

ZAKŁAD GEOFIZYKI  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIULETYN  
OBSERWATORIUM GEOFIZYCZNEGO  
W KRAKOWIE

Nr 1

1955–1956

SPIS TREŚCI: 1. T. Olczak – *Przedmowa* 2. J. Pagaczewski – *Stacja Sejsmologiczna PAN w Krakowie (The Seismological Station of the Polish Academy of Sciences in Cracow)* 3. *Obserwacje Stacji Sejsmologicznej PAN w Krakowie w 1955 i 1956 r. (Observations séismiques de la Station Séismologique Cracovie en 1955 et 1956)* 4. T. Olczak – *Skorupa ziemska w świetle badań sejsmologii* 5. T. Olczak – *O fałach  $L_i$ ,  $L_g$ ,  $R_g$  i in. w kontynentalnej skorupie ziemskiej* 6. J. Pagaczewski – *O wstrząsie, który spowodował szkody w Wieliczce w 1591 r.*

1964

ŁÓDŹ – WARSZAWA  
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

ZAKŁAD GEOFIZYKI  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIULETYN  
OBSERWATORIUM GEOFIZYCZNEGO  
W KRAKOWIE

Nr 1

1955-1956

SPIS TREŚCI: 1. T. Olczak – Przedmowa 2. J. Pagaczewski – *Stacja Seismologiczna PAN w Krakowie (The Seismological Station of the Polish Academy of Sciences in Cracow)* 3. *Obserwacje Stacji Seismologicznej PAN w Krakowie w 1955 i 1956 r. (Observations séismiques de la Station Séismologique Cracovie en 1955 et 1956)* 4. T. Olczak – *Skorupa ziemska w świetle badań seismologii* 5. T. Olczak – *O fałach Li, Lg, Rg i in. w kontynentalnej skorupie ziemskiej* 6. J. Pagaczewski – *O wstrząsie, który spowodował szkody w Wieliczce w 1591 r.*

1964

ŁÓDŹ – WARSZAWA  
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

БЮЛЛЕТЕНЬ  
ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ  
КРАКОВ  
№ 1  
1955—1956

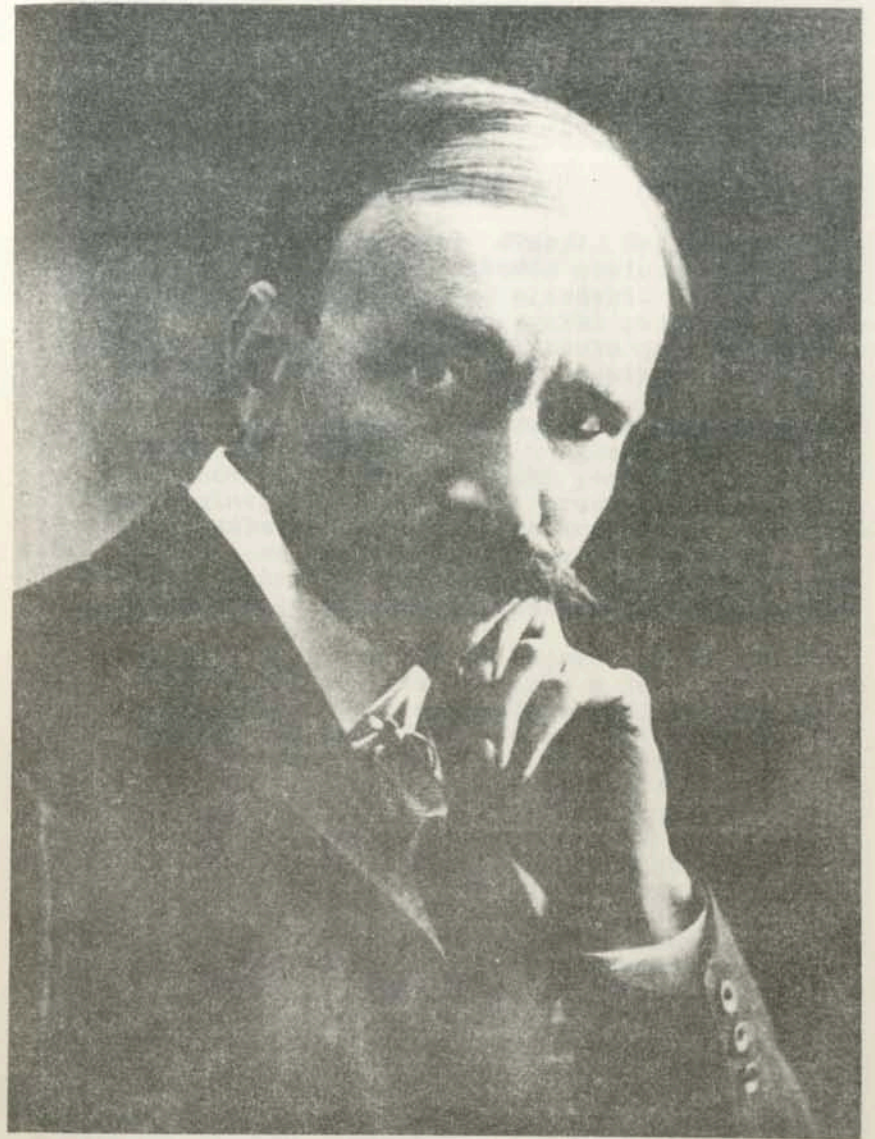
BULLETIN  
OF THE GEOPHYSICAL OBSERVATORY  
CRACOW  
No 1  
1955—1956

Printed in Poland

Państwowe Wydawnictwo Naukowe  
Oddział w Łodzi 1964

Wydanie I. Nakład 350 + 150 egz. Ark. wyd. 4,50 ark. druk. 66/16  
Papier offsetowy kl. V, 70 g. 70 x 100. Oddano do druku 8. IX. 1964 r.  
Druk ukończono we wrześniu 1964 r. Zam. nr 184 F-11. cena zł. 16,—

Zakład Graficzny PWN  
Łódź, ul. Gdańska 162



M.P. RUDZKI

## PRZEDMOWA

Niniejszy *Biuletyn Nr 1 Stacji Sejsmologicznej Polskiej Akademii Nauk w Krakowie* otwiera serię publikacyjną prac naukowych tej placówki. W serii tej zamierzamy ogłaszać nie tylko wyniki rejestracji sejsmografów, w które krakowska placówka jest wyposażona i nie tylko opracowania tych wyników odnoszące się do ogólnych problemów sejsmologii i fizyki wnętrza Ziemi, lecz również opracowania specjalne z zakresu badań nad sejsmicznością i wglębną budową Karpat i rejonów przyległych. Wysoki poziom wyposażenia instrumentalnego, dobre warunki pracy sejsmografów, staranna służba czasu, a ponadto kooperacja z sąsiednimi stacjami sejsmologicznymi, zarówno polskimi, jak i stacjami sejsmologicznymi państw ościennych - stwarzają razem pomyślne warunki realizacji takiego programu.

Powołanie do życia Stacji Sejsmologicznej w Krakowie usunęło bardzo dotkliwą lukę w tej części środkowo-europejskiej sieci sejsmologicznej, która może być przydatną dla badań nad sejsmotektoniką Karpat. Wzdłuż południowego ich odcinka usytuowane są stacje rumuńskie, ogniska wschodnio-karpackie dozorowane przez nowopowołane do życia względnie zmodernizowane stacje radzieckie w Rachowie, Lwowie i Użhorodzie, lecz na obszarze całych Karpat zachodnich czynne były do ostatnich czasów tylko dwie stacje sejsmologiczne, mianowicie czechosłowackie stacje Bratislava i Skalnaté Pleso. Skutkiem tego stanu rzeczy był prawie zupełny brak materiałów sejsmograficznych mogących szczegółowiej dokumentować aktywność ognisk zachodnio-karpackich. Ponieważ zaś aktywność tych ognisk jest normalnie nader słaba, leżąc przeważnie znacznie poniżej poziomu makroskopowej odczuwalności i tylko bardzo rzadko dochodząc do głosu pokaźniejszymi nateżeniami, utarło się - przynajmniej jeżeli chodzi o Karpaty Polskie - niesłuszne wyobrażenie o całkowitym jej braku.

Jest w związku z tym pożądanym, aby nowe stacje sejsmologiczne zarówno w rejonie Karpat zachodnich i środkowych, jak i w ich sąsiedztwie, wyposażane były w przyrządy o dostatecznie dużych powiększeniach, co najmniej takich, jakie posiadają obecnie działające przyrządy stacji we Lwowie ( $1,0-5 \cdot 10^3$ ) lub w Użhorodzie ( $6-7 \cdot 10^3$ ). Postulat ten spełniliśmy, wyposażając stację krakowską w pierwszym rzucie sejsmografami Golicyna-Wilipa o dosyć okazałych powiększeniach maksymalnych ( $3-4 \cdot 10^3$ ); w latach następnych wyposażyliśmy stację krakowską w dalsze przyrządy, o jeszcze znacznie większych powiększeniach. Szczegółowiej o początkowym wyposażeniu instrumentalnym stacji krakowskiej, jako też o powstaniu stacji i warunkach pracy jej przyrządów pisze w artykule wstępnym niniejszego *Biuletynu* organizator i pierwszy kierownik tej placówki, dr J. P a g a c z e w s k i.

Wyniki rejestracji sejsmografów krakowskich w latach 1955 i 1956, jakie ogłaszamy w niniejszym *Biuletynie*, opracowane zostały przez dr J. P a g a c z e w s k i e g o i mgr inż. M. C z e c h o w i c z a.

*Skorupa ziemna w świetle badań sejsmologii* - to zarys napisany przeze mnie dla niniejszego *Biuletynu* mający za zadanie przedstawić w szkicowej formie obecne zaawansowanie naszych wiadomości odnoszących się do tego problemu. Aktualne obecnie zagadnienie natury krótkookresowych fal powierzchniowych rejestrowanych w początkowych częściach zapisów nieodległych trzęsień ziemi omawia artykuł "O falach Li, Lg, Rg i in. w kontynentalnej skorupie ziemskiej".

Artykuł dr. J. Pagaczewskiego *O wstrząsie, który spowodował szkody w Wieliczce w 1951 r.* może mieć znaczenie dla przyszłej pełnej inwentaryzacji zjawisk sejsmicznych, jakie miały miejsce na terenie naszego kraju.

T. Olczak

Warszawa, styczeń 1964 r.

Janusz Pagaczewski

## STACJA SEJSMOLOGICZNA PAN W KRAKOWIE

*Dawna  
Stacja Sejsmologiczna w Krakowie  
(1903-1955)*

Przed przystąpieniem do opisu nowej Stacji Sejsmologicznej PAN w Krakowie (Wawel) podamy szereg informacji o pierwszej stacji sejsmologicznej w Krakowie, założonej w 1903 r. przez znakomitego polskiego geofizyka i sejsmologa, profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego, Maurycego Piusa Rudzkiego (1862-1916), dyrektora Obserwatorium Astronomicznego w Krakowie.

Stację tę, mieszczącą się w piwnicy grawimetrycznej gmachu Obserwatorium Astronomicznego UJ przy ulicy Kopernika 27 w Krakowie, Rudzki wyposażył w 2 wahadła poziome systemu Bosch-Omori z rejestracją mechaniczną w okresach ok. 30 sek. i powiększeniach ok. 10-krotnych. Bezpośredni asumpt do jej założenia dało silne słowackie trzęsienie ziemi z dn. 21 X 1901 r. w rejonie Spiskiej Starej Wsi, po stronie polskiej szeroko odczute w południowych powiatach Małopolski zachodniej. Po długiej, przeszło stuletniej pauzie w aktywności sejsmicznej Karpat środkowych, trzęsienie to przypominało, iż w górach tych, szczególnie zaś po południowej ich stronie, istnieją czynne współcześnie, "żywe" procesy tektoniczne.

W dobie, w której była założona, stacja sejsmologiczna przy Obserwatorium Astronomicznym UJ w Krakowie nie ustępowała licznym innym ówczesnym stacjom sejsmologicznym. Zarówno M. Rudzki, jak i ówczesny adiunkt Obserwatorium L. G r a b o w s k i, dbali o stację, a wyniki jej zapisów ogłaszali corocznie drukiem [1]. Stacja cieszyła się dobrą reputacją naukową i figurowała we wszystkich spisach stacji i katalogach sejsmologicznych. Jak pracowała krakowska

stacja sejsmologiczna za czasów Rudzkiego zorientować się można na podstawie doskonałych kopii jej zapisów trzęsienia ziemi z dn. 16 VIII 1906 ogłoszonych przez Centralne Biuro Sejsmologiczne w Strasburgu [2]. O wyposażeniu stacji krakowskiej pisał A. B e l a r, sygnalizując jej uruchomienie w listopadzie 1903 r. [3].

Zamiaru zastąpienia wahadeł Boscha znacznie czulszymi wahadłami Golicyna, nie zdołał już Rudzki urzędywać przed swoją śmiercią w roku 1916. Jego następcą na stanowisku dyrektora Obserwatorium, prof. dr Tadeusz B a n a c h i e w i c z (1919-1954) dbał o nieprzerwane funkcjonowanie Stacji [4]. Jednakże przez długi czas (od roku 1907 do 1927) nie funkcjonowało wahadło NE-SW (oznaczane numerem 32B) z powodu zaginięcia wysłanego do naprawy mechanizmu zegarowego od bębna rejestracyjnego. Czynne było właściwie tylko wahadło NW-SE nr 32A, ale i ono skutkiem zużycia się stożkowatych końców osi stawało się coraz bardziej nieczułe i od listopada 1920 r. w ogóle przestało notować trzęsienia ziemi, wobec czego uruchomiono je w czerwcu 1921 r. Dopiero z końcem roku 1926 mechanik uniwersytecki W. G r o d z i c k i dorobił dwa nowe stożki a zegarmistrz T. H o l i k przerobił stary zegar kontaktowy Boscha na mechanizm do poruszania bębna przy sejsmografie nr 32B, dzięki czemu od stycznia 1927 r. funkcjonowały oba wahadła regularnie.

Wahadła nie były tłumione. Okresy wahań własnych wynosiły: dla wahadła 32A - 34<sup>s</sup>, a dla wahadła 32B - 30<sup>s</sup>. W roku 1927 sejsmograf 32A odnotował 15, sejsmograf 32B - 5 trzęsień ziemi. Później - według słów prof. Banachiewicza - doprowadzono oba sejsmografy "do wysokiego stopnia czułości", tak, iż zaczęły one notować "nawet mikrosejsmy".

Stacją Sejsmologiczną w Obserwatorium Astronomicznym UJ opiekował się ówczesny adiunkt Zakładu, dr J. W i t k o w s k i, po objęciu przez tegoż katedry w Poznaniu, asystenci: dr A. K a n i a, dr J. P a g a c z e w s k i, mgr J. M i e t e l s k i, mgr A. S z c z e p a n o w s k a.

Po uruchomieniu Stacji Sejsmologicznej na Wawelu, sejsmografy Boscha, jako narzędzia całkowicie przestarzałego typu, zatrzymano w roku 1955.

### Założenie nowej Stacji Sejsmologicznej w Krakowie

Ideę M.P. Rudzkiego wyposażenia Stacji Krakowskiej w nowoczesne sejsmografy z rejestracją galwanometryczną zrealizował dopiero w roku 1955 Zakład Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, który z inicjatywy prof. dr Tadeusza O l c z a k a założył w Krakowie odpowiadającą współczesnym wymaganiom stację sejsmologiczną, wyposażoną w pierwszym etapie w dwa poziome sejsmografy Golicyna-Wilipa.

Również geofizyk krakowski, prof. dr Edward W a l e r y J a n c z e w s k i, podkreślał konieczność rozbudowy śląskiej sieci sejsmograficznej przez założenie trzech obserwatoriów sejsmologicznych [5] pierwszego rzędu i kilku (np. czterech) drugiego rzędu. Za jedno obserwatorium I rzędu uważa się Śląską Stację Geofizyczną w Raciborzu; potrzebne byłyby więc jeszcze dwa obserwatoria I rzędu i to tak położone, by tworzyły z Raciborzem trójkąt w przybliżeniu równoboczny. Jako miejsca dla takich przyszłych obserwatoriów przewidywał Janczewski Kraków i Częstochowę, głównie ze względu na dogodne podłoże geologiczne obu tych miast położonych w Jurze Krakowsko-Wieluńskiej. Wapienie górno-jurajskie stanowią bowiem bardzo korzystne podłoże dla takich stacji.

Toteż poszukiwania właściwego miejsca pod obserwatorium sejsmologiczne w Krakowie szły w kierunku zbadania leżących na zachód od miasta wzgórz jurajskich. Najlepiej do tych celów sytuowanym miejscem okazało się wzgórze, oznaczone na mapach nazwą "Skała" (313 m n.p.m.), położone w odległości 9 km na zachód od centrum miasta, między wsiami Bielany i Zakamycze.

Teren ten wybrało Krakowskie Obserwatorium Astronomiczne UJ pod budowę swej zamiejskiej stacji obserwacyjnej. Po dłuższych staraniach Obserwatorium, władze przekazały Uniwersytetowi teren 5 ha wraz ze znajdującym się na nim starym wojskowym fortem poaustriackim. Miejsce to, zaproponowane przez dr J. Janczewskiego, zostało również komisyjnie uznane przez prof. dr E.W. Janczewskiego i prof. dr T. Olczaka za najlepsze dla założenia obserwatorium sejsmologicznego. Wydaje się, że połączenie dwóch pokrewnych sobie tematycznie zakładów naukowych, tj. obserwatorium

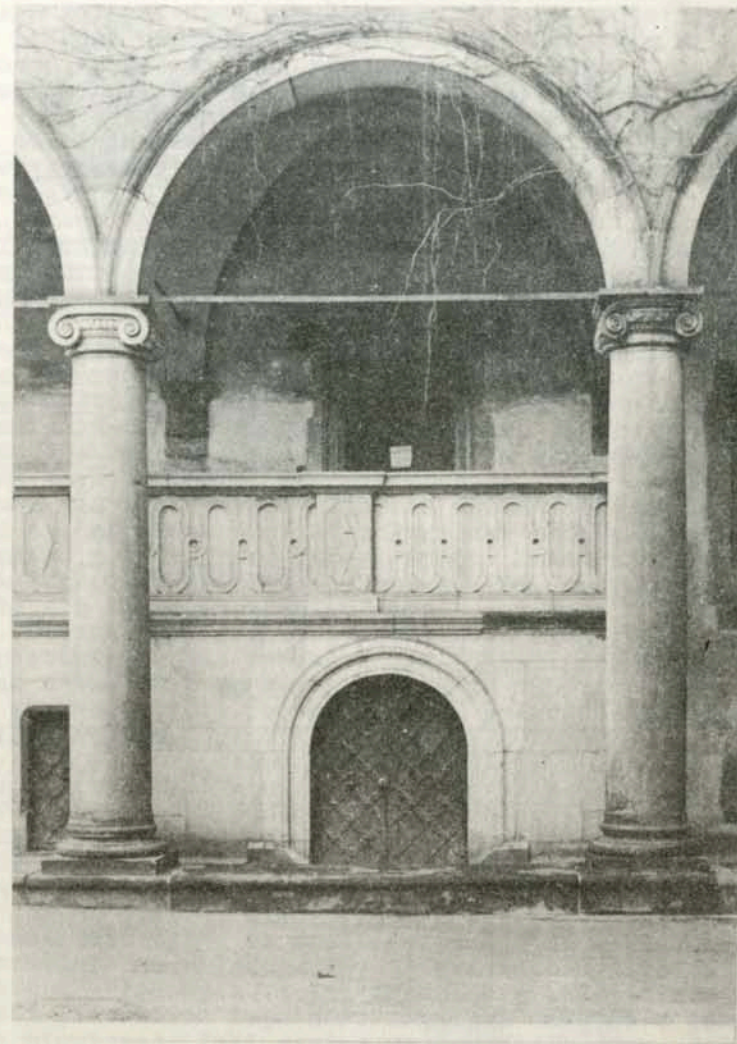
astronomicznego i geofizycznego, należałoby uważać za okoliczność nader pomyślną.

