

Przydatność metod morfometrycznych w ocenie tendencji neotektonicznych Karpat polskich

Witold Zuchiewicz*

Analiza zróżnicowanych wartości wielu parametrów morfometrycznych charakteryzujących dorzecza, układ sieci dolinnej oraz spadki koryt pozwala na identyfikację struktur podlegających młodym ruchom tektonicznym w polskich Karpatach zewnętrznych, a układających się niemal równolegle do rozciągłości nasunięć i głównych fałdów. Plio-czwartorzędowe uaktywnienie czół nasunięć i ważniejszych złuskowań wiązało się przypuszczalnie z relaksacją poziomych naprężeń w obrębie pokrywy fliszowej wskutek kolizji płyt północnoeuropejskiej i panońskiej.

Słowa kluczowe: metody morfometryczne, plioceńsko-czwartorzędowa tektonika, polskie Karpaty zewnętrzne

Witold Zuchiewicz — **Morphometric techniques as a tool in neotectonic studies of the Polish Carpathians (southern Poland).** Prz. Geol., 47: 851–854.

S u m m a r y. Analysis of diversified values of a number of morphometric parameters that characterise drainage basins, valley pattern and river-bed gradients makes it possible to identify a few morphotectonic structures, aligned subparallel to the strike of principal thrusts in the Polish Outer Carpathians. Plio-Quaternary tectonic reactivation of these thrusts has probably been induced by relaxation of horizontal stresses in the flysch cover, resulting from the collision of the North-European and Pannonian plates.

Key words: morphometric techniques, Plio-Quaternary tectonics, Polish Outer Carpathians

Polski segment Karpat zewnętrznych, 320 km długości, reprezentuje pasmo fałdowo-nasuwcze zbudowane z płaszczowin nasuniętych na siebie w środkowym i późnym miocenie. Aktywność neotektoniczną (plioceńsko-czwartorzędową) tego obszaru (ryc. 1) dokumentują deformacje poziomów denudacyjnych wieku plioceńskiego i wczesnoczwartorzędowego (Klimaszewski, 1966; Starkel, 1972; Henkiel, 1977), spaczenie i pochylenie cokołów skalnych czwartorzędowych tarasów rzecznych (Starkel, 1972; Wójcik, 1989; Zuchiewicz, 1991), zmiany układu sieci rzecznej (Zuchiewicz, 1987), zróżnicowane tempo rozcięcia erozyjnego w różnych jednostkach fizjograficznych porównywane dla tych samych interwałów czasowych (Zuchiewicz, 1995 i literatura tam cytowana), wzmożona akumulacja i migracja depocentrów w obniżanych kotlinach śródgórskich (Baumgart-Kotarba, 1996) oraz u zachodniego brzegu erozyjnego Karpat (Niedziałkowska & Szczepanek, 1993–1994), nieliczne przykłady uskoków i spękań w osadach pliocenu i plejstocenu (Tokarski, 1978; Laskowska-Wysoczańska, 1995; Pomianowski, 1997; Tokarski & Zuchiewicz, 1998), jak również przejawy historycznej i współczesnej sejsmiczności (m. in. Guterch, 1997; Dębski i in., 1997) oraz pomiary naprężeń *in situ* w otworach wiertniczych (Jarosiński, 1997).

Zróżnicowanie wartości różnych parametrów morfometrycznych charakteryzujących dorzecza, układ sieci dolinnej, czy też spadki koryt, a także analizy kartometryczne dostarczają szeregu pośrednich przesłanek, pozwalających na identyfikację struktur podlegających młodym ruchom tektonicznym (m.in. Rączkowski i in., 1984; Zuchiewicz, 1995). Na szczególną uwagę zasługują analizy szeregów czasowych spadków koryt rzecznych i niektórych parametrów odzwierciedlających relacje między szerokością den dolin i wysokością zboczy, a także konstrukcja map energii rzeźby oraz powierzchni oble-

