character of horizontal shift has a lesser extent (Roth, 1969; Grecula, 1973, 1982; Pospíšil et al., 1985, 1989; Šefara et al., 1987). Our article is devoted to the last problem.

### Principal shear zones: the West Carpathian (SW-NE) and East Carpathian (SE-NW) strike-slip fault system respectively

#### General characteristics

Principal shear zones of Gemericum (Fig. 1) represent the system of parallel faults with character of simple shear, clear discontinuity on individual faults, distinct shift along both sides of faults and with prevailing brittle-ductile deformation. Principal shear zones of Gemericum are only a segment of shear zones of the Carpathian system, which have character of strike-slip faults, that is with sinistral movement on shear zones with the SW-NE strike and with dextral movement on shear zones with the SE-NW strike.

Shear zones have been determined on the basis of detail and regional geological (Fig. 2), geophysical and ore-deposit maps (Fig. 3), as well as on the basis of structural analysis. The width of principal shear zones ranges from 3 to 10 km with gradual constriction to 0.3 km.

Principal shear zones, as a system of faults, consist of several shear zones of lower order. Central shear zone (Fig. 6) is dominant element and it is a part of shear zone with the Carpathian significance. Its width ranges from 0.5 to 2 km. The central shear zone is accompanied by parallel marginal shear zones in certain area, which are, however, less distinct in comparison with this central zone as to the intensity of deformation and other manifestations, but they set off the course and width of the principal shear zone.

The principal shear zone manifests by very intensive mylonitization with wide strips of ultramylonites reaching biotite isograde. Shift, bending and reduction of lithological stripes are very distinct in shear zones. Shear zones not only disrupt the course of lithological and tectonic (overthrust, nappes) units and the course of vein and strata-bound ore deposits, but they transpose them into the strike of a shear zone (Figs. 1, 2, 3). Such bendings of the above units into two directionally different systems (NE and NW) caused the arc shape of Gemericum or they condition-

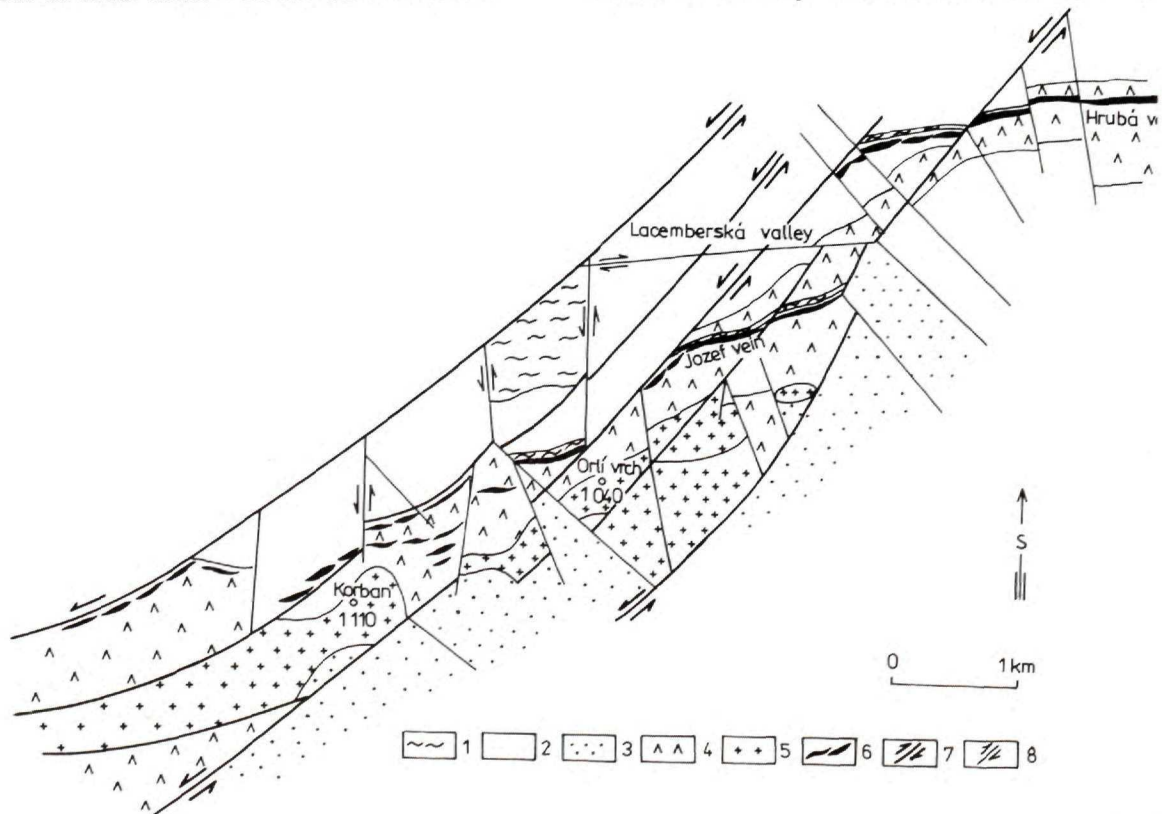


Fig. 2. Geological map (simplified) of a section of the Stará Voda shear zone. Detail from Fig. 1 (Bartalský and Návesňák, 1989). 1 — black metapelites, 2 — green metapelites, 3 — green eye metapelites, 4 — variegated volcanic complex, 5 — rhyolites, 6 — ore veins, 7 — principal shear zones, 8 — shear zones of second order.

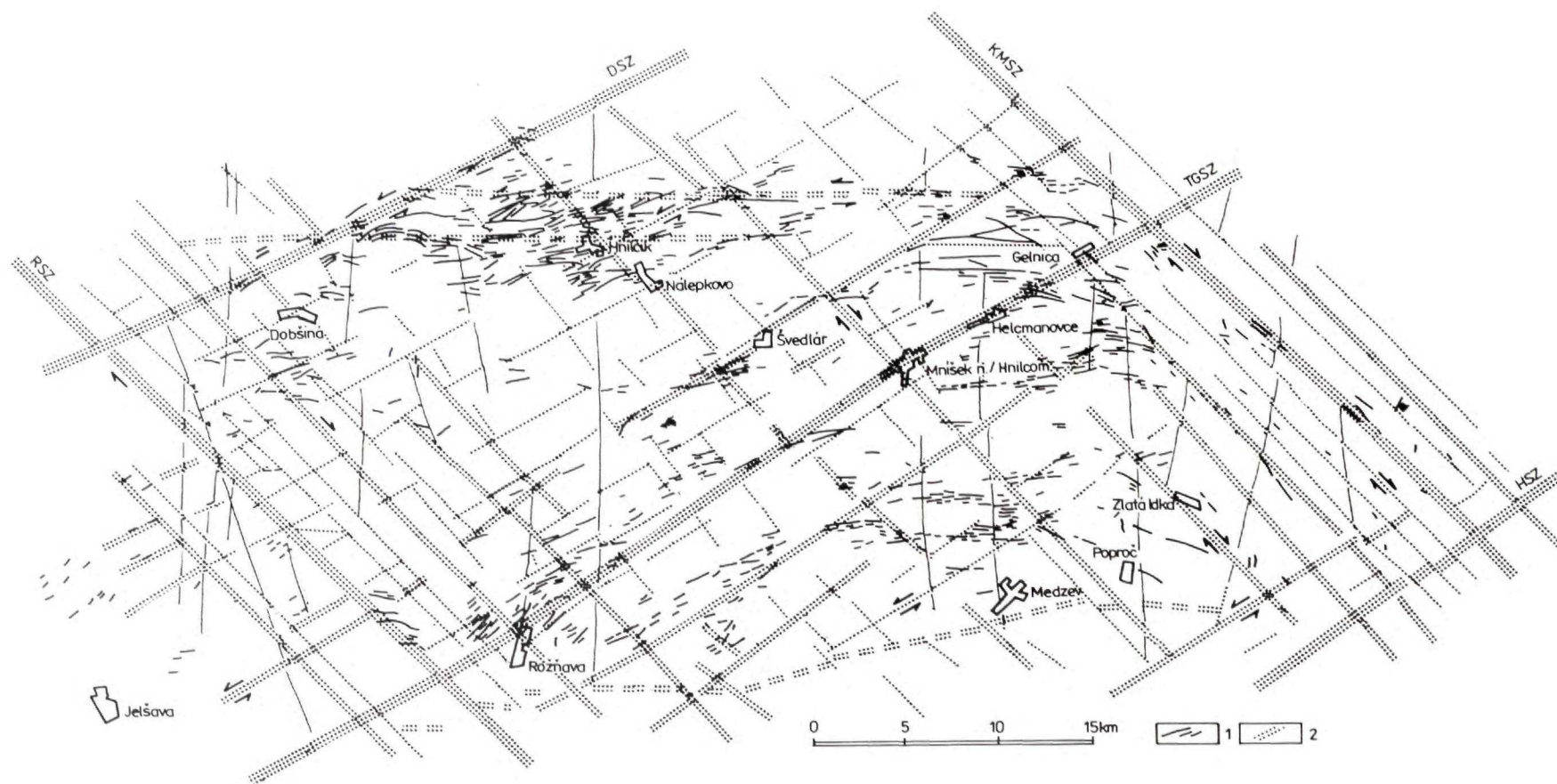


Fig. 3. Map of ore veins and shear zones of Gemericum (ore veins according to Abónyi, 1973). 1 — ore veins, 2 — shear zones (for detail see explanation Fig. 1).

ned the origin of smaller arcs in the internal part of Gemicum.

