ROCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA GEOLOGICZNEGO
ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE POLOGNE
Vol. L — 1: 27—39 Kraków 1980

Rafał Unrug *

TECTONIC ROTATION OF FLYSCH NAPPES IN THE POLISH OUTER CARPATHIANS

(3 Figs.)

Rotacja tektoniczna płaszczowin fliszowych Polskich Karpat Zewnętrznych

(3 fig.)

Abstract: Clockwise rotation in the pile of nappes forming the Outer Flysch Belt of the Western Carpathians is evidenced by the relation of the nappes to the margin of the Foreland Platform, by the relation of the nappes to the northern front of the Outer Flysch Belt, and by rotation of segments of the Outer Flysch Belt contained between fault zones with sinistral strike-slip displacement. Seven major fault zones with sinistral strike-slip displacement are identified in the Polish Outer Carpathians.

INTRODUCTORY REMARKS

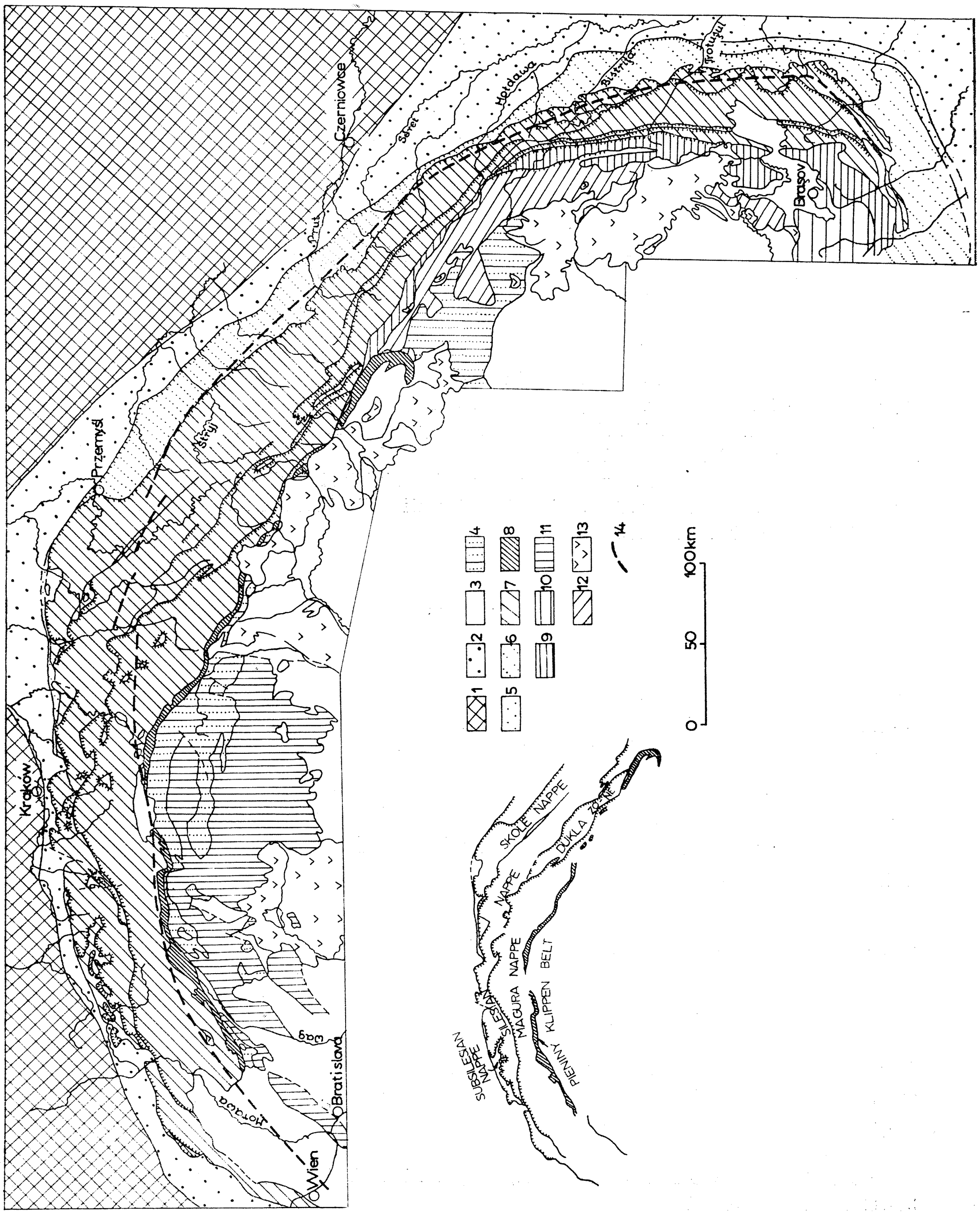
From an earlier study of paleogeography and palinspastic spatial relations of structural units of the Carpathians (Unrug, 1979) the author concluded, that the implacement of the pile of nappes in the western part of the Outer Carpathians during post-Paleogene tectogenesis, was associated with a significant clockwise rotation. In the present paper the problem of tectonic rotation of nappes in the Polish Outer Carpathians and neighbouring areas of Czechoslovakia is examined in some details.

RELATION OF THE OUTER CARPATHIANS TO THE FORELAND PLATFORM

Along the Czechoslovakian and the Polish sector of the front of the Outer Carpathians, the flysch nappes are thrust over the Foreland Platform. In the Ukrainian and Roumanian sectors the front of the Outer Carpathians extends approximately along the boundary of the Foreland Platforms.