Tymczasem jednak, wobec pilności rozpoczęcia w Krakowie obserwacji sejsmologicznych, należało założyć stację gdzieś w pobliżu centrum miasta i uruchomić ją, w oczekiwaniu na planowane w latach przyszłych zremontowanie starego fortu na Skale. Wybór padł na Zamek Królewski na Wawelu jako na "oazę" względnego spokoju oraz jako na miejsce leżące na skale z wapienia jurajskiego, wzniesione ok. 20 m nad poziomem sąsiednich ulic. Jest on niemal zupełnie izolowany od bezpośredniego wpływu zakłóceń, powodowanych ruchem miejskim, co daje widoki na spokojną rejestrację wstrząsów pochodzenia sejsmicznego. W wyniku starań Zakład Geofizyki PAN otrzymał zezwolenie Urzędu Rady Ministrów (datowane dn. 1 lutego 1954) na czasową używalność wybranych piwnic w północnym skrzydle Zamku, z dostępem bezpośrednio z dziedzińca arkadowego (rys. 1).

Stacja zajmowała początkowo dwie piwnice (rys. 2). Jedną z nich o powierzchni około 60 m<sup>2</sup> przeznaczono na pomieszczenie aparatury, drugą, znacznie mniejszą (około 16 m<sup>2</sup>) na urządzenie podręcznej pracowni fotograficznej. W styczniu 1957 r. urządzono dodatkowo trzecią piwnicę (około 16 m<sup>2</sup>) jako pracownię obserwatorów.

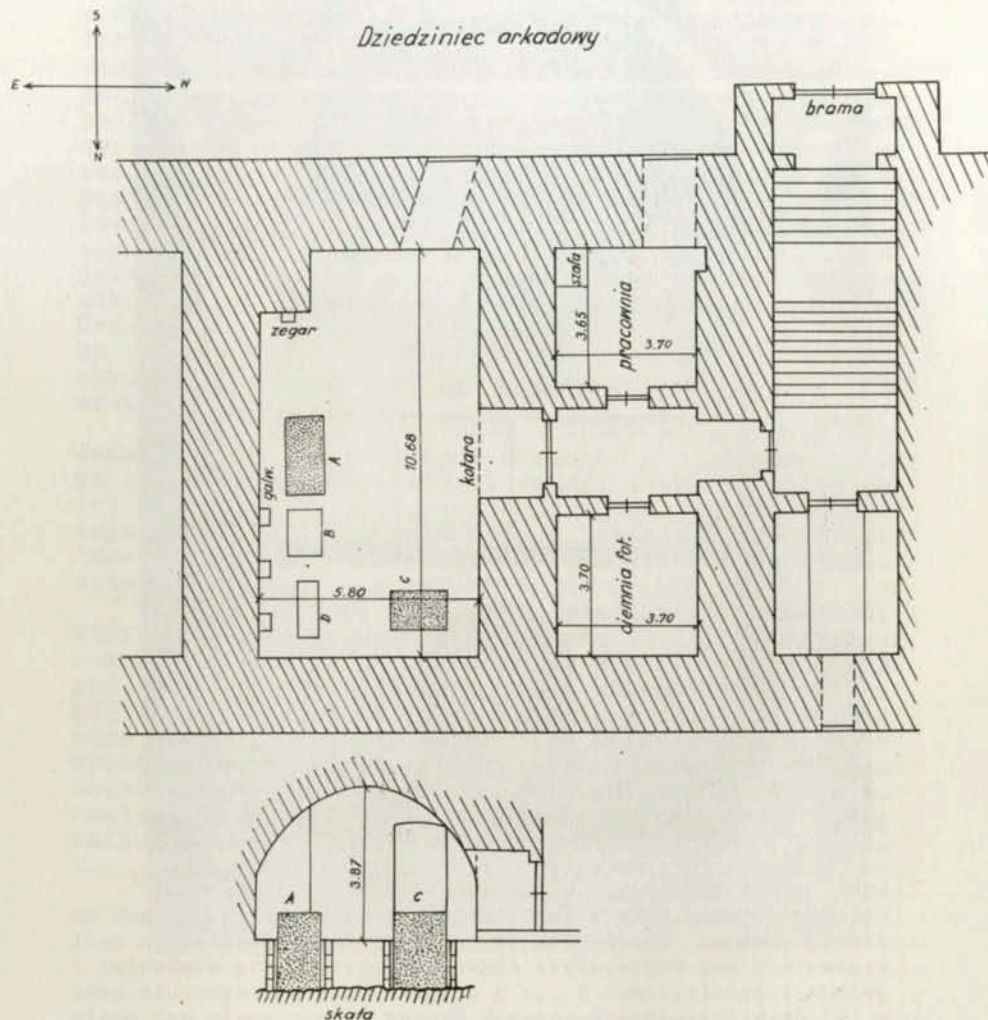
\* W marcu 1954 r. rozpoczęto prace przygotowawcze, którymi na prośbę Dyrekcji Zakładu Geofizyki PAN kierował inż. Henryk K r a m k o w s k i. Wykopano dół pod słup, dokopując się zwężłej skały wapiennej na głębokości 1,25-1,75 m<sup>1)</sup>. Następnie w dole tym zbudowano monolit betonowy, uzbrojony prętami stalowymi wpuszczonymi w skałę, o powierzchni 2 x 1 m<sup>2</sup> i wysokości nad powierzchnię podłogi piwnicy 80 cm. Kilkucentymetrowej szerokości szpara, biegnąca pionowo wzdłuż ścian słupa aż do skały, powstała przez zbudowanie

<sup>1)</sup> Kopanie tego dołu trwało niemal sześć tygodni, gdyż ze względu na prawdopodobieństwo znalezienia cennych wykopalisk archeologicznych musiało być prowadzone bardzo powoli i ostrożnie przez grupę fachowych archeologów pod kierownictwem naukowym dr A. Ż a k i e g o. W rzeczywistości znaleziono tam nieco skorup naczyń wczesno-średniowiecznych (XI w. i późn.), jeden przęślik (kółeczko z gliny używane do obciążania nici przy przędzeniu) oraz fragmenty spalonych belek.



Rys. 1. Wejście do Stacji Sejsmologicznej PAN z dziedzińca arkadowego Zamku Wawelskiego. The entrance to the Seismological Station at Cracow from the arched courtyard of the Wawel castle (fot. J. Rosner)

Plan Stacji Sejsmologicznej na Wawelu



Rys. 2. Piwnica sejsmiczna w Stacji PAN w Krakowie. Seismograph vault at Cracow Seismological Station

wanie ścianek na 1 cegłę dookoła słupa, oddziela go od podłogi usuwając częściowo wpływ dodatkowych zakłóceń spowodowanych chodzeniem obsługi. Słup ten przeznaczony był pod sejsmografy Golicyna-Wilipa.

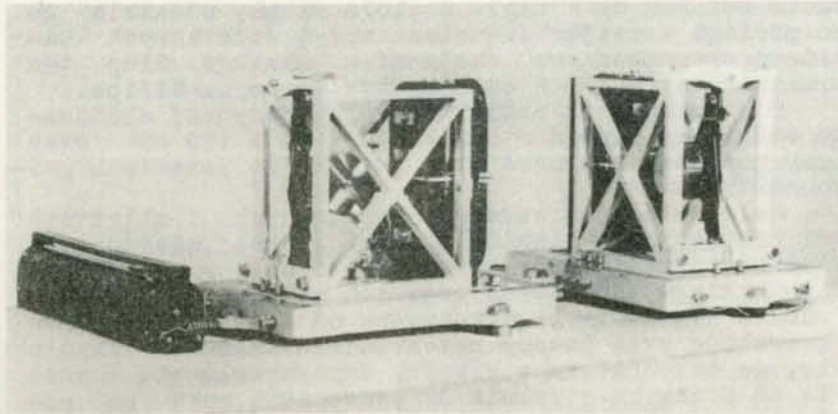
Dla ustawienia aparatury rejestracyjnej zbudowano oddzielny słupek z cegieł 70 x 90 x 120 cm<sup>3</sup> oraz trzy podstawy betonowe przy ścianie do ustawienia galvanometrów.

Celem zbadania warunków termicznych i wilgotności panujących w piwnicy sejsmologicznej, mierzono te wielkości przy pomocy termometru i higrografu włosowego w ciągu pierwszych czterech miesięcy 1955 roku. Ponadto dla kontroli wykonywano od czasu do czasu obserwacje przy pomocy psychrometru Assmana. Okazało się, że temperatura w piwnicy utrzymywała się w czasie od początku stycznia do końca 1955 roku na poziomie 17-18° C. Wahania temperatury (około 2°) spowodowane były głównie koniecznością włączania grzejnika elektrycznego, co było stosowane od czasu do czasu dla zmniejszenia stopnia wilgotności, zwiększonej np. na skutek mycia podłogi lub budowy słupka ceglanego pod przyrząd rejestrujący. Zmiany wilgotności względnej wynosiły od 50% do 75%, po czym ustaliły się około wartości 60-65%.

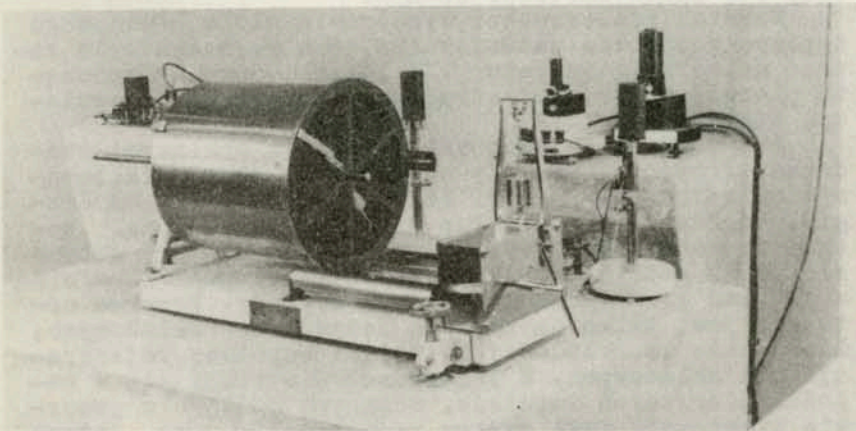
Wskutek konieczności wysuszenia słupa betonowego dopiero w połowie października 1954 r. można było zacząć ustawianie aparatury. W lutym 1955 r. rozpoczęto pierwsze próby rejestracyjne połączone z regulacją aparatury.

Oba poziome sejsmografy, osłonięte szklanymi obudowami (rys. 3), stały na głównym słupie izolowanym od wstrząsów podłogi (słup A na rys. 2). Na drugim, ceglanym słupie (słup C na rys. 2) stanął zespół rejestracyjny (rys. 4). Zmiana papieru odbywa się co 12 godzin. Prędkość rejestracji wynosi 30 mm/min., a długość przerwy minutowej - 2 sekundy. Przerwa notowana jest tylko na zapisie jednej ze składowych, mianowicie na składowej E, dzięki wspólnej rejestracji obu składowych. W ten sposób nie traci się w całości pierwszych impulsów, mogących nadejść w przerwie minutowej. Taki system rejestracji ma jednak z drugiej strony tę wadę, iż przy większych amplitudach oba zapisy mieszają się ze sobą i stają się trudno czytelne. Zespół rejestracyjny napędzany jest przez mechanizm sprężynowy z regulatorem odśrodkowym, działającym na ogół poprawnie.





Rys. 3. Sejsmografy Golicyna-Wilipa. Galitzin-Wilip seismographs



Rys. 4. Galwanometry i rejestrator fotograficzny sejsmografów Golicyna-Wilipa. The galvanometers and photographic recorder of Galitzin-Wilip seismographs

Dnia 22 marca 1955 r. stacja - po okresie wstępnych prób - rozpoczęła regularną rejestrację wstrząsów sejsmicznych. Od dn. 1 maja 1955 r. sporządza się miesięczne wykazy trzęsień i przesyła je do Zakładu Geofizyki PAN w Warszawie, gdzie wykorzystuje się je przy opracowaniu miesięcznych biuletynów wstępnych polskich obserwatoriów sejsmologicznych.

Współrzędne geograficzne piwnicy sejsmologicznej na Wawelu są następujące:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 50^{\circ} 03,3' N \\ \lambda = 19^h 54,4^m E \\ h = 223 \text{ m n.p.m.} \end{array} \right.$$

Powstanie i uruchomienie Stacji Sejsmologicznej PAN w Krakowie było możliwe dzięki uprzejmemu i pełnemu zrozumieniu stanowisku Dyrektora Zamku Królewskiego na Wawelu, p. H. W y c z ó ł k o w s k i e g o który wyraził zgodę i poparł założenie Stacji w piwnicach zamkowych i który w okresie organizacji Stacji odnosił się najżyczliwiej do wszystkich naszych dezyderatów. Pracownicy Zarządu Zamku, p. inż. H. K r a m k o w s k i i p. inż. J. O r k i s z, również wielokrotnie udzielali nam wybitnej pomocy. Pragnę tu również podnieść pomoc ze strony woźnych wawelskich.

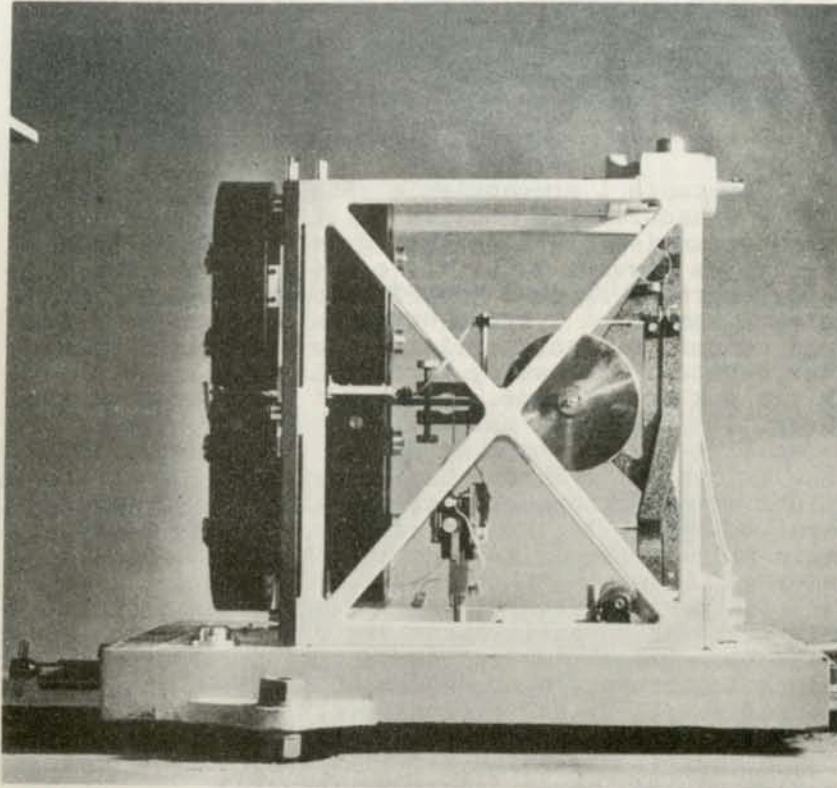
Wstępny opis Stacji Sejsmologicznej PAN na Wawelu pióra dr J. Pagaczewskiego, ukazał się w *Kosmosie* [6] oraz w *Uraniu* [7]; krótka notatka w języku angielskim pióra prof. dr T. Olczaka ukazała się także w *Acta Geophysica Polonica* [8].

Jak powiedzieliśmy, wstępne wyniki zapisów Stacji Krakowskiej publikowane są bieżąco w miesięcznych biuletynach wstępnych polskich obserwatoriów sejsmologicznych, opracowywanych i wydawanych przez Zakład Geofizyki PAN w Warszawie. Z dat tych korzysta Centralne Międzynarodowe Biuro Sejsmologiczne w Strasburgu (BCIS); biuletyny tej instytucji często cytują wyniki zapisów nowej stacji krakowskiej.

W niniejszej, pierwszej pełnej publikacji wyników rejestracji sejsmologicznych Stacji Sejsmologicznej PAN na Wawelu zamieszczone zostało szczegółowe opracowanie wszystkich zapisanych wstrząsów w latach 1955 i 1956, przeprowadzone przez dr J. Pagaczewskiego przy udziale mgr inż. M. Czechowicz. Mieści się ono w dalszej części niniejszej publikacji.

### Aparatura<sup>2)</sup>

Oba sejsmografy poziome Golicyna-Wilipa (rys. 5) są identyczne pod względem konstrukcyjnym. Na ciężkiej, żeliwnej płycie ustawiony jest stojak złożony z kilku części, również żeliwnych. Stojak posiada kształt prostopadłościanu. Składają się nań poziome



Rys. 5. Sejsmograf poziomy Golicyna-Wilipa. Galizin-Wilip horizontal seismograph

<sup>2)</sup>Rozdział ten napisałem korzystając ze szczegółowych danych, udzielonych mi przez inż. T. S i e m k a i innych kolegów z Zakładu Geofizyki PAN, którym składam za to podziękowanie.

i pionowe krawędzie oraz boczne wzmocnienia krzyżowe. Wahadło składa się z dwu ramion: pionowego i poziomego, połączonych w jedną całość. W jednej z bocznych ścian stojaka zawieszona jest pionowe ramie wahadła na dwu pionowych taśmach sprężystych grubości 0,05 mm.