kających (Zuchiewicz, 1997). Ekstremalne wartości parametrów morfometrycznych (ryc. 2, 3), topolineamenty odczytane z map zagęszczonych izohips powierzchni oblekających (ryc. 4), a także strefy o wyraźnie podwyższonej energii rzeźby (ryc. 5) układają się w obrazie kartograficznym w szereg subrównoleżnikowych stref wykazujących tendencję do plio-czwartorzędowego wypiętrzania, o szerokości 15–25 km i przebiegu niemal równoległym do czół głównych nasunięć i złuskowanych fałdów. Liczba tych stref wzrasta ku wschodowi, w kierunku zgodnym ze zwrotem diachronicznej migracji ruchów nasuwczych (*por.* Oszczypko & Ślącza, 1985). Lokalizacja omawianych stref jest w znacznej mierze zbieżna z rozmieszczeniem struktur elewowanych w najmłodszym kenozoiku, a wykartowanych na podstawie studiów nad deformacjami powierzchni denudacyjnych i cokołów skalnych tarasów skalno-osadowych (*por.* Henkiel, 1977; Starkel, 1980).

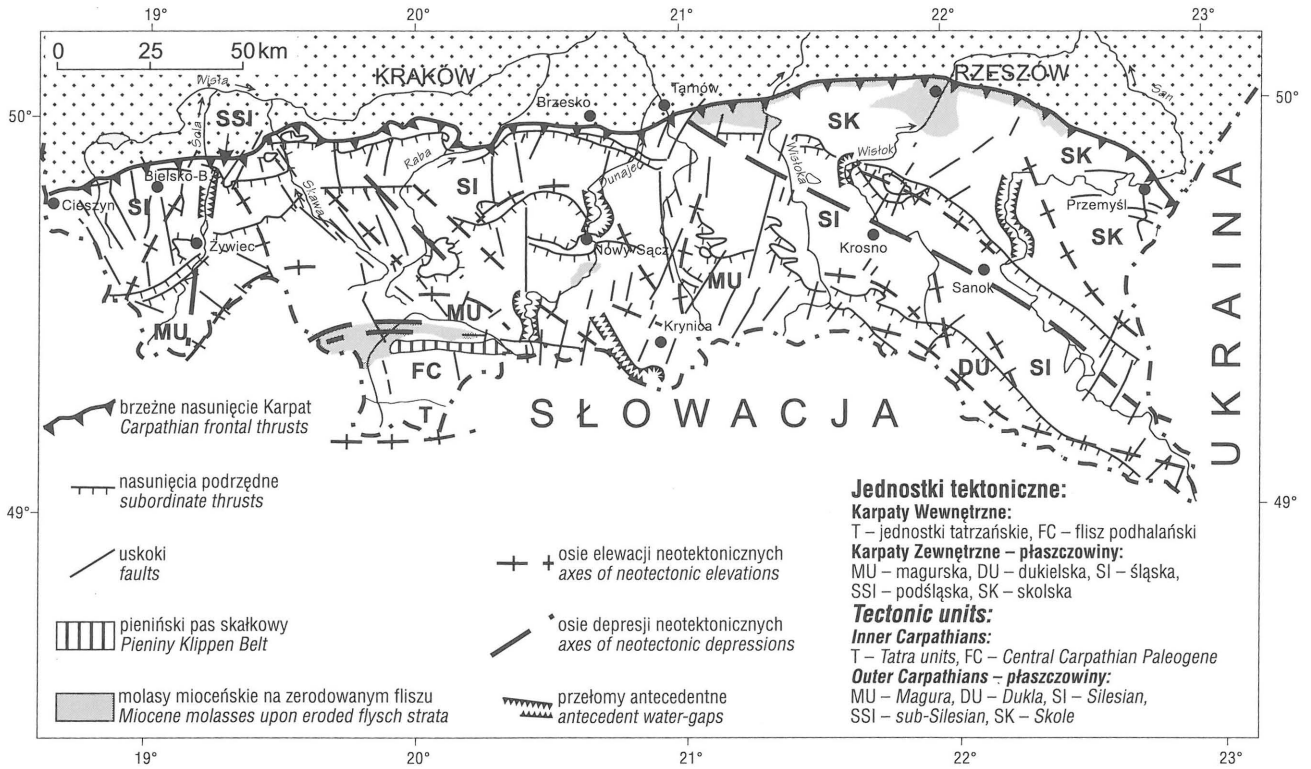
Taka konfiguracja podnoszonych neotektonicznie, równoległych do rozciągłości orogenu i stosunkowo wąskich struktur zdaje się przeczyć tezie o ich wyłącznie izostatycznej genezie. W moim przekonaniu (Zuchiewicz, 1995), główną rolę w uaktywnieniu nasunięć i większych złuskowań odegrała relaksacja naprężeń poziomych w obrębie pokrywy fliszowej, będących oddźwiękiem kolizji płyt północnoeuropejskiej i panońskiej. Mechanizm ten tłumaczy:

□ objawy zlokalizowanego, młodego wypiętrzania czół niektórych nasunięć podrzędnych oraz wzdłuż wschodniego segmentu nasunięcia brzeżnego Karpat,

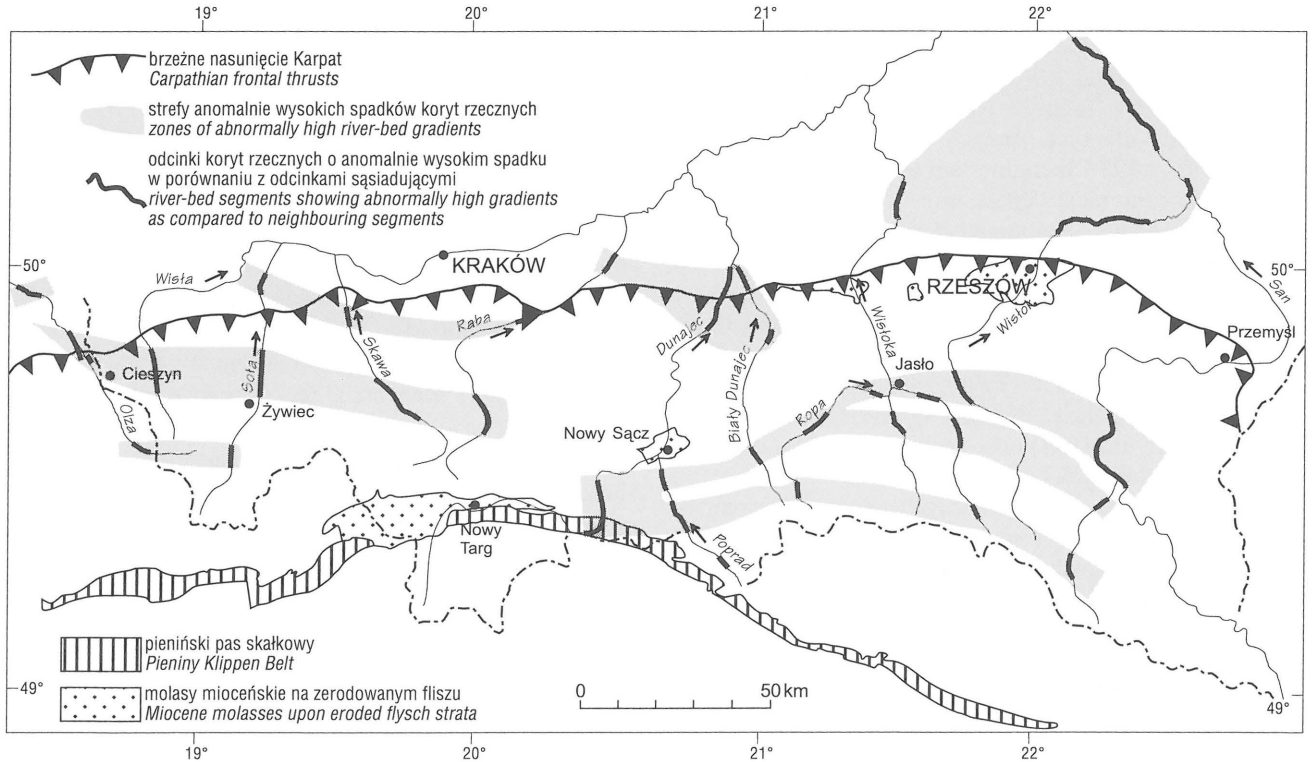
□ notowaną współcześnie konfigurację osi największego naprężenia poziomego, sugerowaną przez układ struktur zniszczeniowych w ścianach otworów wiertniczych (*por.* Jarosiński, 1997) i analizy mechanizmu ognisk wstrząsów sejsmicznych (Wiejacz, 1994; Dębski i in. 1997), czy też