* Institute of Geological Sciences, Jagellonian University 2a Oleandry str., 30-063 Kraków, Poland.

The extent of the Foreland Platform under the overthrust flysch nappes of the Outer Carpathians is proved by drilling in the area west of Przemyśl. Recent revievs of the drilling results are given by Ślączka (1976), Wdowiarz (1976), Karnkowski (1977), and Roth (1978). The posi-



tion of the boundary of the Foreland Platform is determined by geophysical data. The axis of the linear negative gravimetric anomaly associated with the outer zone of the whole Carpathian arc (Fig. 1), is considered as indicating the border of the Foreland Platform. This idea is confirmed by results of the Deep Seismic Sounding Program, which indicated a step-like increase of the depth of the Moho discontinuity to c. 50 km at, or near to, the axis of the negative gravimetric anomaly, in all profiles intersecting the Carpathian arc (Szenas, 1972, Sollogub et al., 1973, A. Ślączka, 1975).

It can be seen from Fig. 1 that in the area east of Przemyśl the front of the Outer Carpathians is approximately coinciding with the axis of the negative gravimetric anomaly, and therefore with the border of the Foreland Platform. The axis of the negative gravimetric anomaly crosses the front of the Outer Carpathians south of Przemyśl, and west of this locality it extends across the Outer Flysch Belt, partly near the northern margin of the Pieniny Klippen Belt. Therefore, in the area west of Przemyśl the nappes overriding the Foreland Platform are rotated clockwise.

RELATIONS OF THE NAPPES TO THE NORTHERN FRONT OF THE OUTER FLYSCH BELT

The western part of the Outer Flysch Belt of the Carpathians is characterized by a disposition of the individual nappes relaying each other at the front of the Outer Flysch Belt. Instead, in the area east of Przemyśl the individual nappes are disposed more regularly parallel to the front of the Outer Flysch Belt.

This situation in the western part of the Outer Flysch Belt, recognized first by J. Nowak (1927), is partly inherited from the Late Creta-

←

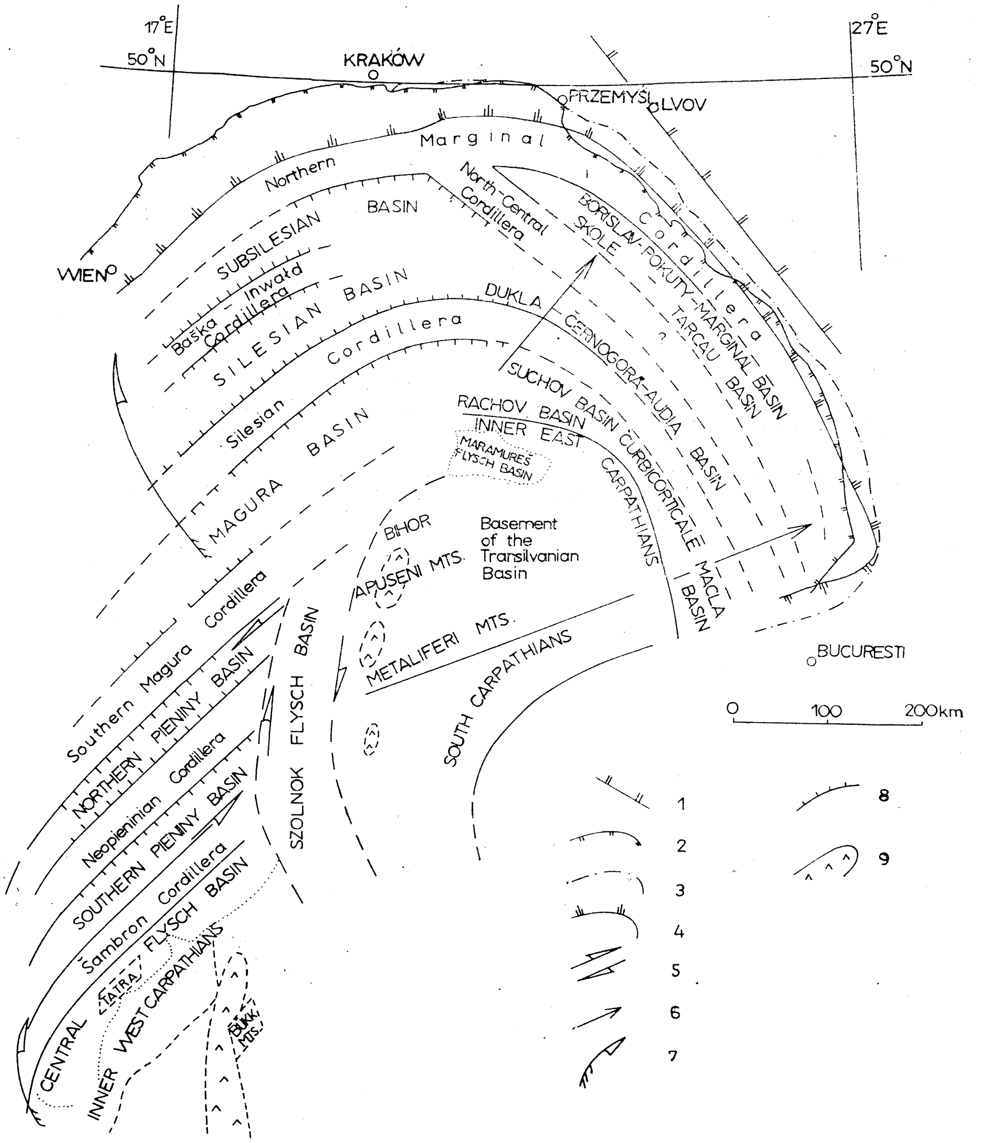
Fig. 1. Tectonic map of the Carpathians (After data of M. Książkiewicz, M. Sandulescu and A. Ślączka). 1 — Foreland; 2 — Foredeep; 3 — Neogene and Quaternary in intramontane basins; 4 — Paleogene flysch of the Inner Carpathians weakly folded; 5 — folded Pliocene; 6 — folded Miocene partly overlying Cretaceous — Paleogene flysch; 7 — Outer Flysch Belt — Tithonian — Paleogene flysch; 8 — Pieniny Klippen Belt; 9 — Ceahlau nappe — inner East Carpathian flysch; 10 — South Carpathians; 11 — Inner West Carpathians, 12 — Inner East Carpathians; 13 — Neogene volcanic rocks; 14 — axis of negative gravimetric anomaly