Na przeciwległej ścianie przymocowane są dwie pary magnesów. Poziome ramie wahadła jest przymocowane do ramienia pionowego z jednej strony, a drugą wchodzi w dwie poziome szczeliny między magnesami. Na poziomym ramieniu umieszczone są w polach magnesów w jednej szczelinie cewki, w drugiej - płytka miedziana. Prądy wzbudzone w uzwojeniach cewki przekazywane są na galwanometr, natomiast prądy wirujące wzbudzone w płytce miedzianej tłumią drgania wahadła.

Magnesy są zmontowane na pionowych przewodnicach i oba bieguny obu par posiadają oddzielny napęd śrubą pociągową. Odpowiednia skala z noniusem wskazuje przesunięcia magnesu. Rozsuniecie lub zsuniecie odpowiedniej pary magnesów zmienia pole między nimi, a to pociąga za sobą zmianę natężenia prądu w cewce lub wielkość tłumienia uzyskiwanego przez ruch płytki.

Na ramieniu poziomym wahadła, bliżej osi obrotu, umieszczone są dwie masy w kształcie walca o łącznej wadze około 8 kg.

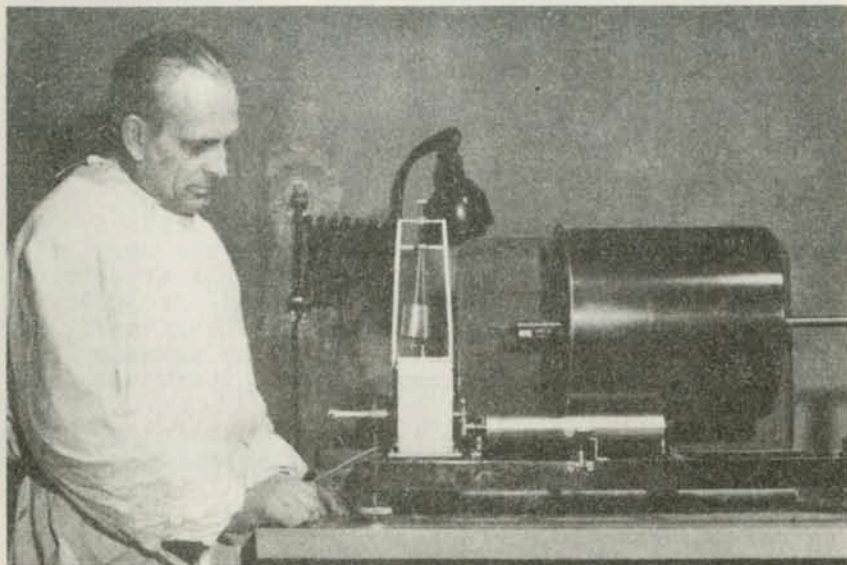
Górna część pionowego ramienia wahadła jest umocowana między dwoma ostrzami, których położenie zmienia się przez pokręcanie śruby naciętej drobnozwojowym gwintem. W ten sposób przez pochylenie osi obrotu wahadła można zmieniać w pewnym przedziale okresy wahadła. Dolna część pionowego ramienia jest sprzęgnięta przez parę kółek zębatach i ślimak z dźwignią regulatora. Pokręcenie tej dźwigni ustawia całe wahadło w położeniu środkowym, które jest ustalone odpowiednią skalą.

Ramie poziome posiada w środku swej długości przegub, który umożliwia pochylenie osi obrotu wahadła bez zmiany położenia płytki tłumiącej i cewki. Przegub jest skręcany śrubą i usztywnia całe ramie w jedną całość. Wahadło aretuje się przez umiejętne skręcenie jednej pary magnesów; wskazane jest skręcenie pary tłumiącej.

Całość ustawiona jest na trzech śrubach zabetonowanych na stałe w fundamencie A, reguluje się przy pomocy nakrętek i według wskazań pudełkowej (oczko-

wej) poziomnicy w położeniu poziomym i następnie skręca się nakrętkami.

Oba wahadła Golicyna-Wilipa, opisane powyżej, otrzymała Stacja Krakowska z Warszawskiego Obserwatorium Sejsmologicznego. Instrumenty te, zakupione niegdyś w Darpacie przez prof. E.W. Janczewskiego dla Państwowego Instytutu Geologicznego po środkowopolskim roju sejsmicznym w roku 1932, miały według początkowych planów zostać zainstalowane w specjalnie na ten cel zbudowanej piwnicy przed dawnym głównym gmachem tej instytucji przy ul. Rakowieckiej 4 w Warszawie. Realizacji tego planu stanęła na przeszkodzie duża wilgotność w piwnicy i nie dający się zahamować dopływ wody gruntowej. W tym stanie rzeczy instrumenty zostały prowizorycznie ustawione jako komplet zapasowy w piwnicy Warszawskiego Obserwatorium Sejsmologicznego w Pałacu Kazimierzowskim w Warszawie. Wraz z dwoma poziomymi sejsmografami Golicyna-



Rys. 6. Rejestrator fotograficzny sejsmografów Golicyna-Wilipa; z lewej dr J. Pagaczewski. Photographie recorder of Galitzin-Wilip seismographs; from the left dr. J. Pagaczewski

Wilipa otrzymano z tegoż Obserwatorium również jeden galwanometr i jeden kompletny zespół rejestracyjny (rys. 6).

Drugi galwanometr wypożyczono z Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.

W dniach 25-30 kwietnia 1955 r. dr R. Teisseyre, mgr inż. T. Siemek i mgr Z. Droste dokonali ostatniego przed uruchomieniem wyregulowania aparatury oraz wstępnego wyznaczenia jej stałych. Okresy obu wahadeł zostały silnie skrócone, tak aby otrzymać zespół krótkookresowy; zarazem usiłowano je możliwie wyrównać, a tłumienia zbliżyć do krytycznych, aby uzyskać układ możliwie bliski układowi Golicyna. Wyznaczone stałe były następujące:

	N-S	E-W
T	2,85 sek	3,4 sek
T <sub>1</sub>	2,05	3,4
D	0,070	0,078
D <sub>1</sub>	2,9	1,0

Prace nad regulacją aparatury kontynuowano w grudniu 1955 r., przy czym okres sejsmografu N-S został jeszcze bardziej skrócony, a tłumienia obu wahadeł zbliżone do krytycznych. Wyniki wyznaczeń były następujące:

T	2,03	3,88
T <sub>1</sub>	2,82	3,74
D	0,86	1,37

W lutym 1956 r. wydłużono okres wahadła E-W, wyrównując go z okresem własnym galwanometru, a tłumienie zbliżając do krytycznego:

T	5,07
T <sub>1</sub>	5,04
D	1,08

Z powyższymi wartościami stałych sejsmograf E-W rejestrował do końca 1956 r.

Wszystkie sejsmogramy krakowskie opisywane są tak, aby kolejne znaki minutowe wzrastały na nich od lewej strony ku prawej; poszczególne minuty wpisywane są na sejsmogramy ponad linią zapisu. Przy takiej orientacji zapisu wychylenie linii, skierowane na sejsmogramie w górę, oznacza ruch gruntu w kierunkach:

sejsmograf E-W	od W ku E,
sejsmograf N-S	od S ku N,
sejsmograf Z	w górę.

Wychylenie linii skierowane w dół oznacza ruch gruntu w kierunkach:

sejsmograf E-W	od E ku W,
sejsmograf N-S	od N ku S,
sejsmograf Z	w dół.

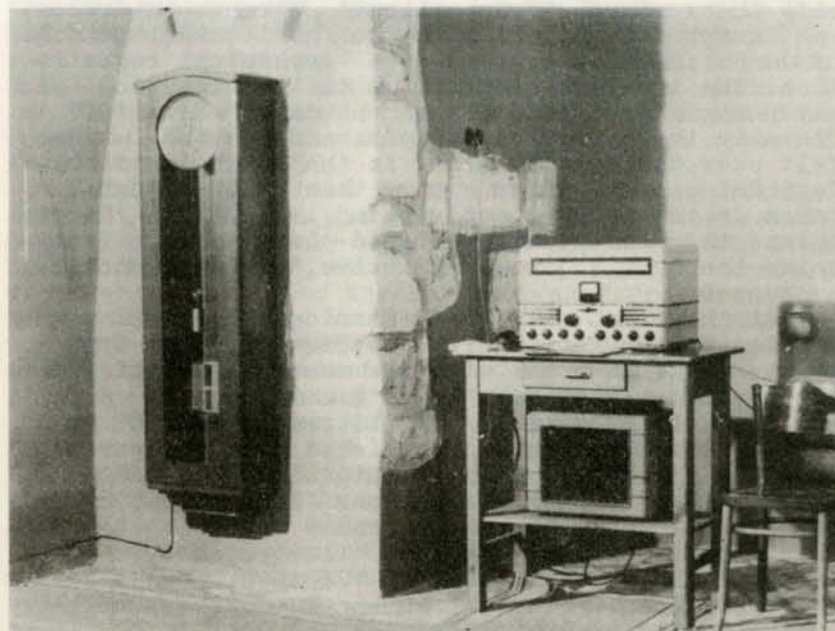
Sejsmografy Golicyna-Wilipa zapisały w 1955 r. łącznie 102 wstrząsy. W tym 59 wstrząsów było dalszych niż  $20^{\circ}$ , 22 wstrząsy o odległościach leżących między  $20^{\circ}$  a  $1^{\circ}$  i wreszcie 19 wstrząsów o odległościach mniejszych niż  $1^{\circ}$ , przeważnie pochodzenia górnośląskiego. W 1956 r. sejsmografy zapisały 115 wstrząsów; wśród nich 68 było dalszych niż  $20^{\circ}$ , 33 o odległościach leżących między  $20^{\circ}$  a  $1^{\circ}$  i tylko 11 o odległościach mniejszych niż  $1^{\circ}$ , pochodzenia górnośląskiego.

#### Służba czasu

Szcześliwym zbiegiem okoliczności udało się na być na wiosnę 1954 roku niezbędny dla Stacji zegar astronomiczny firmy Strasser-Rohde, Glasshütte/Sa z inwarowym wahadłem kompensacyjnym. Zegar ten otrzymał urządzenie kontaktowe, które o każdej pełnej minucie włącza prąd z suchych ogniw przerywający na przeciąg 2 sekund promień świetlny padający na bęben rejestratora. O każdej pełnej godzinie przerwa minutowa nie następuje, co jest praktycznym sposobem kontroli. Zegar ten, po wprowadzeniu doń drobnych przeróbek przez zegarmistrza Józefa Janiszewskiego, kontrolowany jest codziennie przy pomocy radiowych sygnałów czasu (głównie z Pontoise o godzinie 08<sup>h</sup> 01<sup>m</sup>

czasu uniwersalnego). Sygnały czasu przyjmowane są przy pomocy radioaparatu "Lambda" konstrukcji czechosłowackiej firmy Tesla. Jest to aparat wysokiej klasy przeznaczony do służby łączności i posiada kompletne wyposażenie w postaci firmowego głośnika i słuchawek. Posiada on 8 zakresów fal. Zespół służby czasu (rys. 7) umieszczony został w południowo-wschodnim narożu piwnicy głównej.

Chód zegara Strasser-Rohde nie wykazuje większych zmian, jest dość regularny, i nie przekracza zwykle około 0.5 na dobę. Należy to zapewne zawdzięczać doskonałym warunkom termicznym panującym w głównej piwnicy sejsmicznej.



Rys. 7. Zegar astronomiczny Strasser & Rohde i odbiornik "Tesla". Strasser & Rohde astronomical clock and radio-receiver "Tesla"

THE SEISMOLOGICAL STATION  
OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES IN CRACOW

S u m m a r y

Before describing the new Seismological Station in Cracow (Wawel) we shall begin by giving some informations regarding the first Seismological Station in Cracow, founded in the year 1903 by the eminent Polish geophysicist and seismologist Maurice Pius R u d z k i (1862-1916), Professor of the Jagellonian University and Director of the Astronomical Observatory in Cracow.

This Station placed in the cellar of the University Observatory, 27 Copernicus' Street in Cracow, was equipped by Rudzki with two horizontal pendula of the Bosch-Omori system with mechanical registration. The immediate incitation to its founding was given a strong earthquake on the day of 21 X 1901 in Slovakia in the region of Spišská Stará Ves, widely felt over the Polish border in the south districts of West Malopolska. After a more than hundred years long pause in the seismic activity of the Middle Carpathians, this earthquake reminded that in these mountains there exist presently active, "vivid" tectonical processes.

At the time, when the Seismological Station was founded at the Astronomical Observatory in Cracow, it was quite on a par with the numerous existing similar stations. Both M.P. R u d z k i and L. G r a b o w s k i, Adjunct of the Observatory, took great care of this Station and published yearly reports [1]. The Station enjoyed much scientific credit and always figured in the lists of stations and seismological catalogues. The work of the Cracow Seismological Station under Rudzki may be best illustrated by the records of the earthquake of 16 VII 1906, published by the Central Seismological Bureau at Strassburg, or by the record of the earthquake of 28 XII 1908 published in Rudzki's handbook *Physik der Erde* (Leipzig, 1911). A. B e l a r wrote about the equipment of the Cracow Station when signalizing the beginning of its activity in November 1903 [3]. The death of Rudzki in 1916 happened before he could replace the Bosch apparatus by a far more modern Galitzine instruments,

as he has intended. His successor, Professor Dr. Thaddeus B a n a c h i e w i c z (1882-1954), was also keen on the continuous functioning of the Station.

The Bosch-Omori pendula were not damped. Since January 1927 the free periods amounted for pendulum 32A to 34<sup>s</sup>, and for pendulum 32B - to 30<sup>s</sup>. In 1927 the seismograph 32A recorded 15 and the seismograph 32B - 5 earthquakes. Later on, according to Professor Banachiewicz's words, both seismographs were brought "to a remarkable degree of sensitivity".

The management of the Seismological Station of the University Astronomical Observatory was then chiefly entrusted to Dr. J. W i t k o w s k i, Adjunct of the Observatory and, when he became Professor in Poznań he was succeeded in Cracow by the assistants Dr. A. K a n i a, Dr. J. P a g a c z e w s k i, Mgr. J. M i e t e l s k i and Dr. A. S z c z e p a n o w s k a.

When a new Seismological Station was founded at the Wawel Castle, the obsolete Bosch-Omori apparatus were stopped in 1955.

M.P. Rudzki's idea to endow the Cracow Station with all the modern seismographs with galvanometric registration was only realised in 1955. This was done by the Geophysical Institute of the Polish Academy of Sciences, owing to the initiative of Professor Dr. Thaddeus O l c z a k. His merit was the foundation in Cracow of a Seismological Station answering all modern requirements and possessing in its first beginnings two horizontal Galitzine-Wilip seismographs.

At the same time the Cracow Geophysicist, Professor E.W. J a n c z e w s k i, stressed the necessity of augmenting the Silesian seismographical net by the foundation of three seismographical observatories [5] of first order and a few second-order stations. The Silesian Geophysical Station in Racibórz was considered as a first-order Station, thus two more observatories of the I. order were needed. The sites for the new observatories proposed by Professor Janczewski were Cracow and Częstochowa, mainly because of the convenient geological condition of both those towns situated in the Cracow-Wieluń Jura. The upper-jurassic limestone is a very good ground for such stations.

With the aim of determining the best place for a seismological observatory in Cracow, researches

were made in the Jura hills lying west of the city. Most adequate appeared the hill marked on the maps with the denomination Skala (Rock), 313 m above sea level at a distance of 9 km west of the town-centre, between the villages of Bielany and Zakamycze. This site was chosen by the Cracow Astronomical Observatory for the building of a branch station outside the town. This site belonged to the state's area was transferred to the University.

This place proposed by Dr. J. Pagaczewski gained approval of Professor Janczewski and Professor Olczak, members of a Commission, created for the purpose. It appears that the union of two scientific institutions related to each other by the subject of researches i.e. of astronomy and geophysics, should be considered as a rather favourable circumstance. However, the need of seismographical observations in Cracow was so urgent that for the time being a station had to be arranged somewhere near the town-centre without waiting for the planned transformation of the old fort into an observatory.

The choice fell on the Royal Castle on the Wawel-Hill considered as an "oasis" of comparative calm and situated also on a Jura limestone formation rising twenty metres above the neighbouring streets. The site is quite isolated, not much disturbed by traffic and seismographic registration can go on rather smoothly. Adequate steps have been made and the Office of Ministerial Council has granted a permission (dated February 1<sup>st</sup> 1954) to use the cellars of the north wing of the Castle with access from the arched courtyard (fig. 1).

The Station first occupied two cellars (fig. 2). One of these, with an area of 60 m<sup>2</sup> contained the apparatus and the smaller one (of ca. 16 m<sup>2</sup>) served as a photographic dark room. In January 1957 a third cellar was added for the use of observers. In March 1954 preparatory works were begun by Engineer H. K r a m k o w s k i, designated by the Board of the Geophysical Institute. A pit was dug to the depth of 1,25-1,75 m so as to reach the limestone rock. Then in the pit a concrete pillar was erected with an area of 2 x 1 m<sup>2</sup>, rising 80 cm above the level of the cellar-floor. A rift a few centimetres broad running vertically all along the pillar was made by surround-

ing it with one-brick thick-walls. Thus the pillar was isolated from the floor and protected against the disturbances of footfalls of the staff. This pillar was to serve the Galitzine-Wilip apparatus.

For the registering apparatus a special smaller pillar was made of bricks, 70 x 90 x 120 cm<sup>3</sup> and also three concrete supports against the wall, for placing the galvanometres.

In order to examine the thermal conditions and the degree of humidity in the seismographical cellar, these quantities were measured with the use of a thermometer and a hygrograph in the first months of the year 1955. The Assman psychrometer was also used for occasional control. The temperature in the cellar from January to the end of 1955 was 17-18° C. Oscillations amounting to 2° were caused mainly by introduction of an electric heater. This proved necessary from time to time because of the humidity raised when the floors were being washed and also during the construction of the brick pillar supporting the registering apparatus. The changes of the relative humidity were 50-75%, then lowered to 60-65%.

