

## Dane paleomagnetyczne a tektoniczne uwarunkowania sedymentacji utworów permu w Sudetach

Jerzy Nawrocki\*

*Uzyskane na obszarze Sudetów późnokarbońskie i wczesnopermskie bieguny paleomagnetyczne wykazują niewielkie ale jednakowe od do zwrotu odchylenie od krzywej referencyjnej dla stabilnej Europy. Odchylenie to wynika z niewielkich lewoskrętnych rotacji badanych formacji skalnych wokół lokalnych osi pionowych. Analizowany obraz paleomagnetyczny pozwala na postawienie hipotezy, że sedymentacja utworów permskich w Sudetach przebiegała w warunkach lewoskrętnej transtensji.*

**Słowa kluczowe:** paleomagnetyzm, baseny permskie, transtensja, Sudety

Jerzy Nawrocki — **Paleomagnetic data and tectonic regime during Permian sedimentation in Sudety Mountains.** Prz. Geol., 46:1023–1027.

*S u m m a r y.* Late Carboniferous-Early Permian paleomagnetic poles from the Sudetes show a small systematic departure from the stable European apparent polar wander path. This deviation implies a small (up to 20°) anticlockwise rotations around vertical axes that affected studied rocks during the Permian. These rotations indicate sinistral transtensional tectonic regime during Permian sedimentation in the Sudetes.

**Key words:** paleomagnetism, Permian basins, transtension, Sudety Mountains

Pierwsze badania paleomagnetyczne skał górnego karbonu i dolnego permu z basenów sudeckich prowadzono 30 lat temu (Birkenmajer i in., 1968a). Uzyskane wówczas paleobieguny, mimo niezbyt wysokiego współczynnika jakości ( $Q = 3$ ), figurują nadal w globalnych bazach danych paleomagnetycznych. Pewną rozbieżność górnokarbońskich paleobiegunów z basenu śródsudeckiego w stosunku do równowiekowych paleobiegunów z masywu Bohemii tłumaczono (Birkenmajer i in., 1968b) niewielką, prawoskrętną rotacją tektoniczną Bohemii. Kierunki paleomagnetyczne interpretowane jako późnokarbońskie lub permskie wyodrębnili w następnych latach na obszarze Sudetów Westphal i in. (1987), Halvorsen i in. (1989), Kądziałko-Hofmokr i El Hemaly (1996) oraz Nawrocki i Żelaźniewicz (1996). Przez ostatnie kilka lat badania magnetostratigraficzne skał permu z basenów sudeckich prowadził autor niniejszego artykułu (Nawrocki, 1995, 1997). Zauważony brak zbieżności części permskich biegunów paleomagnetycznych z krzywą referencyjną dla platformy wschodnioeuropejskiej został zinterpretowany jako efekt, lokalnych, związanych z tektoniką naskórkową lewoskrętnych rotacji tektonicznych (Nawrocki, 1995).

Perm sudecki nie był jak do tej pory przedmiotem szczegółowych studiów tektonicznych. Prace poruszające problemy tektoniczne są tutaj nieliczne i dotyczą głównie związku sedymentacji z blokową aktywnością tektoniczną (np. Nemeč, 1981). Mimo różnorodnych form zapisu zdarzeń tektonicznych, w tym obecności w dolnopermskich osadach jeziornych sejsmitów (Wojewoda, 1987; Mastalerz, 1990), jak dotąd nie wiadomo w jakim stopniu dolnopermską sedymentację na obszarze sudeckim modelowały warunki klimatyczne, a w jakim tektonika ekstensyjna (por. Mastalerz & Nehyba, 1997). Nie wiemy też, czy permska tektonika była wyłącznie ekstensyjnej natury. Zdaniem Oberca (1991) powaryscyjskie ruchy tektoniczne na obszarze Sudetów nie miały na ogół charakteru przesuwczego. Z drugiej jednak

strony wiemy, że wczesnopermskie lewoskrętne przemieszczenia tektoniczne na obszarze położonym w najbliższym sąsiedztwie Sudetów były już sygnalizowane. Według Materna (1996) miejscem takich przemieszczeń była strefa tektoniczna Łaby. W pobliżu Drezna występuje system górnokarbońskich i permskich dajek o geometrii wskazującej na lewoskrętną aktywność przesuwczą tej strefy.