Inset: nappes of the northern part of the Outer Flysch Belt.

Fig. 1. Mapa tektoniczna Karpat zestawiona na podstawie map M. Książkiewicza, M. Sandulescu i A. Ślączki. 1 — Przedgórze; 2 — rów przedgórski; 3 — neogen i czwartorzęd w zapadliskach śródgórskich; 4 — flisz paleogeński Karpat Wewnętrznych słabo sfałdowany; 5 — pliocen sfałdowany; 6 — miocen sfałdowany, częściowo leżący na fliszu Karpat Zewnętrznych; 7 — flisz Karpat Zewnętrznych; 8 — pieniński pas skałkowy; 9 — płaszczowina Ceahlau — flisz wewnętrzny Karpat Wschodnich; 10 — Karpaty południowe; 11 — Zachodnie Karpaty Wewnętrzne; 12 — Wschodnie Karpaty Wewnętrzne; 13 — Neogeńskie skały wulkaniczne; 14 — oś ujemnej anomalii grawimetrycznej

Obok objaśnień: schemat płaszczowin północnej części Karpat Fliszowych.

ceous — Paleogene paleogeography as indicated by facies and paleocurrents studies (Książkiewicz, 1956, 1960, 1962). However the disposition of the Sub-Silesian, Silesian and Magura nappes of the Western part of the Outer Flysch Belt (Fig. 1) in comparison with the palinspastic reconstruction of the basins in which the sedimentary series of these nappes were deposited (Unrug, 1979) shown in Fig. 2, also implies a clockwise rotation. This pertains mainly to the Magura nappe, which, in the west is thrust over the Sub-Silesian and Silesian nappes, while in the east is separated from the Silesian and Sub-Silesian nappes by the Dukla tectonic unit.



ROTATION OF SEGMENTS OF THE OUTER FLYSCH BELT ASSOCIATED WITH SINISTRAL STRIKE-SLIP FAULT ZONES

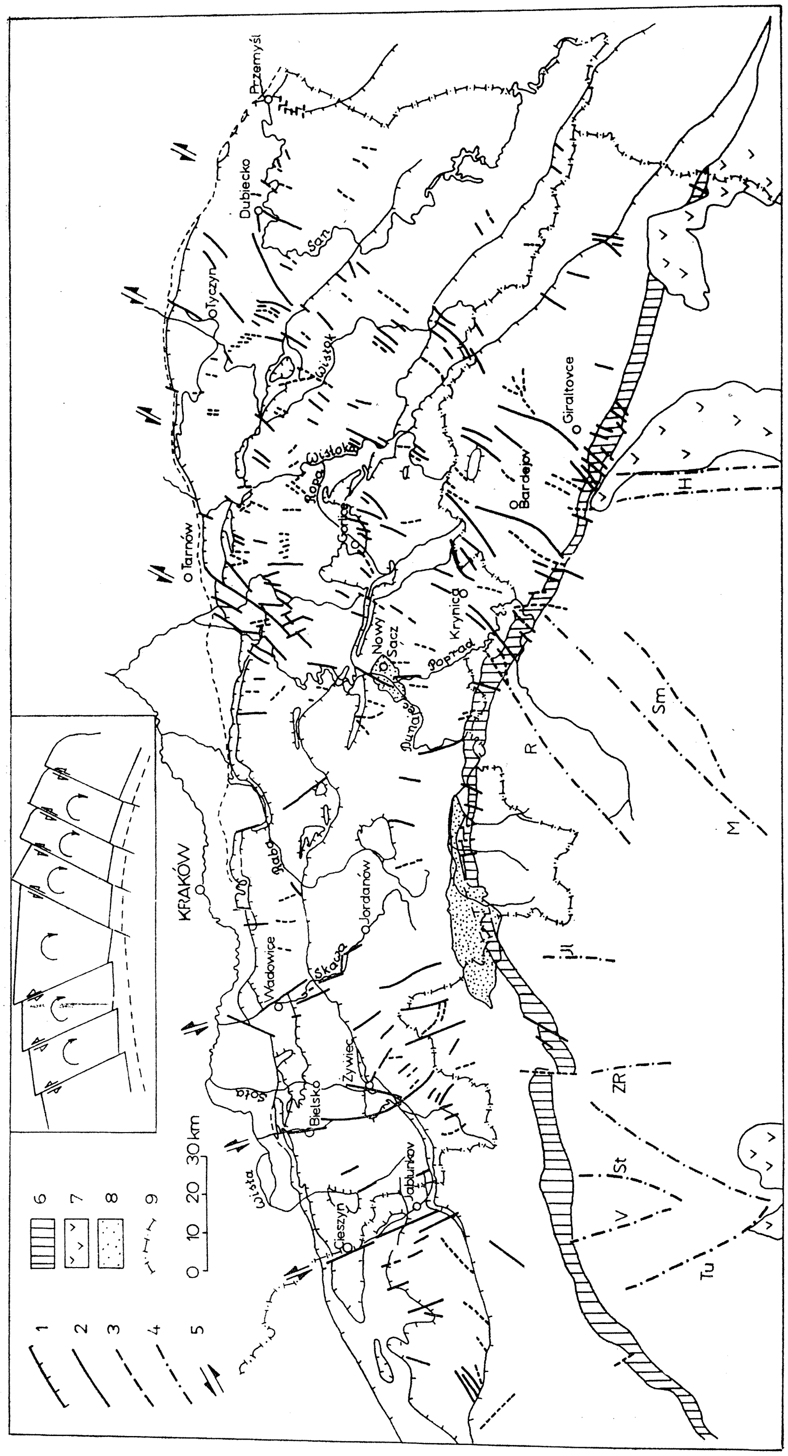
The idea of importance of strike-slip fault zones in the structure of the Outer Flysch Belt of the Carpathians was set forth by Tołwiński (1921) who stressed upon the coincidence of fault zones with changes of regional strike of fold axes. Książkiewicz (1953, 1958) recognized several large strike-slip fault zones, and in the last monograph on the tectonics of the Polish Carpathians (1972) stated that the majority of faults in the Outer Flysch Belt display strike-slip or combined dip-slip and strike-slip displacements. Important data on fault zones in the Polish Flysch Carpathians are also given by Świdziński (1953), Sikora and Żytko (1960), and Oszczypko (1973).