Not only lithological units are transposed into the strike of principal shear zones, but this is manifested very nicely in the course of foliation in the Paleozoic rock complexes both on regional map (Fig. 4) and at mesoscopic scale. The prevailing part of foliation of Gemicum ( $S_1$ ,  $S_2$ ) is connected with the Variscan structures and dominates all over the places, where the Variscan structures were preserved. The Variscan foliation is gradually deformed by shear zones and it is drawn into their strike. Older foliation is covered by younger one inside shear zones, this foliation is developing together with a shear zone. Central parts of shear zones are noted for only one foliation, which is very intensively developed in mylonites and ultramylonites and it is parallel with a shear zone. It follows that shear zones not only deform older foliation, but new foliation penetrated rocks along the shear zones with the increasing intensity towards the centre of these zones. That is why the shear zones manifest distinctly on regional map of the course of foliation (Fig. 4). The course of foliation (according to the map by Snopko et al., 1973) coincides in the best way with the course of principal shear zones in the places where only Paleozoic without Mesozoic envelope is present at the surface.

Stretching lineation corresponds by its strike to the course of principal shear zones and it is genetically connected with them. This type of lineation is coincident, as to its strike, with these zones on the boundary of Gemic and Veporic tectonic units (cf. Plašienka, 1984; Bartalský, 1987), which also points out that movements on shear zones manifested after the formation of large tectonic units of the Carpathians or that these Carpathian units originated just as the result of the formation of shear zones and tectonic activity on them. Older lineation are also present in lesser extent, namely outside the shear zones. They have the E—W and NE—SW strike and are connected with movements and deformations taking place during the Variscan events. Structural measurements lead us to the consideration on the transpression model of the origin of Variscan, but mainly Alpine nappe structure of Gemicum (Fig. 5). There is only little data, which would denied explicitly the previous model of the Variscan collision of plates (Grečula, 1973, 1982; Grečula and Roth, 1979).

The strike of shear zones of Gemicum is not very constant and from place to place it deviates at 10—15° from the strike of shear zones of the Carpathian system. Because shear zones of Ge-

mericum are only a part of the above zones, such variation of the strike is assumed. This is due to by the fact that marginal shear system takes on the main function in the framework of shear zone from place to place, what slightly deviates general course of complex shear zone. That is why the strikes of principal shear zones of Gemicum have the dispersion from 45° to 60° with prevailing strike 50—55° and the East Carpathian strike 220—235°. The distance between principal shear zones of Gemicum is 35—40 km. The course of principal shear zones is relatively linear and morphologically very distinct.

Principal shear zones in principle confine Gemicum at all sides as a tectonic unit. Accompanying shear zones of lower order are observable locally among principal shear zones. They are relatively equidistantly distributed and identical with principal shear zones as to their strike. Their course could be discontinually followed only in regional maps. They manifest very distinctly in detail maps (Fig. 2), namely by structural elements. Accompanying shear zones differ from principal shear zones so much that there are not so significant deformations of rock strips and veins on them. Accompanying shear zones form rhomboidal network of blocks. Accompanying shear zones of lower order were formed between zones with main movement activity and they represent tectonic effect of residual stress, which was not compensated on principal shear zones. That is why the tectonic effect is different in various areas and it depended on the intensity of residual stress in corresponding region.

Principal as well as accompanying shear zones of lower order up to mesoscopic or microscopic scale penetrated the whole area of Gemicum (Fig. 1) and they are the dominant structural phenomenon, which caused basic distribution of old tectonic and lithological units as in strata-bound and vein ore deposits (Fig. 3).

#### *Characteristics of principal shear zones*

The Košice—Margecany (East Gemic) and Rejdová (West Gemic) zones of the East Carpathian system belong to the principal shear zones of Gemicum. The Dobšiná (North Gemic), Transgemic and Hodkovce (South Gemic) zones belong to the West Carpathian system. We do not know well the South Gemic shear zone (the Hodkovce—Košice section belongs to it), because it is covered by younger systems. From the Carpathian point of view the Hodkovce shear zone is more significant than the Transgemic. The Transgemic shear zone in the internal part of Gemicum is, however, the most

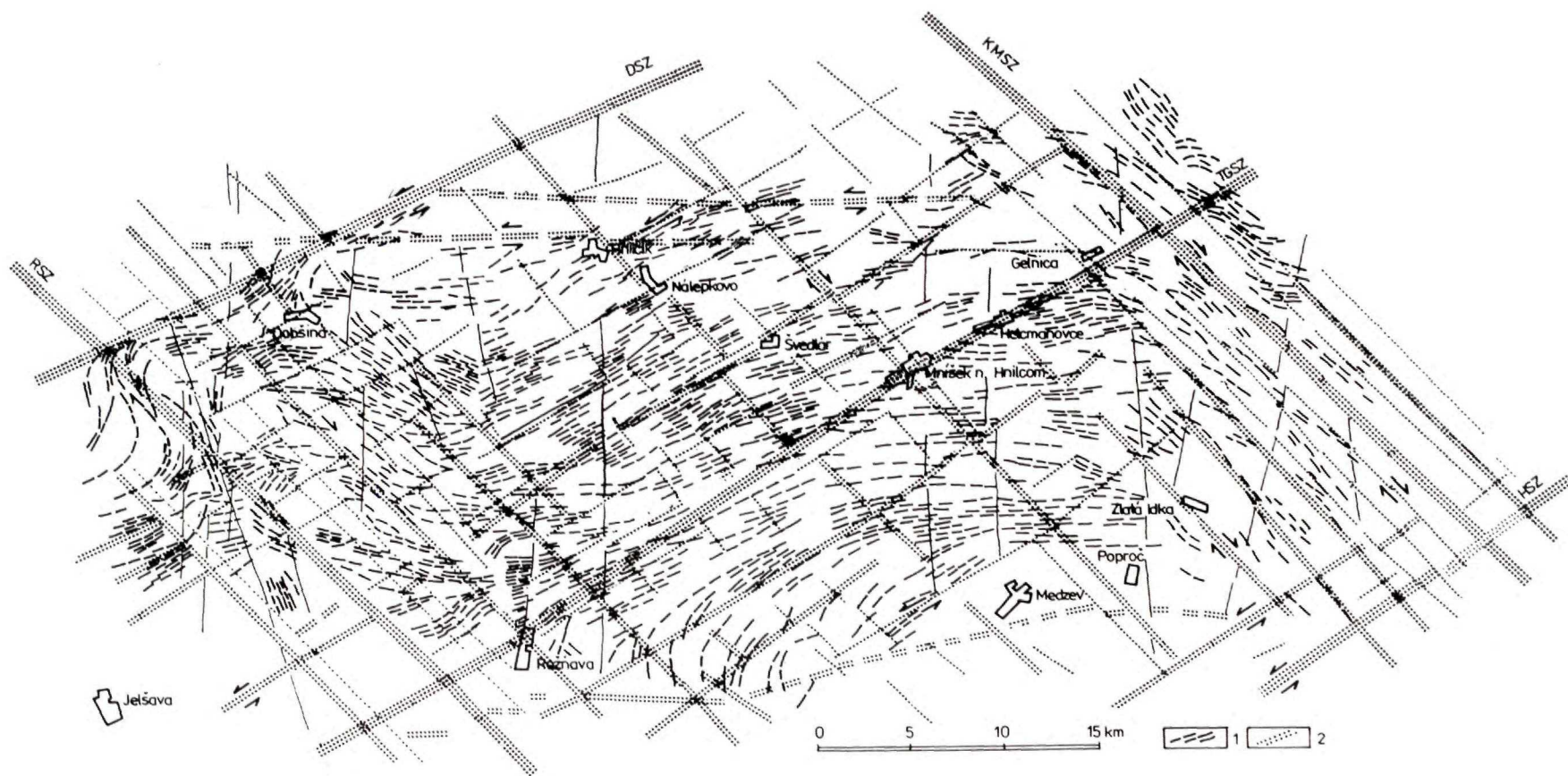


Fig. 4. Map of foliation of shear zones of Gemericum (map of foliation according to Snopko and Reichwalder, 1973). 1 — course of foliation, 2 — shear zones (for detail explanation see Fig. 1).

evident zone, while the Košice-Margecany shear zone has the same significance from the marginal shear zones. All the mentioned shear zones have the above general characteristics.

