

## WSPÓŁCZESNY PALEOMAGNETYZM JAKO METODA BADAŃ GEOLOGICZNYCH

UKD 550.838.5:551.7.02

Od kiedy B. Brunhes stwierdził występowanie skał namagnesowanych odwrotnie minęło już ponad 80 lat. Jednak dynamiczny rozwój paleomagnetyzmu to przede wszystkim ostatnie trzydziestolecie. Nagromadzenie dużej ilości danych oraz rozwój technik badawczych i metod interpretacyjnych pozwoliło określić możliwości tej metody w kontekście jej przydatności dla potrzeb geologii (stratygrafii i tektoniki). Wiele trudności natury subiektywnej i obiektywnej określa dotychczasowe granice stosowalności paleomagnetyzmu w badaniach geologicznych. Wraz z rozwojem metody paleomagnetycznej, a także z coraz lepszym stanem rozpoznania budowy geologicznej skorupy ziemskiej, trudności natury subiektywnej są stopniowo eliminowane.

W Państwowym Instytucie Geologicznym od kilkunastu lat prowadzone są badania paleomagnetyczne osadów plejstocenijskich. Początkowo (1972–1976) prowadzono je w Pracowni Paleomagnetycznej dr A. Dąbrowskiego, a później pracami tymi zajmował się tylko inż. M. Tkacz. Obecnie w ramach Pracowni Struktur Przypowierzchniowych (kierowanej przez dr hab. Cz. Królikowskiego) działa zespół paleomagnetyków, w którym oprócz inż. M. Tkacza uczestniczy autor niniejszego opracowania. W Polsce, poza Państwowym Instytutem Geologicznym, badania paleomagnetyczne prowadzi Pracownia Paleomagnetyczna Instytutu Geofizyki PAN oraz Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych.

## BADANIA PALEOMAGNETYCZNE – TRUDNOŚCI SUBIEKTYWNE I OBIEKTYWNE

Jednym z czynników fizycznych oddziałujących na litosferę jest pole geomagnetyczne. Bezpośrednie badania jego właściwości oraz skutków działania na skały obserwowanych w postaci magnetyzmu szczątkowego, pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

– obecna i dawna morfologia pola geomagnetycznego wskazuje, że główna jego część pochodzi od źródła dipolowego, znajdującego się we wnętrzu Ziemi;

– zwrot dipola geomagnetycznego ulegał często w historii geologicznej Ziemi zmianie o około 180°;

– położenie biegunów geomagnetycznych względem litosfery zmieniało się z czasem, przy czym dla każdej odrębnej strukturalnie części litosfery (płyty) można wyznaczyć charakterystyczną drogę pozornej wędrówki paleobieguna (paleokierunku).

Cechy morfologiczne, jednoczesna w geologicznej skali czasu zmienność globalna oraz ciągła, zapewne obecność pola geomagnetycznego w historii Ziemi, stworzyły możliwość wykorzystania go do korelacji przestrzennej i czasowej skał. Jest to możliwe dzięki zdolności skał zawierających minerały magnetycznie czynne (np. magnetyt, hematyt, getyt) do uzyskania i zachowywania naturalnej pozostałości magnetycznej (NRM) o kierunku i zwrocie lokalnego pola działającego na skały w okresie ich powstawania.

W rzeczywistości NRM jest na ogół wektorem wypadkowym wielu składowych, przy czym nie zawsze zawiera składową pierwotną, tj. tą związaną z czasem powstania skały. W tym miejscu trzeba podkreślić, że nawet wtórne składowe NRM mogą nam dostarczyć cennych informacji o historii geologicznej skał. Wyodrębnienie poszczególnych składowych NRM następuje w laboratorium, na drodze obserwacji zachowania się wektora pozostałości magnetycznej próbki skalnej, poddanej działaniu wybranego czynnika fizycznego (zmiennego pola magnetycznego, temperatury). Określając czas utrwalenia się stabilnej składowej NRM możemy datować proces geologiczny, który utrwalił namagnesowanie skały tj. sedymentację, metamorfizm termiczny, zmiany chemiczne itp. Z procesami tymi wiąże się poszczególne rodzaje pozostałości magnetycznej (ryc. 1).

W celu określenia czasu utrwalenia się stabilnej składowej NRM stosuje się dwie uzupełniające się wzajemnie skale magnetostratygraficzne, tj. skalę zmian polarności oraz skalę zmian położenia paleobieguna (lub paleokierunku) w układzie współrzędnych geograficznych. Są one związane ze skalą stratygraficzną za pomocą datowań radiome-

trycznych lub biostratygraficznych. Paleokierunek określamy podając, wyliczone na podstawie danych z pomiarów laboratoryjnych, wartości deklinacji i inklinacji oraz punkt zaczepienia wektora NRM w układzie współrzędnych geograficznych. Paleokierunek możemy zawsze przekształcić w paleobiegun. Kierunki uzyskane z poszczególnych próbek uśredniamy najpierw na poziomie próbki, a potem wartości charakterystyczne dla niej uśredniamy na poziomie odsłonięcia. Stopień ufności wyników określamy stosując analizę statystyczną na sferze R.A. Fishera, którą przeprowadza się w obrębie próbki, odsłonięcia itd.