Major transversal strike-slip faults in the Outer Carpathians are presented in Fig. 3, which is compiled from geological maps in the scale 1 : 500 000 by Rühle (1977) and Fusan et al. (1967) and papers quoted above. It can be seen from Fig. 3 that sinistral strike-slip faults are more numerous than dextral ones. Moreover, sinistral strike-slip faults can be grouped into distinct fault zones extending across several nappes. Blocks contained between two sinistral-strike-slip fault zones are subject to clockwise rotation (Fig. 3 inset).

Fig. 2. Palinspastic reconstruction of the Carpathians before the Neogene tectogenesis. The reconstruction is made with reference to the present position of the foreland of the Carpathians for which the geographic coordinates are given. 1 — South-western margin of the East-European platform; 2 — Northern and Eastern boundary of the Outer Flysch Belt consisting of nappes thrust outwards; 3 — Northern and Eastern boundary of the belt of folded Neogene sediments in front of the Outer Flysch Belt; 4 — Southern and South-Western boundary of the Foreland platform, indicated by the axis of the negative gravimetric anomaly; 5 — strike-slip displacement and shearing; 6 — direction of thrusting in Neogene tectogenesis; 7 — direction of thrusting and clockwise rotation in Neogene tectogenesis; 8 — zones of insular shelfs associated with cordilleras with shallow-water sedimentation during Cretaceous-Paleogene; 9 — Late Cretaceous and Paleogene kalk-alkaline volcanism and plutonism (andesites between the Inner West Carpathians and the Bükk Mts., banatites in the Apuseni Mts).

The sedimentary sequences of the basins are forming the individual nappes of the Outer Flysch Belt. The position of the basins are reconstructed from data on the tectonic structure of the Outer Flysch Belt and the Pieniny Klippen Belt. The position of the cordilleras are reconstructed on the basis of facial and sedimentological data

Fig. 2. Rekonstrukcja palinspastyczna Karpat przed tektogenezą neogeńską. Rekonstrukcję opracowano w odniesieniu do obecnej pozycji przedgórza Karpat. 1 — południowo-zachodnia krawędź platformy wschodnio europejskiej; 2 — północna i zachodnia granica nasuniętego fliszu Karpat Zewnętrznych; 3 — północna i wschodnia granica sfałdowanych osadów neogeńskich; 4 — południowa i południowo-zachodnia granica platformowego przedgórza Karpat wyznaczona przebiegiem ujemnej anomalii grawimetrycznej; 5 — strefy przemieszczeń przesuwczych i ścinania; 6 — kierunek nasunięć podczas tektogenezy neogeńskiej; 7 — kierunek nasunięć i rotacji zgodnej z ruchem wskazówek zegara podczas tektogenezy neogeńskiej; 8 — strefy szelfów wyspowych wokół kordylier — miejsce płytkowodnej sedymentacji węglanowej; 9 — późnokredowy i paleogeński wulkanizm wapienno-alkaliczny (andezyty w podłużu Wielkiej Niziny Węgierskiej) oraz banatyty w Górach Apuseni


KRAKÓW
Tarnów
Tyczyn
Dubiecko
Przemyśl
Nowy Sącz
Krynica
Gorlice
Bardejov
Giraltovce
Jordanów
Wadowice
Bielsko
Żywiec
Cieszyn
Jablunkov
Wisła
Soła
Skawa
Raba
Dunajec
Poprad
Ropa
Wisłoka
Wisłok
San
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0 10 20 30 km
H
R
Sm
M
ZR
St
V
Tu

Some river valleys in the Outer Carpathians are eroded along fault zones, and it was a common practice to define the fault zones by river names. However, some fault zones are not coinciding with river valleys, and therefore, for sake of uniformity in nomenclature, the fault zones defined below are named after major localities situated along them.