The Košice—Margecany shear zone is the most intensive one, it is the first and the most evident zone on the internal (southwestern) edge of the East Carpathian, i.e. northwestern strike of shear zones. On the Košice—Margecany shear zone all the West Carpathian units are transposed into the East Carpathian strike, which is distinctly observable in the eastern part of Gemicum. This zone with dextral movement represents the largest reduction of the space (e.g. narrow and long remnants of synclines of the Permian and Triassic rocks) and consequently the largest distribution of older geological phenomena, which caused their strong destruction. Rocks are mylonitized and ore veins lost their economic significance (vein structure is indicated only by sparsed ore lenses). The stretching lineation corresponds to the strike of shear zone, although older lineations with several strikes have been also observed. Schistosity completely coincides with the course of shear zones, but the course of nappe planes is oblique to shear zones (Fig. 1). We managed to define directly Variscan and Alpine deformation in the Košice—Margecany principal shear zone (Jacko, 1979). This shear zone is marked out by an echelon arrangement of geological phenomena (Roth, 1969; Grecula, 1968).

The Rejdová shear zone is less distinct than the Košice—Margecany zone. The tectonic reduction of space and consequently the intensity of distribution

of lithological and tectonic structures has much less extent. That is why the Late Paleozoic and Triassic rocks were preserved on large areas and they are less reduced. The destruction of ore bodies is lesser, but the course of schistosity planes and bedding planes draws near to the course of shear zone (Fig. 4).

### The genesis of arc structure of Gemicum

As we have mentioned, it is characteristic for the West Carpathians, as well as for Gemicum, that they have the shape of an arc. It seems, from structural analysis that this arc is the result of the origin of principal shear zones of two systems and the long-term tectonic activity on them. We have noted that segments of principal shear zones (defined by crossing of both shear zones), both of the West Carpathian (SW—NE) and the East Carpathian (SE—NW) system, are much wider at the southern end than at the northern one (Fig. 6) and that the intensity of deformation is more significant and spatially more extensive than in the southern parts. Varied assemblage of deformations along both systems of shear zones forms, in general view, the arc course (however, this is very variable type of deformations in detail, with the presence of lineation and foliation of variable strikes in dependence on the distance from a shear zone), which is confined by principal shear zones and it is confined on one large block.

It is possible to distinguish the large (northern) and the small (southern) arc respectively in the

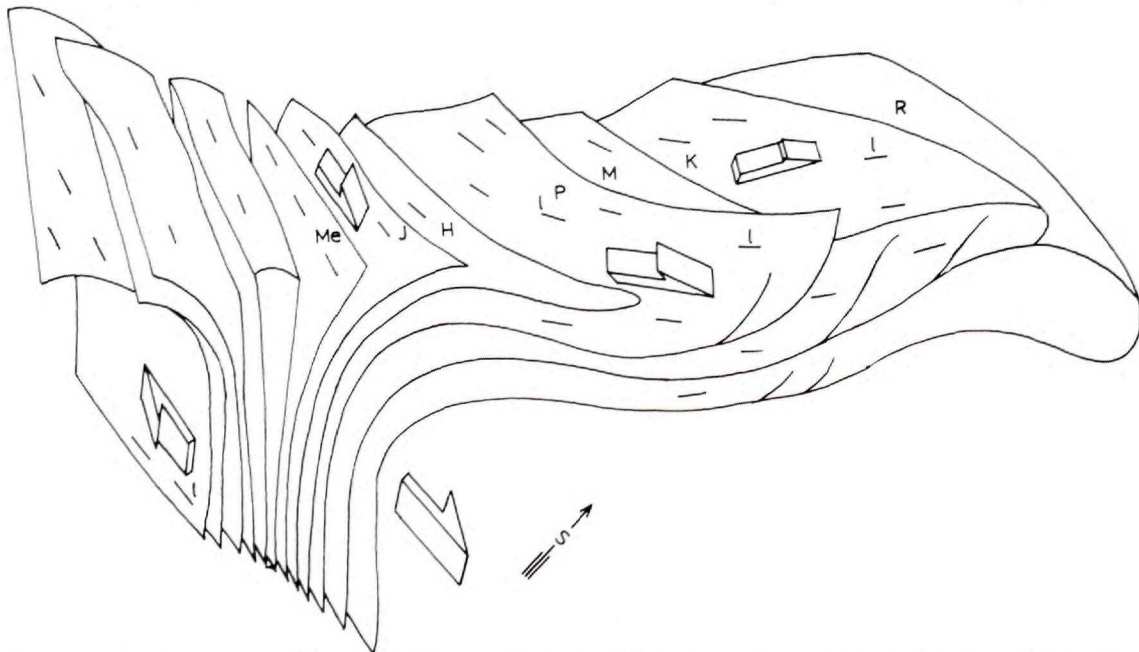


Fig. 5. Model of dextral transposition with interpretation of the origin of Variscan nappes of Gemicum. Nappes: Me — the Medzev nappe, J — the Jedľovec nappe, H — the Humel nappe, P — the Prakovce nappe, M — the Mníšek nappe, K — the Kojšov nappe, R — the Rakovec nappe; l — lineation.

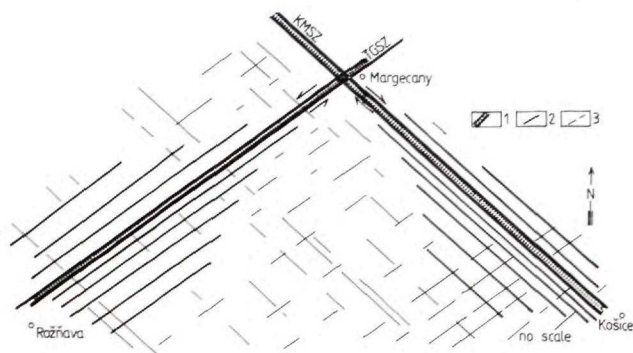


Fig. 6. Distribution and relation of principal, marginal and accompanying (secondary) shear zones. 1 — principal shear zone. 2 — marginal shear zone in vicinity of principal shear zone. 3 — secondary (accompanying) shear zones of lower order. TGSZ — the Transgemic shear zone. KMSZ — the Košice—Margecany shear zone.

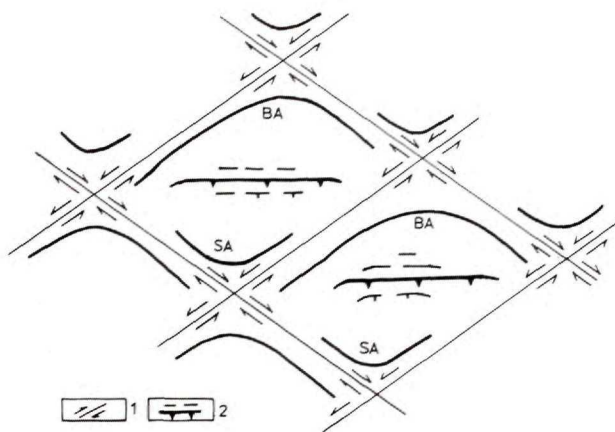


Fig. 7. Genetic model of the origin of arc structure between two systems of shear zones on the example of Gemericum. BA — large (northern) arc. SA — small (southern) arc; 1 — principal shear zones. 2 — course of tectonic, lithological and ore structures older than shear zones.

framework of one block (Fig. 7.). These arcs were formed only there, where movements on shear zones were directed inwards, i.e. in the corner of a block with obtuse angle. On the contrary, the arc was not formed in the corner with sharp angle, where the movement on the shear zones was outwards (Fig. 7), only chaotic distribution of different types of deformations with variable strikes of lineations and foliations usually took place here. The northern (large) block is the most completely one, it also dominates in the geological structure of the area.