As the concrete pillar took some time drying it is only in the middle of October 1954 that the apparatus could be installed. In February 1955 the first tests of registration were started and the adjusting of seismographs. The two horizontal seismographs protected by glass covers (fig. 3) were placed on the main pillar isolated from floor disturbances (pillar A in Fig. 2). On the second brick pillar (pillar C in fig. 2) the whole registering apparatus was placed (fig. 4). The change of paper takes place every twelve hours. The speed of registration is 30 mm/min and the minute pause is 2 seconds. The interruption is noted only on the record of one of the components, namely on E - W, owing to the common registration of both components. In this way the first impulses which may appear in the minute pause are not entirely lost. This system of registration has on the other hand a drawback, because, when the amplitude is greater, the two records mixed together. The registering drum is driven by a spring mechanism with a centrifugal regulator.

The time signals are being received with the aid of a radio-receiver "Lambda" constructed in Czechoslovakia by the Firm "Tesla".

On the day of 22<sup>nd</sup> March 1955 the Station started registering seismic tremors, after a series of initial tests.

In April, 25-30<sup>th</sup> 1955 Dr. R. T e i s s e y r e, Engineer mgr. T. S i e m e k and mgr. Z. D r o s t e definitely regulated the apparatus and determined preliminary constants. The periods of both pendula were considerably shortened in order to obtain a short-period set; the determined constants were the following:

	N-S	E-W
T	2,85 séc	3,4 sec
T <sub>1</sub>	2,05	3,4
D	0,070	0,078
D <sub>1</sub>	2,9	1,0

The regulation of the apparatus was continued in December 1955 and the period of the seismographs N-S was still more shortened, the damping of both pendula was brought nearer the critical one. The results were the following:

T	2,03	3,88
T <sub>1</sub>	2,82	3,74
D	0,86	1,37

In February 1956 the period of the pendulum E-W was lengthened and made equal with the galvanometer's own period. The damping was brought nearer to the critical one:

T	5,07
T <sub>1</sub>	5,04
D	1,08

With the above values of constants the seismograph worked till the end of 1956.

Since May 1<sup>st</sup> 1955 regular monthly reports of recorded shocks are being prepared and sent to the Geophysical Institute of the Polish Academy of Sciences in Warsaw. They are being used there for monthly

elaboration of preliminary Bulletins of the Polish net of Seismological Observatories.

The geographical coordinates of the seismographic cellar of Castle Wawel are the following:

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= 50^{\circ} 03,5' \text{ N} \\ \lambda &= 19^{\text{h}} 54,4^{\text{m}} \text{ E} \\ h &= 223 \text{ m above sea level} \end{aligned} \right\}$$

The foundation and starting of the Seismological Station in Cracow was possible thanks to the perfect good-will and understanding of Mr. P.H. W y c z ó ł - k o w s k i, Director of the Royal Castle, who gave his consent and help in installing the Station in the Castle cellars and during the period of organization did his best for the Station. The members of Castle Administration were also always good helpers.

A preliminary description of the Seismological Station of the Polish Academy of Sciences in Castle Wawel by Dr. J. Pagaczewski appeared in *Kosmos* [6] and in *Urania* [7]. A short note in English by Professor Clczak was published in *Acta Geophysica Polonica* [8].

The present, first full publication of the records of the Seismological Station on Wawel Hill contains a detailed elaboration of all earthquakes recorded in the years 1955 and 1956, prepared by Dr. J. P a g a c z e w s k i with the collaboration of Engineer mgr M. C z e c h o w i c z. It has been inserted in the bulletin part of this publication.

#### LITERATURA

- [1] R u d z k i M.P. *Resultate der seismologischen Beobachtungen an der Sternwarte Krakau.*
- [2] *Seismogramme des nordpazifischen und südamerikanischen Erdbebens am 16. August 1906.* Zentralbüro u.d. K. Hauptstation f. Erdbebenforsch., Strassburg 1907.
- [3] B e l a r A., *Die Erdbebenwarte an der k.k. Sternwarte in Krakau,* Erdbebenwarte, v. 5, pp. 82-83, Laibach 1905/06.

- [4] Banachiewicz T., *Observatorium Astronomiczne UJ w Krakowie*, Roczn. Astronom. Obs. Krak., v. 5, p. 139, 1928.
- [5] Janczewski E.W., *Zagadnienie wstrząsów podziemnych w polskim zagłębiu węglowym i metody badania tych zjawisk*, Biul. Śląsk. Stacji Geofizycz. w Raciborzu, N° 1, Rok 1948, Warszawa 1950.
- [6] Pagażewski J., *Stacja Sejsmologiczna PAN w Krakowie*, Kosmos B, pp. 101-104, 1956.
- [7] Pagażewski J., *Stacja Sejsmologiczna PAN w Krakowie*, Urania, v. 27, pp 245-246, 1957.
- [8] Olczak T., *New Polish Seismological Station*, Acta Geophys. Pol., v. 5, p. 61, 1957.

OBSERWACJE  
 STACJI SEJSMOLOGICZNEJ W KRAKOWIE (WAWEL)  
 W 1955 I 1956 ROKU

OBSERVATIONS  
 SÉISMQUES DE LA STATION SÉISMOLOGIQUE  
 CRACOVIE (WAWEL) EN 1955 ET 1956



## OBJAŚNIENIA

(T. Olczak)

Współrzędne Stacji                      Coordonnées géographiques

$\varphi = 50^{\circ}03,3' N$ ,  $\lambda = 19^{\text{h}}54,4^{\text{m}} E$ ,  $h = 223 \text{ m}$

Przyrządy:

GW = Sejsmograf elektrodynamiczny Golicy-na-Wilipa, składowe N i E; rejestracja galwanometryczna.

Appareils:

GW = Séismographe électrodynamique, système Galitzine-Wilip, composantes N,E; enregistrement galvanométrique.

Podłoże: wapień jurajski.              Sous-sol: calcaire jurassique.

Opracowanie sejsmogramów:              Interpretation des séismogrammes:

J. P a g a c z e w s k i, M. C z e c h o w i c z

Obserwacje Stacji Sejsmologicznej PAN w Krakowie (Wawel) zestawiono w nowym układzie, który wprowadzono mając na uwadze zarówno dużą uzyskaną w ten sposób oszczędność miejsca, dochodzącą w porównaniu z układem tradycyjnym do 70-80%, a także i fakt, iż układ tradycyjny, jako tablicowy, pozwalał na podawanie jedynie nader zwiezłych podstawowych informacji o obserwowanym trzęsieniu ziemi. W niniejszym układzie podstawowe informacje o trzęsieniach mogą być bardziej wyczerpujące, gdyż są podawane nie w uwagach obok obserwacji stacyjnych, lecz przed obserwacjami, w ich nagłówkach. Nagłówki te, drukowane kursywą, zawierają kolejny numer trzęsienia, datę, rejon epicentralny, odległość epicentralną  $\Delta$  wyrażoną w stopniach lub w kilometrach, a następnie informacje dotyczące współrzędnych epicentrum  $\varphi$  i  $\lambda$ , czasu w ognisku  $H$ , głębokości ogniska  $h$  i magnitudy  $M$  z podaniem źródła informacji wg skrótów następujących:

BCIS - Bureau Central International de Seismologie, Strassbourg

Moskwa - Бюллетень сети сейсмических станций СССР, АН СССР

Praha - Bulletin CS seismických stanic, ČSAV

Roma - Istituto Nazionale di Geofisica, Roma

USCGS - US Coast and Geodetic Survey, Washington

War - Zakład Geofizyki PAN, Warszawa

W nagłówkach przytaczane są często fazy wstępne zapisane na stacjach polskich:

War = Warszawa                      Dąb = Dąbrowa Górnicza

Byt = Bytom                              Rac = Racibórz

Cho = Chorzów                          Zab = Zabrze

W Polsce magnitudy  $M$  obserwowanych trzęsień ziemi wyznaczane są w Obserwatorium Sejsmologicznym PAN w Warszawie (War) i na Śląskiej Stacji Geofizycznej w Raciborzu (Rac). Magnitudy warszawskie opracowywane są wg wzorów podanych w biuletynie warszawskim Nr 17, rok 1957<sup>1)</sup>; magnitudy raciborskie opracowywane

<sup>1)</sup> B ó b r - M o d r a k I., D r o s t e Z., H o r d e j u k J., "Détermination d'une formule de la magnitude d'après les ondes superficielles pour l'Observatoire de Varsovie", Biuletyn Obserwatorium Sejsmologicznego w Warszawie, Nr 17, Rok 1957, pp. 157-161, Warszawa 1961.

są wg wzoru podanego w biuletynie raciborskim Nr 8, rok 1955, przez S. G i b o w i c z a<sup>2)</sup>; powyższa publikacja tego autora zawiera wyznaczenia magnitud 160 wstrząsów górniczych śląskich w latach 1950-1959; z odnośnych dat korzystamy w niniejszej publikacji. Źródłem informacji o górniczych wstrząsach na Górnym Śląsku są dane tamtejszych stacji sejsmologicznych Bytom (Byt), Chorzów (Cho), Dąbrowa Górnicza (Dąb), Zabrze (Zab) oraz biuletyny sejsmologiczne Głównego Instytutu Górniczego (GIG) w Katowicach. Dla faz wstępnych na zapisach tych wstrząsów użyte zostały symbole<sup>3)</sup>:

$P_1$ ,  $S_1$  fale bezpośrednie podłużna i poprzeczna  
 $P_2$ ,  $S_2$  fale refrakcyjne podłużna i poprzeczna w podłożu kompleksu charakteryzującego się prędkościami  $P_1$  i  $S_1$ , powolniejsze od  $P_g$  i  $S_g$ .

Inne symbole faz użyte w niniejszej publikacji są ogólnie przyjęte i nie ma potrzeby wyjaśniania ich znaczenia. W przypadkach trzęsień bliskich, fazy wstępne fal podłużnych oznaczane są symbolami:  $P_g, P_b (=P^*)$  i  $P_n$ , a fazy wstępne fal poprzecznych - symbolami analogicznymi:  $S_g, S_b (=S^*)$  i  $S_n$ ; z tą ostatnią grupą sąsiadują fazy fal skorupowych  $L_1, L_g, R_g$  i in. Zestawienie tych fal, jak również ich nomenklaturę, jeszcze nie całkowicie ustalono, znaleźć można w pracy tym falom poświęconej, umieszczonej w niniejszym biuletynie<sup>4)</sup>.

Okresy  $T$  i amplitudy  $A$  drgań w odnośnej fazie podawane są w nawiasach bezpośrednio po momentach wystąpienia fazy. Amplitudy są dodatnie, gdy ruch gruntu jest: ku N, ku E lub ku górze.

Wszystkie momenty podawane są w czasie uniwersalnym, GMT.

<sup>2)</sup> G i b o w i c z S., "Wyznaczenie magnitud wstrząsów górnośląskich na stacjach sejsmologicznych w Bytomiu, Zabrze, Dąbrowie Górniczej i w Raciborzu", Biuletyn Śląskiej Stacji Geofizycznej w Raciborzu, Nr 8, Rok 1955, pp. 10-51, Warszawa 1962.

<sup>3)</sup> O l c z a k T., "Fazy wstępne na sejsmogramach wstrząsów górniczych na Górnym Śląsku", Acta Geophys. Pol., v. 11, 275-277, 1963.

<sup>4)</sup> O l c z a k T., "O falach  $L_1, L_g, R_g$  i in. w kontynentalnej skorupie ziemskiej", Biuletyn Obserwatorium Geofizycznego w Krakowie, Nr 1, pp. Warszawa 1964.

## MARZEC 1955

Nr 1 22.III Ocean Indyjski,  $\Delta = 85,2^\circ$ ; USC GS:  $8,5^\circ S, 92^\circ E, H = 14^h 05^m 04^s$ ;  $M = 7$  (Pasadena).

ePNE  $14^h 17^m 45^s$  ( $T = 2,5^s$ ), iPcPNE  $52^s$  ( $T = 5,0^s$ ), eNE  $18^m 09^s$ , eN  $21^s$ , eN  $53^s$ , ePPNE  $21^m 06^s$ , eSNE  $28^m 07^s$  ( $T = 6^s$ ), iScSn, eScSE  $29^s$ , eN  $52^s$ , eLN  $49^m 00^s$ , MN  $59,0^m$  ( $T = 19^s$ ), MN  $15^h 02.1^m$  ( $T = 16^s$ ), F  $48^m$ .

Nr 2 23.III Górny Śląsk, na N od Zabrze;  $M = 3,3$  (Rac).

ePgN  $18^h 50^m 33^s$ , eSgN  $42^s$  ( $T = 1^s$ ), iN  $51^m 01^s$  ( $T = 2^s$ ), F  $52,0^m$ .

Nr 3 31.III Mindanao,  $\Delta = 92,7^\circ$ ; USC GS:  $8^\circ N, 124^\circ E, H = 18^h 17^m 00^s$ ;  $M = 7,5$  (Pasadena).

ePNE  $18^h 30^m 26^s$ , ePPNE  $34^m 11^s$ , eNE  $41^m 06^s$ , eNE  $18^s$ , eSN  $32^s$  ( $T = 11^s$ ), LN  $19^h 03^m$ , MN  $08,5^m$  ( $T = 20^s$ ), MN  $13,6^m$  ( $T = 17^s$ ), LN  $21^h 43^m 43^s$  ( $T = 20^s$ ), W2  $51^m$  ( $T = 16^s$ ), F  $22^h 25^m$ .

## KWIECIEŃ 1955

Nr 4 1.IV SW od Islandii,  $\Delta = 25,7^\circ$ ; BCIS:  $64,1^\circ N, 21,2^\circ W, H = 18^h 41^m 27^s$ ;  $M = 5$  (Praž).

(e)N  $18^h 47^m 09^s$ , eLN  $56^m 04^s$  ( $T = 18^s$ ), MN  $58^m$  ( $T = 18^s$ ).

Nr 5 4.IV S od Taiwanu,  $\Delta = 80,0^\circ$ ; USCGS:  
 $20^\circ N, 121^\circ E, H = 11^h 11^m 21^s$ ;  $M = 6$   
 (Pasadena).

ePNE  $11^h 23^m 36^s$ , ePPPE  $28^m 26^s$ , eN  $30^s$ , eSE  $33^m 35^s$ ,  
 eN  $39^s$ , eNE  $54^m 25^s$ , M  $12^h 05^m$  ( $T = 7^s$ ).

Nr 6 5.IV Zatoka Kalifornijska,  $\Delta = 91,9^\circ$ ;  
 USCGS:  $25^\circ N, 110^\circ W, H = 15^h 09^m 15^s$ .  
 (eL)N  $15^h 49,7^m$ , MN  $59,2^m$  ( $T = 20^s$ ), MN  $16^h 07,7^m$  ( $T = 13^s$ ),  
 F  $50^m$ .

Nr 7 13.IV Peloponez,  $\Delta = 12,6^\circ$ ; USCGS:  $37,5^\circ N,$   
 $22^\circ E, H = 20^h 45^m 45^s$ .  
 ePN  $20^h 48^m 55^s$ , EN  $49^m 16^s$ , eN  $42^s$ , eSSNE  $51^m 26^s$ , eSSSN  $42^s$ ,  
 eN  $52^h 27^s$ , MN  $54,6^m$  ( $T = 6^s$ ), F  $21^h 18^m$ .

Nr 8 14.IV Chiny, Sikiang,  $\Delta = 62,2^\circ$ ; USCGS:  
 $30^\circ N, 101,5^\circ E, H = 01^h 28^m 58^s$ .  
 ePNE  $01^h 39^m 28^s$ , ePPNE  $41^m 42^s$ , ePPNE  $43^m 18^s$ , eSN  $48^m 56^s$   
 ( $T = 12^s$ ), e(ScS)N  $49^m 24^s$  ( $T = 10^s$ ), e(SSS)N  $54^m 43^s$ ,  
 MN  $02^h 03,6^m$  ( $T = 13^s$ ), MN  $07,4^m$  ( $T = 11^s$ ), F  $03^m 11^s$ .

Nr 9 14.IV Górny Śląsk, W od Katowic,  $\Delta = 73$  km;  
 $M = 3,0$  (Rac).  
 ePg  $07^h 09^m 31^s$ , eSgN  $40^s$ , eN  $50^s$ , eN  $10^m 10^s$ , F  $11,1^m$ .

Nr 10 15.IV ZSRR - Kirgizja,  $\Delta = 40,5^\circ$ ; USCGS:  
 $39,5^\circ N, 76,5^\circ E, H = 03^h 40^m 52^s$ .  
 ePE  $03^h 48^m 22^s$ , iNE  $26^s$ , iN  $49^h 52^s$ , iE  $58^s$ , ePPNE  $50^h 12^s$ ,  
 eNE  $54^h 21^s$ , eSNE  $36^s$  ( $T = 4^s$ ), eSSN  $57^m 46^s$  ( $T = 4^s$ ),  
 MN  $04^h 03,6^m$  ( $T = 12^s$ ), F  $06^m 17^s$ .

Nr 11 17.IV S od Kamczatki,  $\Delta = 72,2^\circ$ ; USCGS:  
 $52^\circ N, 159,5^\circ E, H = 18^h 35^m 27^s$ .

iPN  $18^h 46^m 54^s$ , ePE  $55^s$ , iN  $47^m 08^s$ , ePPPN  $51^m 21^s$ ,  
 eSNE  $56^m 16^s$ , eNE  $30^s$ , eN  $19^h 05^m 02^s$ , eLN  $15^m 48^s$  ( $T = 27^s$ ),  
 MN  $23,1^m$  ( $T = 13^s$ ), MN  $27,3^m$  ( $T = 13^s$ ), MN  $30,1^m$  ( $T = 15^s$ ).

Nr 12 19.IV Grecja,  $\Delta = 10,8^\circ$ ; USCGS:  $39,5^\circ N,$   
 $23^\circ E, H = 16^h 47^m 17^s$ .  
 ePN  $16^h 49^m 59^s$ , eE  $50^m 03^s$ , ePPNE  $09^s$ , ePPPN  $52^m 16^s$   
 ( $T = 5^s$ ), eSN  $52^m 06^s$  ( $T = 10^s$ ), iN  $57^s$ , MN  $56,6^m$  ( $T = 6^s$ ),  
 MN  $57,7^m$  ( $T = 7^s$ ), MN  $58,6^s$  ( $T = 10^s$ ), F  $17^h 48^m$ .