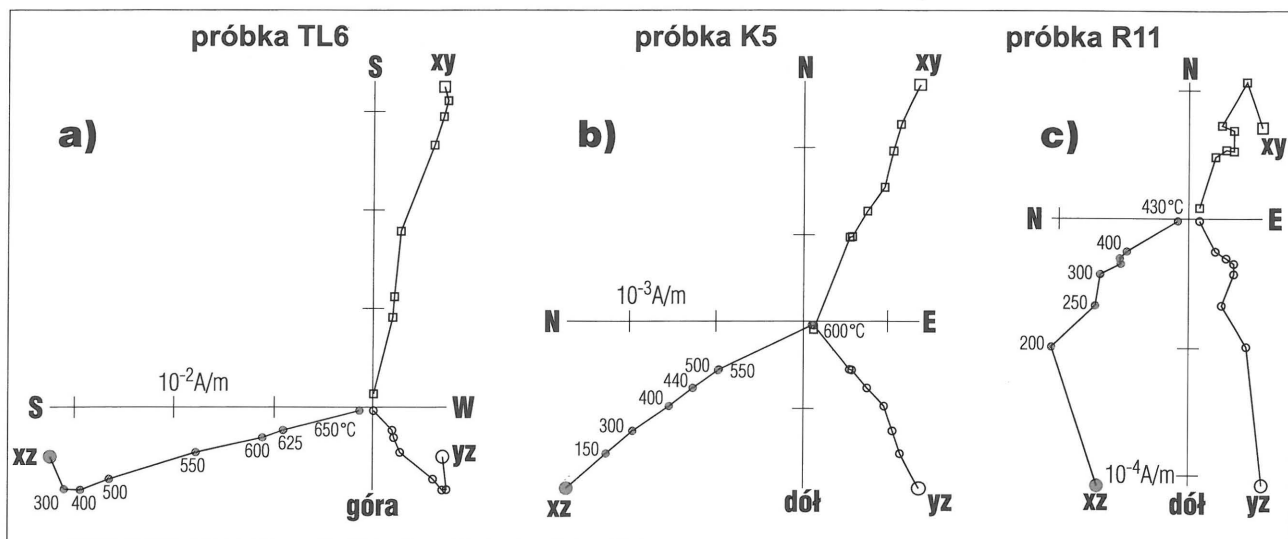
Celem tego artykułu jest stwierdzenie, czy w oparciu o zbiór danych paleomagnetycznych, dużo reprezentatywniejszy od zbioru analizowanego przez autora wcześniej (Nawrocki, 1995), można zdefiniować tektoniczne uwarunkowania sedymentacji permskiej w Sudetach. Dane paleomagnetyczne posłużyły do rozwiązania podobnego problemu w zachodniej części łańcucha hercyńskiego. Opierając się na wynikach badań paleomagnetycznych stwierdzono, że w południowej części Masywu Centralnego stefańsko-permskiej ekstensji towarzyszyły lewoskrętne rotacje tektoniczne o amplitudzie ok. 20° (Cogne i in., 1990).

### Górnokarbońskie i permsko-triasowe kierunki paleomagnetyczne z Sudetów

Zadaniem tego artykułu nie była szczegółowa dokumentacja właściwości paleomagnetycznych skał sudeckiego permu-triasu. Dokumentacja ta w dużej mierze została już przedstawiona we wcześniejszej publikacji (Nawrocki, 1997). W toku dalszych prac powiększono zbiory analizowanych próbek z badanych wcześniej odsłoneń permu oraz wykonano badania paleomagnetyczne skał dolnego wapienia muszlowego z kamieniołomu w Raciborowicach. Diagramy ortogonalne przedstawiające strukturę pozostałości magnetycznej ujawnianą z biegiem termicznego rozmagnesowania, sporządzone dla reprezentatywnych próbek wulkanitów dolnego permu, węglanów cechsztyńskich oraz węglanów środkowego triasu, przedstawiono na ryc. 1.

W górnej części tab. 1 zestawiono permskie oraz środkowotriasowe kierunki i bieguny paleomagnetyczne wyodrębnione przez autora na obszarze basenów śródsudeckiego i północnosudeckiego. Kierunki te wyodrębniono ze zbioru liczącego w sumie 448 próbek orientowanych. Oprócz