There are two large blocks in Gemericum (Plančár et al., 1977 already divided Gemericum into two large blocks on the basis of geophysical data), defined by five principal shear zones. The above mentioned large and small arcs are present in both blocks. Hence, there are two arcs in Gemericum, which form together the complex Gemeric arc as

secondary tectonic phenomenon formed by two systems of shear zones.

It is characteristic for the Transgemic and Košice—Margecany shear zones that their southern parts are much wider (Figs. 1, 6) than the northern ones, or that to the north marginal shear zones fade out and only the central shear zone dominates. At the same time the transposition of lithological, tectonic and ore structures into the shear zone diminishes and gradually fades out together with gradual weakness of the intensity of structural processing of marginal shear zones towards the north. The cause of this can be explained e.g. by different level of the erosion of so called palm structure on simple shear (Woodcock and Fischer, 1986). This would mean that the largest erosion, cut in the framework of the above zones, exists in the Margecany area, where both shear zones cross, which could be partly accepted. However, similar manifestation can be followed at mesoscopic scale, so that the model could be used for the explanation, according which the number of accompanying shear zones rises with increasing pressure intensity (pressure field) and the intensity of movement on them increases, too (Bartlett et al., 1981).

As we have mentioned above, shear zones are wider in the southern parts. As you can see in Fig. 7, this is probably caused by the fact that the branches of both large and small arc were cumulated along the sides of the central shear zone in the above parts of zones. So called marginal shear zones are, in fact, branches of the above mentioned arcs with the principal shear zone in their centre which caused the evident larger width of the shear zone.

Older tectonic, lithological and ore structures, which have approximately E—W strike, were preserved in the framework of one block only between the large and small arc. The largest ore deposits were preserved in this part of block, hence, this part is the most prospective for preservation of ore deposits. Shear zones or margins of blocks are prospective for Au ores, talc, partly for Sb ores.

#### Rejuvenised older structures with E—W strike

The east-west course of rock strips, ore veins, overthrusts and nappes was preserved only in internal block, confined by principal shear zones. This strike of structures could be very probably original, forming during Variscan folding, when prograde metamorphosis took place and when ore veins and Variscan nappe structure originated.

Significant discontinuity zones have also the east-west strike, e.g. the Rudňany and Rožňava zone respectively (Fig. 1), on which horizontal shifts, reverse faults and normal faults are evident.



There is only little data as yet on closer specification of fault zones with the E—W strike. It is probable that there are old collision sutures or root zones of the Variscan nappes, which were rejuvenated and they take the function of complementary shear zones during the origin of shear zones with NE and NW strike. Normal faults and reverse faults in the E—W zones could correspond with tectonic activity in the Neogene period. East-west zones would have a character of complex shear zones with long period of their activity, from the Variscan period to Neoid processes. They would belong to the east-west system of tectonic zones, which remnants exist on the whole area of the West Carpathians.

#### Extension fault systems of pure shear type with the N—S strike

The youngest fault systems, namely with the N—S strikes, can be indicated very well on geological map sheets at detail scale (1 : 10 000 and more detail). Block structure with blocks of hundreds to tens of metres was very detailed defined by their identification. Faults with mainly vertical and oblique movement dominate in this block structure. The character of brittle pure shear prevails. That is why thrust and downslip of blocks is set off in this block system, which is typical for extension tectonics or for tectonic systems originated in final stage of formation of shear zones or during the period of release of previous tectonic stress. The intensity of downslip faults and thrust faults (overthrusts) is often very significant and it reaches hundreds of metres on regional faults. Their dip is approximately vertical, but connected faults of lower order have different angles of dip.

It is typical, for this young fault system with the character of pure shear, that faults ramify upwards in form of tectonic tree (Grecula, 1986) and that the prevailing part of drainage (mainly of mountain brooks) follows this young fault system. Bending of beds and mylonitization on the sides of faults, characteristic for strike-slip faults are not observable on geological maps, only cataclasis of rocks.

North-south faults of Gemicum belong to that system of faults, which is present in the whole West Carpathians (e. g. the Hornád system).

Very significant role of extension tectonics can be considered in length-profile (E—W) through Gemicum. It follows, according to results of geophysical measurements (Grecula and Kucharič, 1989) and geological data that both western and eastern edge of Gemicum are uplifted and the whole area step-like sinks towards the centre of the region (Grecula, 1982). Planes of sunken blocks (décollement faults) dip also towards the centre of the region, what created trough system of cauldron form, which can be

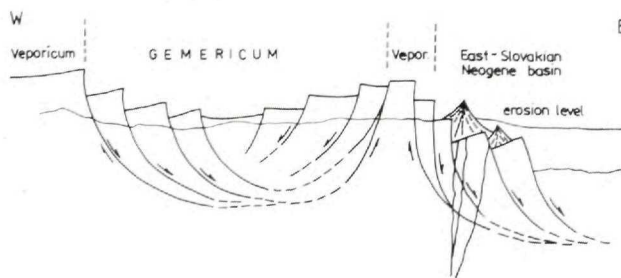


Fig. 8. Extensive model of tectonic development of Gemicum and adjacent areas in Neogene in the longitudinal section of E-W direction.

explained by the extension-tectonic model (Fig. 8), which could be applied to the origin of the adjacent East Slovakian Basin.

#### The age of shear zones

Rock complexes of Paleozoic and Mesozoic are deformed by tectonic activity in all principal shear zones of Gemicum. Shear zones disturb the Paleogene complexes in the northern part of Gemicum, too. It follows, from the above, that the age of shear zones is after-Paleogene. It is evident that shear zones continue to the complexes of Neogene basins, however, there exist facts that towards younger complexes the activity of some faults diminishes as much as fades out (Cverčko and Rudinec, 1969). It is probable that during Neogene the activity of shear zones diminishes as much as fade out.

However, the beginning of formation of shear zones is unclear. It is evident, comparing the intensity of deformation in individual stratigraphic units that the Paleozoic and Mesozoic complexes are most intensively deformed in shear zones. Much lesser intensity of disturbance is in the Paleogene complexes and it is negligible in the Neogene sediments. At the same time, primary discordant relation between Mesozoic and underlying, Variscan folded and metamorphosed complexes was preserved in shear zones in several places (e.g. Košické Hámyre, Jaklovce and others). This is observable not only in Gemicum. The age of Gemic granites according to Rb/Sr method ranges from 220 to  $290 \pm 40$  m.y. (Kováč et al., 1981, 1986). Data from separated biotites from granite has given the age 100 m.y., but in two cases around 140 m.y (Kováč et al., 1986; K/Ar method gave similar data earlier — Kantor, 1957). Because all Gemic granites lay in shear zones and the opening of biotite system (at the temperature around  $270^\circ\text{C}$ , which is commonly assumed in shear zones) falls in the Lower-Middle Cretaceous period, it is necessary to assume that in this period, i.e. during the main phases of Alpine orogeny of the West Carpathians, the activity on shear zones was signifi-

cant, and it finished, according to data from Neogene basins, in the period of Styrian phase in Neogene.

### Conclusion

We can assume, from the above analysis of lithological, tectonic, metallogenic and geological data the following:

— Shear zones with character of strike-slip faults played the main role in Gemericum during the Alpine events. They represent not only zones with pure shear, but spatial shortening with the origin of local charriages, mainly in the Permian-Mesozoic complexes as well. Shear zones and connected deformations are very probably the result of the global transpression in the West Carpathians during the Palealpine events.

— The West Carpathians (sinistral shift) and the East Carpathian (dextral shift) system of shear zones is the most distinct. It is accompanied by deformations of simple shear with stretching lineation and foliation.

The north-south faults with the character of pure shear were formed after finishing or in the end of the activity on shear zones with horizontal shifts. The north-south zones are the representative of the extension tectonics with down-slip and thrust of blocks. The origin of the Cenozoic depressions and basins is connected with this extension tectonics. The Hornád fault system, which separates Gemericum and Veporicum from the East Slovakian Basin, could belong to this system of faults.

— The Variscan structures (nappes, overthrusts, ore veins and others) were preserved only between shear zones. They have mainly the E—W strike. They were worked out with different intensity by the Alpine shear zones, because they were present in the zone with the largest shortening during the activity on shear zones. The best preserved Variscan structures are the most prospective for ore deposits. Ore deposits in shear zones are very strongly destructed. Only some types of raw materials are genetically connected with shear zones (talc, partly Au and Sb).