The following sinistral strike-slip fault zones, listed from the west to the east are distinguished in the Polish part of the Outer Carpathians and the neighbouring areas in Czechoslovakia:

— the Cieszyn-Jablunkov fault zone (a part of the Olza River valley extends along this fault zone),

— the Bielsko-Żywiec fault zone (parts of the Biała River valley and of the Soła River valley are developed along this fault zone),

— the Wadowice-Jordanów fault zone (the major part of the Skawa River valley is developed along this fault zone),

— the Tarnów-Nowy Sącz fault zone (segments of the Dunajec River valley and of the Poprad River valley are developed along this fault zone),

— the Gorlice-Krynica fault zone,

— the Tyczyn-Bardejov fault zone (short segments of the Wisłoka River valley and of the Wisłok River valley are developed along this fault zone),

— the Dubiecko-Giraltovce fault zone.

The edges and corners of the blocks contained between the strike--slip fault zones are clearly discernible at the northern unconstrained boundary of the Outer Flysch Belt. At the southern boundary, i.e. at the contact of the Outer Flysch Belt and the Pieniny Klippen Belt the edges and corners of the blocks are not clearly discernible. However it

Fig. 3. Fault zones of the northern part of the Carpathian Outer Flysch Belt. 1 — overthrusts of the nappes of the Outer Flysch Belt; 2 — faults with sinistral strike-slip displacement; 3 — faults with dextral strike-slip displacement; 4 — major faults and fault zones in the Inner Carpathians (after Mahel 1974): Tu — Tuzina fault, V — Valča fault, St — Strečno fault, ZR — Zazriva fault zone, Jl — Jalovec fault, R — Rušbachy fault, M — Muraň fault, Sm — Smižany fault, H — Hornad fault zone; 5 — location of sinistral strike-slip fault zones in the Outer Flysch Belt; 6 — Pieniny Klippen Belt; 7 — Neogene volcanic rocks; 8 — Neogene intramontane basins; 9 — state boundaries.

Inset: schematic diagram of blocks rotated clockwise between sinistral strike--slip fault zones.

Fig. 3. Strefy uskokowe w północnych Karpatach Zewnętrznych. 1 — nasunięcia płaszczowin fliszowych; 2 — uskoki o lewej składowej przesuwczej; 3 — uskoki o prawej składowej przesuwczej; 4 — główne uskoki i strefy uskokowe Karpat Wewnętrznych; (wg Mahel, 1974): Tu — uskok Tuziny, V — uskok Valča, St-uskok Strečna, ZR — strefa uskokowa Zazrivy, Jl — uskok Jalovca, R — uskok Rušbachów, M — uskok Murania, Sm — uskok Smižan, H — strefa uskokowa Hornadu, 5 — lokalizacja stref uskokowych o lewej składowej przesuwczej w polskich Karpatach Zewnętrznych; 6 — pieniński pas skałkowy; 7 — neogeńskie skały wulkaniczne; 8 — zapadliska śródgórskie wypełnione osadami neogenu, 9 — granice państwowe. W ramce: schemat bloków poddanych rotacji pomiędzy strefami uskokowymi o lewej składowej przesuwczej.

is possible that the folds with southern vergency present locally at the southern margin of the Magura nappe and the south-directed back-thrusts in the Pieniny Klippen Belt are resulting from the southward push of the rotated blocks.

The problem of prolongation of the fault zones of the Outer Carpathians into the Inner Carpathians was discussed by Tołwiński (1921), J. Nowak (1927) and Ślączka (1975) who suggested that deep-seated tectonic lineaments influenced the both parts of the Carpathian arc. Recently the opinion of J. Nowak was rejected by Książkiewicz (1972).

The results of the present study cast some doubt on the reality of prolongation of the Inner Carpathians fault zones into the Outer Carpathians. Most of the sinistral strike-slip fault zones of the Outer Carpathians do not match the large fault zones of the Inner Carpathians as shown in Fig. 3, where the faults zones of the Inner Carpathians are drawn after Mahel (1974, fig. 2, p. 94).

Sikora and Żytko (1960) suggested the prolongation of the Bielsko-Żywiec fault zone of the Outer Carpathians into the Zazriva fault zone of the Inner Carpathians. However, the Bielsko-Żywiec fault zone is deviating to the NW-SE direction in its southern part and do not match the Zazriva fault zone. Moreover, the Zazriva fault zone in its sector crossing the Pieniny Klippen Belt has dextral strike-slip displacement.

The Gorlice-Krynica fault zone is offset slightly to the east of the Rušbachy fault of the Inner Carpathians, which, as can be judged from the tectonic sketch by Mahel (1974, fig. 2, p. 94) has a sinistral strike-slip displacement.

The Tyczyn-Bardejov fault zone is matching either the Muraň fault zone or the Smižany fault zone of the Inner Carpathians.

The Dubiecko-Giraltovce fault zone is butting obliquely to the Hornad fault zone of the Inner Carpathians.

SOME GENERAL CONCLUSIONS

McKenzie (1977) indicated that in the Alpide-Himalyan belt produced by continental collision the seismicity is diffused over a broad region indicating dip-slip and strike-slip motions accompanying thrusts. Tapponier (1977) proposed the mechanism of tectonic punching by continent-continent collision producing large-scale strike-slip displacement and the formation of induced arcs (Brunn, 1976). It follows clearly from these papers that strike-slip motions, which are generally associated with rotations, are of major importance in complicated kinematics of zones of continental collision.