Cykl standardowych badań paleomagnetycznych można zamknąć w kilku następujących punktach:

- pobranie i przygotowanie próbek do badań,
- pomiary wektora namagnesowania z biegiem rozmagnesowania próbek,
- obliczenie i analiza statystyczna kierunków paleomagnetycznych.
- badania nośników NRM,
- pomiary podatności magnetycznej,
- interpretacja danych.

Przedstawiony powyżej bardzo krótki zarys podstaw metody paleomagnetycznej prawdopodobnie utwierdził czytelnika w przekonaniu, że ma przed sobą metodę, którą można rozwiązać niemal każdy problem stratygraficzny lub tektoniczny. Rzeczywistość nie jest jednak tak optymistyczna. Istnieje wiele trudności ograniczających stosowność metody paleomagnetycznej w geologii. Są to między innymi:

- całkowite przemagnesowanie skały;
- częściowe przemagnesowanie skały i w związku z tym częsta obecność składowych namagnesowania o zakrytych spektrach temperatur blokujących lub koercji:

– brak dostatecznej ilości nośników namagnesowania w skale i w związku z tym małe natężenia NRM, często poniżej progu czułości aparatury pomiarowej;

– odchylenie inklinacji i deklinacji od wartości rzeczywistych spowodowane dopasowaniem się nośników NRM do struktury sedimentacyjnej osadu. kompaktcją, a także anizotropią podatności magnetycznej;

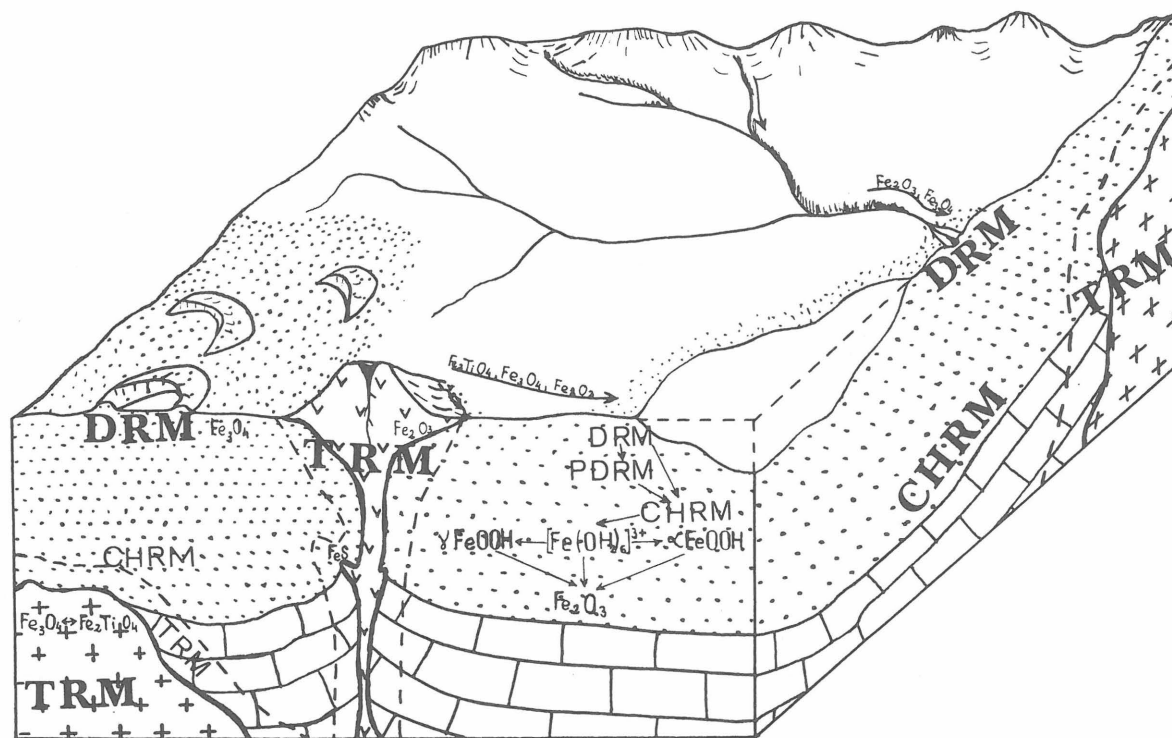
– niedoskonałości w używanym przy pracach laboratoryjnych oprzyrządowaniu (zbyt mała czułość, niedostateczne ekranowanie urządzeń rozmagnesowujących od współczesnego pola geomagnetycznego);

– niedostateczne rozpoznanie budowy geologicznej badanego obszaru;

– ograniczona dostępność do calizny skalnej i co się z tym wiąże, wciąż jeszcze nie opracowana tania metoda orientacji rdzeni wiertniczych (wysokie koszty dotychczasowych metod powodują, że są one stosowane rzadko i w nielicznych krajach).

Głównymi czynnikami przemagnesowującymi skały są przeobrażenia chemiczne nośników namagnesowania oraz ich metamorfizm termiczny. Przekroczenie charakterystycznych dla poszczególnych nośników temperatur blokujących (np. dla magnetytu ok. 560°) powoduje zanik pierwotnego uporządkowania magnetycznego. Także długotrwałe oddziaływanie podwyższonej temperatury powoduje relaksację namagnesowania (zgodnie z formułą: czas relaksacji  $= \frac{1}{c} \cdot \frac{VHJ}{2KT}$ ; gdzie  $K$  – stała Boltzmanna,  $c$  – stała fizyczna równa  $10^{10} \text{ sek}^{-1}$ ,  $T$  – temperatura,  $V$  – objętość ziarn magnetycznie czynnych,  $H$  – koercja,  $J$  – namagnesowanie nasycenia).