— Deformations of rock complexes and older tectonic and ore structural elements, which were formed on the above two strikes of strike-slip faults, makes the arc arrangement of the above zones. The arc of Gemericum is a part of the West Carpathian arc with the same genesis.

— Shear zones with strike-slip faults could have long-term and polystage development according to geological and geochronological data.

The beginning of the development of shear zones is not documented. The most intensive movements took place, according to indirect radiometric data, from the Upper Jurassic to the Upper Cretaceous.

They finished in the period of the Middle Miocene.

The boundary between Gemericum and Veporicum is formed by shear zone (the Rejdová and Košice—Margecany shear zone respectively), which are marked by deformations of the Variscan structures and by charriages genetically connected with the activity on shear zones.

— The eastern edge of Gemericum including Veporicum of the Čierna hora Mts. is the easternmost part of the West Carpathians, where deformations of the East Carpathian system of shear zones dominate, which continue in the basement of the East Slovakian Basin, the Zemplínske vrchy Mts. into the East Carpathians.

The present paper was developed in the frame of IGCP Project No. 276.

### References

- Andrusov, D. 1968: Grundriss der Tektonik der Nördlichen Karpaten. *Bratislava, SAV*, 188 p.
- Bajaník, Š. et al. 1984: Geologická mapa Slovenského rudohoria — východ (mapa a Vysvetlivky). *Bratislava, GÚDŠ*.
- Bartalský, B. 1987: Správa z geologického mapovania v oblasti Dobšinej. *Manuskript — archív GP Spišská Nová Ves*.
- Bartlett, W. L., Friedman, M. and Logan, J. M. 1981: Experimental folding and faulting of rocks under confining pressure. Part IX — Wrench faults in limestone layers. *Tectonophysics*, 79, 255—277.
- Biely, A., Bystrický, J. and Fusán, P. 1968: Zur problematik der „Subtatischen Decken“ in den Westkarpaten. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 19, 295—296.
- Čverčko, J. and Rudinec, R. 1989: Klasifikácia zlomov vo východoslovenskom neogéne. *Geol. Práce, Spr.*, 55, 111—116.
- Fusán, O. 1967: Spiško-gemerské paleozoikum. In: Maheľ, M. et al.: Regionální geologie ČSSR II, Západní Karpaty I. *Academia, Praha*, 373—410.
- Grecula, P. 1973: The homeland of the Gemeric unit and its metallogeny. *Mineralia slov.*, 5, 221—245.
- Grecula, P. 1982: Gemericum — segment of the Paleotethyan riftogenous basin. *Mineralia slov. — Monogr. Bratislava, Alfa*, 263 p.
- Grecula, P. 1985: Vertikálne vetvenie zlomov. *Mineralia slov.*, 17, 289—306.
- Grecula, P. and Roth, Z. 1978: Kinematic model of the West Carpathians in the complete section. *Zbor. geol. Véd.*, 32, 49—73.
- Grecula, P. and Varga, I. 1979: Variscan and Pre-Variscan events in the Western Carpathians represented along a geotraverse. *Mineralia slov.*, 11, 289—297.
- Grecula, P., and Kucharski, R. 1981: Komplexná geologicko-geofyzikálna interpretácia východnej časti SGR. *Manuskript — GP Spišská Nová Ves*.
- Grecula, P. and Kucharič, E. 1985 a 1989: SGR-geofyzika. čiastková záverečná správa. *Manuskript — GP Sp. Nová Ves*.
- Jacko, S. 1979: Geologický profil pásmom Čiernej hory a jeho styku s gemerikom. In: Tektonické profily Západných Karpát. *Bratislava, GÚDŠ*, 185—192.
- Kantor, J. 1957: A<sup>40</sup>/K<sup>40</sup> Methode zu absoluten Alterbestimmungen und das Alter des gemeriden Granites von Betliar. *Geol. Práce, Zpr.*, 11, 188—200.
- Kováč, Ā., Svingor, Ē., and Grecula, P. 1986: Rb-Sr isotopic ages of granitoid rocks from the Spiško-gemerské rudohorie Mts., Western Carpathians, Eastern Slovakia. *Mineralia slov.*, 18, 1—14.

- Mahef, M. 1974: Tectonics of the Carpathians Balkan regions. *Bratislava, GÚDŠ*, 453 p.
- Mahef, M. 1975: Postavenie gemerika. *Mineralia slov.*, 7, 33—52.
- Mahef, M. 1984: Nová koncepcia vývoja a stavby Západných Karpát. *Mineralia slov.*, 16, 505—540.
- Mahef, M. 1986: Geologická stavba československých Karpát, 1. *Bratislava, Veda*, 503 p.
- Návesňák, D. and Bartalský, B. 1989: Správa z geologického mapovania z oblasti Slovinky — Švedlár. *Manuscript — archív GP Spišská Nová Ves*.
- Plašienka, D. 1984: Geologická stavba struženickej jednotky a príkrovy Markušky; alpínsky štruktúrny vývoj východného okraja veporika. *Manuscript — archív GÚDŠ Bratislava*.
- Pospíšil, L., Nemček, J., Graniczny, M. and Doktor, S. 1985: Príspevek metod dálkového průzkumu k identifikaci zlomů s horizontálním posunem v oblasti Západních Karpat. *Mineralia slov.*, 18, 385—402.
- Pospíšil, L., Bezák, V., Nemček, J., Feranec, J., Vass, D. and Obernauer, D. 1989: The Muráň tectonic system as example of horizontal displacement in the West Carpathians. *Mineralia slov.*, 21, 305—322.
- Plančár, J., Filo, M., Šefara, J., Snopko, L. and Klínek, A. 1977: Geofyzikálna a geologická interpretácia tiažových a magnetických anomálií v Slovenskom rudohorí. *Západ. Karpaty, Sér. Geol.*, 7—144.
- Rozložník, L. 1963: The relation between faults and foliation in the shear zone of the Dobšiná vicinity. *Geol. Práce, Zpr.*, 28, 103—113.
- Rozložník, L. 1969: K problematike štúdia zlomov. *Geol. Práce, Spr.*, 47, 35—44.
- Rozložník, L. 1977: Problems of Alpine metamorphism in relation to siderite ore formation in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. *Mineralia slov.*, 10, 311—320.
- Rozložník, L. and Slavkovský, J. 1979: Geologická stavba styku gemerika s pásmom Čiernej hory. In: *Tektonické profily Západných Karpát. Bratislava, GÚDŠ*, 193—198.
- Roth, Z. 1969: Notes on the basic division of the Inner Carpathians and on the tectonic termination of large nappe system. *Věstník ÚÚG*, 44, 195—199.
- Snopko, L. 1967: Význam drobnotektonických prvkov pre riešenie geologických otázok paleozoika gemerid. *Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty*, 8, 7—50.
- Snopko, L., Reichwalder, P. and Abonyi, A. 1973: Tektonicko-ložisková mapa Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Geologicko-ložisková štúdia SGR. Manuscript — archív GP Spišská Nová Ves*.
- Šefara, J. et al. 1987: Štruktúrno-tektonická mapa vnútorných Západných Karpát pre účely prognózovania ložísk — geofyzikálna interpretácia. *Manuscript — archív GP Spišská Nová Ves*.
- Woodcock, N. H. and Fischer, M. 1986: Strike-slip duplexes. *Struct. Geol.*, 8 (7), 725—735.

## Strižné zóny a oblúkovitá štruktúra gemerika

Gemicum má výraznú pásmovú stavbu, často s veľmi úzkymi (desiatky m) litologickými pruhmi, ktorých dĺžka je až niekoľko km. Priebeh litologických a tektonických pruhov smerovo mierne varíruje, ale generálne vytvára oblúk vyklenutý na sever. Predpokladá sa (Andrusov, 1968; Mahef, 1986; Rozložník, 1983; Bajaník et al., 1984 a i.), že oblúk je buď tektonický fenomén, ktorý vznikol v alpínskom orogéne, alebo že oblúk naznačuje primárny priebeh sedimentačného priestoru. Podľa údajov z diaľkového prieskumu Zeme sa uvažuje, že gemericum predstavuje najvýraznejšiu kruhovú štruktúru Západných Karpát (Pospíšil et al., 1985). V ostatných desiatich rokoch, keď sme celé územie gemerika komplexne spracovali geofyzikálnymi metódami (8 druhov geofyzikálnych máp), novým geologickým mapovaním v mierke 1 : 10 000, geochemickými, petrologickými a ložiskovo-mineralogickými prácami, sa ukázalo, že vznik oblúka, resp. tektonický obraz gemerika (Grecula, 1973, 1982; Grecula a Kucharič, 1985, 1989) významne podmienili regionálne strižné zóny, ktoré sú súčasťou strižných zón celého karpatského oblúka. Ich aktivitu možno predpokladať už od ukončenia variských udalostí, najmä však od spodnej kriedy až do neopalpínskeho obdobia. Rozdielnosť v názoroch je hlavne v tom, či oblúk Západných Karpát, a teda aj oblúk gemerika, existoval už počas sedimentácie paleozoika, ale hlavne od mezozoika, alebo či je sekundárnym tektonickým javom.

