

ANDRZEJ UHRYNOWSKI

**ZMIANY WIEKOWE MAGNETYCZNEGO POLA ZIEMI  
W POLSCE W LATACH 1970-1990**

*ZARYS TREŚCI.* Praca jest podsumowaniem dwudziestoletniego okresu badań na sieci magnetycznych punktów wiekowych w Polsce. Są one kontynuacją i rozwinięciem badań prowadzonych regularnie od 1957 r.

*W artykule zawarto krótki rys historyczny, tablice wyników pomiarów na magnetycznych punktach wiekowych od 1957 r. oraz mapy izopor  $D$ ,  $H$  i  $F$  w pięcioletnich interwałach w okresie 1970-1990, wraz z ich omówieniem.*

**Wstęp**

Zmiany wiekowe magnetycznego pola Ziemi są zjawiskiem skomplikowanym, będącym rezultatem różnych procesów fizycznych, zachodzących we wnętrzu Ziemi i otaczającej ją przestrzeni. Przyjmuje się, że są one spowodowane co najmniej czterema przyczynami.

Pierwsza to różnica pomiędzy okresem obrotu płynnego jądra Ziemi a sztywnego płaszcza i skorupy. Zmiany wiekowe tym spowodowane obejmują całą kulę ziemską i zostały nazwane częścią planetarną zmian wiekowych. Drugą przyczyną są wiry konwekcyjne w wyższych partiach jądra, na granicy z płaszczem. Z ich obecnością związane są wielkie światowe anomalie magnetyczne, obejmujące obszary o powierzchni rzędu dziesiątek milionów kilometrów kwadratowych.

Intensywność zmian wirów konwekcyjnych oraz ich ruchy i przemieszczanie się we wnętrzu Ziemi powodują kontynentalne zmiany wiekowe pola magnetycznego, nakładające się na wiekowe zmiany planetarne, tworząc razem tzw. normalne zmiany wiekowe. One to - przede wszystkim dla okresów rzędu 20 lat - definiują główny obraz rozkładu zmian wiekowych na powierzchni Ziemi. Procesy fizyczne, zachodzące w górnym płaszczu i skorupie są trzecią przyczyną zmian wiekowych. Ta część zmian, zwanych regionalnymi lub lokalnymi zmianami wiekowymi, zależy od

rozmiarów powierzchni, na której występują, w porównaniu z dwiema poprzednio wymienionymi jest mała. Jednakże w rejonach o dużej aktywności sejsmicznej i w rejonach wulkanicznych zmiany te mogą się okresowo nasilać. Czwartą przyczyną są zmiany wywołane czynnikami pozaziemskimi, przede wszystkim zaś cykliczną aktywnością Słońca.

Badanie zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi ma nie tylko poważne znaczenie teoretyczne, jako przyczynek do poznania pochodzenia i istoty pola geomagnetycznego, ale również ma ogromne znaczenie praktyczne przy wszelkich pracach mających na celu skartowanie pola geomagnetycznego i dalsze wykorzystanie magnetycznych materiałów kartograficznych.

### **Rys historyczny badań zmian wiekowych w Polsce**

O badaniach zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi można mówić dopiero wtedy, gdy na pewnej liczbie punktów pomiary magnetyczne zostały wykonane przynajmniej dwukrotnie w odstępie kilku lat.

Najstarsze pomiary w Polsce sięgające XVI i XVII w. dotyczą deklinacji magnetycznej - D. Wykonywane one były w Gdańsku i Krakowie. W Gdańsku informacja o pierwszych pomiarach D pochodzi z 1540 r. Od tego czasu wyznaczenia D przeprowadzane były prawie nieprzerwanie do 1935 r. [12] i [14].

W Krakowie pierwsze pomiary deklinacji magnetycznej były wykonane przez des Noyersa w lipcu 1646 r. [6]. Następne, jak podaje Stenz [24], pochodzą z lat 1761 i 1804, a od 1840 do 1914 r. i od 1920 do 1936 r. pomiary D w Krakowie stanowią już wieloletnie serie.

Ponadto pojedyncze pomiary D były wykonywane w różnych miejscowościach Polski i w różnych okresach. Najstarsze z nich, z lat 1646-1648, również wykonane przez des Noyersa dotyczą Warszawy, Wilna i Lwowa [6].

Pierwsze zdjęcie deklinacji magnetycznej wykonane zostało na terenach byłego zaboru austriackiego. Wyniki pomiarów opracowane przez Kreila odniesione zostały do epoki 1850.0 [7].

W 1885 r. Tillo opublikował wyniki badań zmian wiekowych deklinacji i inklinacji magnetycznej na części terenów Rosji, obejmujących także ziemie polskie byłego zaboru rosyjskiego [27].

Pierwsze pomiary natężenia składowej poziomej H magnetycznego pola Ziemi i inklinacji I były wykonane przez Eschenhagena i Edlera w latach 1898 - 1903 [1]. Obejmowały one, między innymi, 90 punktów na terenach byłego zaboru pruskiego i odniesione do epoki 1901.0, zostały opublikowane przez Schmidta razem z wynikami pomiarów wykonanych kilka lat później i zredukowanych do epoki 1909,0 [20]. Na kilkudziesięciu punktach pomiary H i I były powtórzone.

W byłym Królestwie Polskim pierwsze pomiary magnetyczne zostały rozpoczęte przez Kalinowskiego w 1910 r. Wyniki odniesione do epoki 1912 opublikowane zostały w roku 1919 [4].

Badania i pomiary Kalinowskiego, prowadzone konsekwentnie od tamtej pory, doprowadziły do opracowania na epokę 1928.5 pierwszego zdjęcia magnetycznego Polski, obejmującego obszar całego państwa w jego granicach z okresu międzywojennego. Uruchomienie w Świdrze przez Kalinowskiego w 1919 r. pierwszego obserwatorium magnetycznego na terenie Polski umożliwiło mu uzyskanie stosunkowo dokładnego materiału pomiarowego dzięki wprowadzeniu do rezultatów wyznaczeń poprawek redukcyjnych, obliczonych na podstawie zapisów świderskich. Magnetyczne mapy Kalinowskiego i katalog zdjęcia [5], opublikowane w 1933 r. zawierają pewną liczbę punktów, na których pomiary były powtórzone. Są to dawne punkty Schmidta i punkty Kalinowskiego z 1912 r. Na podstawie tego materiału Stenz i Olczak w 1936 r. opublikowali pierwsze obszerniejsze opracowanie zmian wiekowych na terenie całego kraju [26]. Stenz opublikował także w 1936 r. wyniki swych badań nad zmianami wiekowymi deklinacji w okolicach Stanisławowa [25].

W 1925 r. Roze opublikował mapę deklinacji europejskiej części Rosji dla epoki 1925, obejmującej również tereny byłego zaboru rosyjskiego [19]. W załączonym tekście omówił zmiany wiekowe  $D$  oraz przytoczył między innymi wyniki wyznaczeń  $D$  w Warszawie z lat 1876, 1885, 1893 i 1904.

W okresie międzywojennym Reich, na podstawie pomiarów wykonywanych od 1898 r. opracował przebieg zmian wiekowych na terenie Niemiec. Publikacja na ten temat, która ukazała się w 1934 r. zawiera również dane dotyczące zmian wiekowych na ziemiach polskich dawnego zaboru pruskiego [18].

W pierwszych latach po drugiej wojnie światowej badania nad zmianami wiekowymi w Polsce podjął Instytut Geologiczny. Początkowo opracowania oparte były na materiałach sprzed pierwszej wojny światowej, z okresu międzywojennego i na dostępnych materiałach z okresu wojny. Należy tu wymienić prace Olczaka, który opublikował w 1948 r. zmiany  $D$  w Krakowie na podstawie pomiarów Kalinowskiego z 1928 r. i pomiarów własnych, wykonanych w latach 1935, 1942 i 1943, jak również zmiany innych elementów pola magnetycznego, które mierzone były od 1868 r. [12]. W latach 1952 i 1955 Olczak opublikował również prace poświęcone badaniom zmian wiekowych na ziemiach polskich od 1901 r. W drugiej z nich przedstawił mapy izopor  $D$ ,  $I$ ,  $H$  i  $Z$  [13], [15].

W 1949 r. Dąbrowski [2] wykonał pomiary na 16 punktach. W 1956 r. Dąbrowski i Karaczun [3] opracowali zmiany wiekowe składowej  $Z$  na

podstawie pomiarów Schmidta, Bocka, Kalinowskiego i względnych regionalnych pomiarów składowej  $Z$ , przeprowadzonych w latach 1949-1954. Po odpowiednim zredukowaniu wyników obserwacji opracowali oni mapę średnich zmian rocznych  $Z$  dla interwału epoka obserwacji - 1928.5 bądź epoka obserwacji - 1935.5.

Zmianami wiekowymi interesował się również Pawłowski, który dla okresu 1928 - 1949 opracował zmiany wiekowe  $H$  i opublikował mapę izopor  $H$ , obejmującą obszar 1/3 Polski [17]. Pawłowski przeprowadził także analizę zmian  $D$ ,  $H$  i  $Z$  dla okresu 1901-1928 [16]. Praca zawiera ponadto analizę zmian  $Z$  w latach 1928-1938 oraz zmian  $D$  na Podkarpaciu w latach 1850-1928.

Skorupa w 1952 r., przy okazji pomiarów  $Z$  przeprowadzanych przez niego w Karpatach i w Sudetach, wykonał powtórne pomiary na kilku punktach Kalinowskiego z roku 1928 i na podstawie otrzymanych wyników przeanalizował zmiany wiekowe  $Z$  [23]. Przeanalizował on także rezultaty pomiarów  $Z$  wykonanych w 1949 i 1950 r. na Podlasiu i Lubelszczyźnie, co zostało opublikowane w 1952 r. [22], jak również pomiary inklinacji magnetycznej na Śląsku, wykonane w latach 1901 - 1947 [21].