Jeśli nośniki namagnesowania przeobrażają się podczas rozmagnesowywania termicznego (np. utlenia się pirotytyn)



Ryc. 1. Występowanie różnych typów naturalnej pozostałości magnetycznej w środowisku geologicznym

Fig. 1. Occurrence of various types of natural remanent magnetization in geological environment

DRM – detrytyczna pozostałość magnetyczna, PDRM – postdepozycyjna pozostałość magnetyczna (efekt kompaktacji, bioturbaacji itp.), CHRM – chemiczna pozostałość magnetyczna, TRM – termiczna pozostałość magnetyczna

DRM – detrital remanent magnetization, PDRM – postdepositional remanent magnetization (effects of compaction, bioturbation, etc.), CHRM – chemical remanent magnetization, TRM – thermoremanent magnetization

i wynikiem tego jest wyraźny wzrost podatności magnetycznej badanej próbki skalnej, to musimy niestety w tym miejscu przerwać rozmagnesowywanie termiczne i liczyć tylko na efekty rozmagnesowywania polem zmiennym, które są w przypadku skał osadowych często mierne.

Problem separacji składowych wektora NRM został w dużej mierze rozwiązany (3, 6), ale nie zawsze jesteśmy zdolni określić, czy składowa najstarsza jest synchroniczna z momentem powstania skały. W wielu przypadkach wtórne składowe, związane z procesami postsedymantacyjnymi są bardzo stabilne i przyjęcie ich za wektory pierwotne obarcza korelację stratygraficzną błędami trudnymi do oszacowania. Ponadto w sytuacji, kiedy obecne są składowe o ukrytych spektrach koercji (lub temperatur blokujących) trudno jest precyzyjnie ustalić ich kierunek (ryc. 2).

Jak wykazano w pracach doświadczalnych nad osadem z detrytyczną pozostałością magnetyczną, błąd inklinacji może przekraczać tu 20° (5). O podobny rząd wielkości może być odchyłony kierunek NRM w przypadku, gdy skała wykazuje anizotropię podatności magnetycznej. Odchylenie otrzymanego paleokierunku od rzeczywistego może też nastąpić podczas procesu rozmagnesowywania próbek, kiedy to wektor współczesnego pola geomagnetycznego przenika przez wciąż jeszcze niedoskonałe ekrany i nakłada się na NRM. Właśnie prace w kierunku udoskonalenia elementów ekranujących są obecnie jednym z głównych zadań stawianych przed konstruktorami aparatury paleomagnetycznej.

Badania paleomagnetyczne ułatwia dobra znajomość podstaw budowy geologicznej (stratygrafii, tektoniki, geochemii) rejonu badań. Znajomość podstawowych założeń tektoniki badanego obszaru jest konieczna zwłaszcza przy badaniach magnetostratygraficznych osadów nieławicowych. Prowadzenie badań paleomagnetycznych dla potrzeb tektoniki wymaga chociażby przybliżonego przyporządkowania stratygraficznego opróbowywanych skał. Uwagi powyższe wskazują na to, że metoda paleomagnetyczna najlepiej funkcjonuje w połączeniu z innymi metodami badań geologicznych.

#### POZYCJA MAGNETOSTRATYGRAFII W KOMPLEKSIE METOD STRATYGRAFICZNYCH

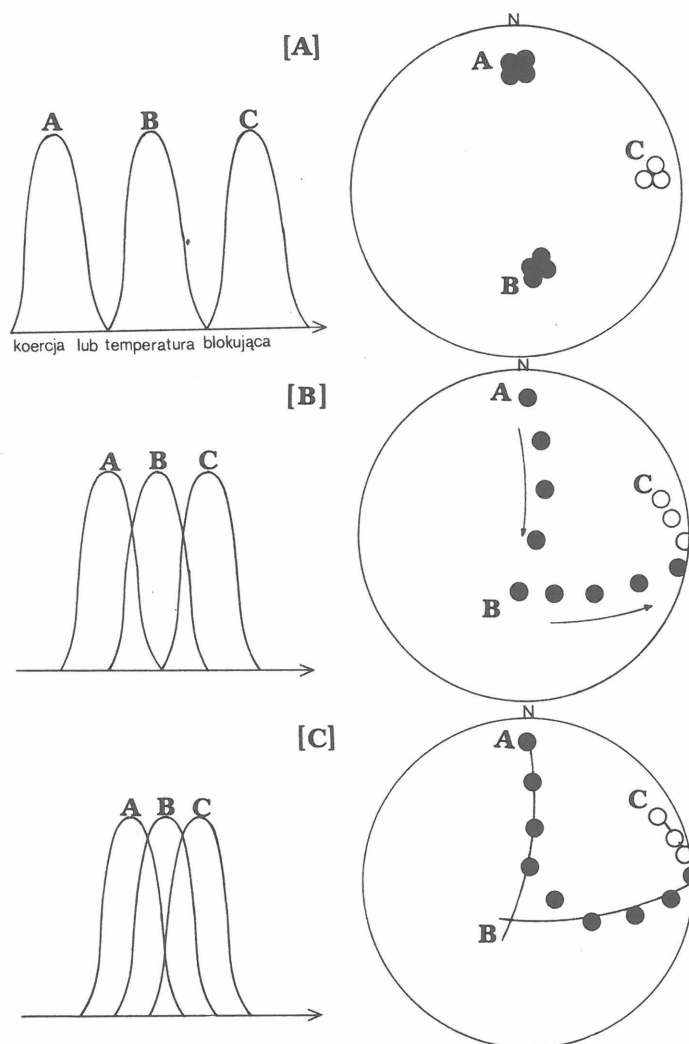
Zastosowanie wyników badań paleomagnetycznych w stratygrafii wymaga spełnienia warunków określonych przez Podkomisję Skali Polarności, która działa w ramach Międzynarodowej Komisji Stratygraficznej (10). Między innymi wymagane jest wielokrotne opróbowanie poszczególnych poziomów stratygraficznych oraz powtarzanie profili badawczych na różnych odsłonięciach. Dla celów magnetostratygrafii wykorzystywane są:

- zmiany pozycji średniego paleokierunku (paleobieguna);
- zmiany polarności paleodipola;
- zmiany pola geomagnetycznego niższego rzędu, np. wiekowe.

Dla każdej odrębnej strukturalnie części litosfery (płyty) można wyznaczyć charakterystyczną drogę wędrówki paleobieguna (paleokierunku) geomagnetycznego. Porównując kierunek wyodrębnionej składowej NRM z krzywą wędrówki paleobieguna, którą wyznacza się na podstawie wyników badań paleomagnetycznych dobrze datowanych (biostratygraficznie, radiometrycznie) skał, możemy określić jej wiek. Dokładność tej metody jest jednak nieduża, średnio rzędu 50–100 mln lat (8). Jednak jeśli istnieją duże rozbieżności poglądów co do wieku danych skał, to metoda ta wystarcza w zupełności. Za przykład mogą posłużyć tutaj badania

paleomagnetyczne, których celem było określenie wieku lejów krasowych z zachodniej części Gór Świętokrzyskich (9). Przed podjęciem badań paleomagnetycznych leje te uważano za trzeciorzędowe lub permsko-triasowe. Otrzymane wyniki bezspornie wskazują na to, że są one z tego drugiego okresu (ryc. 3).

Strefy z określoną polarnością magnetyczną, a także miejsca jej zmian (inwersje) odnoszone do magnetycznej skali polarności, zapewniają globalną, niezależną od facji korelację skał. Oczywiście jest to korelacja nie pozbawiona błędów, zwłaszcza tam, gdzie mamy – przy dużej częstotliwości inwersji – luki w profilach.



Ryc. 2. Schemat separacji otrzymanych z biegiem rozmagnesowywania składowych naturalnej pozostałości magnetycznej

[A] – projekcja stereograficzna składowych namagnesowania o rozdzielonych spektrach koercji (lub temperatury blokującej); [B] – składowe mają częściowo zachodzące spektra koercji, [C] – spektra koercji zachodzą już znacznie, co poważnie utrudnia określenie pozycji składowej B (wg 3)

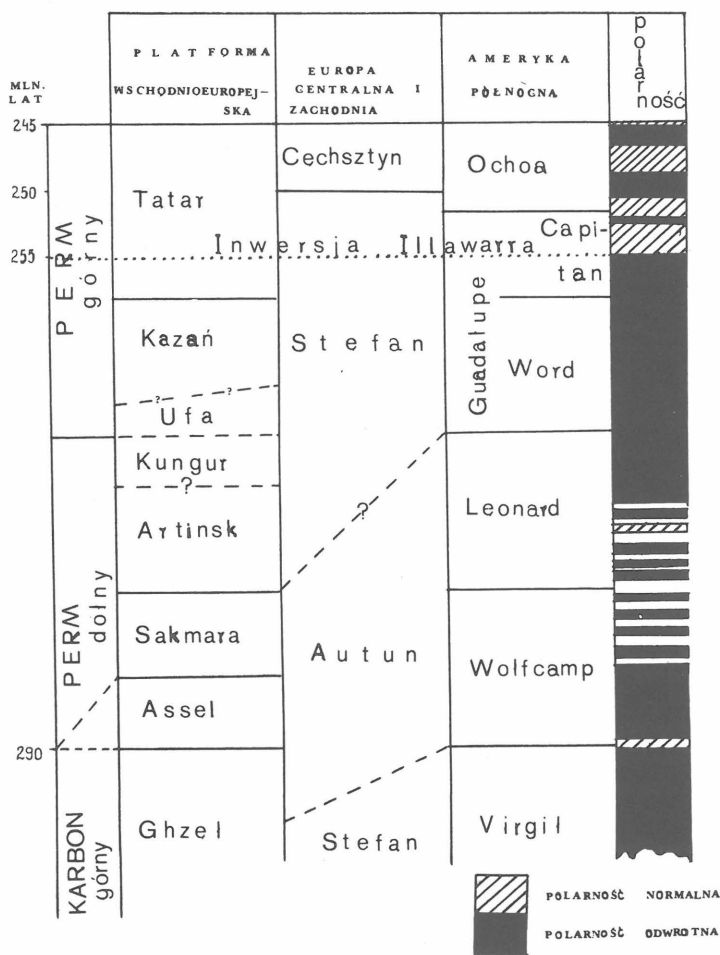
Fig. 2. Separation of multicomponent NRM for estimating direction of a pole. The stereonet shows direction of vectors removed sequentially by demagnetization; open symbols are projected on the upper hemisphere