### Hlavné strižné zóny: západokarpatský (JZ—SV) a východokarpatský (JV—SZ) systém horizontálnych posunov

#### Všeobecná charakteristika

Hlavné strižné zóny gemerika (obr. 1) predstavujú sústavu paralelných zlomov charakteru jednoduchého strihu

s jasnou diskontinuitou na jednotlivých zlomoch, s výrazným posunom po stranách zlomov a s prevládajúcou krehko-duktilnou deformáciou. Hlavné strižné zóny gemerika sú iba segmentom strižných zón v rámci karpatskej sústavy, ktoré majú charakter horizontálnych posunov, a to s ľavostranným pohybom na strižných zónach jz.—sv. smeru a s pravostranným pohybom na strižných zónach smeru JV—SZ.

Strižné zóny sú stanovené na základe podrobných a regionálnych geologických (obr. 2), geofyzikálnych a ložiskových máp (obr. 3), ako aj štruktúrnou analýzou (ktorá je zatiaľ iba v začiatkoch). Overené sú aj na početných miestach v baniach a vo vrtoch. Šírka hlavných strižných zón dosahuje 3 až 10 km s postupným zužovaním až na 0.3 km.

Hlavné strižné zóny ako sústava zlomov sa skladajú z viacerých strižných zón nižšieho rádu. Centrálna strižná zóna (obr. 6) je dominujúcim prvkom a je súčasťou strižnej zóny celokarpatského významu. Jej šírka je 0,5—2 km. Centrálnu strižnú zónu sprevádzajú v určitom území súbežné okrajové strižné zóny, ktoré však intenzitou deformácie a ostatnými prejavmi sú oproti centrálnej zóne menej výrazné, ale významne zvyrazňujú priebeh a šírku celej hlavnej strižnej zóny.

Hlavná strižná zóna sa prejavuje veľmi intenzívnou mylonitizáciou so širokými pruhmi ultramylonitov s asociáciou minerálov až biotitovej izogrady.

V strižných zónach je veľmi výrazná redukcia litologických pruhov. Strižné zóny narúšajú nielen priebeh litologických a tektonických (prešmyky, príkrovy) jednotiek, žilných a stratiformných rudných ložísk, ale ich aj transponujú do smeru strižnej zóny (obr. 1, 2, 3). Takéto ohyby spomenutých jednotiek do dvoch smerovo odlišných systémov (SV a SZ) zapríčinili oblúkovitý tvar gemerika, resp.

podmienili vznik menších oblúkov vo vnútri gemerika.

Nielen litologické jednotky sú transponované do smeru hlavných strižných zón, ale veľmi pekne sa to prejavuje aj na priebehu foliácie v horninových súboroch paleozoika, a to tak na regionálnej mape (obr. 4), ako aj v mezoskopicko-ke mierke. Prevažná časť foliácie gemerika ( $S_1, S_2$ ) je späť s variskými štruktúrami a dominuje všade tam, kde sa zachovali variské štruktúry. Variská foliácia je strižnými zónami postupne deformovaná a vťahovaná do smeru strižných zón. Vnútri strižných zón staršiu foliáciu prekrýva nová foliácia, ktorá sa vyvíja súčasne so strižnou zónou. Centrálné časti strižných zón sa vyznačujú už iba jednou, ale veľmi intenzívne vyvinutou foliáciou v mylonitoch a ultramylonitoch, ktorá je súběžná so strižnou zónou. Z toho vychodí, že strižné zóny nielen smerovo deformujú staršiu foliáciu, ale nová foliácia smerom do stredu strižnej zóny s narastajúcou intenzitou penetruje horniny pozdĺž strižnej zóny. Preto sa strižné zóny tak výrazne prejavujú na regionálnej mape priebehu foliácie (obr. 4). Priebeh foliácie (podľa mapy Snopka et al., 1973) najlepšie koinciduje s priebehom hlavnej strižnej zóny tam, kde je na povrchu iba paleozoikum bez mezozoického pokryvu (transgemická a košicko-margeciánska strižná zóna), kde priebeh strižnej zóny nenaruša iná strižná zóna.

Lineácia predĺženia sa smerove zhoduje s priebehom hlavných strižných zón a je s nimi geneticky späť. Tento druh lineácie je smerove zhodný aj na styku tektonických jednotiek gemerika a veporika (porovnaj napr. Plašienka, 1984; Bartalský, 1987), čo taktiež poukazuje, že pohyby na strižných zónach sa prejavovali ešte aj po sformovaní sa veľkých tektonických jednotiek Karpát, resp. že tieto jednotky Karpát vznikali práve v dôsledku formovania sa strižných zón a tektonickej aktivity na nich. Staršie lineácie sú menej výrazne zachované, a to iba mimo strižných zón. Ich smer je V—Z a SV—JZ a sú späť s pohybmi a deformáciami počas variských udalostí. Štruktúrne merania nás vedú k úvahu o možnom transpresnom modeli variskej, ale najmä alpinskej príkrovovej stavby gemerika (obr. 5). Zatiaľ je málo údajov, ktoré by starší model variskej kolízie platili (Grecula, 1973, 1982; Grecula a Roth, 1979) jednoznačne popreli.

Smer strižných zón gemerika nie je veľmi stabilný a od smeru strižných zón karpatského systému sa miestami odchyľuje až o 10—15°. Keďže strižné zóny gemerika sú predsa len časťou spomínaných zón, takáto variácia smeru sa predpokladá. Zapríčiňuje to aj skutočnosť, že v rámci strižnej zóny miestami hlavnú funkciu preberá okrajový strižný systém (obr. 2), čím sa generálny priebeh komplexnej strižnej zóny mierne vychyľuje. Preto aj smery hlavných strižných zón gemerika majú rozptýlenú hodnotu, a to západokarpatský smer 45—60° s prevahou smeru 50—55° a východokarpatský 220—235°. Vzdialenosť medzi hlavnými strižnými zónami gemerika je 35—40 km. Priebeh hlavných strižných zón je pomerne priamočiary a morfológicky veľmi výrazný.

Hlavné strižné zóny v podstate zo všetkých strán obmedzujú gemerikom ako tektonickú jednotku. Medzi hlavnými strižnými zónami sú lokálne dobre sledovateľné aj sprievodné strižné zóny nižších rádo, ktoré sú pomerne ekvidistantne rozložené. Smerove sú totožné s hlavnými zónami. Na detailných mapách (obr.

2) sa však prejavujú veľmi výrazne, a to aj štruktúrnymi prvkami (Návesňák a Bartalský, 1989). Sprievodné strižné zóny vytvárajúce kosoštvorcovú sieť blokov sa od hlavných odlišujú tým, že na nich nie sú také významné deformácie horninových pruhov a žil.

Sprievodné strižné zóny nižších rádo sa vytvorili medzi zónami hlavnej pohybovej aktivity a predstavujú tektonický efekt zvyškového napätia, ktorý sa nekompenzoval na hlavných strižných zónach. Preto aj tektonický efekt v rozličných územiach je rozdielny a závisel teda od intenzity zvyškového napätia v príslušnom regióne.

Hlavné, ako aj sprievodné strižné zóny nižších rádo až po mezoskopickú, resp. mikroskopickú mierku penetrujú celú oblasť gemerika (obr. 1) a sú dominujúcim štruktúrnym fenoménom, ktorý spôsobil základnú distribúciu starších tektonických a litologických jednotiek, ako aj stratiformných a žilných rudných ložísk (obr. 3).