Obszerne opracowanie zmian wiekowych, oparte na materiałach archiwalnych, pomiarach powojennych i własnych pomiarach, przeprowadzonych w latach 1953 - 1960 przedstawił w 1965 r. Małoszewski [11]. Opracowanie to obejmuje nie tylko zestawienie materiału wyjściowego i obliczone zmiany na 43 punktach, ale zawiera także mapy izopor wszystkich elementów pola magnetycznego Ziemi.

Wymienione wyżej opracowania oparte były na wynikach pomiarów powtórzonych na tych punktach, które udało się zidentyfikować jako dawne punkty magnetyczne. Jednakże brak sieci zastabilizowanych punktów wiekowych uniemożliwił podjęcie systematycznych i kompleksowych badań.

Profesor Stanisław Kalinowski, założyciel i kierownik pierwszego w Polsce obserwatorium magnetycznego w Świdrze, rozumiejąc wagę zagadnienia postulował wybranie i zastabilizowanie na obszarze kraju sześciu punktów wiekowych. Druga wojna światowa uniemożliwiła realizację tego zamierzenia. Po zakończeniu wojny, prof. Tadeusz Olczak podjął zagadnienie punktów wiekowych i energicznie zabiegał o realizację planów prof. Kalinowskiego, sugerując jednocześnie zwiększenie liczby punktów do około dwudziestu [13].

Plany te zrealizował w 1955 roku Instytut Geodezji i Kartografii, zakładając 20 zastabilizowanych punktów wiekowych [8], na których pomiary magnetyczne po raz pierwszy wykonano w 1957 r. Rezultaty tych pomiarów opublikowane zostały w roku 1961 przez Krzemińskiego, Uhrynowskiego i Żółtowskiego [9].

W 1963 r. ci sami autorzy opublikowali rezultaty powtórnych pomiarów, wykonanych na polskiej sieci punktów wiekowych w roku 1961 [10], w 1964 r. zaś w "Przeglądzie Geodezyjnym" umieszczono komunikat o pomiarach wykonanych w 1963 r., związanych z podjęciem prac nad kompleksowym zdjęciem magnetycznym Polski [28].

Zbiorcze opracowanie dotyczące badania zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi na obszarze Polski, zawierające opis metod pomiaru i redukcji, szczegółową analizę błędów oraz analizę rozkładu przestrzenno-czasowego zmian wiekowych w okresie 1957-1971 opublikował Uhrynowski w 1977 r. w dwóch pracach [29] i [30].

Wydawane w Lipsku czasopismo naukowe "Gerlands Beitrage zur Geophysik", w numerze 89/6 z 1980 r. umieściło zbiór prac poświęconych badaniom zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi w krajach Europy Wschodniej. W zbiorze tym znalazła się także praca Uhrynowskiego i Żółtowskiego informująca o badaniach prowadzonych w Polsce w latach 1961-1971 [31]. Praca zawiera także mapy izopor D, H i Z opracowane w kilku wariantach metodą aproksymacji wielomianami 1, 2 i 3 rzędu.

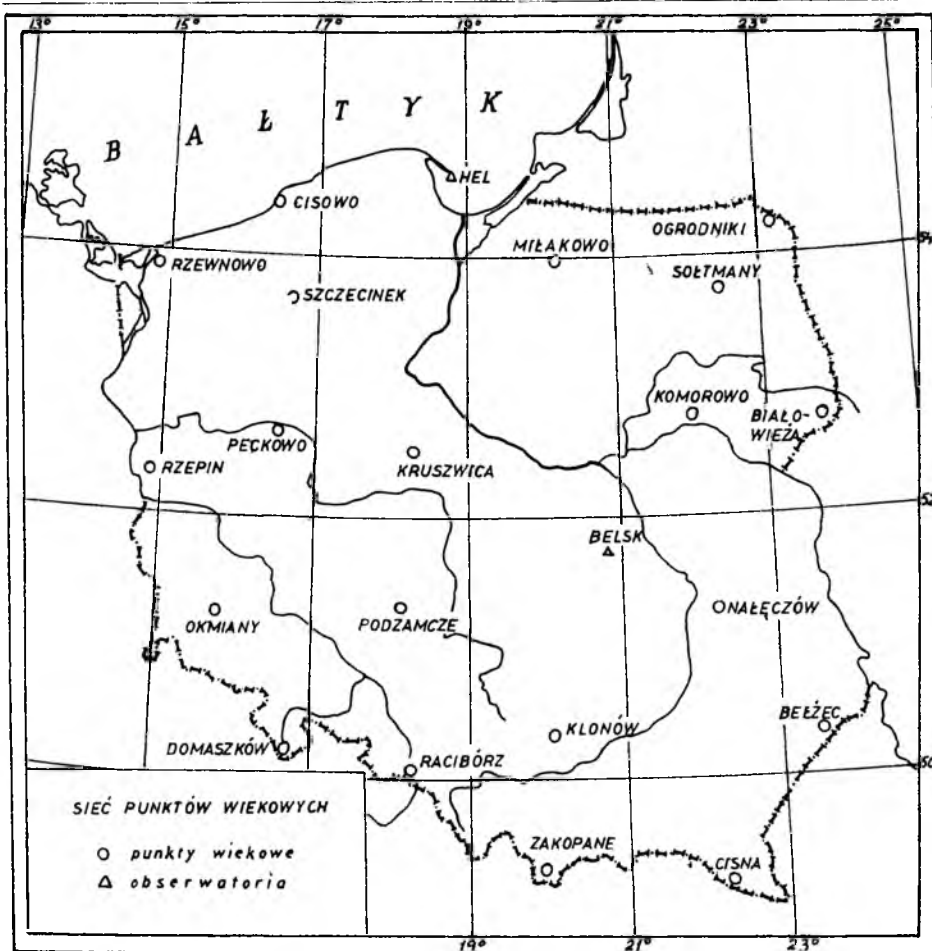
W 1981, 1985 i 1988 r. zostały wykonane pomiary na morskich magnetycznych punktach wiekowych, rozmieszczonych na obszarze południowego Bałtyku. Prace te wykonywane były w kooperacji z Leningradzkim Oddziałem Instytutu Ziemijskiego Magnetyzmu Jonosfery i Propagacji Fal Radiowych Akademii Nauk ZSRR oraz Instytutem Badania Atmosfery i Geomagnetyzmu im. Heinricha Hertza Akademii Nauk byłej NRD. Zmiany wiekowe na Bałtyku w interwale 1982-1985 wraz z opisem metody pomiarów na morskich punktach wiekowych i analizą dokładności uzyskanych wyników zostały opublikowane w 1987 r. przez Uhrynowskiego [32].

W 1990 r. "Gerlands Beitrage zur Geophysik" zamieściło na ten sam temat publikację opracowaną przez Uhrynowskiego z udziałem innych uczestników pomiarów na Bałtyku [33].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań zmian wiekowych na terenie Polski, prowadzonych w latach 1970 - 1990.

### **Pomiary na sieci punktów wiekowych**

Jak już wspomniano, sieć punktów wiekowych w Polsce obejmuje 20 zastabilizowanych stanowisk pomiarowych (rys. 1), na których także zostały wyznaczone azymuty astronomiczne dwóch wybranych celów ziemskich. Szczegółowe opisy topograficzne punktów znajdują się w pracy Krzemińskiego, Uhrynowskiego i Żółtowskiego, opublikowanej w 1961 r. [9] oraz w pracy opublikowanej w 1963 r. [10], która zawiera między innymi kilka uzupełnień do tych opisów. Punkty są poddawane regularnie konserwacji na równi z punktami podstawowej sieci geodezyjnej.