[A] No overlap in components, all lines and planes may be found. [B] Slight overlap between neighbours, lines and planes are still present. [C] Component B completely overlaps A and C, with a slight A–C overlap. No linear part of B remains

Jednostki magnetostratygraficzne polarności są obecnie powszechnie wyróżniane na świecie. Jednak przy definiowaniu granic stratygraficznych stosuje się je bardzo ostrożnie. Nawet wtedy, gdy na pograniczu jednostek stratygraficznych następują wyraźne zmiany polarności magnetycznej (np. karbon/perm, perm/trias, santon/kampan, pliocen/plejstocen) traktuje się je jako istotny, ale nigdy główny element określający granicę (11).

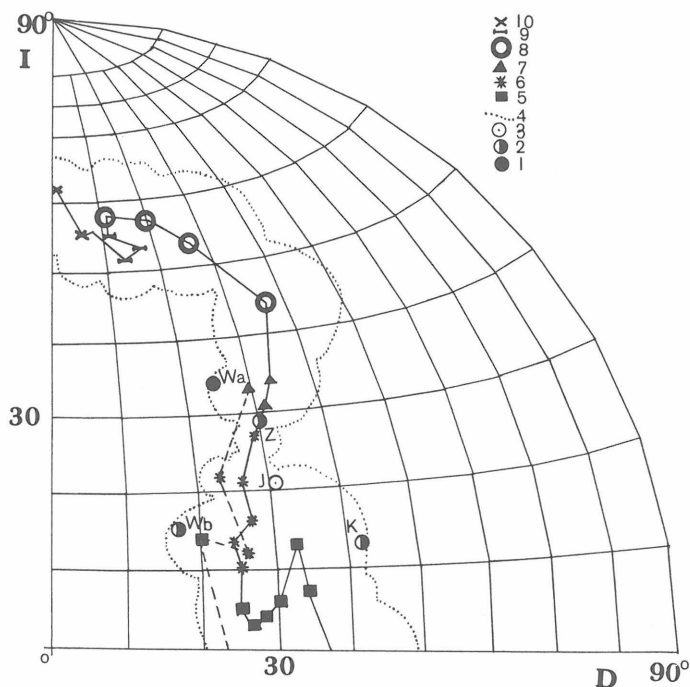
Skala polarności magnetycznej jest najrzetelniej opracowana dla kenozoiku (1). Stworzono ją głównie na bazie datowań metodą potasowo-argonową law bazaltowych, w obrębie których stwierdzono zapis paleomagnetyczny okresów o normalnej i odwróconej polarności. Bardzo pomocne były też, oparte głównie na faunie otwornicowej, datowania biostratygraficzne. Kontynuacje skali aż do środkowej jury zapewniły badania pasowych anomalii magnetycznych na dnach oceanów. Wszystkie okresy z dominacją normalnej polarności, które wyróżniono w obrębie skali, zostały oznaczone cyframi i literami (ryc. 4).

Innym okresem, gdzie inwersje pola geomagnetycznego powszechnie wykorzystuje się dla potrzeb stratygrafii jest najmłodszy paleozoik. Zadecydował o tym specyficzny charakter pola w tym okresie oraz ogólny niedobór innych wskaźników stratygraficznych. W karbonie i w permie dominował odwrócony kierunek pola. Dopiero w najwyższym permie zaczął się okres z mieszaną polarnością pola geomagnetycznego (ryc. 5). Na uwagę zasługuje również



Ryc. 3. Korelacja magnetostratygraficzna standardowych profili permu (wg 8)

Fig. 3. Magnetostratigraphic correlation of the Permian standard profiles



Ryc. 4. Paleokierunki otrzymane z osadów krasowych z zachodniej części Gór Świętokrzyskich na tle kierunków charakterystycznych dla regionu świętokrzyskiego, które obliczono (7) na podstawie kierunków charakterystycznych dla platformy wschodnioeuropejskiej (linia przerywana) i Eurazji (linia ciągła)