The present study indicates the importance of strike-slip displacements and rotations in the structure of the Carpathians. The analysis of regional structure in the Outer Carpathians provide data which are consistent with conclusions (Unrug, 1979) resulting from facial and sedimentological studies supported by interpretation of geophysical data.

Acknowledgements: The author acknowledges stimulating discussions of the problems presented in this paper with Drs. A. Radomski and A. Ślączka.

Manuscript received III 1979, accepted IV 1979

REFERENCES — WYKAZ LITERATURY

Brunn J. H. (1976), L'arc concave zagro-taurique et les arcs convexes taurique et égéen: collision des arc induits. *Bull. Soc. Géol. France* (7) 18: 553—567, Paris.

Fusan O., Kodym O., Matejka A., Urbanek L., (Eds.) (1967), Geological Map of Czechoslovakia, 1 : 500 000. Ust. Geol., Praha.

Karnkowski P. (1977), Wgłębne podłoże Karpat. *Prz. geol.* 6 : 289—297, Warszawa.

Książkiewicz M., (1953), Karpaty fliszowe między Olzą a Dunajcem. Regionalna Geologia Polski t. 1, Karpaty z. 2 Tektonika: 305-362. Pol. Tow. Geol., Kraków.

Książkiewicz M. (1956), Geology of the Northern Carpathians. *Geol. Rundsch.* 45: 369—411, Stuttgart.

Książkiewicz M. (1958), Stratygrafia serii magurskiej w Beskidzie Średnim (Stratigraphy of the Magura series in the Średni Beskid (Carpathians). *Inst. Geol. Biul.* 135: 43-96, Warszawa.

Książkiewicz M. (1960), Pre-Orogenic Sedimentation in the Carpathian Geosyncline. *Geol. Rundsch.* 50: 8-31, Stuttgart.

Książkiewicz M. (Red.) (1962), Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Z. 13. Kreda i starszy trzeciorzęd w polskich Karpatach zewnętrznych (Cretaceous and Early Tertiary in the Polish External Carpathians. Geological Atlas of Poland. Stratigraphic and Facial Problems. Fasc. 13) Instytut Geol., Warszawa.

Książkiewicz M. (1972), Budowa geologiczna Polski. T. IV Tektonika. cz. 3. Karpaty (English edition: The Tectonics of the Carpathians. in: W. Pożaryski (Ed.) 1977. Geology of Poland. vol. IV Tectonics. Geol. Inst. Warsaw.) Inst. Geol., Warszawa.

Mahel M. (Ed.) (1974), Tectonics of the Carpathian-Balcan regions. Geol. Inst. Dionyza Štura, Bratislava.

McKenzie D. (1977), Can plate tectonics describe continental deformation? in: Biju Duval B. and Montader L. (Eds.) Intern. Symposium on the Structural History of the Mediterranean Basins: 189—196. Ed. Technip., Paris.

Nowak J. (1927), Zarys tektoniki Polski (Esquisse de la tectonique de la Pologne). 160p, Kraków.

Oszczypko N. (1973), Budowa geologiczna Kotliny sądeckiej (The geology of the Nowy Sącz Basin). Inst. Geol. Biul. 271: 101—197, Warszawa.

Roth Z. (1978), Geology of the Moravian margin of the platform and its relations to the structure of the Carpathians Mts. *Časopis pro mineralogii i geologii* 23: 349-356, Praha.

Rühle E. (Red.) (1977), Mapa geologiczna Polski bez utworów czwartorzędowych w skali 1 : 500 000. Inst. Geol., Warszawa.

Sikora W., Żytko K. (1960), Budowa Beskidu Wysokiego na południe od Żywca (Geology of the Beskid Wysoki range south of Żywiec, Western Carpathians). *Inst. Geol. Biul.* 141: 61-204, Warszawa.

Sollogub V. B., Prosen D., et al. (1973), Crustal structure of central and south-eastern Europe by data of explosion seismology. *Tectonophysics* 20: 1—33, Amsterdam.

Szenas G. (1972), The Carpathian system and global tectonics. *Tectonophysics* 15: 267-286, Amsterdam.

Ślączka A. (1975), Remarks on morphology of the substratum of the Polish Carpathians. *Proc. Xth Congr. CBGA, 1973, Sec. III, Tectonics*: 281-290. Geol. Inst. Dionyza Štura. Bratislava.

Ślączka A. (1976), Nowe dane o budowie podłoża Karpat na południe od Wadowic (New data on the structure of the basement of the Carpathians south of Wadowice). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 46: 337-350, Kraków.

Świdziński H. (1953), Karpaty fliszowe między Dunajcem a Sanem. Regionalna Geologia Polski. T. 1 Karpaty, z. 2 Tektonika: 362-422. Pol. Tow. Geol., Kraków.

Tapponier P. (1977), Évolution tectonique du système alpin en Méditerranée: poinçonnement et écrasement rigide-plastique. *Bull. Soc. Géol. France* (7) 19: 437-460, Paris.

Tołwiński K. (1921), Dyslokacje poprzeczne oraz kierunki tektoniczne w Karpatach Polskich (Dislocations transversales et directions tectoniques des Carpathes polonaises). *Pr. geogr.* 6: 27-47, Lwów-Warszawa.