Nr 13 19.IV Chile,  $\Delta = 113,8^\circ$ ; USCGS:  $30^\circ S, 72^\circ W,$   
 $H = 20^h 24^m 05^s$ ;  $M = 6 \frac{3}{4}$  (Pasadena),  $M = 6 \frac{1}{4}$  (Praha).

eNE  $20^h 43^m 25^s$ , eN  $29^s$ , eE  $37^s$ , ePPN  $43^s$ , eN  $57^s$ ,  
 eNE  $44^m 43^s$ , eSKSN  $49^m 43^s$ , eN  $51^m 47^s$ , eSKSPE  $53^m 27^s$ ,  
 eSKSPN  $30^s$ , eN  $21^h 09^m 59^s$ , eLN  $20,3^m$  ( $T = 24^s$ ), MN  $35,4^m$   
 ( $T = 16^s$ ), MN  $38,8^m$  ( $T = 16^s$ ), F  $22^h 50^m$ .

Nr 14 21.IV E od Grecji,  $\Delta = 10,8^\circ$ ; USCGS:  $39,5^\circ N,$   
 $23^\circ E, H = 16^h 47^m 17^s$ ;  $M = 5,9$  (Praha).

ePNE  $07^h 20^m 59^s$ , ePPNE  $21^m 07^s$  ( $T = 3,5^s$ ), ePPPN  $17^s$ ,  
 eSSNE  $23^h 18^s$  ( $T = 3,5^s$ ), eSSSN  $27^s$ , eN  $52^s$ , MN  $25,7^m$ ,  
 F  $42^m$ .

Nr 15 24.IV Chiny, Sikiang,  $\Delta = 43,9^\circ$ ; USCGS:  
 $45^\circ N, 86^\circ E, H = 12^h 59^m 00^s$ .

iPNE  $13^h 07^m 11^s$ , iNE  $15^s$ , e(S)NE  $13^m 30^s$  ( $T = 10^s$ ),  
 eN  $16^m 03^s$ , eScSNE  $17^m 11^s$ , eN  $18^m 08^s$ , eLN  $45,1^m$ .

MAJ 1955

- Nr 16 7.V Górny Śląsk  
 ePgN 21<sup>h</sup>40<sup>m</sup>11<sup>s</sup>, eSgN 21<sup>s</sup>, eN 25<sup>s</sup>, iN 38<sup>s</sup>, F 41,2<sup>m</sup>.
- Nr 17 8.V Hiszpania,  $\Delta = 18,9^{\circ}$ ; BCIS: 36,6<sup>o</sup>N, 1,5<sup>o</sup>E, H = 21<sup>h</sup>39<sup>m</sup>01<sup>s</sup>.  
 eNE 21<sup>h</sup>43<sup>m</sup>26<sup>s</sup>, ePPNE 36<sup>s</sup>, ePcPN 47<sup>m</sup>53<sup>s</sup>, eLN 51,0<sup>m</sup>  
 (T = 9<sup>s</sup>), F 22<sup>h</sup>00<sup>m</sup>.
- Nr 18 14.V Hindukusz,  $\Delta = 39,8^{\circ}$ ; USCGS: 37<sup>o</sup>N, 71,5<sup>o</sup>E, H = 13<sup>h</sup>35<sup>m</sup>38<sup>s</sup>, h = 200 km.  
 (eP)NE 14<sup>g</sup>42<sup>m</sup>49<sup>s</sup>, ePPE 44<sup>m</sup>17<sup>s</sup>, ePPPN 52<sup>s</sup>, e(S)N 48<sup>m</sup>25<sup>s</sup>.
- Nr 19 14.V Górny Śląsk, E od Katowic,  $\Delta = 64$  km;  
 M = 3,4 (Rac).  
 ePgN 15<sup>h</sup>29<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eSgN 11<sup>s</sup>, iN 21<sup>s</sup>, iN 28<sup>s</sup>, iN 55<sup>s</sup>.
- Nr 20 17.V Nikobary,  $\Delta = 74,9$ ; BCIS: 6,6<sup>o</sup>N, 94<sup>o</sup>E, H = 14<sup>h</sup>49<sup>m</sup>49<sup>s</sup>.  
 ePE 15<sup>h</sup>01<sup>m</sup>32<sup>s</sup>, ePN 33<sup>s</sup>, iPcPN 55<sup>s</sup>, iSN 11<sup>m</sup>01<sup>s</sup>,  
 eSSE 16<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eLN 31,8<sup>m</sup>, MN 37,3<sup>m</sup> (T = 19,5<sup>s</sup>), F 16<sup>h</sup>20<sup>m</sup>.
- Nr 21 22.V Innsbruck,  $\Delta = 6,2^{\circ}$ ; USCGS: 47,4<sup>o</sup>N, 11,5<sup>o</sup>E, H = 04<sup>h</sup>57<sup>m</sup>32<sup>s</sup>; M = 5,2 (Prahá).  
 (e)N 05<sup>h</sup>00<sup>m</sup>07<sup>s</sup>, eSnN 15<sup>s</sup>, eN 24<sup>s</sup>, e(LI)N 30<sup>s</sup>, eNE 47<sup>s</sup>,  
 iN 01<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, MN 02,6<sup>m</sup> (T = 22<sup>s</sup>), F 08<sup>m</sup>.
- Nr 22 26.V Górny Śląsk.  
 (e)N 01<sup>h</sup>55<sup>m</sup>51<sup>s</sup>, eN 56<sup>m</sup>18<sup>s</sup>, F 57,2<sup>m</sup>.
- Nr 23 26.V Wyspy Salomona,  $\Delta = 129,6^{\circ}$ ; USCGS: 10<sup>o</sup>S, 161<sup>o</sup>E, H = 16<sup>h</sup>23<sup>m</sup>10<sup>s</sup>.  
 (e)Ne 16<sup>h</sup>44<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, e(P)N 32<sup>s</sup>, eN 39<sup>s</sup>, eN 45<sup>m</sup>10<sup>s</sup>, eN 17<sup>s</sup>.

34

- Nr 24 29.V S od Jawy,  $\Delta = 98,3^{\circ}$ ; USCGS: 10,5<sup>o</sup>S, 110,5<sup>o</sup>E, H = 15<sup>h</sup>34<sup>m</sup>00<sup>s</sup>.  
 (ePP)E 15<sup>h</sup>51<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, ePPPE 52<sup>m</sup>57<sup>s</sup>.
- Nr 25 30.V Wyspy Volcano,  $\Delta = 89,8^{\circ}$ ; USCGS: 24,5<sup>o</sup>N, 142,5<sup>o</sup>E, H = 13<sup>h</sup>31<sup>m</sup>41<sup>s</sup>, h = 600 km.  
 ePNE 12<sup>h</sup>43<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, iN 57<sup>s</sup>, iNE 45<sup>m</sup>50<sup>s</sup>, iPPNE 47<sup>m</sup>31<sup>s</sup>,  
 iPPPN 49<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, iSNE 49<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, iE 54<sup>m</sup>56<sup>s</sup>.
- Nr 26 30.V Nowa Gwinea,  $\Delta = 109,3$ ; USCGS: 3<sup>o</sup>S, 137<sup>o</sup>E, H = 23<sup>h</sup>26<sup>m</sup>50<sup>s</sup>.  
 (e)NE 23<sup>h</sup>45<sup>m</sup>16<sup>s</sup>, (ePP)NE 56<sup>s</sup>, eN 46<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eE 10<sup>s</sup>,  
 F 24<sup>h</sup>18<sup>m</sup>.
- Nr 27 31.V Japonia, Hokkaido,  $\Delta = 74,5^{\circ}$ ; USCGS: 42<sup>o</sup>N, 141<sup>o</sup>E, H = 14<sup>h</sup>44<sup>m</sup>10<sup>s</sup>.  
 (eP)NE 14<sup>h</sup>55<sup>m</sup>45<sup>s</sup>, (eS)NE 15<sup>h</sup>05<sup>m</sup>12<sup>s</sup>.

CZERWIEC 1955

- Nr 28 2.VI Wyspy Andreanowa,  $\Delta = 77,0^{\circ}$ ; USCGS: 51,5<sup>o</sup>N, 180<sup>o</sup>W, H = 00<sup>h</sup>18<sup>m</sup>56<sup>s</sup>.  
 iPN 00<sup>h</sup>30<sup>m</sup>56<sup>s</sup>, ePN 57<sup>s</sup>, iPcPN 31<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, ePPN 35<sup>m</sup>50<sup>s</sup>,  
 eSN 40<sup>m</sup>46<sup>s</sup>, eLNE 01<sup>h</sup>02<sup>m</sup>, MN 11,0<sup>m</sup> (T = 16<sup>s</sup>), F 39<sup>m</sup>.
- Nr 29 2.VI W od Turcji,  $\Delta = 10,8^{\circ}$ ; USCGS: 40<sup>o</sup>N, 25,5<sup>o</sup>E, H = 23<sup>h</sup>34<sup>m</sup>31<sup>s</sup>.  
 iPNE 23<sup>h</sup>37<sup>m</sup>11<sup>s</sup>, ePPN 18<sup>s</sup>, ePPPN 34<sup>s</sup>, eN 39<sup>m</sup>00<sup>s</sup>,  
 eSN 21<sup>s</sup>, eN 40<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, eN 20<sup>s</sup>, eN 27<sup>s</sup>, ME 40,8<sup>m</sup> (T = 3<sup>s</sup>),  
 MN 41,4<sup>m</sup> (T = 3<sup>s</sup>), F 24<sup>h</sup>00<sup>m</sup>.

35

- Nr 30 3.VI W od Norwegii,  $\Delta = 14,8^{\circ}$ ; USCGS:  $62^{\circ}N, 4^{\circ}E, H = 11^h39^m35^s$ .  
 eN  $11^h45^m40^s$ , eSN  $53^s$ , iN  $46^m38^s$ , iNE  $47^m38^s$ , iNE  $52^s$ , iNE  $48^m00^s$ , ePcPN  $12^s$ , ME  $48,2^m$  ( $T = 3$ ), F  $12^h03^m$ .
- Nr 31 4.VI E od Hondo,  $\Delta = 76,8^{\circ}$ ; CMO:  $40,2^{\circ}N, 143^{\circ}E, H = 16^h51^m21^s, h = 60$  km;  $M = 6 \frac{1}{4}$  (Roma).  
 ePNE  $17^h03^m15^s$ , ePcPN  $38^s$ , eN  $51^s$ , eSNE  $12^m59^s$ , LN  $38^m$ .
- Nr 32 4.VI E od Hondo,  $\Delta = 76,9^{\circ}$ ; USCGS:  $40,1^{\circ}N, 142 \frac{1}{2}^{\circ}E, H = 17^h22^m31^s, h = 60$  km. Nałożone na poprzednie.  
 ePN  $17^h34^m25^s$ , ePcPN  $46^s$ , eN  $35^m01^s$ , ePPN  $37^m16^s$ .
- Nr 33 5.VI Wyspy Andreeanowa,  $\Delta = 77^{\circ}$ ; USCGS:  $51,5^{\circ}N, 180^{\circ}, H = 01^h53^m16^s$ .  
 iepNE  $02^h05^m17^s$ , eN  $47^s$ , ePPN  $07^m01^s$ , eN  $54^s$ , eN  $08^m16^s$ , e(S)E  $15^m04^s$ , eScSN  $22^s$ , LN  $44^m$ .
- Nr 34 5.VI E od Taiwanu,  $\Delta = 78,7^{\circ}$ ; USCGS:  $24,5^{\circ}N, 122^{\circ}E, H = 06^h11^m18^s$ .  
 (eP)NE  $06^h23^m27^s$ , eNE  $57^s$ , ePPN  $26^m25^s$ , eSNE  $33^m24^s$ , F  $07^h15^m$ .
- Nr 35 5.VI N od Algerii,  $\Delta = 19,0^{\circ}$ ; USCGS:  $36,5^{\circ}N, 1,5^{\circ}E, H = 14^h56^m13^s$ .  
 ePN  $15^h00^m39^s$ , ePE  $40^s$ , iPPN  $51^s$ , ePPPE  $01^m01^s$ , ePPPN  $03^s$ , eN  $45^s$ , eSNE  $04^m15^s$ , eSSE  $33^s$ , eSSSNE  $50^s$ , eLN  $08^m$  ( $T = 12^s$ ), MN  $09,4^m$  ( $T = 10^s$ ), F  $30^m$ .
- Nr 36 7.VI Chiny, Sikiang,  $\Delta = 63,7^{\circ}$ ; USCGS:  $27,5^{\circ}N, 101^{\circ}E, H = 00^h48^m56^s$ .

- (e)N  $00^h00^m43^s$ , ePPN  $02^m52^s$ , ePPPN  $03^m33^s$ , ePSN  $08^m19^s$ , eLN  $25,0^m$ .
- Nr 37 9.VI Brak danych.  
 eN  $01^h16^m50^s$ , eN  $17^m24^s$ , eN  $57^s$ , F  $23^m$ .
- Nr 38 13.VI Jugosławia,  $\Delta = 5,0^{\circ}$ ; BCIS:  $45,5^{\circ}N, 17^{\circ}3/4^{\circ}E, H = 22^h31^m48^s$ .  
 ePbNE  $22^h33^m13^s$ , ePgN  $32^s$ , eN  $52^s$ , iSNE  $34^m06^s$ , eN  $33^s$ , eSgNE  $41^s$ , eNE  $35^m17^s$ , F  $40^m$ .
- Nr 39 14.VI Colima, Meksyk,  $\Delta = 95,8^{\circ}$ ; USCGS:  $20^{\circ}N, 107^{\circ}W, H = 06^h11^m18^s$ .  
 e(P)N  $06^h25^m08^s$ , eLN  $07^h08,3^m$ , MN  $16^m$  ( $T = 14^s$ ), F  $27^m$ .
- Nr 40 14.VI Bliskie. Brak danych.  
 eN  $08^h37^m48^s$ , eN  $54^s$ , eNE  $38^m01^s$ , F  $39,2^s$ .
- Nr 41 14.VI Hondo, Japonia,  $\Delta = 79,5^{\circ}$ ; USCGS:  $36,5^{\circ}N, 141^{\circ}E, H = 17^h21^m57^s, h = 40$  km.  
 ePN  $17^h34^m08^s$ , eN  $38^s$ , eN  $35^m00^s$ , eN  $37^m30^s$ , eLN  $18^h11,2^m$ .
- Nr 42 15.VI Innsbruck,  $\Delta = 6,2^{\circ}$ ; BCIS:  $47,3^{\circ}N, 11,6^{\circ}E, H = 08^h43^m06^s$ .  
 eN  $08^h46^m06^s$ , eSbN  $16^s$ , eN  $22^s$ , iSgN  $30^s$ , iN  $57^s$ , MN  $47,1^m$  ( $T = 3^s$ ), F  $50^m$ .
- Nr 43 15.VI Innsbruck,  $\Delta = 6,2^{\circ}$ ; BCIS:  $47,3^{\circ}N, 11,6^{\circ}E, H = 09^h39^m47^s$ .  
 (eSg)N  $09^h43^m04^s$ , eiN  $39^s$ .

Nr 44 20.VI Wyspy Andreanowa,  $\Delta = 76,9^{\circ}$ ; BCIS:  
 $51\frac{3}{4}^{\circ}N, 179\frac{1}{4}^{\circ}W, H = 12^h 07^m 34^s$ .

ePNE  $12^h 19^m 26^s$ , ePcPN  $40^s$ , eiPPEN  $22^m 25^s$ , eSNE  $29^m 10^s$ ,  
 LN  $49^m$ , MN  $56^m$ , (T =  $19^s$ ), MN  $58,3^m$  (T =  $17^s$ ), F  $13^h 30^m$ .

Nr 45 21.VI Na E od Kamczatki,  $\Delta = 72,7^{\circ}$ ; USCGS:  
 $52^{\circ}N, 161,5^{\circ}E, H = 10^h 51^m 00^s$ ; M =  
 = 5,6 (Roma).

(eP)N  $11^h 02^m 33^s$ , F  $15^m$ .

Nr 46 28.VI Rejon Tonga,  $\Delta = 150,2^{\circ}$ ; USCGS:  
 $23^{\circ}S, 176^{\circ}W, H = 07^h 32^m 6$ .

(ePKS)N  $07^h 56^m 00^s$ , eN  $32^s$ .

Nr 47 28.VI Brak danych.  
 iN  $12^h 16^m 07^s$ .

LIPIEC 1955

Nr 48 2.VII Górny Śląsk, W od Bytomia,  $\Delta = 78$  km,  
 $H = 18^h 13^m 45^s$ ; M = 3,1 (Rac).

ePgN  $18^h 13^m 59^s$ , eN  $14^m 16^s$ , eNE  $20^s$ , iN  $28^s$ , MN  $32^s$   
 (T =  $2,5^s$ ), F  $18^m$ .

Nr 49 3.VII Hindukusz,  $\Delta = 38,4^{\circ}$ ; USCGS:  $37^{\circ}N$ ,  
 $71^{\circ}E, H = 14^h 01^m 46^s$ .

ePPNE  $14^h 10^m 42^s$ , eSN  $15^m 05^s$ , eSSSN  $18^m 10^s$ , eN  $50^s$ ,  
 eN  $19^m 47^s$ , MN  $20,0^m$  (T =  $3,0^s$ ), F  $34^m$ .

Nr 50 3.VII Aleuty,  $\Delta = 76,3^{\circ}$ ; USCGS:  $52^{\circ}N$ ,  
 $178^{\circ}E, H = 14^h 26^m 32^s$ ; M = 6 (Praha).

ePN  $14^h 38^m 26^s$ , iPcPN  $46^s$ , eN  $39^m 06^s$ , eN  $56^s$ , eSN  $48^m 16^s$ ,  
 eLN  $15^h 10,9^m$ .

Nr 51 4.VII Aleuty,  $\Delta = 76,3^{\circ}$ ; USCGS:  $51^{\circ}N$ ,  
 $177^{\circ}E, H = 14^h 19^m 44^s$ .

ePN  $14^h 31^m 41^s$ , iPcPN  $32^m 00^s$ , ePPN  $34^m 46^s$ , iN  $32^m 16^s$ ,  
 eSN  $41^m 25^s$ , eScSE  $31^s$ , ePSN  $52^s$ , F  $15^h 29^m$ .

Nr 52 6.VII Kamczatka,  $\Delta = 72,8^{\circ}$ ; USCGS:  $51^{\circ}N$ ,  
 $58^{\circ}E, H = 01^h 54^m 17^s$ .

ePN  $02^h 05^m 47^s$ , iPcPN  $06^m 15^s$ , ePNE  $36,4^m$ , MN  $40,4^m$   
 (T =  $20^s$ ).