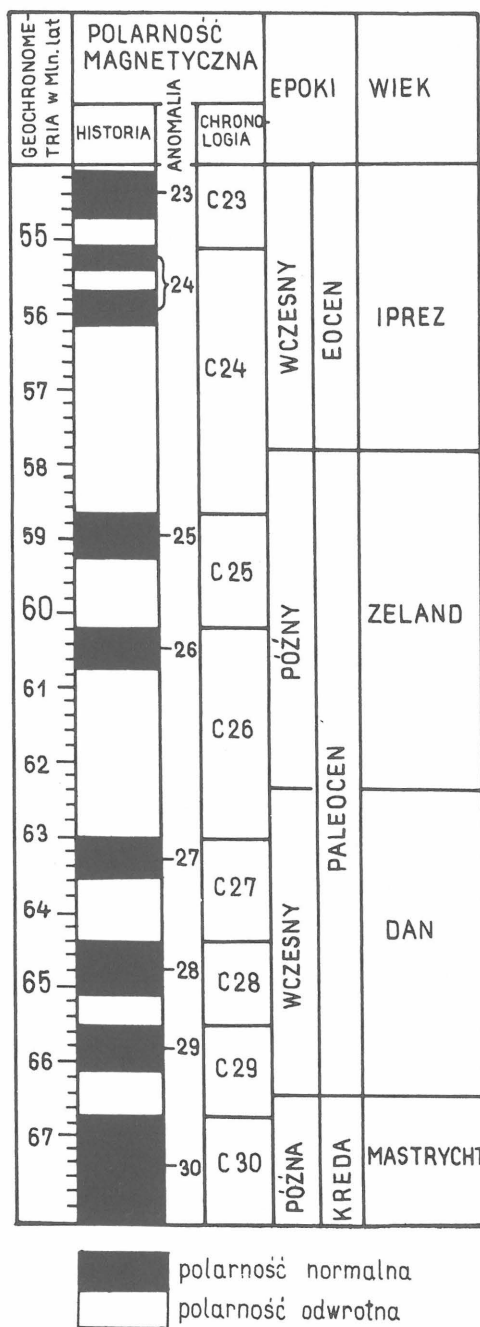
1 – paleokierunki o polarności normalnej, 2 – paleokierunki o polarności mieszanej, 3 – paleokierunki o polarności odwróconej, 4 – granica obszaru ufności, 5 – karbon, 6 – perm, 7 – trias, 8 – jura, 9 – kreda, 10 – trzeciorzęd. Poszczególne symbole literowe oznaczają kierunki otrzymane z następujących odsłoneń: J – Jaworznia, K – Kadzielnia, Wa i Wb – Wietrznia, Z – Zelejowa (wg 9)

Fig. 4. Paleodirections obtained for the infills of karst forms from western part of the Holy Cross Mts shown at the background of directions characteristic for the region of the Holy Cross Mts. The latter were calculated (7) on the basis of directions characteristic of the East-European Platform (broken line) and Eurasia (continuous line)

1 – normal polarity, 2 – mixed polarity, 3 – reversed polarity, 4 – border of area, 5 – Carboniferous, 6 – Permian, 7 – Triassic, 8 – Jurassic, 9 – Cretaceous, 10 – Tertiary. Letter symbols denote directions obtained for the following localities: J – Jaworznia, K – Kadzielnia, Wa and Wb – Wietrznia, Z – Zelejowa (after 9)

krótkotrwałe odwrócenie kierunku pola (powrót do normalnego), które pokrywa się z granicą karbonu z permem.

Zupełnie inny charakter mają badania magnetostratygraficzne skał plejstocénskich. Dla potrzeb korelacji wykorzystuje się tu stosunkowo krótkotrwałe i nieliczne inwersje (tzw. zdarzenia paleomagnetyczne), a także różnokresowe zmiany pola geomagnetycznego, które mają wyłącznie regionalny charakter. Paleomagnetycy, którzy prowadzą badania osadów plejstocénskich, borykają się z wieloma trudnościami. W obrębie skał plejstocenu obfitujących w luki stratygraficzne bardzo trudno jest natknąć się na osad namagnesowany odwrótnie (2). Nawet wtedy, gdy się wykryje osad inwersyjny, to trudno go przyporządkować konkretnemu zdarzeniu, ponieważ oznaczenia wieku jak do tej pory (głównie metodą termoluminescencji) są obciążone znacznymi i trudnymi do dokładnego określenia błędami.



Ryc. 5. Skala magnetostratygraficzna wczesnego kenozoiku (wg 1)

Fig. 5. Polarity-time scale for the Early Cenozoic (after 1)

W Polsce, mimo wieloletnich już badań paleomagnetycznych, nie podjęto jak dotąd szerszych prac magnetostratygraficznych. Z pewnością magnetostratygrafia może być poważnym narzędziem stratygraficznym dla geologów badających utwory karbonu, permu i dolnego triasu. Metoda magnetostratygraficzna stwarza także szansę precyzyjniejszego niż dotąd podziału i korelacji stratygraficznej osadów fliszu karpackiego. Może być ona również metodą uzupełniającą podział biostratygraficzny skał jurajskich, kredowych i trzeciorzędowych.

Odrębnym problemem są badania paleomagnetyczne rdzeni nieorientowanych. W ich efekcie otrzymujemy przebieg zmian inklinacji (czyli również i inwersje) oraz obraz przebiegu względnej deklinacji. Badania te mają sens dla wszystkich utworów z wyjątkiem tych z płaską inklinacją, tzn. dewońskich i karbońskich. Ponadto odcinki rdzenia

przeznaczone do opróbowania muszą być rzetelnie układane w skrzynkach. Chodzi tutaj głównie o orientację góra – dół.