□ orientację maksymalnej kompresji tektonicznej odczytaną z układu spękań ciosowych w leżących niezgod

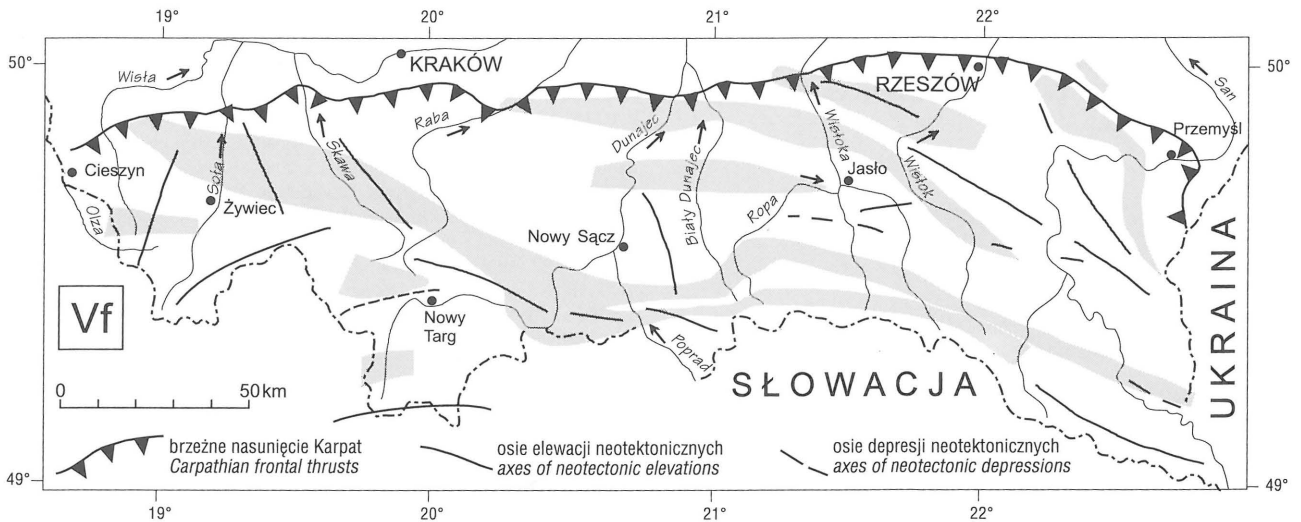
*Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2A, 30-063 Kraków; e-mail: witold@ing.uj.edu.pl



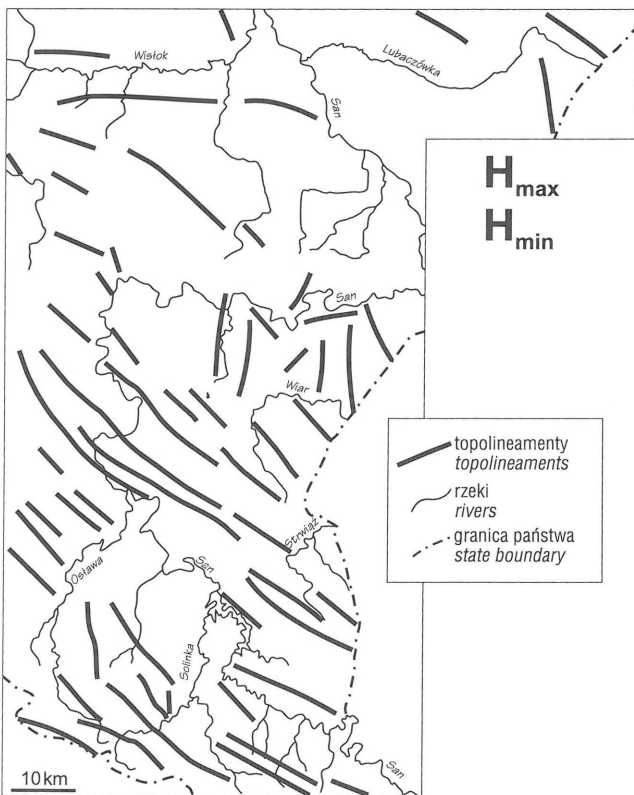
Ryc. 1. Szkic neotektoniczny Karpat polskich (według Zuchewicza, 1995)
 Fig. 1. Neotectonic sketch of the Polish Carpathians (based on Zuchewicz, 1995)