#### Charakteristika hlavných strižných zón

K hlavným strižným zónam gemerika patria zóny východokarpatského systému: košicko-margeciánska (východogemická) a rejdovská (západogemická). K západokarpatskému systému patria zóny: dobšinská (severogemická), transgemická a hodkovská (juhogemická). Juhogemická strižnú zónu bližšie nepoznáme, pretože je prikrýta mladými útvarmi (patrí k nej úsek Hodkovce — Košice). Z karpatského pohľadu je hodkovská strižná zóna významnejšia ako transgemická. Transgemická strižná zóna vnútri gemerika je však najevidentnejšou strižnou zónou, kým z okrajových zón je to košicko-margeciánska strižná zóna. Všetky strižné zóny majú vyššie uvedené všeobecné charakteristiky.

Najintenzívnejšou strižnou zónou je košicko-margeciánska, ktorá je zároveň prvou najevidentnejšou zónou na vnútornom (juhozápadnom) okraji východokarpatského, t. j. severozápadného smeru strižných zón. Na košicko-margeciánskej strižnej zóne sú všetky západokarpatské jednotky transponované do východokarpatského smeru, čo zreteľne vidno aj vo východnej časti gemerika. Táto zóna s pravostranným pohybom predstavuje najväčšie zúženie — redukciu priestoru (napr. úzke a dlhé zvyšky synklinál hornín permu a triasu), a teda aj najväčšie rozmiestnenie všetkých starších geologických fenoménov, čo zapríčiňuje ich veľmi silnú deštrukciu. Horniny sú mylonitizované a rudné žily stratili ekonomický význam (žilnú štruktúru indikujú iba roztratené rudné šošovky). Lineácia predĺženia zodpovedá smeru strižnej zóny, hoci sa pozorovali aj staršie lineácie viacerých smerov. Bridličnatosť úplne koinciduje s priebehom strižných zón, ale príkrovové plochy sú v porovnaní so strižnými zónami šikmé (obr. 1). Variské a alpinske deformácie sa podarilo vyčleniť aj v hlavnej košicko-margeciánskej strižnej zóne (Jacko, 1979). Vyznačuje sa kulisovitým usporiadaním geologických fenoménov (Roth, 1969; Grecula, 1968).

Rejdovská strižná zóna je menej výrazná ako košicko-margeciánska. Tektonická redukcia priestoru, a teda aj intenzita rozmiestnenia litologických a tektonických štruktúr, je oveľa menšia. Preto aj mladopaleozoické a triasové horniny sa tu zachovali na väčších plochách a sú menej redukované. Aj deštrukcia rudných telies je menšia, ale

priebeh plôch bridličnatosti a vrstvitosti sa dosť približuje priebehu strižnej zóny (obr. 4).

Transgemická strižná zóna (Grecula, 1982) predstavuje 2—3 km veľký ľavý horizontálny posun. Okrem geologických fenoménov (obr. 1, 3, 4) sa táto strižná zóna výrazne prejavuje na všetkých geofyzikálnych mapách (Grecula a Kucharič, 1986, 1989; Kucharič et al., 1990; Mikuška et al. in Šefara et al., 1987). Transgemická strižná zóna rozdeľuje gemerikum na 2 veľké bloky — severozápadný a juhovýchodný s pozoruhodnými rozdielmi v intenzite metamorfózy, problematike granitov a metalogenézy. Iné charakteristické znaky tejto zóny sú opísané aj v iných kapitolách.

Dobšinská strižná zóna na SZ gemerika je známa iba v malom úseku. Sústava zlomov až 1 km široká oddeľuje horniny mezozoika od paleozoických komplexov. V západnej časti pri križovaní s rejdovskou strižnou zónou je značne deštruovaná — obidve zóny podmienili tzv. dobšinský uzol (okno, záliv a pod.) na styku gemerika a veporika. Nazdávame sa, že aj prostredníctvom štúdia oboch strižných zón sa podarí objasniť tzv. stykovú zónu gemerika a veporika a ložiskové problémy s ňou spojené.

#### Genéza oblúkovitej stavby gemerika

Ako sme už uviedli, pre Západné Karpaty, ako aj pre gemerikum je charakteristické, že majú tvar oblúka. Zo štruktúrnej analýzy sa zdá, že oblúk je dôsledok vzniku hlavných strižných zón dvoch systémov a dlhodobej tektonickej aktivity na nich.

Zaznamenali sme, že segmenty hlavných strižných zón (vyčlenené križovaním obidvoch strižných zón) tak západo-karpatského (JZ—SV), ako aj východokarpatského (JV—SZ) systému sú pri južnejšom konci podstatne širšie ako pri severnom (obr. 6) a že aj intenzita deformácií je významnejšia a priestorovo rozsiahlejšia v ich južných častiach.

Pestrý súbor deformácií pozdĺž obidvoch systémov strižných zón vytvára v generálnom pohľade oblúkovitý priebeh (detailne však je to veľmi rôznorodý typ deformácií s vývojom lineácie, foliácie a s ich meniacim sa smerom v závislosti od vzdialenosti strižnej zóny), ktorý je obmedzený hlavnými strižnými zónami a viaže sa na jeden veľký blok.

V rámci jedného bloku možno odlišiť veľký (severný) a malý (južný) oblúk (obr. 7). Oblúky vznikli iba tam, kde pohyb v strižných zónach smeroval k sebe, t. j. v rohu bloku s tupým uhlom. Naopak v rohoch s ostrým uhlom, kde pohyb na strižných zónach bol smerom od seba (obr. 7), sa oblúk obyčajne nevytvoril, došlo iba k chaotickému rozmiestneniu rozličných typov deformácií s rozličnými smermi lineácií a foliácií. Najkompletnejší je veľký (severný) oblúk, dominujúci aj v stavbe územia.

V gemeriku sú 2 veľké bloky (na základe geofyzikálnych údajov ich vyčlenil už Plančár et al., 1977), vyčlenené 5 hlavnými strižnými zónami. V obidvoch blokoch sú vyvinuté spomenuté veľké a malé oblúky, ktoré spolu tvoria zložený gemerický oblúk, ako sekundárny, tektonický jav, vytvorený dvoma systémami strižných zón.

Pre transgemicкую a košicko-margeciánsku strižnú zónu je charakteristické, že ich južné časti sú oveľa širšie ako severné (obr. 1, 6), resp. že severným smerom okrajové

strižné zóny zanikajú a dominuje iba centrálna strižná zóna. S postupným ochabovaním intenzity štruktúrneho prepracovania na okrajových strižných zónach smerom na sever sa zmenšuje, až postupne zaniká aj transponovanie litologických, tektonických a rudných štruktúr do strižnej zóny. Vysvetliť to možno napr. rozličnou úrovňou erózie tzv. palmovej štruktúry na jednoduchom strihu (Woodcock a Fischer, 1986). To by znamenalo, že v oblasti Margecian, kde sa obidve strižné zóny križujú, je najväčší erózný zrez v rámci týchto zón, čo by sa čiastočne dalo aj akceptovať. Avšak podobné prejavy sa dajú sledovať aj v mezoskopicko-jej mierke, takže na vysvetlenie možno použiť aj model, podľa ktorého so vzrastajúcou intenzitou tlaku (napäťového poľa) stúpa aj počet sprievodných strižných zón a zväčšuje sa na nich aj intenzita pohybu (Bartlett et al., 1981). Ako vidno z obr. 7, spomenutý jav možno vysvetliť aj tým, že v týchto častiach strižných zón sa kumulovali vetvy veľkého a malého oblúka po obidvoch stranách centrálnej strižnej zóny. Tzv. okrajové strižné zóny sú vlastne vetvy spomenutých oblúkov v strede s centrálnou (hlavnou) strižnou zónou, ktoré spôsobili podstatne väčšiu šírku strižnej zóny v južnejšej ako v severnejšej časti.

Iba medzi veľkým a malým oblúkom v rámci jedného bloku sa zachovali staršie tektonické, litologické a rudné štruktúry, ktoré majú smer približne V—Z. V tejto časti bloku sa zachovali aj najväčšie rudné ložiská, teda táto časť bloku je aj najperspektívnejšia na zachovanie rudných ložísk. Strižné zóny, resp. okraje blokov sú perspektívne pre Au rudy, mastenec a čiastočne aj Sb rudy.

#### Rejuvenizované staršie štruktúry smeru V—Z

Východozápadný priebeh horninových pruhov, rudných žil, prešmykov a príkrovov sa zachoval iba vo vnútri bloku obmedzeného hlavnými strižnými zónami. Tento smer štruktúr by veľmi pravdepodobne mohol byť pôvodný, ktorý vznikol počas variského vrásnenia, keď bola prográdna metamorfóza a granitizácia a keď vznikli aj rudné žily a variská príkrovová stavba.