### ZASTOSOWANIE PALEOMAGNETYZMU PRZY ROZWIĄZYWANIU ZADAŃ TEKTONIKI REGIONALNEJ I GLOBALNEJ

Analiza rozkładu przestrzennego wektorów NRM, utrwalonych w określonej strukturze skalnej, stwarza nam możliwość wyznaczenia wielkości względnej rotacji i względnego przemieszczenia poziomego tej struktury. Jeśli skały tworzą strukturę fałdową, to niekiedy za pomocą metody paleomagnetycznej (tzw. test Grahama) można również określić czas jej powstania (7). Podstawowym warunkiem zastosowania metody paleomagnetycznej dla potrzeb rekonstrukcji przestrzennej skał jest izochroniczność odpowiednich paleokierunków, które wyznaczamy dla porównywanych obszarów. Na skutek korelacji paleokierunków nierównowiekowych możemy popełnić w rekonstrukcji paleotektonicznej znaczne błędy jakościowe i ilościowe.

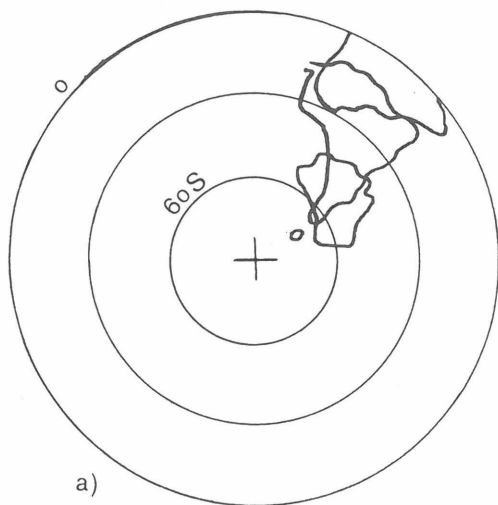
Względne przemieszczenie struktur skalnych (np. płyt litosfery, terranów) możemy określić porównując dane paleomagnetyczne z jednego lub z wielu okresów geologicznych. W tym drugim przypadku możemy wyznaczyć również prędkość przemieszczania się mas skalnych. Inklinacja paleomagnetyczna ( $I$ ) pozwala określić dopełnienie paleoszerokości geograficznej ( $p$ ) miejsca badań zgodnie z równaniem:  $\text{ctg } p = \frac{1}{2} \text{tg } I$ . Jednak deklinacja paleomagnetyczna nie określa nam paleodługości geograficznej miejsca badań i każda jego pozycja na małym kole o promieniu „ $p$ ” wokół bieguna będzie spełniała dane paleomagnetyczne (ryc. 6). Oczywiście w praktyce przyjmuje się najbardziej prawdopodobną pozycję, stosując zasadę „minimalnego przemieszczenia” badanego obszaru (4). Ponadto w praktyce wolno nam interpretować przemieszczenia na odległości większe niż 1100 km. Wynika to z błędów metodyczno-interpretacyjnych, które na sferze rzutów wynoszą najczęściej ok.  $10^\circ$ .

Różnorodne przesłanki geologiczne świadczą o tym, że w przeszłości fragmenty skorupy ziemskiej ulegały również rotacji. Porównanie równowiekowych paleodeklinacji, otrzymanych ze skał budujących korelowane obszary, pozwala nam na określenie kierunku i rozmiaru ewentualnej rotacji. Dokładność interpretacji maleje, gdy badany obszar leżał bliżej paleobieguna geomagnetycznego, ponieważ właśnie w tym kierunku wzrasta błąd, który popełniamy przy wyznaczaniu paleodeklinacji.

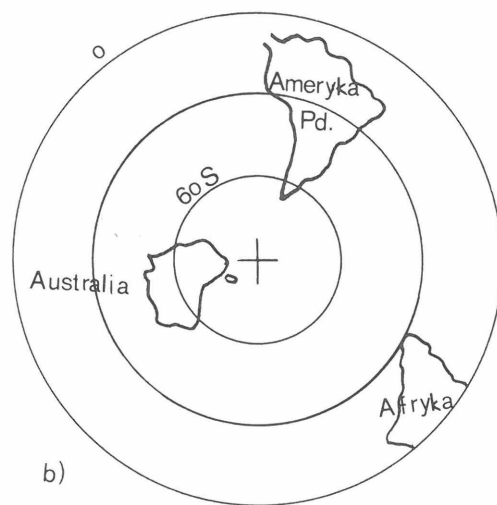
Metoda paleomagnetyczna jest również użyteczna przy rozwiązywaniu lokalnych problemów tektonicznych. Przykładem może być tutaj rekonstrukcja wglębnych struktur tektonicznych, oparta na wynikach badań paleomagnetycznych prób z rdzeni nieorientowanych. Nawet podpierając się danymi sejsmicznymi, trudno zwykle jest określić kierunek upadu ławic w danym otworze wiertniczym. Możemy to uczynić korelując stabilny kierunek paleomagnetyczny z krzywą wędrówki charakterystycznych kierunków paleomagnetycznych. Orientować rdzenie można również bazując na kierunku lepkiej składowej namagnesowania, który jest zwykle zbliżony do kierunku współczesnego pola geomagnetycznego.