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa



**Ryc. 1.** Diagramy ortogonalne przedstawiające zmiany wartości natężenia oraz położenia wektora pozostałości magnetycznej (rzutowanego na płaszczyzny  $xy$ ,  $xz$ ,  $yz$ ) z biegiem rozmagnesowania termicznego. Diagramy te są reprezentatywne dla próbek dolnopermskich wulkanitów z Tłumaczowa (a), cechsztyńskich wapieni piaszczystych z Kochanowa (b) oraz wapieni środkowego triasu z Raciborowic (c)  
**Fig. 1.** Orthogonal diagrams prepared for typical samples of lower Permian volcanites from Tłumaczów (a), Zechstein sandy limestones from Kochanów (b) and Middle Triassic limestones from Raciborowice (c). The diagrams display changes in remnant magnetization intensities and directions (plotted on  $xy$ ,  $xz$  and  $yz$  planes) during thermal demagnetization

**Tab. 1.** Statystyka kierunków paleomagnetycznych otrzymanych ze skał permu i środkowego triasu, które opróbowano w nieckach północno- i śródsudeckiej. W dolnej części tabeli przedstawiono kierunki paleomagnetyczne otrzymane ze skał ordowickich, górnokarbońskich i permskich, które wyodrębniono na badanym obszarze wcześniej. Przytoczone poniżej bieguny paleomagnetyczne zostały użyte do konstrukcji sudeckiej ścieżki pozornej wędrówki bieguna paleomagnetycznego (ryc. 2)

Miejsce badań	Skały, wiek	D	I	$\alpha_{95}$	K	$\Phi(^{\circ}N)$	$\lambda(^{\circ}E)$	dp	dm	N/n
Świerzawa (4)	piaskowce dolnego autunu	192	-11	3,1	621	43	179	1,6	3,1	5/40
Płóczki Górne (9)	melafiry autunu	192	-12	8,5	118	44	179	4,4	8,6	4/18
Wielisław Z. (8)	porfiry autunu	197	-13	6,1	225	44	171	3,2	6,2	4/21
Płóczki Górne (5)	piaskowce górnego autunu	188	-16	8,5	82	47	3	4,5	8,7	5/19
Niwnice (11)	węglany cechsztynu	17	29	6,4	39	51	168	3,9	7,1	10/14
Raciborowice (13)	węglany środkowego triasu	31	34	6,0	48	50	146	3,9	6,9	4/13
Tłumaczów (7)	porfiry i melafiry autunu	195	-11	2,3	141	43	176	1,1	2,1	8/34
Raszków (6)	melafiry autunu	202	-13	4,1	90	43	166	1,8	3,5	5/20
Kochanów (10)	węglany cechsztynu	23	29	4,2	148	51	160	2,4	4,4	8/11
Pilchowice (1)	granity ordowiku	179	-1	4,9	34	39	12	2,4	4,9	3/27
Unisław Śl. (3)	piaskowce stefanu/autunu	192	-1	9	185	39	180	5	9	3/27
Wałbrzych (2)	wulkanity stefanu/autunu	192	-2	11	27	39	1			8/143
Nowy Kościół i okolice (12)	cechsztyńskie osady „Rote Faule”	205	-28	4,2	37	49	157	2,2	3,9	3/29

D - średnia deklinacja kierunku charakterystycznego, I - średnia inklinacja kierunku charakterystycznego,  $\alpha_{95}$ , K - parametry statystyki Fishera,  $\Phi$ ,  $\lambda$  - szerokość i długość geograficzna północnego bieguna paleomagnetycznego, dp - błąd deklinacji, dm - błąd odległości pomiędzy paleobiegunem a miejscem badań, N - liczba miejsc opróbowania, n - liczba prób. Rezultaty z Pilchowic wg Nawrockiego i Żelaźniewicza (1996), z Unisławia Śląskiego wg Kądzialko-Hofmoka i El-Hemaly (1996), z okolic Wałbrzycha wg Westphala i in. (1987), z Nowego Kościoła i okolic wg Jowetta i in. (1987). W nawiasach, obok miejsc badań podano numery, którymi je oznaczono na ryc. 3

**Tab. 2. Bieguny paleomagnetyczne zastosowane do konstrukcji krzywej pozornej wędrówki bieguna charakterystycznego dla stabilnej Europy (ryc. 2)**