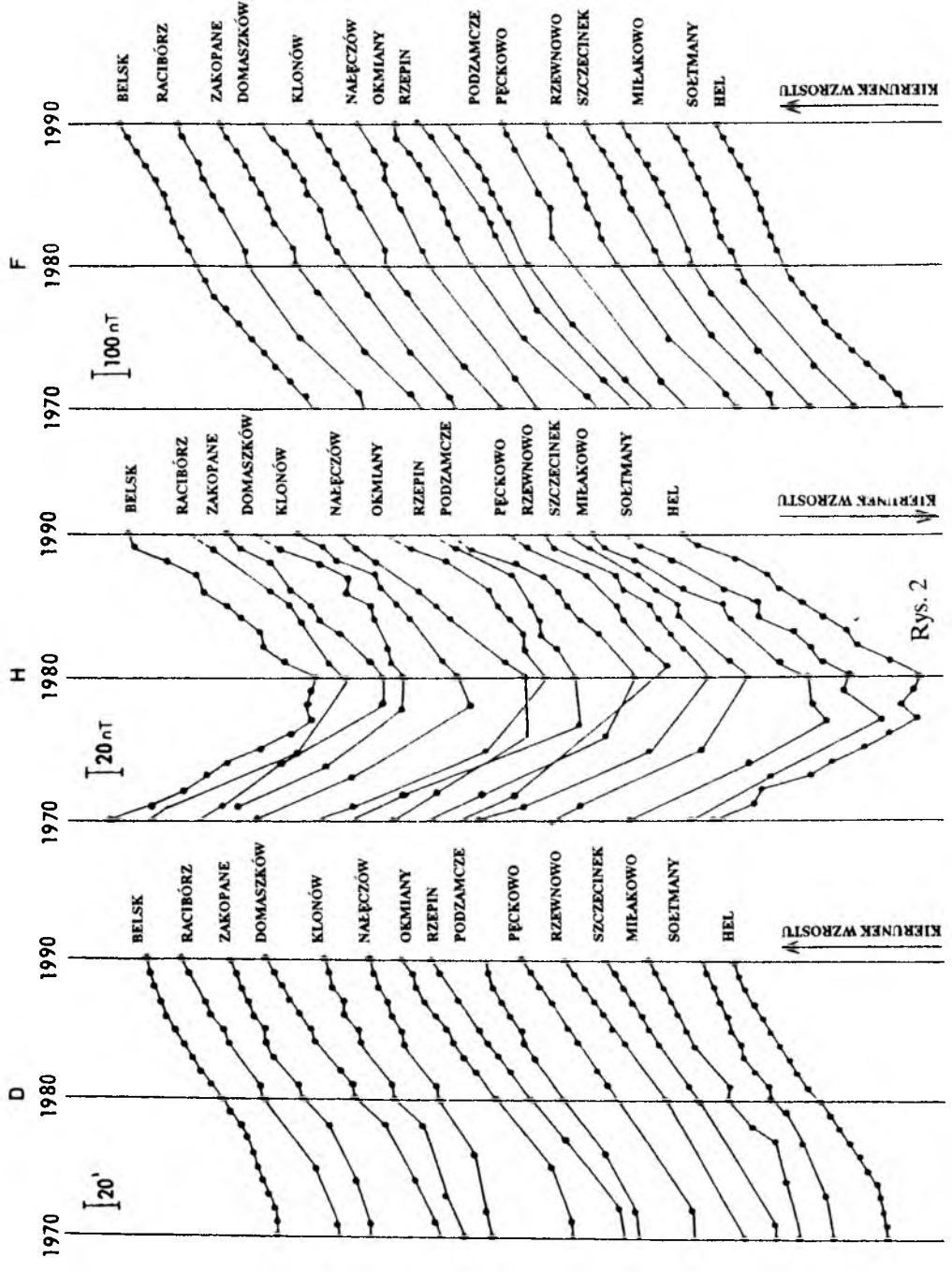
Rys. 1

Do końca lat siedemdziesiątych pomiary na punktach wiekowych starano się wykonywać nie rzadziej niż co 4 lata. Od 1980 r. postanowiono w miarę możliwości wykonywać pomiary co roku. Wynikało to przede wszystkim z potrzeb użytkowników i z możliwości, jakie dało zastosowanie magnetometru protonowego do pomiarów połowych oraz techniki komputerowej do obliczeń. Założony w połowie lat 70-tych bank danych magnetycznych (BDM) umożliwił bardzo szybkie i tanie opracowywanie wyników wykonywanych pomiarów i redukowanie ich na dowolną epokę, a następnie, przy użyciu automatu kreślącego, sporządzanie map magnetycznych w dowolnej skali i dla dowolnego obszaru. W związku z tą nową sytuacją znaczna część środków finansowych, przeznaczonych na prace obliczeniowe i kreślarskie, została przesunięta na zadania pomiarowe, dzięki czemu przy takich samych nakładach otrzymano znaczne zwiększenie dokładności wyznaczenia biegu wiekowego. W wypadku bowiem czteroletniego interwału między pomiarami błędny pomiar na jakimś punkcie może być wykryty w zasadzie dopiero w następnym roku, po uzyskaniu

średniej wartości rocznej dla roku, w którym pomiar był wykonany. W efekcie, na takim punkcie nie ma aktualnych danych przynajmniej przez pięć lat. Według Wytycznych Technicznych G-1.3 [34], opracowanych w Instytucie Geodezji i Kartografii i wydanych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, program pomiarów na punkcie przewiduje wykonanie conajmniej 6 serii obserwacji rozłożonych w miarę równomiernie w przeciągu 3 dni. Ma to na celu zmniejszenie wpływu zewnętrznej części pola geomagnetycznego na wyniki wyznaczeń. Zdarza się jednak, że pomimo dobrej wewnętrznej zgodności wyników pomiarów, czyli uzyskania zadowalającej dokładności wyznaczenia elementów pola magnetycznego na punkcie wiekowym, otrzymana wartość - średnia z sześciu wyznaczeń - nie pasuje do ogólnego biegu wiekowego na tym punkcie. Przyczyną odchyłki bywa najprawdopodobniej jakiś błąd systematyczny, trudny lub wręcz niemożliwy do zidentyfikowania.

Zwiększenie zatem częstotliwości pomiarów było celowe, o czym łatwo się przekonać patrząc na rysunek 2, na którym naniesiono bieg wiekowy na kilku punktach. Na przykład w Miłakowie jest odskok deklinacji wyznaczonej w 1977 r.; w Zakopanem i w Klonowie zmiana  $F$  w latach 1980-1981 jest mniejsza niż w latach sąsiednich i mniejsza niż na pozostałych punktach itd. Przyczyną tych różnic są prawdopodobnie wyżej wspomniane błędy systematyczne wyznaczeń. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że na skutek elektryfikacji sieci kolejowej kraju, kilka punktów wiekowych, między innymi Rzewnowo, Rzepin, Pęckowo, Klonów, Racibórz, znalazło się w pobliżu traktacji elektrycznej, która - jak wiadomo - jest przyczyną bardzo silnych nieraz zakłóceń pola geomagnetycznego. Wyniki pomiarów wykonanych na takich punktach mogą być obciążone błędami. Obecnie rozpoczęto działania zmierzające do przeniesienia tych punktów w mniej zakłócone miejsca.

Jest jeszcze inne zagadnienie. Otóż mała częstotliwość pomiarów uniemożliwia zarejestrowanie przebiegu i zbadanie przestrzennego rozkładu charakterystycznych zjawisk geomagnetycznych. Takim zjawiskiem w latach 1977-1980 było odwrócenie się kierunku biegu wiekowego w składowej  $H$  z dodatniego na ujemny. W obserwatoriach magnetycznych zjawisko to zostało dokładnie zarejestrowane. Na rysunku 2 jest ono widoczne na krzywej biegu wiekowego w Belsku i w Helu. Widoczne jest tu także interesujące wahnięcie się biegu wiekowego w okresie zwrotu, które sprawiło, że miały miejsce dwa maksyma - jedno około roku 1978 i drugie około roku 1980. Na punktach wiekowych, niestety, nie udało się zlokalizować w czasie tych momentów. Można jedynie na podstawie zebranych danych sądzić, że przebieg zjawiska na obszarze całego kraju nie był identyczny i nie przebiegał jednocześnie. Wykonywanie pomiarów w latach siedemdziesiątych z roczną częstotliwością umożliwiłoby zarejestrowanie odwrócenia się biegu wiekowego  $H$  dokładnie.



Rys. 2



### Omówienie wyników

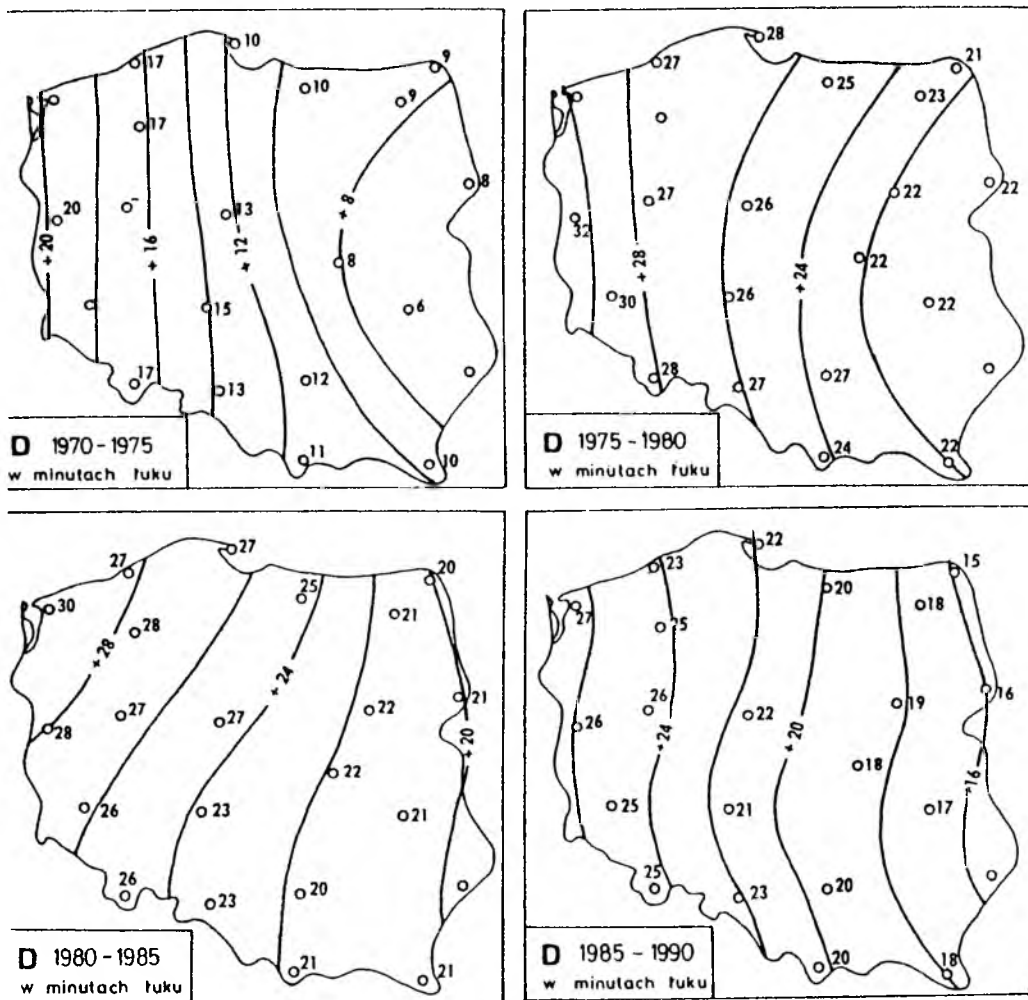
W tabelicy 1 zestawiono wyniki pomiarów magnetycznych wykonanych na punktach wiekowych od roku 1957, czyli od pierwszego pomiaru na nowo założonej sieci punktów, aż do roku 1990. Do 1963 r. poprawki redukcyjne były wprowadzane według magnetogramów obserwatorium magnetycznego w Świdrze. Z powodu przedłużenia trakcji elektrycznej na linii kolejowej Warszawa - Otwock aż do Pilawy, zakłócenia pola geomagnetycznego w obserwatorium, które leży w pobliżu tej linii, wzrosły do takiego stopnia, że nie mogło ono dalej pełnić roli obserwatorium odniesienia dla magnetycznych pomiarów terenowych, w tym także dla pomiarów na punktach wiekowych. W 1963 r. rolę obserwatorium odniesienia przejęło obserwatorium magnetyczne w Belsku koło Grójca i od tej pory wszystkie pomiary zredukowane są według magnetogramów Belska.