Unrug R. (1979), Palinspastic reconstruction of the Carpathian arc before the Neogene tectogenesis (Rekonstrukcja palinspastyczna łuku karpackiego przed tektogenezą neogeńską). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 49: 3—21.

Wdowiarz S. (1976), O stosunku Karpat do Zapadliska Przedkarpackiego w Polsce (On the relation of the Carpathians to the Carpathian Foredeep in Poland). *Prz. geol.* 6: 350—357, Warszawa.

STRESZCZENIE

Treść: Płaszczowiny fliszowe Polskich Karpat Zewnętrznych podczas tektogenezy poddane zostały rotacji zgodnej z ruchem wskazówek zegara. Rotacja udokumentowana jest przez stosunek płaszczowin do południowej krawędzi platformy przedgórskiej, przez stosunki wzajemne płaszczowin oraz przez występowanie poprzecznych stref uskokowych o lewej składowej przesuwczej przemieszczenia. Wyróżniono siedem takich stref uskokowych w Polskich Karpatach Fliszowych.

UWAGI WSTĘPNE

We wcześniejszej pracy autor (Unrug, 1979) doszedł do wniosku na podstawie palinspastycznej rekonstrukcji położenia basenów sedymentacyjnych serii osadowych tworzących poszczególne płaszczowiny fliszu Karpat Zewnętrznych, że płaszczowiny fliszowe w zachodniej części Karpat Zewnętrznych poddane zostały rotacji zgodnej z ruchem wskazówek zegara podczas tektogenezy. Zagadnienie to jest przedmiotem bardziej szczegółowych rozważań przedstawionych w niniejszej pracy.

STOSUNEK PŁASZCZOWIN KARPAT ZEWNĘTRZNYCH DO PLATFORMY PRZEDGÓRSKIEJ

Na czechosłowackim i polskim odcinku Karpat Zewnętrznych płaszczowiny fliszowe nasunięte są na platformę przedgórską. Na odcinku ukraińskim i rumuńskim czoło nasunięcia płaszczowin fliszowych (nie biorąc tu pod uwagę płaszczowiny pokucko-borysławskiej) ciągnie się w przybliżeniu równolegle do krawędzi platformy przedgórskiej. W obszarze na wschód od Przemyśla zasięg nasunięcia płaszczowin fliszowych na platformę przedgórską jest udokumentowany wierceniami (Ślączka, 1976; Wdowiarz 1976; Karnkowski 1977, Roth 1978). Granica południowa zasięgu platformy przedgórskiej jest określana na podstawie danych geofizycznych. Za granicę tę uważana jest (Ślączka, 1975) oś ujemnej anomalii grawimetrycznej ciągnąca się wzdłuż całego łuku Karpat Zewnętrznych. Pogląd ten potwierdzają wyniki głębokich sondowań sejsmicznych podające skokowe zwiększenie głębokości nieciągłości Moho wzdłuż osi tej anomalii (Szenas, 1972; Sollogub et al., 1973).

W obszarze na wschód od Przemyśla płaszczowiny fliszowe nie są nasunięte na platformę przedgórską, a w obszarze na zachód od Przemyśla są nasunięte na tę platformę (fig. 1). Wynika stąd, że w zachodnich Karpatach fliszowych płaszczowiny fliszowe poddane zostały rotacji zgodnej z ruchem wskazówek zegara.

STOSUNKI WZAJEMNE PŁASZCZOWIN FLISZOWYCH KARPAT ZEWNĘTRZNYCH

Cechą charakterystyczną zachodnich Karpat fliszowych jest kulisowy układ płaszczowin kolejno dochodzących do północnego brzegu Karpat. Natomiast w obszarze na wschód od Przemyśla płaszczowiny fliszowe ciągną się równolegle do czoła nasunięcia Karpat Zewnętrznych.

Układ płaszczowin zachodnich Karpat fliszowych, rozpoznany przez J. Nowaka 1927), jest częściowo odziedziczony po późnokredowej i paleogeńskiej paleogeografii, jak wynika z badań rozkładu facji i paleotransportu (Książkiewicz, 1956, 1960, 1962). Jednakże, z rozmieszczenia płaszczowin magurskiej, dukielskiej, śląskiej i podśląskiej (fig. 1) w porównaniu z palinspastyczną rekonstrukcją basenów sedymentacyjnych serii osadowych tych płaszczowin (Unrug, 1979) przedstawioną na fig. 2, wynika, że płaszczowina magurska poddana została rotacji zgodnej z ruchem wskazówek zegara względem niższych płaszczowin.

ROTACJA SEGMENTÓW FLISZU KARPAT ZEWNĘTRZNYCH ZWIĄZANA ZE STREFAMI USKOKOWYMI O LEWEJ SKŁADOWEJ PRZESUWCZEJ PRZEMIESZCZENIA

Pogląd o znaczeniu przesuwczych stref uskokowych w Karpatach Zewnętrznych pochodzi od Tołwińskiego (1921), który wiązał z tymi strefami regionalne zmiany biegu struktur fałdowych. Książkiewicz w ostatniej monografii tektonicznej Karpat (1972) podkreślił, że większość uskoków w Karpatach fliszowych ma charakter uskoków przesuwczych lub zrzutowo-przesuwczych. Strefy uskoków przesuwczych z polskich Karpat fliszowych opisywało wielu autorów (Książkiewicz, 1953, 1958, 1972, Świdziński 1953; Sikora i Żytko, 1960, Oszczypko, 1973).