Miejsce	Wiek (mln. lat)	$\Phi$ ( $^{\circ}$ N)	$\lambda$ ( $^{\circ}$ E)	$\alpha 95$	Referencje
Zach. Europa	187	73	117	4	Edel & Düringer, 1997 *
Zach. Europa	195	62	86	8	Edel & Düringer, 1997 *
Zach. Europa	200	55	100	11	Edel & Düringer, 1997 *
Zach. Europa	205	50	111	7	Edel & Düringer, 1997 *
Zach. Europa	225	50	131	5	Edel & Düringer, 1997 *
Zach. Europa	235	51	145	5	Edel & Düringer, 1997 *
Rosja	239-245	52	165	4	Khramov, 1975 **
Ukraina	239-245	52	145	3	Khramov, 1975 **
Ukraina (Donbas)	239-245	56	146	12	Khramov, 1975 **
Rosja (Ural)	239-245	51	151	1	Irving i in., 1976 **
Rosja (Vetluga)	239-245	53	158	5	Khramov, 1975 **
Rosja	245-250	51	166	4	Irving i in., 1976 **
Rosja	248-253	43	169	4	Irving i in., 1976 **
Rosja	253-258	47	171	4	Irving i in., 1976 **
Szwecja	258-286	54	172	11	Bylund, 1974 **
Ukraina	258-286	40	166	4	Irving i in., 1976 **
Norwegia	258-286	47	157	1	Van Everdingen, 1960 **
Szwecja	258-286	46	165	7	Thorning & Abrahamsen, 1980 **
Norwegia	275-296	43	160	7	Halvorsen, 1972 **
Norwegia	275-296	39	161	3	Halvorsen, 1970 **
Szwecja	278-288	31	174	2	Mulder, 1971 **
Szwecja	278-288	38	166	5	Mulder, 1971 **
Szwecja	278-288	37	174	7	Mulder, 1971 **
Norwegia	289-305	32	174	2	Sturt & Torsvik, 1987 **
Rosja	286-295	43	170	5	Irving i in., 1976 **
Szwecja	273-301	38	164	7	Smith & Piper, 1979 **

$\Phi$  - szerokość geograficzna paleobieguna;  $\lambda$  - długość geograficzna paleobieguna;  $\alpha 95$  - promień stożka ufnosci; \* - średnie bieguny obliczone (Edel & Düringer, 1997) dla stabilnej części Europy zachodniej; \*\* - bieguny zestawione w pracy Van der Voo (1993)

standardowej analizy paleomagnetycznej analizowano również rozkład osi anizotropii magnetycznej. W żadnym przypadku osie te nie nawiązywały swym położeniem do miejsc, gdzie grupowały się wyodrębnione kierunki charakterystyczne. W dolnej części tab. 1 przedstawiono, interpretowane jako górnokarbońskie (miejsca badań: Pilchowice, Wałbrzych), permskie (Unisław Śląski) oraz środkowotriasowe (Nowy Kościół) bieguny paleomagnetyczne, które uzyskali na obszarze sudeckim inni autorzy. W tym miejscu trzeba wspomnieć, że środkowotriasowy wiek bieguna z osadów *Rote Fäule* (Jowett i in., 1987) został ostatnio zakwestionowany. Namagnesowanie tych osadów utrwaliło się najprawdopodobniej na przełomie permu i triasu (Nawrocki, 1997).

#### Permsko-triasowe krzywe pozornej wędrówki bieguna charakterystycznego dla stabilnej Europy i Sudetów

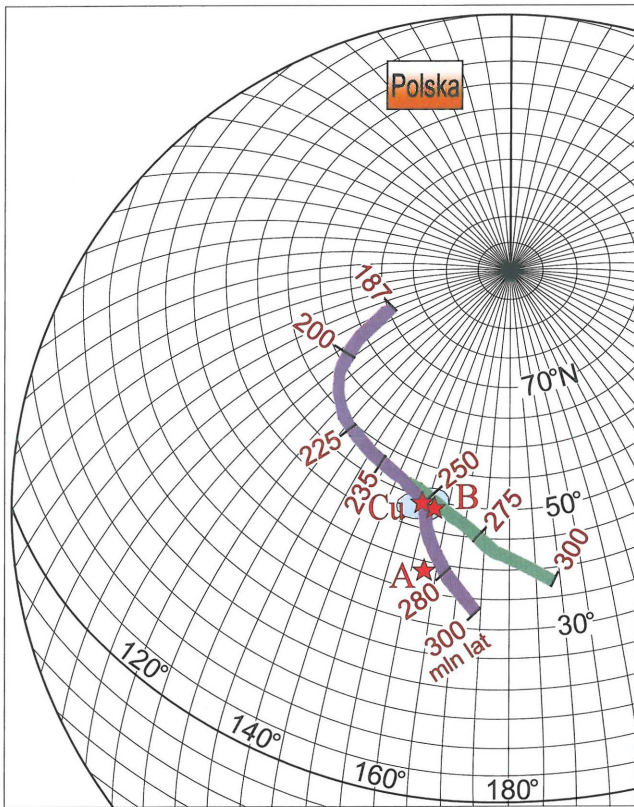
Obliczenie oraz wygładzenie krzywych pozornej wędrówki bieguna wykonano tutaj za pomocą programu komputerowego GMAP dla Windows (Torsvik & Smethurst, 1994). Procedurę wygładzania przeprowadzono za pomocą metody splinów sferycznych. Zastosowano parametr wygładzania 200 oraz rozdzielczość czasową 2,5 mln lat. Bieguny użyte do konstrukcji krzywej referencyjnej dla stabilnej Europy zestawiono w tab. 2. Bieguny te charakteryzowały się wysokim współczynnikiem jakości ( $Q > 4$ , zob. Van der Voo, 1993). Permski i wczesnotriasowy zbiór paleobiegunów pochodził wyłącznie z obszaru paleokontynentu Baltiki. Nie włączano tutaj biegunów z zachodniej Europy z uwagi na permską mobilność postulowaną w niektórych miejscach tego obszaru. Na rycinie przedstawiającej tak utworzoną krzywą pozornej wędrówki paleobieguna charakterystycz-