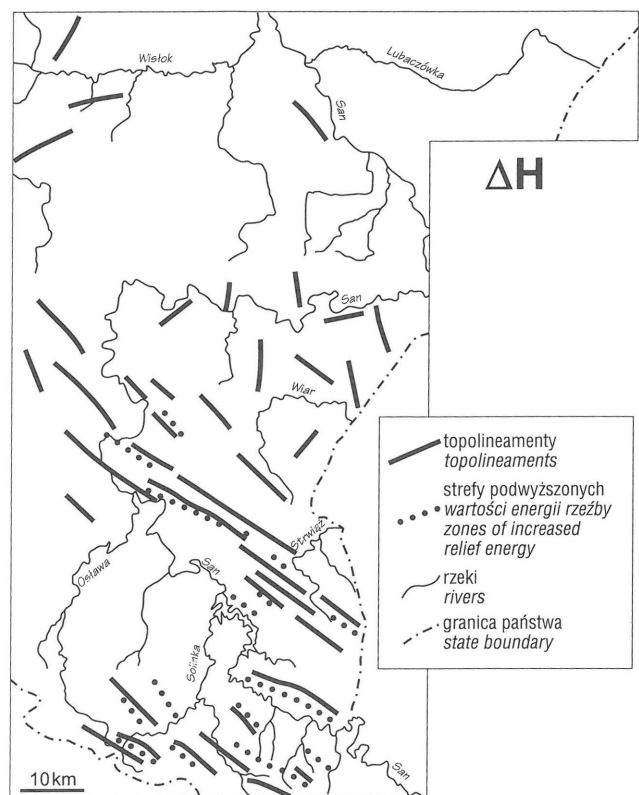
Ryc. 2. Lokalizacja odcinków koryt rzecznych o anomalnie wysokich spadkach w Karpatach polskich
 Fig. 2. Distribution of river-bed segments showing abnormally high gradients in the Polish Carpathians



Ryc. 3. Lokalizacja stref o anomalnie niskich wartościach wskaźnika szerokości dna — wysokości zboczy (Vf), sugerujących młode tendencje wypiętrzające w Karpatach polskich
Fig. 3. Zones of anomalously low values of the valley floor width/valley height ratios (Vf), indicative of young uplift



Ryc. 4. Mapa topolineamentów widocznych w obrazie zagęszczonych izohips powierzchni oblekających (wysokości maksymalnych i minimalnych) we wschodniej części Karpat polskich
Fig. 4. Distribution of topolineaments visible on dense-contour maps of enveloping surfaces (maximum and minimum elevations) in the eastern portion of the Polish Carpathians



Ryc. 5. Mapa topolineamentów i stref podwyższonej energii rzeźby widocznych w obrazie zagęszczonych izolinii wysokości względnych we wschodniej części Karpat polskich
Fig. 5. Topolineaments and zones of increased relief energy visible on maps of dense isolines of relief in the eastern portion of the Polish Carpathians

nie na Karpatach utworach badenu (Zuchiewicz, 1998) i górnego pliocenu (Tokarski & Zuchiewicz, 1998).

We wszystkich analizowanych przypadkach osie S_{hmax} układają się na ogół poprzecznie względem rozciągłości struktur fałdowych.