W Polsce badania paleomagnetyczne dla potrzeb geologii strukturalnej prowadzone są od kilku lat w Pracowni Paleomagnetycznej Instytutu Geofizyki PAN. Badania te mają na celu rekonstrukcję paleotektoniczną pewnych paleozoicznych struktur skalnych (terranów?) na pod-

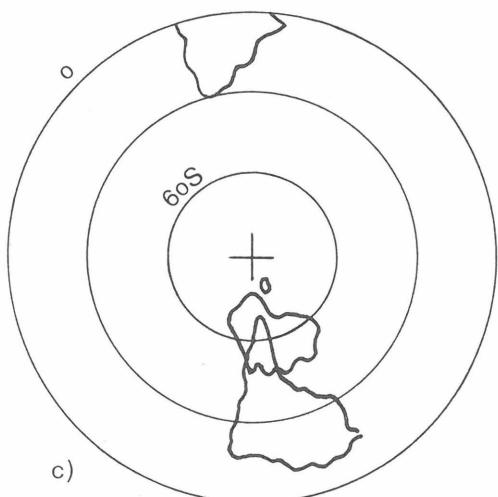




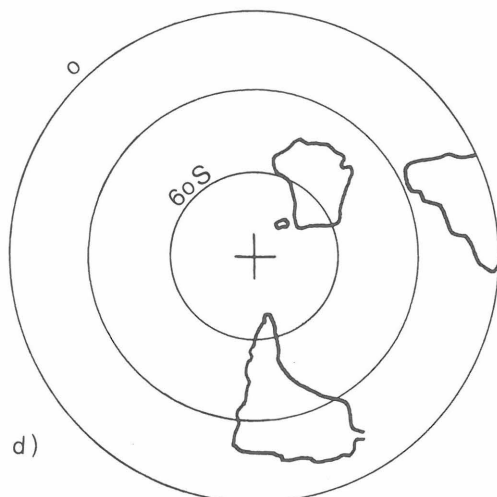
a)



b)



c)



d)

Ryc. 6. „Nieoznaczalność” paleodługości przy wykonywaniu rekonstrukcji paleomagnetycznych. Zgodnie z zasadą „minimalnych przemieszczeń” najprawdopodobniejsza jest rekonstrukcja „b” (wg 4)

Fig. 6. The "indeterminency" of paleolongitude in paleomagnetic reconstructions. In accordance with the principle of minimum movement, the reconstruction "b" is the most probable (after 4)

stawie paleoinklacji otrzymanych z utworów budujących je. W przyszłości paleomagnetyzm należałoby również zastosować przy rozwiązywaniu innych problemów tektonicznych. Metoda ta może być bardzo przydatna zwłaszcza dla geologów parających się tektoniką polskich Karpat.

#### LITERATURA

1. Berggren W.A., Kent D.V. et al. — Cenozoic Geochronology. Geol. Soc. of America Bulletin, 1985 vol. 96.
2. Dąbrowski A., Makowska A., Tkacz M. — Badania paleomagnetyczne osadów zastoiskowych basenu grudziądzkiego. Acta Geoph. Pol. 1975 nr 3.
3. Hoffman K.A., Day R. — Separation of multi-component NRM: a general method. Earth planet. Sci. Lett. 1978 no. 40.
4. Irving E. — Paleomagnetism and its applications to geological and geophysical problems. John Wiley and Sons Inc. 1964.
5. Kent D.V., Tauxe L. — Properties of a detrital remanence carried by haematite from study of modern river deposits and laboratory redeposition experiments. Geoph. J. R. astr. Soc. 1984 no. 77.
6. Kirschvink J.L. — The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. Ibidem 1980 no. 62.
7. Lewandowski M. — Some aspects of tectonic history of the Holy Cross Mts in the light of paleomagnetic studies. Acta Geoph. Pol. 1982 nr 3.
8. Mennig M., Pilot J., Schneider J. — Möglichkeiten und Grenzen von Biostratigraphie, Isotopengeochronologie und Magnetostratigraphie am Beispiel des Jungpaläozoikums. Zeit. geol. Wiss., 1986 H. 2.
9. Nawrocki J. — Magnetostratigrafia osadów wybranych lejów krasowych z zachodniej części Gór Świętokrzyskich. Praca mag., niepubl., Arch. IGP UW 1984.
10. Polarity Subcommittee sets up some guidelines. Geotimes, April 1976.
11. Szulczewski M. — Koncepcje i rzeczywistość klasyfikacji stratygraficznej. Prz. Geol. 1986 nr 5.

## S U M M A R Y

The paper presents an analysis of the position of paleomagnetic method in the system of geological research methods. A number of objective and subjective difficulties impeding the use of this method in geological studies are presented and the role of magnetostratigraphic method in stratigraphic studies is discussed. The analysis also covers the use of paleomagnetism in regional and global tectonic studies. Attention is also drawn to possibilities of use of paleomagnetism in solving questions faced by researchers working on geology of Poland.

## Р Е З Ю М Е

В статье проведен анализ позиции палеомагнетического метода в комплексе исследовательских методов применяемых в геологии. Представлен ряд объективных и субъективных затруднений ограничивающих возможности применения палеомагнетического метода в геологических исследованиях. Особое внимание обращено на роль магнитостратиграфического метода в стратиграфических исследованиях. Рассуждаются также возможности применения палеомагнетизма в региональной и общей тектонике. В статье указаны также возможности применения палеомагнетизма для решения вопросов встречаемых геологами ведущими исследования распространенных в Польше горных пород.