nego dla stabilnej Europy (ryc. 2) umieszczono wczesno- i późnopermskie bieguny z masywu czeskiego (bieguny A i B) oraz przytoczony w tab. 1 biegun ze zmineralizowanych sudeckich osadów dolnego cechsztynu (utwory tzw. *Rote Fäule*). Bieguny te ściśle nawiązują swoim położeniem do odpowiadających im wiekowo fragmentów krzywej europejskiej. Górnokarbońskie i dolnopermskie paleobieguny z polskiej części Sudetów, które zestawiono w tab. 1, odbiegają od kilku do 20 $^{\circ}$  na zachód od krzywej europejskiej. Z tego też powodu dla całego zbioru danych sudeckich sporządzono odrębną krzywą pozornej wędrówki paleobieguna. Krzywa ta zbiega się z krzywą europejską na przełomie permu i triasu (ryc. 2).

#### Implikacje tektoniczne

Na ryc. 3 przedstawiono wartości kąta odchylenia deklinacji kierunków charakterystycznych, które otrzymano w obrębie poszczególnych sudeckich odsłoneń, od równoległych kierunków charakterystycznych dla stabilnej Europy, obliczonych z krzywej referencyjnej po przeliczeniu na współrzędne geograficzne porównywanego miejsca badań. Jednakowe co do zwrotu odchylenie od krzywej referencyjnej wszystkich późnokarbońskich i dolnopermskich kierunków (biegunów) paleomagnetycznych, które otrzymano na obszarze niecek sudeckich, jest spowodowane zapewne tym samym zjawiskiem tektonicznym. Krzywa referencyjna dla platformy wschodnioeuropejskiej jest bardzo dobrze zdefiniowana. Obserwowanych rozbieżności nie można więc łączyć ze zwykłym rozrzutem biegunów paleomagnetycznych na tle źle zdefiniowanej krzywej referencyjnej. Jednolity zwrot i zróżnicowane wartości kąta odchylenia wskazują, że badane formacje skalne podlegały w różnym stopniu