Literatura

- BAUMGART-KOTARBA M. 1996 — On origin and age of the Orava Basin, West Carpathians. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 30: 101–116.
- DEBSKI W., GUTERCH B., LEWANDOWSKA H. & LABAK P. 1997 — Earthquake sequence in the Krynica region, Western Carpathians, 1992–1993. *Acta Geophys. Pol.*, 45: 255–290.
- GUTERCH B. 1997 — Western Carpathian seismic events recorded in Poland. *Prz. Geol.*, 45: 1075–1076.
- HENKIEL A. 1977 — Zależność rzeźby Karpat Zewnętrznych od budowy geologicznej jednostek fliszowych i ich głębokiego podłoża (na przykładzie wschodniej części Karpat polskich). Rozpr. habilit. UMCS, Lublin: 1–100.
- JAROSIŃSKI M. 1997 — Rozwarstwienie współczesnego pola naprężeń w zachodniej części polskich Karpat zewnętrznych. *Prz. Geol.*, 45: 768–776.
- KLIMASZEWSKI M. 1966 — Views on the geomorphological development of the Polish West Carpathians during the Quaternary. [W:] *Geomorphological Problems of Carpathians, II*, PWN, Warszawa: 51–88.
- LASKOWSKA-WYSOCZAŃSKA W. 1995 — Neotectonic and glacial control on geomorphic development of middle and eastern parts of the Sandomierz Basin and the Carpathian margin. *Folia Quatern.*, 66: 105–122.
- NIEDZIAŁKOWSKA E. & SZCZEPANEK K. 1993–94 — Utwory pyłowe wistuliańskiego stożka Wisły w Kotlinie Oświęcimskiej. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 27–28: 29–44.
- OSZCZYPKO N. & ŚLĄCZKA A. 1985 — An attempt to palinspastic reconstruction of Neogene basins in the Carpathian Foredeep. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 55: 55–75.
- POMIANOWSKI P. 1997 — Tectonics of the Orava — Nowy Targ Basin. *Prz. Geol.*, 45: 1097–1098.
- RĄCZKOWSKI W., WÓJCIK A. & ZUCHIEWICZ W. 1984 — Late Neogene-Quaternary tectonics of the Polish Carpathians in the light of neotectonic mapping. *Tectonophysics*, 108: 51–69.
- STARKEL L. 1972 — Karpaty Zewnętrzne. [W:] M. Klimaszewski (red.), *Geomorfologia Polski*, T. 1, PWN, Warszawa: 52–115.
- STARKEL L. (red.) 1980 — Mapa geomorfologiczna Polski 1: 500 000. IG i PZ PAN, Warszawa.
- TOKARSKI A. K. 1978 — O czwartorzędowym ciosie i uskoku w Kotlinie Sądeckiej (Zachodnie Karpaty Zewnętrzne). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 48: 509–516.
- TOKARSKI A. K. & ZUCHIEWICZ W. 1998 — Popękane klasty w stożku Domańskiego Wierchu: przyczynek do rekonstrukcji ewolucji pola naprężeń w rejonie Kotliny Orawskiej (Karpaty) podczas neogenu i czwartorzędu. *Prz. Geol.*, 46: 62–66.
- WIEJACZ P. 1994 — An attempt to determine tectonic stress pattern in Poland. *Acta Geophys. Pol.*, 42: 169–176.
- WÓJCIK A. 1989 — Systemy teras rzecznych dorzecza Koszarawy w Beskidzie Żywieckim i ich związek z ruchami tektonicznymi. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 22 (1988): 21–45.
- ZUCHIEWICZ W. 1987 — Evolution of the eastern Beskid Niski Mts. and morphotectonics of the Polish Carpathians. *Z. Nauk. AGH, Kwart. Geologia*, 13: 3–167.
- ZUCHIEWICZ W. 1991 — On different approaches to neotectonics: A Polish Carpathians example. *Episodes*, 14: 116–124.
- ZUCHIEWICZ W. 1995 — Selected aspects of neotectonics of the Polish Carpathians. *Folia Quatern.*, 66: 145–204.
- ZUCHIEWICZ W. 1997 — Neotektonika wschodniej części Karpat polskich w świetle analiz morfometrycznych. [W:] M. Łanczont (red.), *Glacja i peryglacja Kotliny Sandomierskiej i Przedgórze Karpat w okolicy Przemysła*, Wyd. UMCS, Lublin: 45.
- ZUCHIEWICZ W. 1998 — Cenozoic stress field and jointing in the outer West Carpathians, Poland. *J. Geodynamics*, 26: 57–68.