Wyniki obserwacji wykonanych w okresie 1957-1971 były już analizowane i prezentowane w kilku publikacjach [9], [10], [28], [29], [30], [31]. Niniejsza praca zawiera analizę wyników obserwacji wykonanych w latach 1970-1990.

Bieg wiekowy na każdym punkcie został przedstawiony graficznie jako funkcja czasu (lat) i pomierzonych wielkości elementów pola geomagnetycznego - D, H i F.

Jak już wspomniano wyżej, na rysunku 2 zilustrowano dla przykładu bieg wiekowy na kilku dowolnie wybranych punktach. Na tym samym rysunku przedstawiono także bieg wiekowy w obserwatoriach Belski i Hel. Jeśli przyjmujemy założenie, że bieg wiekowy w obserwatoriach jest wyznaczony bezbłędnie, rysunek 2 umożliwia odniesienie wyznaczeń na punktach wiekowych do pewnego umownego wzorca. Na przykład wspomniana już mała zmiana wiekowa F w Klonowie i w Zakopanem w 1980-1981 r. nie znajduje potwierdzenia ani w Belsku, ani w Helu. Można to interpretować albo jako lokalną anomalię zmiany wiekowej na tych punktach, co jest bardzo mało prawdopodobne, albo jako błędny wynik pomiarów w 1981 r. Natomiast podobne zjawisko w Okmianach w 1982-1983 r. oraz w Klonowie i w Rzewnowie w 1986-1987 r. znajduje swój odpowiednik w obserwatoriach, co pozwala uznać, że pomiary zostały wykonane prawidłowo i że jest to lokalne zmniejszenie się szybkości biegu wiekowego F w tych latach.

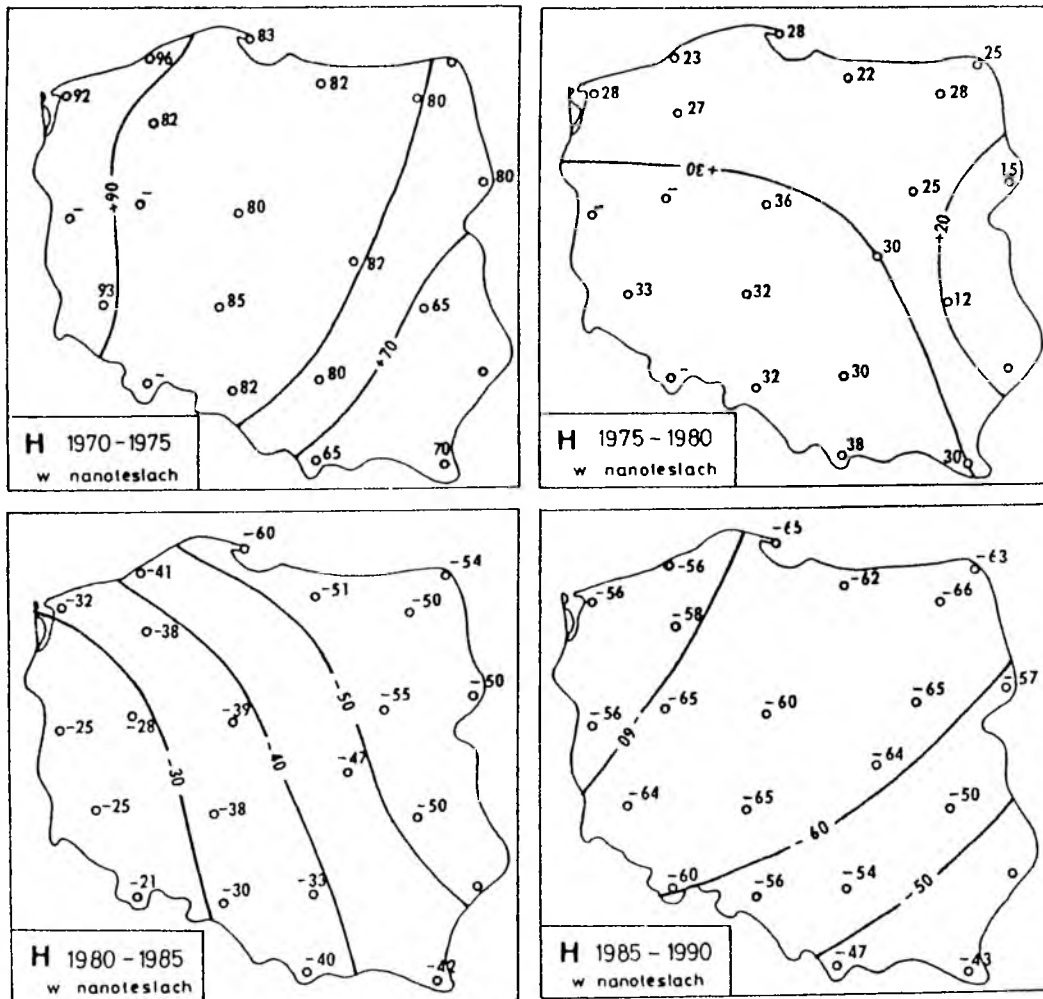
Podobne porównania przeprowadzono na wszystkich punktach, co pozwoliło na wyodrębnienie pomiarów niepewnych oraz na wykrycie w kilku przypadkach i skorygowanie błędów obliczeniowych, a nawet obserwacyjnych.



Rys. 3

Bieg wiekowy na każdym punkcie został wygładzony graficznie, a następnie, na jego podstawie wyznaczone zostały zmiany wiekowe dla czterech pięcioletnich interwałów w okresie 1970-1990 (tabl. 2). Uzyskane wartości zmian skartowano na odpowiednio przygotowanym pokładzie mapowym. Skartowane wartości pięcioletnich zmian wiekowych posłużyły do opracowania map izopor D, H i F. Interpolację przeprowadzono także graficznie, starając się w miarę racjonalnie zgeneralizować przebieg izopor. Opracowane mapy zostały przedstawione na rysunkach 3, 4 i 5.

Najbardziej interesujący jest przebieg zmian wiekowych składowej poziomej H. Odwrócenie się kierunku biegu wiekowego H uwidoczniło się na mapach izopor jako zmiana kierunku gradientu izopor oraz zmniejszenie się jego wielkości w interwale 1975-1980, czyli w interwale obejmującym moment zwrotu. W interwale 1970-1975 gradient zmian w granicach kraju