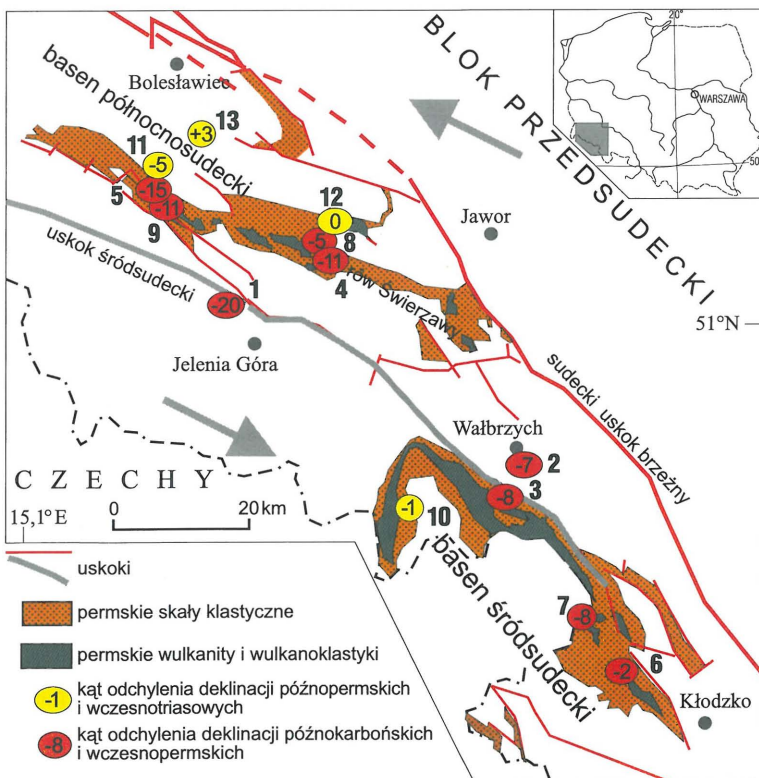


**Ryc. 2.** Ścieżki pozornej wędrówki północnego bieguna paleomagnetycznego charakterystycznego dla stabilnej Europy (przedstawiony w kolorze niebieskim odcinek późnokarbońsko-wczesnojurajski) oraz polskiej części Sudetów (wykreślony kolorem zielonym odcinek późnokarbońsko-środkowotriasowy). Gwiazdkami zaznaczono bieguny paleomagnetyczne uzyskane na obszarze masywu Bohemii (A — biegun wczesnopermski Krsa & Prunera, 1995; B — biegun późnopermski Reisingera i in., 1994) oraz biegun paleomagnetyczny uzyskany przez Jowetta i in., (1987) z osadów Rote Fäule basenu północnosudeckiego (biegun Cu)

**Fig. 2.** Late Carboniferous-early Jurassic segment of the apparent polar wander path (APWP) for stable Europe (blue) and Late Carboniferous-Middle Triassic segment of the APWP prepared for Sudetes (green). Paleomagnetic poles isolated in the Bohemian Massif (A — early Permian pole of Krs & Pruner, 1995; B — late Permian pole of Reisinger *et al.*, 1994) and from the Rote Fäule formation of the North Sudetic Basin (Cu — pole of Jowett *et al.*, 1987) are marked by asterisks

niewielkiej (do 20°) lewoskrętnej rotacji tektonicznej. Rotacji tej nie można wiązać z regionalną rotacją masywu Bohemii, ponieważ permskie bieguny uzyskane na obszarze Bohemii wykazują dobrą zbieżność z krzywą referencyjną (ryc. 2). Co więcej, dolnopermski biegun uzyskany z sudeckich plutonów granitowych (Halvorsen i in., 1989) również nie odbiega od krzywej referencyjnej. Wobec tych faktów najprawdopodobniejszą przyczyną lewoskrętnych rotacji skał permskich z basenów północno- i śródsudeckiego była

aktywność przesuwca podłoża tych basenów. Niewielki lewoskrętny ruch przesuwcy podłoża wzdłuż głęboko zakorzenionych waryscyjskich (lub starszych) dyslokacji powinien manifestować się właśnie w niewielkich i zarazem zróżnicowanych co do amplitudy rotacjach skał pokrywy osadowej oraz skał budujących małe ciała wulkaniczne. Lewoskrętna aktywność tektoniczna, której przejawy odkryto wokół lineamentu Łaby (Mattern, 1996), była więc najprawdopodobniej zjawiskiem szerszym, obejmującym



**Ryc. 3.** Schematyczna mapka obrazująca wschodnie utworów dolnego permu w Sudetach (wg Mastalerza & Wojewody, 1988). Strzałkami zaznaczono zwrot postulowanej permskiej aktywności przesuwczej. Cyfry w obrębie kółek, które naniesiono w miejscach badań paleomagnetycznych, oznaczają odchylenia otrzymanych w tych miejscach deklinacji charakterystycznych od równowiekowych deklinacji otrzymanych na obszarze stabilnej Europy (wartości ujemne wskazują rotację deklinacji przeciwną do ruchu wskazówek zegara)