Nr 53 6.VII Grecja - Albania,  $\Delta = 10,2^{\circ}$ ; BCIS:  
 $40^{\circ}N, 21^{\circ}E, H = 10^h 07^m 55^s$ .

ePPN  $10^h 10^m 33^s$ , eN  $14^m 29^s$ , e(PcP)E  $16^m 28^s$ .

Nr 54 6.VII Rejon wysp Tonga,  $\Delta = 151,2^{\circ}$ ; USCGS:  
 $24,5^{\circ}S, 177^{\circ}W, H = 14^h 59^m 21^s, h =$   
 = 100 km.

(ePKP1)N  $15^h 19^m 04^s$ , ePKP2N  $18^s$ , eE 24 s.

Nr 55 8.VII Wyspy Fidji,  $\Delta = 146,8^{\circ}$ ; USCGS:  
 $20,5^{\circ}S, 179,5^{\circ}W, H = 18^h 39^m 11^s,$   
 $h = 600$  km.

e1(PKP2)N  $18^h 57^m 53^s$ , iN  $58^m 04^s$ , iN  $37^s$ , eN  $19^h 00^m 19^s$ .

Nr 56 9.VII Jugosławia-Albania,  $\Delta = 7,5^{\circ}$ ; BCIS:  
 $42,6^{\circ}N, 19,0^{\circ}E, H = 16^h 54^m 40^s$ .

eN  $16^h 56^m 43^s$ , eSnN  $57^m 49^s$ , eSbN  $58^m 26^s$ , eSgE  $45^s$ ,  
 eSgN  $46^s$ , MN  $59,4^m$  (T =  $1,5^s$ ).

Nr 57 9.VII Górny Śląsk,  $\Delta = 77$  km,  $H = 17^h 25^m 14^s$ ;  
 M = 3,6 (Rac).

e(Pg)N  $17^h 25^m 26^s$ , eN  $30^s$ , iSgN  $35^s$ , iN  $44^s$ , MN  $25,9^m$   
 (T =  $2^s$ ).

- Nr 58 9.VII N Grecja,  $\Delta = 9,3^{\circ}$ ; BCIS:  $40,9^{\circ}N$ ,  $22,1^{\circ}E$ ,  $H = 23^h 53^m 43^s$ .  
 i(P)N  $23^h 56^m 03^s$ , iPPN  $09^s$ , e(PPP)N  $15^s$ , iN  $57^m 07^s$ ,  
 eN  $20^s$ , iSSN  $58^m 03^s$ , MN  $24^h 00^m 01^s$  ( $T = 2,5^s$ ), F  $12^m$ .
- Nr 59 10.VII N Grecja,  $\Delta = 9,7^{\circ}$ ; USCGS:  $40,5^{\circ}N$ ,  $22^{\circ}E$ ,  $H = 04^h 17^m 50^s$ .  
 e(P)N  $04^h 20^m 11^s$ , iN  $20^m 14^s$ , eE  $22^m 59^s$ , eN  $24^m 00^s$ .
- Nr 60 10.VII Jugosławia,  $\Delta = 6,0^{\circ}$ ; BCIS:  $44^{\circ}N$ ,  $20,5^{\circ}E$ ,  $H = 11^h 37,9^m$ .  
 (eSg)N  $11^h 41^m 13^s$ , ME  $42,0^m$  ( $T = 1,6^s$ ).
- Nr 61 10.VII Wyspy Tonga,  $\Delta = 147,5^{\circ}$ ; USCGS:  
 $20^{\circ}S$ ,  $175^{\circ}W$ ,  $H = 14^h 20^m 52^s$ ,  
 ePKP1N  $14^h 40^m 40^s$ .
- Nr 62 16.VII Dodekanez,  $\Delta = 13,5^{\circ}$ ; USCGS:  $37,5^{\circ}N$ ,  $27^{\circ}E$ ,  $H = 07^h 07^m 08^s$ . Ślad.  
 iPN  $07^h 10^m 23^s$ , eiPE  $24^s$ , M  $16^m$ .
- Nr 63 19.VII ZSRR, Uzbekistan,  $\Delta = 34,7^{\circ}$ ; USCGS:  
 $40^{\circ}N$ ,  $68^{\circ}E$ ,  $H = 08^h 47^m 36^s$ .  
 e(P)NE  $08^h 54^m 37^s$ , ePPPE  $56^m 03^s$ , eSN  $09^h 00^m 06^s$ ,  
 eN  $01^m 37^s$ , eSSN  $02^m 38^s$ , eSSSE  $39^s$ , F  $27^m$ .
- Nr 64 20.VII S Kodiak,  $\Delta = 73,7^{\circ}$ ; USCGS:  $56,2^{\circ}N$ ,  $153^{\circ}E$ ,  $H = 23^h 52^m 25^s$ . Ślad.  
 eiPN  $00^h 04^m 01^s$ , ePcPNE  $23^s$ , iN  $05^m 00^s$ , ePPN  $06^m 54^s$ .
- Nr 65 24.VII Japonia, S Hondo,  $\Delta = 79,0^{\circ}$ ; USCGS:  
 $36^{\circ}N$ ,  $140^{\circ}E$ ,  $H = 11^h 02^m 14^s$ ,  $h =$   
 $= 100$  km.

- eiPNE  $11^h 14^m 17^s$ , e(PcP)N  $33^s$ , ePPN  $17^m 17^s$ , eN  $31^s$ ,  
 eN  $18^m 10^s$ , eSNE  $24^m 15^s$ .
- Nr 66 24.VII N od Taiwanu,  $\Delta = 79,1^{\circ}$ ; USCGS:  
 $24^{\circ}N$ ,  $122^{\circ}E$ ,  $H = 16^h 20^m 03^s$ .  
 iPNE  $16^h 32^m 14^s$ , iN  $54^s$ .
- Nr 67 27.VII Japonia, Sikoku,  $\Delta = 77,8^{\circ}$ ;  $H =$   
 $= 01^h 20^m 50^s$ .  
 ePNE  $01^h 32^m 54^s$ , eLNE  $02^h 02^m$ , MN  $04,8^m$  ( $T = 18^s$ ).
- Nr 68 27.VII S od w-y Kodiak,  $\Delta = 73,3^{\circ}$ ; USCGS:  
 $56,5^{\circ}N$ ,  $153^{\circ}W$ ,  $H = 18^h 19^m 08^s$ .  
 ePN  $18^h 30^m 48^s$ , ePPN  $33^m 29^s$ , eSN  $40^m 05^s$ , ePPSN  $58^s$ ,  
 eLN  $19^h 01,6^m$ .

## SIERPIEŃ 1955

- Nr 69 6.VIII Wyspy Tonga,  $\Delta = 148,3^{\circ}$ ; USCGS:  
 $20,5^{\circ}S$ ,  $177,5^{\circ}W$ ,  $H = 08^h 31^m 25^s$ ,  
 $h = 350$  km.  
 ePKP1E  $08^h 50^m 31^s$ , ePKP1N  $33^s$ , ePPPNE  $57^m 27^s$ , eE  $59^m 45^s$ ,  
 iSKKSN  $09^h 00^m 19^s$  ( $T = 4^s$ ), eSKKSE  $20^s$  ( $T = 4^s$ ), F ca  $47^m$ .
- Nr 70 16.VIII Wyspy Salomona,  $\Delta = 122,1^{\circ}$ ; USCGS:  
 $6^{\circ}S$ ,  $155^{\circ}E$ ,  $H = 11^h 46^m 58^s$ ,  $h =$   
 $= 200$  km.  
 ePKPN  $12^h 05^m 42^s$ , eN  $06^m 07^s$ , iPPN  $07^m 14^s$ , iN  $08^m 17^s$ ,  
 ePKSN  $09^m 50^s$ , i(SKS)NE  $12^m 24^s$ , iPPSN  $18^m 31^s$ .
- Nr 71 16.VIII Górny Śląsk,  $M = 2,5$  (Rac).  
 eN  $14^h 34^m 03^s$ , eN  $13^s$ , iN  $27^s$ , iN  $29^s$ .

Nr 72 23.VIII Ocean Spokojny,  $\Delta = 82,4^{\circ}$ ; USCGS:  $34,5^{\circ}N, 128^{\circ}W, H = 15^m32^m40^s$ .  
ePN  $15^h45^m05^s$ , eN  $36^s$ , eSKSN  $55^m25^s$ .

Nr 73 23.VIII ZSRR, Dagestan,  $\Delta = 19,1^{\circ}$ ; USCGS:  $43^{\circ}N, 46^{\circ}E, H = 20^h56^m52^s$ .  
e(PcP)  $21^h05^m41^s$ , eN  $06^m28^s$ , eN  $07^m14^s$ , eNE  $25^s$ , MN  $50^s$  (T =  $2,5^s$ ).

Nr 74 25.VIII G6rny Ślqsk, M = 2,6 (Rac).  
eN  $03^h58^m55^s$ , eN  $59^m21^s$ , eN  $29^s$ , F  $04^h01^m$ .

Nr 75 25.VIII ZSRR, Dagestan. Replika,  $\Delta = 18,8^{\circ}$ ;  
USCGS:  $43,5^{\circ}N, 46^{\circ}E, H = 05^h49^m28^s$ .  
eSSN  $05^h57^m49^s$ , eN  $58^m58^s$ , ePcPN  $59^m24^s$ , eN  $42^s$ ,  
iN  $50^s$ , eE  $59^s$ , eN  $06^h00^m02^s$ , iN  $17^s$ , iN  $47^s$ , eNE  $01^m07^s$ .

Nr 76 25.VIII Aleuty,  $\Delta = 75,9^{\circ}$ ; USCGS:  $52^{\circ}N, 176^{\circ}E, H = 22^h12^m43^s$ .  
ePN  $22^h24^m35^s$ , ePcPN  $47^s$ , eN  $25^m21^s$ .

Nr 77 26.VIII G6rny Ślqsk, M = 2,7 (Rac).  
eN  $03^h19^m53^s$ , eN  $20^m01^s$ , iN  $07^s$ , iN  $16^s$ , F  $21,0^m$ .

Nr 78 28.VIII W Turcja,  $\Delta = 13,2^{\circ}$ ; USCGS:  $38^{\circ}N, 27,5^{\circ}E, H = 13^h39^m17^s$ .  
ePPN  $13^h42^m34^s$ , ePPPN  $45^s$ , iN  $43^m08^s$ , ePcPNE  $47^m56^s$ .

## WRZESIEŃ 1955

Nr 79 9.IX W Sumatra,  $\Delta = 86,5^{\circ}$ ; USCGS:  $3^{\circ}S, 101^{\circ}E, H = 09^h41^m57^s$ .  
ePNE  $09^h54^m37^s$ , ePcPN  $49^s$ , iN  $55^m02^s$ , e(S)E  $10^h04^m54^s$ .

Nr 80 12.IX Egipt,  $\Delta = 18,7^{\circ}$ ; USCGS:  $32,5^{\circ}N, 30^{\circ}E, H = 06^h09^m20^s, h = 50$  km.  
iPE  $06^h13^m46^s$ , iPN  $38^s$ , iPPPN  $14^m06^s$ , iN  $15^m08^s$ ,  
eSNE  $17^m17^s$ , eSSN  $52^s$ , iScSNE  $25^m21^s$ .

Nr 81 15.IX W od Nowej Gwinei,  $\Delta = 109,3^{\circ}$ ; USCGS:  $5^{\circ}S, 134,5^{\circ}E, H = 20^h30^m27^s$ .  
(e)N  $12^h48^m10^s$ , eN  $39^s$ , ePPN  $49^m42^s$ , eN  $50^m13^s$ ,  
ePPPN  $51^m56^s$ .

Nr 82 22.IX Taiwan,  $\Delta = 79,6^{\circ}$ ; USCGS:  $24^{\circ}N, 123^{\circ}E, H = 03^h25^m03^s$ .  
ePNE  $03^h37^m19^s$ , ePPNE  $40^m19^s$ , eSN  $47^m19^s$ , eScSN  $36^s$ ,  
eLN  $04^h07,0^m$ , MN  $10^m22^s$  (T =  $14^s$ ), F  $46^m$ .

Nr 83 23.IX Chiny, Yunan,  $\Delta = 64,3^{\circ}$ ; USCGS:  $27^{\circ}N, 101,5^{\circ}E, H = 15^h06^m19^s$ .  
ePNE  $15^h17^m02^s$ , ePPNE  $19^m14^s$ , ePPPN  $20^m48^s$ , eNE  $21^m21^s$ ,  
eSN  $25^m37^s$ , eLN  $39,5^m$ , MN  $43,2^m$  (T =  $18^s$ ).

Nr 84 24.IX S od Taiwanu,  $\Delta = 80,6^{\circ}$ ; USCGS:  $22^{\circ}N, 122^{\circ}E, H = 10^h21^m29^s$ .  
ePNE  $10^h33^m41^s$ , eNE  $34^m53^s$ , ePPE  $36^m47^s$ , iN  $43^m45^s$ ,  
ePSN  $44^m37^s$ , LN  $11^h07^m$ .

Nr 85 25.IX ZSRR, Kaukaz,  $\Delta = 19,1^{\circ}$ ; USCGS:  $43^{\circ}N, 46^{\circ}E, H = 08^h35^m52^s$ .  
ePcPN  $08^h44^m45^s$ , eN  $46^m13^s$ , iN  $47^m17^s$ , eN  $36^s$ , F  $57^m$ .

Nr 86 25.IX Mindanao,  $\Delta = 96,4^{\circ}$ ; USCGS:  $6^{\circ}N, 127,5^{\circ}E, H = 18^h59^m22^s, h = 100$  km.  
ePE  $19^h12^m48^s$ , e(P)N  $16^m59^s$ , eISKKSNE  $23^m22^s$ , eSN  $56^s$ ,  
eNE  $24^m13^s$ , iPPSN  $26^m13^s$ , iN  $29^m12^s$ .



Nr 87 26.IX Meksyk, Chiapas,  $\Delta = 91,8^{\circ}$ ; USCGS:  
 $15,5^{\circ}N, 92,5^{\circ}W, H = 08^h 28^m 20^s, h = 200$  km.

ePNE  $08^h 41^m 15^s, ePPNE 44^m 50^s, ieNE 56^s, ePPPN 46^m 49^s,$   
 eSKKSNE  $51^m 28^s, eSNE 35^s, iN 59^s, iSPN 53^m 00^s.$

Nr 88 29.IX Górny Śląsk,  $M = 2,5$  (Rac).  
 e(Pg)N  $01^h 52^m 49^s, eN 55^s, e(\beta g)N 57^s, eN 53^m 07^s, eN 19^s.$

PAŹDZIERNIK 1955

Nr 89 10.X Nowa Brytania,  $\Delta = 120,2^{\circ}$ ; USCGS:  
 $5^{\circ}S, 153^{\circ}E, H = 08^h 57^m 44^s; M = 7\frac{1}{4}$   
 $- 7\frac{1}{2}$  (Praha).

eN  $09^h 16^m 58^s, iN 17^m 52^s, ePPNE 18^m 06^s, eNE 30^s, iN 43^s,$   
 eN  $44^s, e(PKS)N 20^m 16^s, eSKSN 23^m 33^s, eLN 52^m,$   
 MN  $10^h 11,5^m (T = 22^s).$

Nr 90 13.X Wyspy Salomona,  $\Delta = 128,2^{\circ}$ ; USCGS:  
 $9,5^{\circ}S, 161^{\circ}E, H = 09^h 26^m 44^s; M = 6\frac{1}{2}$   
 (Praha).

eNE  $09^h 47^m 45^s, ePPN 48^m 00^s, eNE 51^s, iN 49^m 14^s,$   
 iPKSN  $26^s.$

Nr 91 13.X Górny Śląsk.  
 eN  $17^h 08^m 18^s, eN 27^s, MN 39^s (T = 2,5^s).$

Nr 92 21.X Wyspy Fidżi,  $\Delta = 147,3^{\circ}$ ; USCGS:  
 $21^{\circ}S, 179^{\circ}W, H = 19^h 02^m 40^s, h = 650$  km.

ePKP2NE  $19^h 21^m 15^s, iN 23^m 38^s, iE 44^s, ePPE 24^m 45^s.$

LISTOPAD 1955

Nr 93 5.XI Górny Śląsk,  $M = 3,3$  (Rac).  
 eN  $06^h 34^m 00^s, eN 05^s, eN 09^s, eN 28^s, MN 35^s (T = 2,5^s).$

Nr 94 10.XI Wyspy Samoa,  $\Delta = 143,2^{\circ}$ ; USCGS:  
 $15^{\circ}S, 174^{\circ}W, H = 01^h 44^m 04^s, h = 100$  km.

ePKP1NE  $02^h 03^m 31^s, eieN 50^s, eN 04^m 02^s, eN 15^s, eNE 22^s,$   
 iN  $28^s, ePPE 06^m 42^s, e(PKS)N 07^m 09^s, ePPPN 10^m 09^s.$

Nr 95 12.XI Morze Czerwone,  $\Delta = 27,0^{\circ}$ ; USCGS:  
 $25,5^{\circ}N, 34,5^{\circ}E, H = 05^h 32^m 14^s.$

ePN  $05^h 38^m 00^s, ePE 02^s, eN 21^s, iPPN 43^s, e(PPP)E 39^m 04^s,$   
 eE  $40^s, eN 40^m 44^s, eNE 48^s, eNE 41^m 06^s, ePcPNE 19^s,$   
 eNE  $42^m 10^s, eSE 42^s, eNE 49^s, eNE 43^m 09^s, eSSNE 45^s,$   
 ePcSNE  $45^m 04^s, eiN 18^s, eE 30^s, eN 47^m 24^s, eN 58^s.$

Nr 96 17.XI Górny Śląsk,  $M = 2,7$  (Rac).  
 eN  $00^h 59^m 25^s, ieNE 37^s, eNE 39^s, eiN 46^s, eE 57^s,$   
 MN  $01^h 00^m 01^s (T = 1,3^s).$

Nr 97 17.XI N Chile,  $\Delta = 109,4^{\circ}$ ; USCGS:  $26,5^{\circ}S,$   
 $69^{\circ}W, H = 06^h 53^m 27^s, h = 60$  km;  
 $M = 6\frac{3}{4}$  (Fasadena).

ePKPNE  $07^h 12^m 00^s, ePPNE 28^s, eNE 13^m 05^s, eNE 14^m 02^s.$

Nr 98 18.XI Górny Śląsk. Duże mikrosejsmy.  
 eN  $08^h 39^m 11^s, iN 19^s, iNE 27^s, iN 30^s, iN 32^s, iNE 40^s,$   
 iN  $51^s.$

Nr 99 20.XI Górny Śląsk. Duże mikrosejsmy.  
 iN  $17^h 50^m 29^s, iN 40^s, iN 48^s, iN 55^s.$

## GRUDZIEŃ 1955

Nr 100 7.XII Wyspy Bonin,  $\Delta = 88,1^{\circ}$ ; USCGS;  
 BCIS:  $26,5^{\circ}N, 142,5^{\circ}E, H=15^h03^m11^s$ .  
 (eP)N  $15^h16^m06^s$ , ePcPN  $09^s$ , eN  $20^m04^s$ , eN  $21^m09^s$ ,  
 ePPPN  $26^s$ , eN  $26^m40^s$ , ePSN  $27^m40^s$ , eLN  $51^m23^s$ .