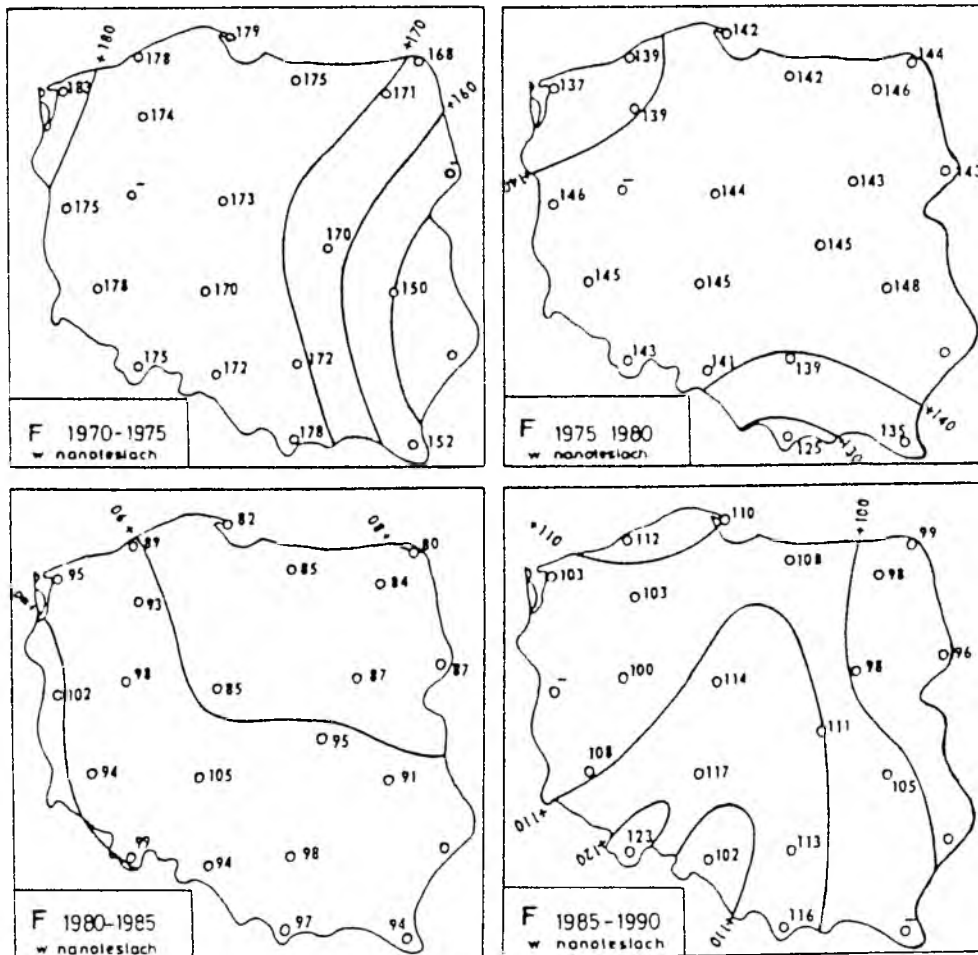


Rys. 4

wynosił 20 nT. W następnym interwale, 1975-1980, gradient wynosił już tylko kilka nanotesli i jedynie na południowym wschodzie dochodził do 10 nT. Potwierdzałoby to wniosek wynikający z analizy graficznego przedstawienia biegu wiekowego na punktach wiekowych, że we wschodnich rejonach kraju zwrot biegu wiekowego miał miejsce wcześniej niż w rejonach pozostałych. Warto w tym miejscu przypomnieć, że na mapach opracowanych w latach poprzednich, na wschodzie kraju przebieg izopor był także nieco inny niż w pozostałych częściach kraju.

Izopory deklinacji nie wykazują takiego zróżnicowania jak izopory H, aczkolwiek na wschodzie ich przebieg jest trochę inny.

Jeśli chodzi o całkowity wektor indukcji F, to w pierwszym interwale ma miejsce zagęszczenie izopor na wschodzie kraju. Gradient F jest tu dość znaczny, podczas gdy na zachodzie jest bliski zeru. W drugim interwale,



Rys.5

1975-1980, na całym obszarze kraju, z wyjątkiem górskich rejonów na południu, gradient  $F$  jest również bliski zeru. Podobnie jak poprzednio, kojarzysię to ze zwrotem biegu wiekowego  $H$  w tym okresie. Przebieg izopor  $F$  w trzecim interwale nie nasuwa uwag. W czwartym interwale na punktach Racibórz i Domaszków widać znaczne zróżnicowanie szybkości biegu wiekowego, czyli wzrost jego gradientu do ok. 20 nT na stosunkowo niewielkiej odległości między tymi punktami. W interwale tym pomiary na punktach wiekowych były wykonywane co roku i błąd w określeniu biegu wiekowego na tych punktach jest mało prawdopodobny. Pojawia się zatem pytanie, co może być przyczyną takiego zróżnicowania. Byłoby interesujące zapoznanie się z danymi, dotyczącymi tego regionu po czechosłowackiej stronie granicy. Możliwe jest, że dalsze badania przeprowadzone wspólnie z południowymi sąsiadami pozwolą na wyjaśnienie, czy jest to lokalna anomalia zmian wiekowych, czy też zaobserwowane różnice są spowodowane innymi przyczynami.

### Uwagi końcowe

Przy projektowaniu i zakładaniu sieci magnetycznych punktów wiekowych w połowie lat pięćdziesiątych, starano się tak lokalizować stanowiska pomiarowe, aby znajdowały się w miejscu lub w pobliżu miejsca, gdzie pomiary magnetyczne były już poprzednio wykonywane. Drugim istotnym kryterium było zlokalizowanie punktu tak, aby możliwie jak najdłużej mógł spełniać swoją rolę. Pomimo to, na paru punktach pomiary musiały być po kilku lub kilkunastu latach zaniechane bądź to na skutek zniszczenia punktu przez gospodarczą działalność człowieka, bądź też na skutek elektryfikacji pobliskiej linii kolejowej.

Okresowa konserwacja punktów sieci, przeprowadzana co kilka lat, nie obejmowała przeniesienia punktów w nowe miejsce. Obecnie, w ramach rozpoczętej modernizacji podstawowej osnowy magnetycznej kraju, podjęto prace nad zmianą lokalizacji punktów, na których pomiary nie mogą już być wykonywane. Tam gdzie będzie to możliwe, przeprowadzi się nawiązujące pomiary magnetyczne, w celu zachowania ciągłości badań zmian wiekowych pola geomagnetycznego.

Analiza zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi na obszarze tak małym jak Polska ma na celu przede wszystkim uzyskanie wiarygodnego materiału, niezbędnego do aktualizacji map i innych danych magnetycznych. Badania zmian wiekowych, jako zjawiska geofizycznego, powinny być przeprowadzane na podstawie danych z obszarów obejmujących kilka krajów, a nawet cały kontynent. Takie prace są prowadzone przy wykorzystaniu danych z obserwatoriów magnetycznych, w ramach różnych projektów i programów międzynarodowych, w których Polska także uczestniczy. Jednakże szczegółowe badania, do których niezbędne są dane nie tylko z obserwatoriów, ale także z punktów wiekowych, były do tej pory prowadzone fragmentarycznie na skutek bardzo poważnych ograniczeń w udostępnianiu i wymianie tych danych, zwłaszcza w krajach Europy Wschodniej. Ostatnio w krajach tych przepisy ulegają zmianie i można mieć nadzieję, że w ramach istniejących już lub nowych przedsięwzięć międzynarodowych, na przykład w ramach HEXGONALE, prace nad dokładnym poznaniem przestrzenno-czasowego rozkładu pola magnetycznego Ziemi, będą zintensyfikowane.

Przedstawione w niniejszej pracy krzywe biegu wiekowego na punktach i mapy izopor stanowią graficzną ilustrację zjawiska, niezbędną do upewnienia się, czy stosowane do tej pory algorytmy i procedury obliczeniowe mogą być dalej wykorzystywane. Przy aktualizacji bowiem map magnetycznych, w dalszym ciągu jest stosowana technika komputerowa i automatyczne kreślenie kolejnych opracowań mapowych.

## Literatura

- [1] Bock R., Burmeister E., Errulat F.: *Magnetische Reichvermessung 1935.5*. Berlin: Geoph. Inst. Potsdam, Abh. Nr 6, 1948.
- [2] Dąbrowski A.: *Pomiary absolutne na punktach wiekowych w 1949 r.* Biuletyn PIG 1952 nr 82, s. 21-42.
- [3] Dąbrowski A., Karaczun K.: *Zmiany wiekowe składowej pionowej Z magnetyzmu ziemskiego na terenie środkowej i północno-wschodniej Polski w okresie 1928-1954*. Biuletyn IG 1957 nr 128, s. 27-39.
- [4] Kalinowski St.: *Wyniki pomiarów magnetycznych w Królestwie Polskim w latach 1910-1913*. Prace Obserwatorium Magnetycznego w Świdrze, 1919 nr 1.
- [5] Kalinowski St.: *Leve magnetique de la Pologne*. Prace Obserwatorium Magnetycznego w Świdrze, 1933 nr 5.
- [6] Krassowski J.: *O wyznaczeniu szerokości i zboczenia magnetycznego w Polsce w XVII wieku*. Sprawozdanie Polskiej Akademii Umiejętności, Kraków 1920 s. 121-129.
- [7] Kreil C.: *Magnetische und Geographische Orstbestimmungen in Oesterreichenen Kaiserstadte*, Prag, 1850-1851.
- [8] Krzemiński W.: *Establishment of the Net of the Secular Variation Stations in Poland*. Komunikat na XI Kongres MUGG w 1957 r. w Toronto. Warszawa 1957.
- [9] Krzemiński W., Uhrynowski A., Żółtowski A.: *Sieć magnetycznych punktów wiekowych w Polsce*. Prace IGiK 1961 t. VIII nr 2 s. 93-154.
- [10] Krzemiński W., Uhrynowski A., Żółtowski A.: *Sieć magnetycznych punktów wiekowych (II)*. Prace IGiK 1963 t. X nr 2.
- [11] Małoszewski St.: *O zmianach wiekowych natężenia ziemskiego pola magnetycznego na ziemiach Polski oraz ich zależności od współrzędnych geograficznych i budowy geologicznej*. Zeszyty Naukowe AGH. Rozprawy, Kraków 1965 nr 44.
- [12] Olczak T.: *Pomiary deklinacji magnetycznej w Krakowie*. Polska Akademia Umiejętności. Materiały do fizjografii kraju, Kraków 1948 nr 15.
- [13] Olczak T.: *Zmiany wiekowe magnetyzmu ziemskiego na ziemiach polskich w pięćdziesięcioleciu 1900-1950*. Biuletyn PIG 1952 nr 82.
- [14] Olczak T.: *Secular Variation of the Magnetic Declination at Gdańsk*. Acta Geoph. Pol. 1955 vol. III nr 1.
- [15] Olczak T.: *Über die Sakularänderungen des Erdmagnetismus in Polen im Zeitraum von 1901.5 bis 1935.5*. Acta Geoph. Pol. 1955 vol. III nr 4.
- [16] Pawłowski St.: *Anomalie magnetyczne w Polsce*. Biuletyn PIG 1947 nr 44.
- [17] Pawłowski St.: *Zmiany składowej poziomej w Polsce w latach 1928-1949*. Biuletyn PIG 1952.