**Fig. 3.** Sketch map of the lower Permian outcrops in Sudetes (after Mastalerz & Wojewoda, 1988). Presumed direction of Permian strike-slip activity is marked by arrows. Numbers inside the circles, that point sites of paleomagnetic investigations, indicate deviation of obtained characteristic declinations from coeval declinations characteristic for stable Europe (negative values indicate anticlockwise sense of rotation of Sudetic declination)

również niezbyt oddalone na NE systemy uskoków do niego równoległych np. uskok śródsudecki, rozłam śląsko-lubuski (por. Oberc, 1993). Aleksandrowski i in. (1997) wskazują na lewoskrętną aktywność przesuwczą uskoku śródsudeckiego w okresie późny wizen–wczesny perm. Z opinią tych autorów nie zgadza się jednak Cymerman (1998), który interpretuje uskok śródsudecki wyłącznie jako system kruchych dyslokacji zrzutowych. Późnopaleozoiczną aktywność przesuwczą w strefie położonej między płytą europejską i afrykańską sugerowali Arthaud i Matte (1977). Jednak autorzy ci zakładali nie lewoskrętny, lecz prawoskrętny zwrot przemieszczeń wzdłuż strefy tektonicznej Łaby i szeregu równoległych stref dyslokacyjnych. Powstała rozbieżność można wytłumaczyć zmianą reżimu tektonicznego w późnym karbonie. Prawoskrętny system przemieszczeń funkcjonował w reżimie transpresyjnym, który panował w karbonie pomiędzy przemieszczającą się najprawdopodobniej ze wschodu na zachód północną częścią płyty afrykańskiej a płytą europejską. Przemieszczenia lewoskrętne mogły powstawać w warunkach transtensji, występującej przy tym samym kierunku ruchu płyty afrykańskiej. Skutkiem tej transtensji było formowanie się szeregu rowów tektonicznych z utworami stefanu i permu.

Postulowane tutaj przemieszczenia tektoniczne wygasły zapewne w późnym permie, kiedy to sudecka krzywa pozornej wędrówki paleobieguna zbiega się z krzywą referencyjną dla stabilnej Europy (ryc. 2). Permska aktywność przesuwczą głębokich stref rozłamowych mogła otwierać drogę zjawiskom mineralizacyjnych obserwowanych na obszarze basenu północnosudeckiego oraz w innych miejscach permskiego basenu centralnej Europy.

### Wnioski

Wszystkie późnokarbońskie i wczesnopermskie północne bieguny paleomagnetyczne, które otrzymano na obszarze basenów północno- i śródsudeckiego, są oddalone od kilku do dwudziestu stopni na zachód od późnokarbońskiego i permskiego odcinka krzywej pozornej wędrówki bieguna charakterystycznego dla stabilnej Europy.

Obserwowane odchylenie sudeckich biegunów paleomagnetycznych od krzywej referencyjnej jest odzwierciedleniem niewielkich lewoskrętnych rotacji badanych formacji skalnych wokół lokalnych osi pionowych.

Dane paleomagnetyczne wskazują, że sedymentacja permskich utworów na obszarze sudeckim nie zachodziła w prostym ekstensyjnym reżimie tektonicznym. Sedymentacja ta odbywała się najprawdopodobniej w warunkach transtensji, której przejawem są zdefiniowane paleomagnetycznie lewoskrętne rotacje tektoniczne.

### Literatura

ALEKSANDROWSKI P., KRYZA R., MAZUR S. & ŻABA J. 1997 — Kinematic data on major Variscan strike-slip faults and shear zones in the Polish Sudetes, northeast Bohemian Massif. *Geol. Mag.*, 134: 727–739.  
 ARTHAUD F. & MATTE P. 1977 — Late Paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Afrika: Result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geol. Soc. Amer. Bul.*, 88: 1305–1320.  
 BIRKENMAJER K., GROCHOLSKI A., MILEWICZ J. & NAIRN A.E.M. 1968a — Palaeomagnetic studies of Polish rocks. II. The Upper