Nr 101 21.XII Górny Śląsk,  $H = 23^h00^m19^s$ ;  $M=3,7$   
 (Rac). Czynna tylko składowa N.  
 ePgN  $23^h00^m35^s$ , eP2N  $40^s$ , eN  $44^s$ , iSgN  $50^s$ , eN  $51^s$ ,  
 eN  $55$ , eN  $01^m00^s$ , MN  $11^s$  ( $T = 2^s$ ).

Nr 102 22.XII Górny Śląsk,  $H = 14^h10^m21^s$ ;  $M=3,1$   
 (Rac). Czynna tylko składowa N.  
 e(Pg)N  $14^h10^m36^s$ , eN  $47^s$ , eN  $50^s$ , eN  $11^m04^s$ , eN  $08^s$ ,  
 MN  $11^s$  ( $T = 2^s$ ).

## STYCZEŃ 1956

Nr 1 6.I Morze Egejskie,  $\Delta = 10,5^{\circ}$ ; USCGS:  
 $40,5^{\circ}N, 26^{\circ}E, H = 12^h45^m40^s$ .

ePN  $12^h18^m15^s$ , iPPN  $29^s$ , eiN  $19^m34^s$ , eiN  $43^s$ ,  
 eSSNE  $20^m31^s$ , e(SS)N  $45^s$ , eNE  $21^m11^s$ , eNE  $24^s$ , MN  $22,2^m$   
 ( $T = 5^s$ ), F  $34^m$ .

Nr 2 8.I Na N od Chile,  $\Delta = 104,4$ ; USCGS:  
 $19^{\circ}S, 70^{\circ}W, H = 20^h54^m13^s$ ;  $M = 6,9$   
 (Roma), 7,25 (Pasadena).

eN  $21^h10^m23^s$ , eN  $11^m31^s$ , eN  $12^m13^s$ , ePPE  $46^s$ ,  
 eSKSN  $19^m00^s$ , eSKKKSNE  $19^s$ , eSN  $20^m07^s$ .

Nr 3 9.1 Rejon Fidżi,  $\Delta = 148,4^{\circ}$ ; USCGS:  
 $23^{\circ}S, 179^{\circ}E, H = 12^h05^m53^s, h =$   
 $= 650 \text{ km}; M = 6,5$  (Pasadena).

eiPKP<sub>2</sub>N  $12^h24^m36^s$  ( $T=3^s$ ), ePKP<sub>2</sub>E  $37^s$ , iN  $55^s$ , eN  $25^m01^s$ ,  
 iN  $13^s$ , eN  $26^m00^s$ , eNE  $10^s$ , ePPN  $28^m09^s$  ( $T=4^s$ ), F  $43^m$ .

Nr 4 10.I Wyspy Tonga,  $\Delta = 152,1^{\circ}$ ; USCGS:  
 $25^{\circ}S, 176^{\circ}W, H = 08^h52^m36^s; M = 7,5$   
 (Pasadena), 7,25 (Prah, Skalnaté  
 Pleso).

ePKP<sub>2</sub>N  $09^h12^m47^s$ , eN  $13^m02^s$ , eN  $16^s$ , eN  $14^m12^s$ ,  
 ePPNE  $16^m16^s$ , eLN  $10^h14^m00^s$ , MN  $20^m00^s$  ( $T = 20^s$ ),  
 F  $11^h23^m$ .

Nr 5 11.I Nikobary,  $\Delta = 74,0^{\circ}$ ; USCGS:  $7,5^{\circ}N,$   
 $94^{\circ}E, H = 06^h10^m03^s; M=6$  (Moskwa,  
 Roma).

ePNE 06<sup>h</sup>21<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, eNE 52<sup>s</sup>, ePcPNE 22<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, eN 32<sup>s</sup>,  
eN 23<sup>m</sup>18<sup>s</sup>.

Nr 6 12.I S od Budapesztu,  $\Delta = 2,55^{\circ}$ .  
ePnNE 05<sup>h</sup>46<sup>m</sup>55<sup>s</sup>, iPbN 47<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, iPgN 03<sup>s</sup>, Li 26<sup>s</sup> (Bath),  
i (Sn) 31<sup>s</sup>, Lg<sub>1</sub> 34<sup>s</sup> (Bath), Lg<sub>2</sub> 39 (Bath), MNE 48<sup>m</sup>06<sup>s</sup> (T=5<sup>s</sup>).

Nr 7 13.I Rejon wysp Norfolk,  $\Delta = 147,7^{\circ}$ ;  
USCGS: 29<sup>o</sup>S, 167,5<sup>o</sup>E, H 06<sup>h</sup>16<sup>m</sup>14<sup>s</sup>,  
ślad.

ePKP<sub>2</sub>N 06<sup>h</sup>36<sup>m</sup>10<sup>s</sup>, eNE 30<sup>s</sup>, eN 37<sup>m</sup>07<sup>s</sup>.

Nr 8 16.I W od Ekwadoru,  $\Delta = 97,1^{\circ}$ ; USCGS:  
0,5<sup>o</sup>S, 80,5<sup>o</sup>W, H = 23<sup>h</sup>37<sup>m</sup>37<sup>s</sup>; M = 6,8  
(Tacubaya) 7,25-7,5 (Pasadena).

ePN 23<sup>h</sup>51<sup>m</sup>18<sup>s</sup>, eNE 24<sup>s</sup>, ePPE 55<sup>m</sup>17<sup>s</sup>, eSKSN 24<sup>h</sup>04<sup>m</sup>52<sup>s</sup>,  
eSKKSN 02<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eSN 37<sup>s</sup>, eLE 25,0<sup>m</sup>, ME 35,2<sup>m</sup> (T=20<sup>s</sup>).

#### LUTY 1956

Nr 9 1.II Wyspy Marianny,  $\Delta = 95,9^{\circ}$ ; USCGS:  
19<sup>o</sup>N, 145<sup>o</sup>E, H = 13<sup>h</sup>41<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, h =  
= 350 km; M = 6,75-7 (Pasadena,  
Berkeley).

ePN 13<sup>h</sup>54<sup>m</sup>37<sup>s</sup>, epPNE 56<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eN 58<sup>m</sup>04<sup>s</sup>, ePPN 33<sup>s</sup>,  
F 14<sup>h</sup>19<sup>m</sup>.

Nr 10 1.II Cieśnina Messyńska,  $\Delta = 11,0^{\circ}$ ; USCGS:  
39,5<sup>o</sup>N, 16<sup>o</sup>E, H = 15<sup>h</sup>10<sup>m</sup>46<sup>s</sup>.  
h = 200 km.

iPPNE 15<sup>h</sup>13<sup>m</sup>29<sup>s</sup>, eBiPPPN 35, eN 15<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, eSSNE 46<sup>s</sup>,  
F 30<sup>m</sup>.

Nr 11 12.II Filipiny,  $\Delta = 81,4^{\circ}$ ; USCGS: 19<sup>o</sup>N,  
119,5<sup>o</sup>E, H = 11<sup>h</sup>49<sup>m</sup>20<sup>s</sup>; M = 6,5  
(Skalnate Pleso).

ePN 12<sup>h</sup>01<sup>m</sup>43<sup>s</sup>, ePPN 04<sup>m</sup>42<sup>s</sup>, eSN 11<sup>m</sup>55<sup>s</sup>, eLN 39<sup>m</sup>45<sup>s</sup>,  
MN 40,7<sup>m</sup> (T = 13<sup>s</sup>), F 13<sup>h</sup>20<sup>m</sup>.

Nr 12 14.II Rejon Orleansville (Alger),  $\Delta = 19^{\circ}$ ;  
USCGS: 36,5<sup>o</sup>N, 1,5<sup>o</sup>E, H = 09<sup>h</sup>53<sup>m</sup>26<sup>s</sup>;  
M = 5,9 (Kiruna, Uppsala), ślad.

ePN 09<sup>h</sup>57<sup>m</sup>46<sup>s</sup>, ePE 47<sup>s</sup>, eLE 10<sup>h</sup>07<sup>m</sup>20<sup>s</sup>.

Nr 13 15.II Brak danych.

eN 04<sup>h</sup>04<sup>m</sup>43<sup>s</sup>, eIN 05<sup>m</sup>52<sup>s</sup>, eN 59<sup>s</sup>, eNE 06<sup>m</sup>31<sup>s</sup>.

Nr 14 15.II S Iran,  $\Delta = 33,3^{\circ}$ ; USCGS: 28<sup>o</sup>N,  
53<sup>o</sup>E, H = 15<sup>h</sup>49<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, M = 5,7 (Uppsala-  
la, Kiruna).

ePNE 15<sup>h</sup>56<sup>m</sup>07<sup>s</sup>, ePPNE 57<sup>m</sup>29<sup>s</sup>, eSN 16<sup>h</sup>01<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, F 23<sup>m</sup>.

Nr 15 18.II S od Hondo,  $\Delta = 82,7^{\circ}$ ; USCGS: 30<sup>o</sup>N,  
137,5<sup>o</sup>E, H = 07<sup>h</sup>34<sup>m</sup>16<sup>s</sup>, h = 450 km.  
ePNE 07<sup>h</sup>46<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, eIN 47<sup>m</sup>46<sup>s</sup>, eN 48<sup>m</sup>04<sup>s</sup>, eISE 55<sup>m</sup>32<sup>s</sup>,  
ISN 35<sup>s</sup>, eLE 08<sup>h</sup>19<sup>m</sup>8, NE 26<sup>m</sup>38<sup>s</sup> (T = 16<sup>s</sup>), FN 55<sup>m</sup>.

Nr 16 19.II Wyspy kr. Karoliny,  $\Delta = 75,1^{\circ}$ ; USCGS:  
52<sup>o</sup>N, 131<sup>o</sup>W, H = 02<sup>h</sup>18<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, M = 6,6  
(Tacubaya), ślad.

ePNE 02<sup>h</sup>29<sup>m</sup>50<sup>s</sup>, e 30<sup>m</sup>21<sup>s</sup>, eLE 03<sup>h</sup>01<sup>m</sup>33<sup>s</sup>, FE 36<sup>m</sup>.

Nr 17 19.II Górny Śląsk,  $\Delta = 71$  km; 50<sup>o</sup>15'N,  
18<sup>o</sup>56'E, H = 04<sup>h</sup>36<sup>m</sup>42<sup>s</sup>; M 3,2 (Rac);  
Byt: eIN 45,9<sup>s</sup>, Dqb: eE 44,6<sup>s</sup>, Rac:  
eZ 52<sup>s</sup>.

ePgN 04<sup>h</sup>36<sup>m</sup>54,4<sup>s</sup>, eiN 37<sup>m</sup>03,5<sup>s</sup>, eiN 13,2<sup>s</sup>, MN 24,2<sup>s</sup>.

Nr 18 20.II *Italia*,  $\Delta=7,6^{\circ}$ ; BCIS: 45<sup>o</sup>N, 12,5<sup>o</sup>E, H = 01<sup>h</sup>29<sup>m</sup>27<sup>s</sup>.

ePgN 01<sup>h</sup>31<sup>m</sup>56<sup>s</sup>, eSgN 33<sup>m</sup>38<sup>s</sup>, iN 58<sup>s</sup>, iN 34<sup>m</sup>49<sup>s</sup>.

Nr 19 20.II *Turcja*,  $\Delta = 12,9^{\circ}$ ; USCGS: 39,5<sup>o</sup>N, 30,5<sup>o</sup>E, H = 20<sup>h</sup>31<sup>m</sup>35<sup>s</sup>.

ePNE 20<sup>h</sup>34<sup>m</sup>40<sup>s</sup>, ePPN 52<sup>s</sup>, ePPPNE 59<sup>s</sup>, eSNE 37<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, eLNE 50<sup>s</sup>, ME 42,0<sup>m</sup>, F 21<sup>h</sup>25<sup>m</sup>.

Nr 20 22.II *Spitsbergen*,  $\Delta = 24,0^{\circ}$ ; USCGS: 73,5<sup>o</sup>N, 8<sup>o</sup>E, H = 00<sup>h</sup>07<sup>m</sup>37<sup>s</sup>, ślad.

ePN 00<sup>h</sup>12<sup>m</sup>54<sup>s</sup>, eN 13<sup>m</sup>12<sup>s</sup>.

Nr 21 29.II *Burma*,  $\Delta = 62,4^{\circ}$ ; USCGS: 23,5<sup>o</sup>N, 94,5<sup>o</sup>E, H = 20<sup>h</sup>51<sup>m</sup>18<sup>s</sup>, ślad.

ePNE 21<sup>h</sup>01<sup>m</sup>43<sup>s</sup>, eN 59<sup>s</sup>.

#### MARZEC 1956

Nr 22 2.III *Alaska*,  $\Delta = 65,9^{\circ}$ ; USCGS: 63,5<sup>o</sup>N, 149,5<sup>o</sup>W, H = 11<sup>h</sup>56<sup>m</sup>20<sup>s</sup>.

ePN 12<sup>h</sup>07<sup>m</sup>12<sup>s</sup>, iN 16<sup>s</sup>, iN 27<sup>s</sup>, ePcPN 50<sup>s</sup>, ePPN 09<sup>m</sup>32<sup>s</sup>.

Nr 23 3.III *Wyspy Samoa*,  $\Delta = 143,3^{\circ}$ ; USCGS: 15<sup>o</sup>S, 175,5<sup>o</sup>W, H = 00<sup>h</sup>05<sup>m</sup>25<sup>s</sup>; M = 6,75 (Pasadena).

ePKP<sub>2</sub>N 00<sup>h</sup>25<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eN 11<sup>s</sup>, eN 48<sup>s</sup>, eN 27<sup>m</sup>26<sup>s</sup>, ePKSN 28<sup>m</sup>16<sup>s</sup>.

Nr 24 5.III *Chiny, Sinkiang*,  $\Delta = 42,2^{\circ}$ ; USCGS: 37<sup>o</sup>N, 77<sup>o</sup>E, H = 07<sup>h</sup>12<sup>m</sup>03<sup>s</sup>; M = 5,7 (Roma), 6,1 (Uppsala), ślad.

eN 07<sup>h</sup>20<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, eN 22<sup>m</sup>40<sup>s</sup>, eSN 26<sup>m</sup>33<sup>s</sup>, eN 41<sup>s</sup>.

Nr 25 5.III *N od Hokkaido*,  $\Delta = 73,7^{\circ}$ ; USCGS: 44,5<sup>o</sup>N, 144<sup>o</sup>E, H = 23<sup>h</sup>29<sup>m</sup>41<sup>s</sup>.

ePN 23<sup>h</sup>41<sup>m</sup>23<sup>s</sup>, ePcPn 47<sup>s</sup>, eN 42<sup>m</sup>59<sup>s</sup>, eLE 00<sup>h</sup>11,1<sup>m</sup>, F 33<sup>m</sup>.

Nr 26 16.III *S Liban*,  $\Delta = 20,0^{\circ}$ ; BCIS: 33,3<sup>o</sup>N, 35,7<sup>o</sup>E, H = 19<sup>h</sup>32<sup>m</sup>35<sup>s</sup>.

iPN 19<sup>h</sup>37<sup>m</sup>14<sup>s</sup>, ePPNE 26<sup>s</sup>, iPPPn 44<sup>s</sup>.

Nr 27 16.III *S Liban*,  $\Delta = 20,0^{\circ}$ ; BCIS: 33<sup>o</sup>N, 35,7<sup>o</sup>E, H = 19<sup>h</sup>43<sup>m</sup>42<sup>s</sup>.

ePNE 19<sup>h</sup>48<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, ePPNE 11<sup>s</sup>, eN 49<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, eN 50<sup>m</sup>33<sup>s</sup>, eN 56<sup>s</sup>.

Nr 28 21.III *ZSRR, Azerbejdżan*,  $\Delta=21,9^{\circ}$ ; USCGS: 41<sup>o</sup>N, 48,5<sup>o</sup>E, H = 04<sup>h</sup>54<sup>m</sup>46<sup>s</sup>; M = 5 (Moskwa), 6,0 (Uppsala).

ePNE 00<sup>h</sup>59<sup>m</sup>36<sup>s</sup>, iPPN 05<sup>h</sup>00<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eSNE 03<sup>m</sup>38<sup>s</sup>, eNE 04<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, eE 06<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, eN 43<sup>s</sup>, eN 07<sup>m</sup>04<sup>s</sup>, eLE 13,1<sup>m</sup>.

Nr 29 22.III *Ekwador*,  $\Delta = 98,4^{\circ}$ ; USCGS: 3,5<sup>o</sup>S, 79<sup>o</sup>W, H = 06<sup>h</sup>33<sup>m</sup>55<sup>s</sup>, h = 100 km; M = 6,5-7 (Pasadena), ślad.

ePNE 06<sup>h</sup>47<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, eNE 53<sup>s</sup>, eN 49<sup>m</sup>57<sup>s</sup>, eSNE 58<sup>m</sup>42<sup>s</sup>.

Nr 30 25.III *Na S od Kamczatki*,  $\Delta=71,9^{\circ}$ ; USCGS: 52<sup>o</sup>N, 159<sup>o</sup>E, H = 23<sup>h</sup>27<sup>m</sup>31<sup>s</sup>, ślad, M = 6,6 (Uppsala).

iPN 23<sup>h</sup>39<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, ePcPN 15<sup>s</sup>, eLE 24<sup>h</sup>12,3<sup>m</sup> (T = 17<sup>s</sup>).

Nr 31 26.III *Na S od Kamczatki*,  $\Delta=71,9^{\circ}$ ; USCGS: 52<sup>o</sup>N, 159<sup>o</sup>E, H = 03<sup>h</sup>59<sup>m</sup>25<sup>s</sup>, ślad.

ePN 04<sup>h</sup>10<sup>m</sup>56<sup>s</sup>, ePcPN 11<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eLE 44,3<sup>m</sup>, (T = 16<sup>s</sup>).