- [18] Reich H.: *Sakularvariation der Vertikalintensitat in Deutschland für die Zeit von 1901 bis 1931*. Leipzig: Beitrage zum angewendten Geophysik, Band 4, 1934.
- [19] Roze N.: *Karta magnitnowo sklonienija jewropiejskiej czasti SSSR dla epoki 1925 goda*. Leningrad: Głównaja Geofiziczeskaja Obserwatoria 1934.
- [20] Schmidt A.: *Die magnetische Vermessung I Ordnung des Königreichs Preussen 1898 bis 1903, nach den Beobachtungen von M. Eschenhagen und J. Edler*. Berlin: Veröffentlichungen des Preussischen Instituts, nr 276, Abh. Band IV, 1914 nr 12.
- [21] Skorupa J.: *Absolutne pomiary inklinacji magnetycznej na Dolnym Śląsku w 1947 r.* Biuletyn PIG 1952 nr 82.
- [22] Skorupa J.: *Badania składowej pionowej magnetyzmu ziemskiego na Podlasiu i Lubelszczyźnie w latach 1949-1950*. Biuletyn PIG 1952.
- [23] Skorupa J.: *Sprawozdanie z pomiarów bazowych w Sudetach i Karpatach dokonanych magnetometrami BMZ w miesiącu maju 1952 r.* Warszawa: IG, Zakład Geofizyki, Opracowanie nr 401, 1952.
- [24] Stenz E.: *O przebiegu deklinacji magnetycznej w Krakowie*. Biuletyn Towarzystwa Geofizycznego w Warszawie, 1936 z. 13.
- [25] Stenz E.: *Deklinacja magnetyczna na Podkarpaciu według pomiarów z lat 1929-1930*. Lwów: Instytut Geofizyki i Meteorologii U.J.K. Komunikat nr 70, 1933.
- [26] Stenz E., Olczak T.: *O zmianach wiekowych składowej pionowej magnetyzmu ziemskiego na ziemiach polskich*. Biuletyn Towarzystwa Geofizycznego w Warszawie 1936 z. 13.
- [27] Tillo A.: *O geograficzeskom razpredielenii i wiekowom izmienieniju sklonienija i naklonienija magnitnoj strielki na prostranstwie Jewropiejskiej Rosii. Mieteorologiczeskij Sbornik, Petersburg 1884 t. VIII, nr 2*.
- [28] Uhrynowski A.: *Pomiary na sieci magnetycznych punktów wiekowych w Polsce w 1963 r.* Biuletyn IGiK - Prz. Geod. 1964 t. XIV nr 3.
- [29] Uhrynowski A.: *Badania zmian wiekowych magnetycznego pola Ziemi na terenie Polski*. Prace IGiK 1977 t. XXIV nr 2.
- [30] Uhrynowski A.: *Izopory magnetycznego pola Ziemi w Polsce w okresie 1957-1971*. Prace IGiK 1977 t. XXIV nr 3.
- [31] Uhrynowski A., Żółtowski A.: *Secular Variations of the Earth's Magnetic Field in Poland*. Gerlands Beitrage zur Geophysik 1980 t. 89 nr 6.
- [32] Uhrynowski A.: *Wyznaczenie zmiany wiekowej magnetycznego pola Ziemi na Bałtyku w interwale 1982-1985*. Prace IGiK 1987 t. XXXIV nr 2.
- [33] Uhrynowski A., Mroczek S., Kasjanienko L.G., Tsutskarev B. M. Krasik A. M., Mundt W., Auster V., Ritter E.: *Investigations of the Secular Variations of the Geomagnetic Field on the Baltic Sea*. Gerlands Beitrage zur Geoph. 1990 t. 99 nr 2.

- [34] *Wytyczne Techniczne G-1.3: Pomiary pola magnetycznego Ziemi i opracowanie ich wyników*. GUGiK, Warszawa 1982.
- [35] *Fizyka i ewolucja wnętrza Ziemi*. Praca zbiorowa pod redakcją Romana Teisseyrea, cz. II. Warszawa: PWN 1983.

*Recenzował: doc. dr inż. Adam Dąbrowski*

*Przyjęto do opublikowania w dniu 31 stycznia 1992 r.*

ANDRZEJ UHRYNOWSKI

SECULAR VARIATIONS OF EARTH MAGNETIC FIELD IN POLAND

BETWEEN 1970 AND 1990

Summary

This article is the recapitulation of twenty-year's period of studies, performed for network of secular magnetic points in Poland. These studies continue and develop examinations conducted regularly since 1957. Historical background was given in the article, including the oldest measurements on the territory of Poland till establishing network of secular magnetic points in 1957. Since that date studies of secular variations of geomagnetic field in Poland started to be systematic. The appropriate method of measurements and reductions was prepared; it was modified, according to development of measurement techniques. Frequency of observations has been also increased since 1980. Creation of magnetic data bank permitted quick and inexpensive elaboration of the results of measurements and their practical application for preparing maps of isopores and for updating magnetic maps. In 1981 Polish network of secular points was extended to South Baltic Sea. Results of measurements, which were carried out till 1971, have been already analyzed and published. This work comprises results of observations conducted between 1970 and 1990, as well as discussion of the secular variations in this period, illustrated with maps of isopores for five-year's intervals.

Translation: Zbigniew Bochenek



АНДЖЕЙ УХРЫНОВСКИ

ВЕКОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ  
В ПОЛЬШЕ В 1970-1990 ГОДАХ

## Резюме

Данная публикация является суммированием двадцатилетнего периода исследований векового хода магнитного поля Земли в Польше. Эти исследования являются продолжением и развитием исследований, производимых регулярно с 1957 года. Работа содержит исторический обзор от наиболее старых измерений на территории Польши до закладки в 1957 году сети магнитных вековых пунктов. С этого года исследования хода вековых изменений геомагнитного поля на территории Польши приобрели систематический характер. Выработанный метод измерения и редукции был соответственно модифицирован по мере развития измерительной и вычислительной техники. С 1980 года была увеличена частота наблюдений. Создание банка магнитных данных дало возможность быстрой и дешёвой обработки результатов измерений и их практического применения, между прочим, для составления карт изопор и обновления магнитных карт. В 1981 году польская сеть вековых пунктов была расширена на территорию Южной Балтики. Результаты наблюдений, выполненных до 1971 года, были уже проанализированы и опубликованы. Настоящая работа содержит сводку результатов наблюдений, выполненных в 1957-1990 годах, и обсуждение вековых изменений в период 1970-1990 годов, которые иллюстрированы картами изопор для пятилетних интервалов.

Перевод: Róża Tołstikowa

Tablica 1

Hel 54°36' 24" 18°49' 18"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1953.5	0 14.5	17388	48548	1972.5	0 36.1	17569	49132
1954.5	0 10.0	17394	48594	1973.5	0 38.5	17595	49168
1955.5	0 4.2	17379	48640	1974.5	0 41.9	17606	49208
1956.5	0 3.9	17371	48656	1975.5	0 45.0	17625	49248
1957.5	0 5.7	17372	48680	1976.5	0 49.6	17639	49280
1958.5	0 10.2	17380	48739	1977.5	0 54.9	17651	49312
1959.5	0 14.7	17390	48771	1978.5	1 0.2	17643	49347
1960.5	0 17.6	17402	48810	1979.5	1 5.1	17651	49374
1961.5	0 19.8	17422	48838	1980.5	1 11.5	17653	49390
1962.5	0 22.7	17438	48865	1981.5	1 17.5	17637	49411
1963.5	0 26.5	17449	48883	1982.5	1 23.4	17620	49431
1964.5	0 28.6	17464	48901	1983.5	1 28.6	17614	49444
1965.5	0 30.0	17476	48921	1984.5	1 33.5	17602	49457
1966.5	0 31.6	17486	48940	1985.5	1 37.9	17591	49472
1967.5	0 33.3	17492	48973	1986.5	1 42.7	17578	48490
1968.5	0 34.4	17502	49001	1987.5	1 46.3	17572	49508
1969.5	0 34.3	17524	49030	1988.5	1 51.0	17555	49533
1970.5	0 34.8	17542	49069	1989.5	1 55.5	17535	49558
1971.5	0 35.7	17565	49098	1990.5	1 58.4	17527	49575

Cisowo 54°26' 05" 16°27' 34"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1955.5	0 33.1	-	-	1980.5	0 50.8	17910	49642
1957.5	0 23.4	-	-	1982.5	1 3.0	17903	49688
1961.5	0 6.9	17655	-	1983.5	1 8.6	17885	49699
1963.5	0 1.5	17703	45833*	1984.5	1 13.7	17885	49716
1965.5	-	17722	45865*	1985.5	1 19.2	17869	49731
1966.5	0 2.3	17739	45894*	1987.5	1 28.3	17845	49765
1971.5	0 8.9	17812	49346	1988.5	1 32.4	-	49791
1974.5	-	17868	49464	1989.5	1 37.6	17820	49822

Ogrodniki 54°09' 22" 23°27' 26"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1957.5	1 41.4	-	-	1981.5	2 28.4	18206	49634
1959.5	1 47.8	-	-	1982.5	2 35.4	18204	49659
1961.5	1 52.4	18040	-	1983.5	2 42.4	18185	49674
1963.5	1 56.3	18065	45709*	1984.5	2 43.5	18176	49685
1965.5	-	18078	-	1985.5	2 47.7	18165	49702
1966.5	2 0.4	18092	45754*	1986.5	2 49.4	18145	49719
1970.5	1 57.7	18142	49310	1987.5	2 54.6	-	49734
1973.5	2 0.7	18183	49411	1988.5	2 58.7	18119	49756
1979.5	2 20.5	18222	49611	1989.5	3 1.4	18104	49780
1980.5	2 26.3	18219	49622	1990.5	3 2.3	18092	49801

Tablica 1 cd.