Carboniferous and Lower Permian of the Sudetes. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 38: 435–474.  
 BIRKENMAJER K., KRS M. & NAIRN A.E.M. 1968b — A paleomagnetic study of Upper Carboniferous rocks from the Inner Sudetic Basin and the Bohemian Massif. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 79: 589–608.  
 COGNE J.P., BRUN J.P. & VAN DEN DRIESSCHE J. 1990 — Paleomagnetic evidence for rotation during Stephano-Permian extension in southern Massif Central (France). *Earth Planet. Sc. Lett.*, 101: 272–280.  
 CYMERMAN Z. 1998 — Uskok śródsudecki a regionalne strefy ścinań podatnych w Sudetach. *Prz. Geol.*, 46: 609–616.  
 EDEL J.B. & DURINGER Ph. 1997 — The apparent polar wander path of the European plate in Upper Triassic–Lower Jurassic times and the Liassic intraplate fracturing of Pangaea: new palaeomagnetic constraints from NW France and SW Germany. *Geophys. J. Int.*, 128: 331–344.  
 HALVORSEN E., LEWANDOWSKI M. & JELEŃSKA M. 1989 — Paleomagnetism of the Upper Carboniferous Strzegom and Karkonosze Granites and the Kudowa Granitoid from the Sudetes Mountains Poland. *Phys. Earth and Planet. Inter.*, 55: 54–64.  
 JOWETT E.C., PEARCE G.W. & RYDZEWSKI A. 1987 — A mid-Triassic Paleomagnetic Age of the Kopferschiefer Mineralization in Poland, Based on a Revised Apparent Polar Wander Path for Europe and Russia. *J. Geophys. Res.*, 92: 581–598.  
 KĄDZIAŁKO-HOFMOKL M. & EL-HEMALY I. 1996 — Paleomagnetic investigations of Carboniferous sediments from the Intra-Sudetic Basin, Southern Poland. Part I: Stephanian — Autunian deposits. *Acta Geoph. Pol.*, 44: 252–276.  
 KRS M. & PRUNER P. 1995 — Palaeomagnetism and Palaeogeography of the Variscan Formations of the Bohemian Massif, Comparison with other European Regions. *J. Czech Geol. Soc.*, 40: 3–46.  
 MASTALERZ K. 1990 — Lacustrine successions in fault-bounded basins: 1. Upper Anthracosia Shale (Lower Permian) of the North Sudetic Basin, SW Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 60: 75–106.  
 MASTALERZ K. & NEHYBA S. 1997 — Porównanie wybranych sekwencji osadów jeziornych czerwonego spągowca z basenów: śródsudeckiego, północnosudeckiego i boskowskiego. *Geol. Sudet.*, 30: 21–57.  
 MASTALERZ K. & WOJEWODA J. 1988 — Rotliegendes sedimentary basins in the Sudetes (Central Europe). [In:] Guidebook to International Workshop „Rotliegendes lacustrine basins”, Książ Castle, Poland, 26–28 October, IGCP Project 219.  
 MATTERN F. 1996 — The Elbe zone at Dresden — a Late Paleozoic pull-apart intruded shear zone. *Z. dt. geol. Ges.*, 147: 57–80.  
 NAWROCKI J. 1995 — Permian paleomagnetic results from Poland — magnetostratigraphic and paleotectonic implications. *Terra Nostra*, 7: 101–102.  
 NAWROCKI J. 1997 — Permian to Early Triassic magnetostratigraphy from the Central European Basin in Poland: Implications on regional and worldwide correlations. *Earth Planet. Sc. Lett.*, 152: 37–58.  
 NAWROCKI J. & ŻELAŻNIEWICZ A. 1996 — Palaeomagnetism of the Lower Palaeozoic rocks from the Western Sudetes, SW Poland — preliminary report. *Geol. Quart.*, 40: 337–352.  
 NEMEC W. 1981 — Tectonically controlled alluvial sedimentation in the Słupiec Formation (Lower Permian) of the Intrasudetic basin. *Proc. Int. Symp. Centr. Eur. Permian*, Warsaw: 294–311.  
 OBERC J. 1991 — Systems of main longitudinal strike-slip faults in the vicinity of the Góry Sowie Block (Sudetes). *Kwart. Geol.*, 35: 403–420.  
 OBERC J. 1993 — The role of longitudinal dislocation zones and strike-slip transverse deep fracture of Silesia–Lubusza (Hamburg–Kraków) in formation of main zone of meridional folds on Silesia nad Moravia areas. *Kwart. Geol.*, 37: 1–17.  
 REISINGER J., EDEL J.B. & MAURITSCH H.J. 1994 — Late Carboniferous–Late Permian Palaeomagnetic overprinting of Carboniferous granitoids in southern Bohemian Massif (Austria). *Phys. Earth Planet. Inter.*, 85: 53–65.  
 TORSVIK T.H. & SMETHURST M.A. 1994 — GMAP for Windows (Version 1.0). Geographic mapping and paleoreconstruction package (manuscript).  
 VAN DER VOO R. 1993 — Paleomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus Oceans. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 411.  
 WESTPHAL M., EDEL J.B., KĄDZIAŁKO-HOFMOKL M., JELEŃSKA M. & GROCHOLSKI A. 1987 — Paleomagnetic study of Upper Carboniferous volcanics from Sudetes (Poland). *J. Geophys.*, 61: 90–96.  
 WOJEWODA J. 1987 — Seismites in Lower Permian sediments of Intra-sudetic Basin (SW Poland). *Abstract. Symp. Centr. Eur. Rotliegendes*, Erfurt, 59.