Východozápadného smeru sú však aj významné zóny diskontinuit, ako napr. rudnianska, mlynská, rožňavská (obr. 1), na ktorých sú evidentné horizontálne posuny, ale aj zdvihy a poklesy. Zatiaľ je málo údajov o bližšej špecifikácii zlomových zón smeru V—Z. Je pravdepodobné, že sú to staré kolízne sutúry, resp. koreňové zóny variských príkrovov, ktoré sa v čase vzniku strižných zón sv. a sz. smeru obnovovali a preberali funkciu komplementárnych strižných zón. Poklesy a zdvihy na v.—z. zónach by zodpovedali tektonickej aktivite až v neogénom období. V tomto ponímaní by v.-z. zóny mali charakter komplexných strižných zón s dlhým časovým obdobím aktivity od variského obdobia až po neoidné procesy. Patrili by do systému v.-z. tektonických zón, ktorých zvyšky sú na celom území Západných Karpát.

#### Extenzné zlomové systémy smeru S—J typu čistého strihu

Na listoch geologickej mapy detailnejšej mierky (1 : 10 000 a podrobnejšie) sa veľmi dobre indikujú zlomové systémy najmladšie, a to najmä smeru S—J a s nimi spojené ďalšie smery. Ich stanovením sa veľmi podrobne vyčlenila bloková stavba s rádovosťou blokov stovky až

desiatky metrov. V tejto blokovej stavbe dominujú zlomy prevažne s vertikálnym a šikmým pohybom. Prevláda charakter krehkého čistého strihu. Preto v tomto blokovom systéme je zvýraznený zdvih a pokles blokov, typický pre extenznú tektoniku, resp. pre tektonické systémy vznikajúce v závere formovania strižných zón (alebo až v období uvoľnenia predchádzajúceho tektonického napätia). Intenzita poklesov a zdvihov (násunov) je často veľmi významná a na regionálnych zlomoch dosahuje stovky metrov. Ich sklon je približne vertikálny, ale s nimi späté zlomy nižšieho rádu majú rozdielne uhly sklonu.

Severojiužné zlomy gemerika patria k tomu systému zlomov, ktorý sa nachádza v celých Západných Karpatoch (napr. hornádsky, zárvivský a i.). V pozdĺžnom (V—Z) profile cez gemerikum sa dá uvažovať o veľmi významnej úlohe extenznej tektoniky. Podľa výsledkov geofyzikálnych meraní (Grecula a Kucharič, 1989), ale aj z geologických údajov vychodí, že západný a východný okraj gemerika je vyzdvihnutý a stupňovito celá oblasť od okrajov poklesáva smerom do stredu regiónu (Grecula, 1982). Plochy poklesnutých blokov (zlomy odlepenia) sú tiež uklonené smerom do stredu regiónu, čím sa vytvoril priekopovo-prepadlinový systém misovitého tvaru, ktorý možno vysvetliť extenzno-tektonickým modelom (obr. 8) a ktorý možno aplikovať aj na vznik príľahlej východoslovenskej panvy.

#### Vek strižných zón

Vo všetkých hlavných strižných zónach gemerika sú horninové komplexy paleozoika a mezozoika deformované strižnými zónami. Na severe gemerika strižné zóny postihujú aj komplexy paleogénu. Z toho by vychádzalo, že vek strižných zón je až popaleogénny. Je evidentné, že strižné zóny predchádzajú aj do komplexov neogénnych panví, pravda, sú tu znaky, že smerom do mladších komplexov aktivita niektorých zlomov zaniká (Cverčko a Rudinec, 1969). Je pravdepodobné, že počas neogénu aktivita strižných zón klesá, až zaniká.

Začiatok formovania sa strižných zón je však nejasný. Ak porovnáваме intenzitu deformácie jednotlivých stratigrafických jednotiek, je evidentné, že v strižných zónach sú najintenzívnejšie deformované paleozoické a mezozoické komplexy. Podstatne menšia intenzita porušenia je v súboroch paleogénu a nepatrná je v neogénnych sedimentoch. Zároveň sa v strižných zónach na viacerých miestach zachoval primárny diskordantný vzťah medzi mezozoickými a podložnými variskými zvrásnenými a metamorfovanými komplexami (napr. Košické Hámre, Jaklovce a i.). Toto je pozorovateľné nielen v gemeriku. Vek gemerických granitov podľa metódy Rb/Sr kolíše od 220 do 290 ± 40 mil. rokov (Kováč et al., 1981, 1986). Údaje zo separovaných biotitov z granitu sú z celej oblasti okolo 100 mil. rokov, ale v dvoch prípadoch aj okolo 140 mil. rokov (Kováč et al., 1986; metóda K/Ar podobné údaje poskytla už skôr — Kantor, 1957). Keďže všetky gemerické granity ležia v strižných zónach a otvorenie izotopického systému v biotite (pri teplote okolo 270 °C, aká sa v strižných zónach bežne predpokladá) spadá do obdobia spodná — stredná krieda, treba predpokladať, že v tomto období (t. j. v hlavných fázach alpínskeho orogénu Západných Karpát) bola už významná aktivita na strižných zónach. Z toho sa dá predpokladať, že počiatok vývoja strižných

zón je predkriedový, a naopak, ukončenie ich aktivity je podľa údajov z neogénnych panví v období štajerskej fázy.

#### Záver

Z predchádzajúcej analýzy litologických, tektonických, metalogenetických a geofyzikálnych údajov a riešení môžeme predpokladať, že:

— Strižné zóny charakteru horizontálnych posunov hrali v gemeriku hlavnú úlohu počas alpínskych udalostí. Predstavujú nielen zóny strihu a posunu, ale aj priestorového skrátene so vznikom lokálnych násunových štruktúr najmä permsko-mezozoických komplexov. Strižné zóny a s nimi späté deformácie sú veľmi pravdepodobne dôsledkom globálnej transpresie počas paleoalpínskych udalostí v Západných Karpatoch.

— Západokarpatský (ľavý posun) a východokarpatský (pravý posun) systém strižných zón je najvýraznejší. Je sprevádzaný deformáciami jednoduchého strihu so sprievodnou lineáciou predĺženia a foliáciou.

— Severojiužné zlomy charakteru čistého strihu vznikli až po ukončení, resp. v závere aktivity na strižných zónach s horizontálnym posunom. Severojiužné zlomy sú reprezentantom extenznej tektoniky s poklesmi a vyzdvihmi blokov. S extenznou tektonikou súvisí aj vznik terciérnych depresii a panví. K tomuto systému zlomov by mal patriť aj hornádsky zlomový systém, ktorý stupňovitým poklesávaním blokov oddeľuje gemerikum a veporikum od východoslovenskej neogénnej panvy.

— Variské štruktúry (príkrovy, prešmyky, rudné žily a i.) sa zachovali iba medzi strižnými zónami. Väčšinou majú smer V — Z. Keďže sa počas aktivity na strižných zónach nachádzali v zóne najväčšieho skrátene, alpínske strižné zóny ich tiež rozličnou intenzitou prepracovali. Najlepšie zachované variské štruktúry sú však najperspektívnejšie na rudné ložiská. Rudné ložiská v strižných zónach sú veľmi silne deštruované. Iba niektoré typy surovín sa geneticky viažu na strižné zóny (mastenec, čiastočne Au a Sb).

— Deformácie horninových komplexov, ale aj starších tektonických a rudných elementov, ktoré vznikli na uvedených dvoch smeroch horizontálnych posunov, zapríčinili, že usporiadanie týchto štruktúr má oblúkovitý priebeh. Oblúk gemerika je súčasťou oblúka Západných Karpát s rovnakou genézou.

— Strižné zóny s horizontálnym posunom by podľa geologických, ale aj geochronologických údajov mali mať dlhodobý a polyfázový vývoj. Počiatok vývoja strižných zón nie je dokumentovaný. Najintenzívnejšie pohyby podľa nepriamych rádiometrických údajov prebiehali od vrchnej jury do vrchnej kriedy. Ukončili sa v období stredného miocénu.

— Styk gemerika a veporika je na strižných zónach (rejčovská a košicko-margeciánska), ktoré sa vyznačujú deformáciami variských štruktúr, ale aj násunovými štruktúrami, ktoré sú geneticky späté s aktivitou na strižných zónach.

— Východný okraj gemerika včítane veporika Čiernej hory je najvýchodnejšou časťou Západných Karpát, kde dominujú deformácie už východokarpatského systému strižných zón, ktoré pokračujú v podloží východoslovenskej panvy. Zemplínskych vrchov do Východných Karpát.