Miłakowo 54°01' 08" 20°05' 20"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1955.5	0 0.0	-	-	1980.5	1 12.4	17589	49431
1957.5	0 8.9	-	-	1981.5	1 14.8	17574	49445
1961.5	0 22.5	17387	-	1984.5	1 32.9	17547	49498
1963.5	0 26.3	17415	45737*	1985.5	1 37.0	17544	49516
1965.5	-	17434	45770*	1986.5	1 42.7	17522	49535
1966.5	0 33.6	17440	45787*	1987.5	1 44.6	-	49554
1970.5	0 34.3	17492	49114	1988.5	1 50.4	17496	49580
1974.5	0 42.3	17558	49259	1989.5	1 54.2	17480	49608
1977.5	0 54.0	17599	-	1990.5	1 57.1	17474	49624
1978.5	1 1.8	17592	49382				

Rzewnowo 53°56' 02" 14°49' 15"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1955.5	-1 13.3	-	-	1982.5	-	18054	49127
1957.5	-1 1.6	-	-	1983.5	-	18046	49138
1961.5	-	17798	-	1984.5	0 43.1	18040	49163
1963.5	0 38.9	17833	48559	1985.5	0 50.5	18036	49173
1965.5	0 33.2	17861	48596	1986.5	0 54.3	18022	49191
1966.5	0 29.9	17863	48633	1987.5	0 58.0	18018	49204
1970.5	0 26.5	17943	48758	1988.5	1 4.5	-	49232
1971.5	-	17966	48786	1989.5	1 8.9	17984	49260
1975.5	-	18036	48941	1990.5	1 16.2	17979	49276
1980.5	0 19.1	18067	49078				

Sołtmany 53°42' 03" 22°24' 00"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	1 35.2	-	-	1979.5	2 30.8	18068	49737
1955.5	1 37.1	-	-	1980.5	2 37.5	18071	49757
1957.5	1 44.8	-	-	1981.5	2 39.3	18057	49772
1959.5	1 53.8	-	-	1982.5	2 46.5	18050	49802
1961.5	1 57.7	17882	-	1983.5	2 52.2	18042	49816
1963.5	2 2.3	17911	49281	1984.5	2 54.8	18023	49825
1965.5	-	17926	49307	1985.5	2 59.2	18022	49841
1966.5	2 6.3	17937	49325	1986.5	3 1.4	18004	49862
1970.5	2 4.8	17984	49440	1987.5	3 5.1	-	49879
1973.5	2 8.3	18030	49543	1988.5	3 9.7	17976	49897
1977.5	2 17.0	18088	-	1989.5	3 12.4	17959	49926

Tablica 1 cd.

Szczecinek 53°40' 17" 16°41' 00"							
E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F	E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F
1952.5	0 30.2	-	-	1980.5	1 9.8	18225	49123
1953.5	0 24.4	-	-	1981.5	1 16.9	18216	49137
1957.5	0 3.7	-	-	1984.5	1 32.9	18188	49199
1963.5	0 17.8	18018	48624	1985.5	1 38.7	18187	49216
1965.5	-	18035	48661	1986.5	1 41.6	18174	49233
1966.5	0 24.5	18038	48689	1987.5	1 46.4	18165	49252
1970.5	0 27.4	18115	48810	1988.5	1 51.4	-	49277
1971.5	0 27.7	18133	48834	1989.5	1 55.8	18138	49304
1975.5	-	18200	48984	1990.5	2 1.1	18127	49319
Komorowo 52°49' 30" 21°50' 53"							
E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F	E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F
1966.5	2 31.0	-	-	1983.5	3 19.0	18349	49277
1975.5	2 41.3	18364	49026	1984.5	3 23.9	18335	49240
1976.5	-	18376	49061	1985.5	3 28.5	18332	49256
1977.5	2 48.9	18389	49093	1986.5	3 30.4	18324	49278
1978.5	2 52.0	18379	49118	1987.5	3 35.1	18309	49297
1979.5	2 58.8	18375	49149	1988.5	3 39.0	-	49323
1980.5	3 2.8	18385	49169	1989.5	3 42.0	18277	49345
1981.5	3 8.6	18372	49192	1990.5	3 47.6	-	49354
1982.5	3 13.7	18347	49214				
Białowieża 52°44' 03" 23°43' 12"							
E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F	E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F
1966.5	4 2.6	-	-	1985.5	4 55.0	18179	49328
1970.5	-	18137	48934	1986.5	4 58.0	18167	49350
1973.5	4 8.7	18195	49035	1987.5	5 2.4	-	49367
1978.5	4 16.7	18233	49193	1988.5	5 6.7	18148	-
1980.5	4 34.5	18228	49243	1989.5	5 20.7	18132	49422
1983.5	4 51.1	18196	-	1990.5	5 28.7	18124	49434
1984.8	4 54.8	18188	49313				
Kruszwica 52°40' 15" 18°18' 20"							
E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F	E <sub>p</sub>	D	H	Z*, F
1953.5	0 10.7	-	-	1981.5	1 47.6	18688	48868
1957.5	0 33.7	-	-	1984.5	2 3.3	18660	48933
1961.5	0 48.5	18457	-	1985.5	2 8.3	18650	48945
1963.5	0 54.3	18486	44692*	1986.5	2 12.9	18640	48964
1966.5	1 0.4	18516	44746*	1987.5	2 15.0	18634	48990
1969.5	-	18560	48508	1988.5	2 24.4	-	49010
1970.5	1 3.7	18575	48543	1989.5	2 25.1	18602	49041
1974.5	1 12.8	18640	48682	1990.5	2 30.8	-	49059
1980.5	1 43.0	-	48860				

Tablica 1 cd.

## Peckowo 52°39' 48" 16°28' 30"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1953.5	0 49.7	-	-	1982.5	1 2.8	18579	48798
1957.5	0 27.1	-	-	1984.5	1 13.7	18565	48807
1961.5	0 12.4	18336	-	1985.5	1 17.6	18562	48838
1963.5	0 4.7	18369	48251	1987.5	1 26.3	18546	-
1966.5	0 3.0	18404	48308	1988.5	1 33.5	-	48899
1972.5	0 10.0	18507	48496	1989.5	1 37.4	18514	48921
1981.5	0 55.9	18589	-	1990.5	1 42.5	-	49936

## Rzepin 52°20' 09" 14°49' 21"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1957.5	-1 11.6	-	-	1982.5	0 23.9	18678	48653
1961.5	0 54.4	18415	-	1983.5	0 30.0	18670	48668
1963.5	0 49.9	18444	48104	1984.5	0 36.0	18668	48687
1965.5	0 44.0	18472	48133	1985.5	0 40.9	18664	-
1966.5	0 37.9	18488	48166	1987.5	0 50.4	18653	-
1972.5	0 35.6	18595	48355	1989.5	1 1.5	18622	48824
1977.5	0 7.2	18692	48529	1990.5	1 6.2	-	48861
1980.5	0 13.8	18690	48605				

## Sieradz 51°36' 07" 18°45' 35"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1951.5	0 4.1	-	-	1965.5	-	18881	48085
1953.5	0 6.7	-	-	1966.5	0 55.0	18891	48124
1957.5	0 26.8	-	-	1972.5	0 59.8	18987	48298
1961.5	0 41.2	18834	-	1976.5	1 11.6	19055	-
1963.5	0 46.5	18866	48004				

## Belsk 51°50' 12" 20°47' 30"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1950.5	1 4.2	-	-	1962.5	1 57.2	18873	48749
1951.5	1 11.2	-	-	1963.5	2 0.1	18889	48774
1952.5	1 17.4	-	-	1964.5	2 2.0	18894	48797
1953.5	1 22.7	-	-	1965.5	2 3.7	18895	48815
1954.5	1 27.9	-	-	1966.5	2 4.2	18901	48829
1955.5	1 33.7	-	-	1967.5	2 5.6	18906	48854
1956.5	1 38.9	-	-	1968.5	2 6.2	18918	48880
1957.5	1 42.7	-	-	1970.5	2 6.6	18953	48942
1958.5	1 45.4	-	-	1971.5	2 6.6	18976	48972
1959.5	1 48.5	-	-	1972.5	2 8.0	18992	49006
1960.5	1 52.0	18839	48708	1973.5	2 10.3	19005	49043
1961.5	1 55.0	18856	48727	1974.5	2 13.3	19016	49079

Tablica 1 cd.