Główne strefy uskoków przesuwczych w polskich Karpatach fliszowych i przyległych częściach Czechosłowacji przedstawia fig. 3, zestawiona na podstawie opublikowanych ostatnio map geologicznych w skali 1 : 500 000 (Fusan et al., 1967, Rühle, 1977) oraz cytowanych wyżej prac tektonicznych. Z fig. 3 wynika, że uskoki o lewej składowej przesuwczej są liczniejsze niż uskoki o prawej składowej przesuwczej. Ponadto, uskoki o lewej składowej przesuwczej tworzą wyraźnie indywidualizujące się strefy uskokowe, przecinające różne jednostki tektoniczne. Bloki zawarte między takimi strefami uskokowymi są poddane rotacji zgodnej z ruchem wskazówek zegara.

Ponieważ niektóre doliny rzeczne rozwinięte są częściowo wzdłuż stref uskokowych, nazwy stref uskokowych łączono często z nazwami płynących wzdłuż nich rzek. W niniejszej pracy przyjęto dla stref uskokowych nazwy od większych miejscowości położonych w tych strefach lub w ich najbliższym sąsiedztwie.

Wyróżniono następujące strefy uskokowe o lewej składowej przesuwczej przemieszczenia (fig. 3):

— strefa uskokowa Cieszyn-Jablunkov (część doliny Olzy ciągnie się wzdłuż tej strefy),

— strefę uskokową Bielsko-Żywiec (części dolin Białej i Soły ciągną się wzdłuż tej strefy),

— strefa uskokowa Wadowice-Jordanów (znaczna część doliny Skawy ciągnie się wzdłuż tej strefy),

— strefa uskokowa Tarnów-Nowy Sącz (części dolin Dunajca i Popradu ciągną się wzdłuż tej strefy),

— strefa uskokowa Gorlice-Krynica,

— strefa uskokowa Tyczyn-Bardejov (krótkie odcinki dolin Wisłoki i Wisłoka ciągną się wzdłuż tej strefy, ale nie odpowiada ona strefie uskokowej Wisłoki w znaczeniu Tołwińskiego (1921), która ma prawą składową przesuwczą przemieszczenia i przebiega między fałdem Liwocza a fałdem Podzamcza),

— strefa uskokowa Dubiecko-Giraltovce.

Naroża i krawędzie bloków zawartych pomiędzy strefami uskokowymi zaznaczają się wyraźnie na północnym brzegu Karpat Zewnętrznych, natomiast nie wyodrębniają się na ich brzegu południowym. Wydaje się prawdopodobne, że wsteczne obalenia fałdów ku południowi przy południowym brzegu płaszczowiny magurskiej i nasunięcia pienińskiego pasa skałkowego na flisz podhalański występujące lokalnie, mogą być spowodowane pchnięciem ku południowi południowo-wschodnich naroży bloków poddanych rotacji pomiędzy przesuwczymi strefami uskokowymi.

Sprawa przedłużania się stref uskokowych z Karpat Zewnętrznych w Karpaty Wewnętrzne była poruszana przez Tołwińskiego (1921), J. Nowaka (1927) i Ślączkę (1975), którzy przypuszczali, że wielkie dyslokacje głębokiego podłoża wpływają na przebieg stref uskokowych w obu częściach Karpat. Przeciwko temu poglądowi wypowiedział się Książkiewicz (1972).

Wydaje się, że przedłużanie się stref uskokowych Karpat Zewnętrznych w Karpaty Wewnętrzne jest w wielu przypadkach pozorne. Na fig. 3 przedstawiono przebieg stref uskokowych Karpat Wewnętrznych według Mahela (1974). Sikora i Żytko (1960) sugerowali przedłużanie się strefy uskokowej Bielsko-Żywiec w strefę uskokową Zazrivy. Jednakże, jak wynika z fig. 3, strefa uskokowa Bielsko-Żywiec odchyla się w swej południowej części ku SE, a ponadto w strefie Zazrivy występuje prawa składowa przesuwcza przemieszczenia.

Strefa uskokowa Gorlice-Krynica jest przesunięta nieco na wschód od strefy uskokowej Rušbachów, która jak można wnosić ze szkicu tektonicznego Mahela (1974, fig. 2, p. 94), ma lewą składową przesuwczą przemieszczenia.

Strefa uskokowa Tyczyn-Bardejov leży na przedłużeniu strefy uskokowej Murania lub strefy uskokowej Smižany.

Strefa uskokowa Dubiecko-Giraltovce biegnie ze znacznym odchyleniem od kierunku strefy uskokowej Hornadu.

KOŃCOWE UWAGI OGÓLNE

McKenzie (1977) wskazał, że w strefie alpejsko-himalajskiej utworzonej przez kolizję kontynentów, aktywność sejsmiczna jest rozproszona w szerokiej strefie deformacji, w której występują nasunięcia, uskoki zrzutowe i uskoki przesuwcze. Tapponier (1977) wprowadził pojęcie efektu tektonicznego „przebijaka" (poinçonnement) przy kolizjach kontynentów dającego przemieszczenia przesuwcze w dużej skali i powstawanie łuków wymuszonych (arcs induits — Brunn 1976). Z rozważań cytowanych wyżej autorów wynika wielkie znaczenie przemieszczeń przesuwczych, zwykle związanych z rotacją, w skomplikowanej kinematyce stref kolizji kontynentów. Również i w Karpatach przemieszczenia przesuwcze i rotacje odgrywają znaczną rolę w genezie budowy tektonicznej.