## Belsk 51°50' 12" 20°47' 30"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1975.5	2 16.4	19035	49112	1983.5	2 52.4	19033	49319
1976.5	2 18.5	19050	49149	1984.5	2 56.9	19023	49335
1977.5	2 22.1	19062	49181	1985.5	3 0.8	19015	49352
1978.5	2 26.0	19059	49216	1986.5	3 5.1	19003	49374
1979.5	2 32.3	19061	49240	1987.5	3 8.5	18999	49393
1980.5	2 37.2	19063	49257	1988.5	3 12.4	18983	49418
1981.5	2 42.9	19047	49279	1989.5	3 15.9	18966	49444
1982.5	2 48.3	19035	49302	1990.5	3 18.8	18962	49463

## Podzamcze 51°18' 45" 18°07' 50"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1957.5	0 16.0	-	-	1983.5	1 45.5	19112	48574
1961.5	0 31.4	18891	-	1984.5	1 50.1	19102	48599
1963.5	0 36.9	18922	48032	1985.5	1 53.6	19096	48618
1965.5	-	18942	48062	1986.5	1 58.5	19090	48636
1966.5	0 46.4	18949	48085	1987.5	2 3.8	19082	48656
1972.5	0 50.8	19049	48258	1988.5	2 8.1	19067	48685
1976.5	1 7.6	19116	48405	1989.5	2 10.7	19042	48710
1980.5	1 29.6	19132	48513				

## Nałęczów 51°17' 18" 22°12' 44"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	1 32.3	-	-	1981.5	2 41.3	19286	49174
1957.5	1 47.5	-	-	1984.5	2 57.4	19255	49235
1961.5	1 58.8	19108	-	1985.5	3 0.1	19248	49247
1966.5	2 8.4	19165	48751	1986.5	3 4.6	19240	49272
1970.5	2 10.2	19221	48859	1987.5	3 7.9	-	49280
1972.5	2 12.6	19247	48917	1988.5	3 11.4	19220	49304
1976.5	2 19.3	19298	49049	1989.5	3 13.7	19204	-
1980.5	2 39.8	19297	49156	1990.5	3 17.8	19195	49352

## Okmiany 51°15' 24" 15°46' 29"

Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1953.5	-1 7.9	-	-	1982.5	0 48.8	19255	48432
1957.5	0 44.8	-	-	1983.5	0 55.0	19254	48449
1961.5	0 29.5	18997	-	1984.5	1 0.8	19246	48467
1963.5	0 21.8	19038	47899	1985.5	1 3.6	19239	48486
1965.5	0 18.0	19051	47925	1986.5	1 10.1	19234	48508
1966.5	0 10.7	19068	47953	1987.5	1 16.4	-	48527
1968.5	0 4.0	19096	48007	1988.5	1 20.6	19211	48558
1971.5	0 4.7	19162	48076	1989.5	1 22.2	19191	48591
1975.5	0 7.5	19232	48247	1990.5	1 28.6	-	48594
1980.5	0 38.5	19266	48392				

Tablica 1 cd.

Klonów 50°20' 37" 20°09' 59"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	0 39.9	-	-	1980.5	2 0.2	19694	48502
1957.5	0 54.7	-	-	1981.5	2 1.6	19686	48510
1961.5	1 9.0	19480	-	1984.5	2 18.7	19669	48581
1963.5	1 12.6	19503	47937	1985.5	2 20.3	19662	48600
1965.5	-	19530	48062	1986.5	2 27.6	19653	48626
1966.5	1 19.9	19546	48069	1987.5	2 29.0	19650	48644
1970.5	1 22.9	19586	48201	1988.5	2 34.4	19629	48665
1973.5	1 33.4	19638	48297	1989.5	2 36.6	19622	48693
1978.5	1 45.1	19701	48455	1990.5	2 40.0	19609	48713
Bełżec 50°24' 05" 23°26' 20"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	2 8.3	-	-	1965.5	-	19540	48492
1957.5	2 23.3	-	-	1966.5	2 46.7	19552	48520
1961.5	2 35.2	19497	-	1970.5	2 45.2	19593	48625
1963.5	2 39.8	19523	48476				
Domaszków 50°13' 20" 16°40' 05"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	0 41.2	-	-	1980.5	0 55.9	19735	48104
1957.5	0 24.0	-	-	1981.5	0 57.2	19727	48127
1961.5	0 9.3	19488	-	1982.5	1 5.0	19725	48149
1963.5	0 2.4	19522	47641	1984.5	1 17.3	19717	48170
1965.5	-	19534	47650	1985.5	1 20.5	19715	48203
1966.5	0 7.1	19548	47691	1986.5	1 27.4	19702	48216
1968.5	0 8.4	19569	47738	1987.5	1 31.8	19703	48238
1971.5	0 12.7	19592	47834	1988.5	1 35.9	19686	48263
1974.5	0 23.4	19692	47934	1989.5	1 39.5	19666	48301
1978.5	0 39.8	19734	48042	1990.5	1 45.1	-	48326
Racibórz 50°05' 04" 18°11' 37"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	0 8.7	-	-	1981.5	1 26.3	19820	48276
1957.5	0 9.6	-	-	1984.5	1 44.0	19805	48340
1961.5	0 23.9	19588	-	1985.5	1 47.0	19800	48360
1968.5	0 40.8	19671	47902	1986.5	1 53.5	19789	48382
1971.5	0 43.2	19733	47961	1987.5	1 56.5	-	48398
1975.5	0 55.4	19803	48125	1989.5	2 5.4	19758	48433
1980.5	1 23.3	19831	48266	1990.5	2 9.5	-	48452

Tablica 1 cd.

Zakopane 49°17' 22" 20°01' 51"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	0 23.2	-	-	1981.5	1 52.2	20250	48157
1957.5	0 42.3	-	-	1983.5	2 5.7	20234	48210
1961.5	0 54.8	20040	-	1984.5	2 8.9	20223	48228
1963.5	1 1.5	20064	47708	1985.5	2 9.1	20218	48245
1965.5	-	20073	47702	1986.5	2 15.3	20207	48270
1966.5	1 8.3	20087	47723	1987.5	2 17.8	-	48291
1971.5	1 12.1	20171	47840	1988.5	2 22.2	20196	48316
1974.5	1 20.9	20203	47971	1989.5	2 24.7	20180	48342
1978.5	1 35.2	20257	48096	1990.5	2 29.0	20172	48361
1980.5	1 48.9	20257	48148				
Cisna 49°12' 44" 22°19' 39"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	1 27.7	-	-	1978.5	2 26.2	20338	48254
1957.5	1 42.5	-	-	1980.5	2 37.5	20333	48302
1961.5	1 54.0	20132	-	1981.5	2 41.6	20330	48313
1963.5	1 58.7	20154	47849	1983.5	2 54.5	20303	48358
1965.5	-	20179	47871	1984.5	2 56.9	20299	48382
1966.5	2 4.6	20179	47899	1985.5	2 58.9	20291	48396
1968.5	2 2.0	20204	47951	1986.5	3 2.5	20282	48418
1973.5	2 10.2	20273	48099				
Świder 52°07' 00" 21°15' 00"							
Ep	D	H	Z*, F	Ep	D	H	Z*, F
1954.5	0 54.0	-	-	1969.5	1 32.5	-	-
1955.5	0 59.7	-	-	1970.5	1 32.6	18381	-
1956.5	1 5.0	-	-	1971.5	1 33.2	18402	-
1957.5	1 8.7	-	-	1972.5	1 34.2	18415	-
1958.5	1 12.0	-	-	1973.5	1 36.4	-	-
1959.5	1 15.2	-	-	1974.5	1 39.5	-	-
1960.5	1 18.4	-	-	1975.5	1 42.2	-	-
1961.5	1 21.0	-	-	1976.5	1 44.2	-	-
1962.5	1 23.2	18294	48638	1977.5	1 47.6	-	-
1963.5	1 26.1	18304	48669	1978.5	1 52.8	-	-
1964.5	1 28.0	18317	48686	1979.5	1 57.6	-	-
1965.5	1 29.7	18329	48692	1980.5	2 2.3	-	-
1966.5	1 31.5	18335	48713	1981.5	2 7.9	-	-
1967.5	1 32.6	18340	48744	1982.5	2 13.3	-	-
1968.5	1 32.7	18348	48765	1983.5	2 18.5	-	-



Tablica 2

PUNKT	D				H				F			
	interwał				interwał				interwał			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
HEL	10	28	27	22	83	28	-60	-65	179	142	82	110
CISOWO	17	27	27	23	96	23	-41	-56	178	139	89	118
OGRODNIKI	9	21	20	15	66	25	-54	-63	168	144	80	99
MILAKOWO	10	25	25	20	82	22	-51	-62	175	142	85	108
RZEWNOWO	-	-	30	27	92	28	-32	-56	183	137	95	103
SOLTMANY	9	23	21	18	80	28	-50	-66	171	146	84	98
SZCZECINEK	17	-	28	25	82	27	-38	-58	174	139	93	103
KOMOROWO	-	22	22	19	-	25	-55	-65	-	143	87	98
BIAŁOWIEŻA	8	22	21	16	80	15	-50	-57	-	143	87	96
KRUSZWICA	13	26	27	22	80	36	-39	-60	173	144	85	114
PĘCKOWO	-	27	27	26	-	-	-28	-65	-	-	98	100
RZEPIN	20	32	28	26	-	-	-25	-56	175	146	102	-
BELSK	8	22	22	18	82	30	-47	-64	170	145	95	111
PODZAMCZE	15	26	23	21	85	32	-38	-65	170	105	95	117
NAŁĘCZÓW	6	22	21	16	65	12	-50	-50	150	148	91	105
OKMIANY	-	30	26	25	93	33	-25	-64	178	145	94	108
KŁONÓW	12	22	20	20	80	30	-33	-54	172	139	98	113
DOMASZKÓW	17	28	26	25	-	-	-21	-60	175	143	99	123
RACIBÓRZ	13	27	23	23	82	28	-30	-56	172	141	94	102
ZAKOPANE	11	24	21	20	65	38	-40	-47	178	125	97	116
CISNA	10	21	21	18	70	30	-42	-43	152	135	94	-

**ERRATA**  
dotyczy tablicy 1 s.76 - 81

Hel	epoka	1953.5 - 1955.5	D na znak minus
Cisowo	epoka	1955.5 - 1963.5	D na znak minus
Rzewnowo	epoka	1955.5 - 1970.5	D na znak minus
Szczecinek	epoka	1952.5 - 1957.5	D na znak minus
Pęckowo	epoka	1953.5 - 1963.5	D na znak minus
Rzepin	epoka	1957.5 - 1977.5	D na znak minus
Sieradz	epoka	1951.5	D na znak minus
Okmiany	epoka	1953.5 - 1968.5	D na znak minus
Damaszków	epoka	1954.5 - 1963.5	D na znak minus
Racibórz	epoka	1954.5	D na znak minus
Komorowo	epoka	1983.5	F na wartość 49227