Nr 32 31.III Węgry,  $\Delta = 3,7^{\circ}$ ; BCIS: 47,0<sup>o</sup>N, 17,0<sup>o</sup>E, H = 14<sup>h</sup>06<sup>m</sup>54<sup>s</sup>.

ePNE 14<sup>h</sup>07<sup>m</sup>58<sup>s</sup>, eN 08<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eN 13<sup>s</sup>, eNE 18<sup>s</sup>, eN 35<sup>s</sup>, eSNE 08<sup>m</sup>48<sup>s</sup>, iE 09<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, iE 47<sup>s</sup>, F 18<sup>m</sup>.

#### KWIECIEŃ 1956

Nr 33 6.IV Hindukusz,  $\Delta = 38,7^{\circ}$ ; USCGS: 36,5<sup>o</sup>N, 71<sup>o</sup>E, H = 07<sup>h</sup>11<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, h = 200 km.

iPNE 07<sup>h</sup>18<sup>m</sup>43<sup>s</sup>, epPN 19<sup>m</sup>31<sup>s</sup>, ePPNE 20<sup>m</sup>20<sup>s</sup>, eN 28<sup>s</sup>, eNE 32<sup>s</sup>, eiPPPN 45<sup>s</sup>, iSN 24<sup>m</sup>22<sup>s</sup>, eSE 23<sup>s</sup>, eNE 26<sup>m</sup>59<sup>s</sup>, eSSE 27<sup>m</sup>19<sup>s</sup>, eiN 28<sup>m</sup>25<sup>s</sup>, iN 31<sup>m</sup>36<sup>s</sup>, F 58.

Nr 34 10.IV Górny Śląsk (brak danych).  
eN 11<sup>h</sup>10<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eN 15<sup>s</sup>.

Nr 35 10.IV S od Sumatry,  $\Delta = 87,8^{\circ}$ ; USCGS: 3<sup>o</sup>S, 102<sup>o</sup>E, H = 13<sup>h</sup>16<sup>m</sup>04<sup>s</sup>, h = 150 km.  
ePNE 13<sup>h</sup>28<sup>m</sup>41<sup>s</sup>, eNE 29<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eNE 32<sup>s</sup>, eSNE 38<sup>m</sup>52<sup>s</sup>, eSKSN 39<sup>m</sup>45<sup>s</sup>, F 56<sup>s</sup>.

Nr 36 12.IV N Iran,  $\Delta = 25,2^{\circ}$ ; USCGS: 37<sup>o</sup>N, 50<sup>o</sup>E, H = 22<sup>h</sup>34<sup>m</sup>44<sup>s</sup>.  
ePN 22<sup>h</sup>40<sup>m</sup>13<sup>s</sup>, eNE 19<sup>s</sup>, eNE 37<sup>s</sup>, ePPN 53<sup>s</sup>.

Nr 37 22.IV S od Alaski,  $\Delta = 75,6^{\circ}$ ; USCGS: 54<sup>o</sup>N, 162<sup>o</sup>W, H = 17<sup>h</sup>21<sup>m</sup>53<sup>s</sup>.  
ePN 17<sup>h</sup>33<sup>m</sup>46<sup>s</sup>, eN 34<sup>m</sup>16<sup>s</sup>, eSN 43<sup>m</sup>32<sup>s</sup>, ePPSE 44<sup>m</sup>14<sup>s</sup>, eLE 57<sup>s</sup>.

Nr 38 23.IV E od Hokkaido,  $\Delta = 57,5^{\circ}$ ; USCGS: 42,5<sup>o</sup>N, 144,5<sup>o</sup>E, H = 03<sup>h</sup>31<sup>m</sup>40<sup>s</sup>.  
eIPNE 03<sup>h</sup>43<sup>m</sup>26<sup>s</sup>, iN 34<sup>s</sup>, iPcPN 38<sup>s</sup>, eE 49<sup>s</sup>, eNE 44<sup>m</sup>16<sup>s</sup>, eSNE 53<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eScSNE 23<sup>s</sup>, ePSNE 42<sup>s</sup>, eLE 04<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.

#### MAJ 1956

Nr 39 2.V Węgry,  $\Delta = 3,2^{\circ}$ ; BCIS: 47,5<sup>o</sup>N, 17,25<sup>o</sup>E, H = 11<sup>h</sup>48<sup>m</sup>25<sup>s</sup>.  
ePgNE 11<sup>h</sup>49<sup>m</sup>25<sup>s</sup>, e(Sn)N 52<sup>m</sup>, eNE 50<sup>m</sup>23<sup>s</sup>, eE 30<sup>s</sup>, eE 45<sup>s</sup>.

Nr 40 13.V Pakistan,  $\Delta = 42,2^{\circ}$ ; USCGS: 30<sup>o</sup>N, 70<sup>o</sup>E, H = 07<sup>h</sup>50<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, ślad.  
ePNE 07<sup>h</sup>58<sup>m</sup>31<sup>s</sup>.

Nr 41 15.V Grecja,  $\Delta = 12,6$ ; USCGS: 37,5<sup>o</sup>N, 21<sup>o</sup>E, H = 18<sup>h</sup>34<sup>m</sup>15<sup>s</sup>.

ePPN 18<sup>h</sup>37<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, eN 44<sup>s</sup>, eN 52<sup>s</sup>, eE 40<sup>m</sup>52<sup>s</sup>, eN 41<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, eN 42<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, ePcPN 50<sup>s</sup>, F 50<sup>m</sup>.

Nr 42 15.V Wyspy Jońskie,  $\Delta = 12,0^{\circ}$ ; BCIS: 38,0<sup>o</sup>N, 20,8<sup>o</sup>E, H 22<sup>h</sup>56<sup>m</sup>56<sup>s</sup>.  
ePN 22<sup>h</sup>59<sup>m</sup>55<sup>s</sup>, e(PPP)N 23<sup>h</sup>00<sup>m</sup>16<sup>s</sup>, eN 01<sup>m</sup>11<sup>s</sup>, eN 48<sup>s</sup>, eNE 03<sup>m</sup>53<sup>s</sup>, eNE 04<sup>m</sup>33<sup>s</sup>, ME 04<sup>m</sup>40<sup>s</sup>, (T = 9<sup>s</sup>), eN 05<sup>m</sup>07<sup>s</sup>, eE 18<sup>s</sup>, e(PcPN) 30<sup>s</sup>, F 15<sup>m</sup>.

Nr 43 18.V Grecja,  $\Delta = 10,8^{\circ}$ ; USCGS: 39,5<sup>o</sup>N, 23,5<sup>o</sup>E, H = 22<sup>h</sup>08<sup>m</sup>25<sup>s</sup>.  
ePPN 22<sup>h</sup>11<sup>m</sup>12<sup>s</sup>, i(PPP)N 18<sup>s</sup>, eN 28<sup>s</sup>, eN 52<sup>s</sup>, eSSEN 13<sup>m</sup>32<sup>s</sup>, eN 49<sup>s</sup>, eNE 14<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eN 28<sup>s</sup>, eNE 59<sup>s</sup>, ePcPN 17<sup>m</sup>06<sup>s</sup>.

Nr 44 23.V Wyspy Fidzi,  $\Delta = 151,6^{\circ}$ ; USCGS:  $25,5^{\circ}S, 179^{\circ}W, H = 20^h 48^m 30^s, h = 450 \text{ km}, M = 7,25$  (Pasadena).

eIN  $21^h 07^m 09^s, ePKP, NE 17^s, eNE 10^m 10^s, eN 22^s, eE 26^s, eE 11^m 54^s, eN 12^m 00^s, eE 03^s, eE 39^s, eLE 37,1^m$ .

Nr 45 26.V Apenin Etruski,  $\Delta = 8,2^{\circ}$ ; USCGS:  $43,9^{\circ}N, 11,3^{\circ}E, H = 18^h 39^m 59^s$ .

ePnN  $18^h 42^m 06^s, ePN 22^s, ePgN 45^s, eN 43^m 51^s, eNE 44^m 15^s, eSgN 28^s, eN 45^s, eE 58^s, eNE 45^m 17^s, eNE 26^s, eN 46^m 03^s, ME 38^s, (T = 6,0^s)$ .

Nr 46 26.V Wyspy Tonga,  $\Delta = 144,6^{\circ}$ ; USCGS:  $19^{\circ}S, 178,5^{\circ}W, H = 20^h 21^m 14^s, h = 550 \text{ km}, \text{śląd}$ .

e(PKP)N  $20^h 39^m 56^s, eN 40^m 16^s, eN 58^s, eN 43^m 05^s$ .

## CZERWIEC 1956

Nr 47 4.VI Aleuty,  $\Delta = 77,6$ ; USCGS:  $50^{\circ}N, 170,5^{\circ}W, H = 07^h 09^m 19^s$ .

ePN  $07^h 21^m 20^s, ePcPN 34^s, eSNE 31^m 22^s, eSKSE 33^s, eLE 55,0^m$ .

Nr 48 6.VI Górny Śląsk,  $\Delta = 78 \text{ km}; 50^{\circ} 15,6'N, 18^{\circ} 45,8'E, H = 17^h 58^m 40,5^s$ ; Zab:  $eN 41,5^s, \text{Byt: } eE 44,2^s, \text{Dqb: } eE 46,8^s, \text{Rac: } eN 58,7^s$ .

iPgN  $17^h 58^m 55^s, iSgN 59^m 07^s, eN 14^s, eN 21^s, eNE 31^s, eN 35^s, eNE 45^s, eNE 48^s$ .

Nr 49 8.VI Afganistan,  $\Delta = 37,3^{\circ}$ ; USCGS:  $35^{\circ}N, 67,5^{\circ}E, H = 04^h 07^m 26^s$ .

ePE  $04^h 14^m 44^s, eE 16^m 11^s, eN 24^m 14^s, eN 33^s, eN 30^m 12^s, F 50^m$ .

Nr 50 9.VI Chile,  $\Delta = 113,2^{\circ}$ ; USCGS:  $30,5^{\circ}S, 70,5^{\circ}W, H = 10^h 08^m 32^s, h = 150 \text{ km}$ .

ePPNE  $10^h 27^m 55^s, eN 28^m 46^s, eE 37^m 38^s, ePPS 38^m 39^s, eLE 11^h 08,4^m (T = 30^s), ME 18,4^m (T = 19^s)$ .

Nr 51 9.VI Afganistan,  $\Delta = 37,0^{\circ}$ ; USCGS:  $35,5^{\circ}N, 67,5^{\circ}E, H = 23^h 13^m 51^s$ .

iPEePN  $23^h 21^m 07^s, iPPPE 22^m 45^s, iNE 23^m 05^s, iSN 26^m 54^s, PcSE 27^m 10^s, eSSE 30^m 12^s, eiScSE 31^m 11^s, F 26^h 17^m$ .

Nr 52 16.VI Wyspy Riu-Kiu,  $\Delta = 80,8^{\circ}$ ; USCGS:  $28,5^{\circ}N, 131,5^{\circ}E, H = 06^h 19^m 22^s$ .

ePNE  $06^h 31^m 41^s, eN 51^s, eNE 32^m 03^s, e(S)N 41^m 50^s, eLE 07^h 04^m 29^s, ME 12^m 23^s (T = 12^s)$ .

Nr 53 23.VI E od Kamczatki,  $\Delta = 69,3^{\circ}$ ; USCGS:  $56,5^{\circ}N, 163,5^{\circ}E, H = 02^h 18^m 02^s$ .

ePNE  $02^h 29^m 15^s, eNE 23^s, iPcPN 41^s, eN 58^s, ePPN 31^m 55^s, ePcSN 51^s, eSNE 38^m 31^s, ePSNE 39^m 01^s, eSKSNE 15^s, eLE 56^m 55^s, ME 03^h 04,9^m (T = 14^s)$ .

Nr 54 28.VI Jugosławia, Sarajewo,  $\Delta = 6,0^{\circ}$ ; Moskwa;  $44^{\circ}N, 19^{\circ}E, H = 17^h 42^m 34^s$ .

ePnN  $17^h 44^m 03^s, eN 11^s, iPgN 34^s, eSN 45^m 33^s, eN 40^s, eSgNE 49^s, ME 46^m 32^s (T = 3,0^s), F 18^h 01^m$ .

Nr 55 28.VI Górnny Ślask,  $\Delta = 85 \text{ km}$ ;  $50^{\circ}20'N$ ,  $18^{\circ}50'E$ ,  $H = 22^{\text{h}}18^{\text{m}}51,7^{\text{s}}$ ;  $M = 3,0$  (Rac); Zab:  $iP 52,8^{\text{s}}$ , Byt:  $iP 53,4^{\text{s}}$ , Rac:  $ePg 62,6^{\text{s}}$ .  
 ePgNE  $22^{\text{h}}18^{\text{m}}07^{\text{s}}$ , eSgN  $17^{\text{s}}$ , eN  $20^{\text{s}}$ , eN  $27^{\text{s}}$ , eN  $30^{\text{s}}$ , eNE  $39^{\text{s}}$ , eN  $42^{\text{s}}$ , MN  $44^{\text{s}}$  ( $T = 2,0^{\text{s}}$ ).

Nr 56 28.VI W od wyspy Vancouver,  $\Delta = 77,6^{\circ}$ :  
 USCGS:  $48,75^{\circ}N, 129,25^{\circ}W, H = 22^{\text{h}}58^{\text{m}}50^{\text{s}}$ .  
 ePN  $23^{\text{h}}10^{\text{m}}49^{\text{s}}$ , ePcPE  $56^{\text{s}}$ , eN  $12^{\text{m}}39^{\text{s}}$ , eSN  $20^{\text{m}}47^{\text{s}}$ , eN  $51^{\text{s}}$ , eLE  $42^{\text{m}}05^{\text{s}}$ , ( $T = 18^{\text{s}}$ ), ME  $48,2^{\text{m}}$  ( $T = 16^{\text{s}}$ ).

Nr 57 30.VI Morze Czarne,  $\Delta = 8,6^{\circ}$ ; USCGS:  $44^{\circ}N, 29^{\circ}E, H = 01^{\text{h}}50^{\text{m}}20^{\text{s}}$ .  
 ePnN  $01^{\text{h}}52^{\text{m}}32^{\text{s}}$ , eSgN  $55^{\text{m}}02^{\text{s}}$ , iNeE  $44^{\text{s}}$ , ME  $56^{\text{m}}08^{\text{s}}$  ( $T=5^{\text{s}}$ ), MN  $14^{\text{s}}$  ( $T=5^{\text{s}}$ ), F  $02^{\text{h}}09^{\text{m}}$ .

## LIPIEC 1956

Nr 58 3.VII Hindukusz,  $\Delta = 38,7^{\circ}$ ; USCGS:  $36,5^{\circ}N, 71^{\circ}E, H = 23^{\text{h}}26^{\text{m}}17^{\text{s}}$ ,  $h = 250 \text{ km}$ .  
 eIPME  $23^{\text{h}}33^{\text{m}}22^{\text{s}}$ , eN  $34^{\text{m}}32^{\text{s}}$ , eE  $34^{\text{s}}$ , ePPPE  $35^{\text{m}}34^{\text{s}}$ , eE  $42^{\text{m}}42^{\text{s}}$ , eSSSN  $48^{\text{s}}$ .

Nr 59 9.VII Grecja, Cyklady,  $\Delta = 13,8^{\circ}$ ; USCGS:  $37^{\circ}N, 26^{\circ}E, H = 03^{\text{h}}11^{\text{m}}39^{\text{s}}$ .  
 ePNE  $03^{\text{h}}15^{\text{m}}00^{\text{s}}$ , iPPNE  $07^{\text{s}}$ , iPPPN  $11^{\text{s}}$ , iPPPE  $12^{\text{s}}$ , eSSE  $17^{\text{m}}56^{\text{s}}$ , iSSSE  $18^{\text{m}}05^{\text{s}}$ .

Nr 60 9.VII Morze Egejskie,  $\Delta = 13,7^{\circ}$ ; USCGS:  $37^{\circ}N, 25,5^{\circ}E, H = 06^{\text{h}}22^{\text{m}}49^{\text{s}}$ .  
 ePNE  $06^{\text{h}}22^{\text{m}}32^{\text{s}}$ , ePPNE  $41^{\text{s}}$ , eN  $23^{\text{m}}19^{\text{s}}$ , eN  $26^{\text{m}}11^{\text{s}}$ , eN  $27^{\text{m}}11^{\text{s}}$ , eE  $29^{\text{m}}10^{\text{s}}$ , eN  $30^{\text{m}}54^{\text{s}}$ , F  $54^{\text{m}}$ .

Nr 61 9.VII Haiti,  $\Delta = 76,7^{\circ}$ ; USCGS:  $20^{\circ}N, 73^{\circ}W, H = 09^{\text{h}}56^{\text{m}}13^{\text{s}}$ ,  $h = 100 \text{ km}$ .  
 ePNE  $10^{\text{h}}08^{\text{m}}02^{\text{s}}$ , eN  $13^{\text{s}}$ , epPE  $22^{\text{s}}$ , ePcPNE  $36^{\text{s}}$ , eNE  $50^{\text{s}}$ , eE  $09^{\text{m}}10^{\text{s}}$ , eN  $12^{\text{s}}$ , eNE  $29^{\text{s}}$ , eE  $10^{\text{m}}38^{\text{s}}$ , ePPNE  $59^{\text{s}}$ , eNE  $12^{\text{m}}15^{\text{s}}$ , eN  $24^{\text{s}}$ , eLE  $32,9^{\text{m}}$ , ME  $38,9^{\text{m}}$  ( $T = 20^{\text{s}}$ ).

Nr 62 9.VII Morze Egejskie,  $\Delta = 13,9^{\circ}$ ; BCIS:  $36,9^{\circ}N, 26,0^{\circ}E, H = 20^{\text{h}}13^{\text{m}}53^{\text{s}}$ ,  $M = 5,25$  (Ateny).  
 ePNE  $20^{\text{h}}17^{\text{m}}17^{\text{s}}$ , ePPN  $27^{\text{s}}$ , eE  $21^{\text{m}}51^{\text{s}}$ , eE  $23^{\text{m}}01^{\text{s}}$ , ME  $23,9^{\text{m}}$  ( $T = 10^{\text{s}}$ ).

Nr 63 10.VII Morze Egejskie,  $\Delta = 13,8^{\circ}$ ; USCGS:  $37^{\circ}N, 26^{\circ}E, H = 03^{\text{h}}01^{\text{m}}27^{\text{s}}$ ,  $M = 5,5$  (Ateny).  
 ePN  $03^{\text{h}}04^{\text{m}}48^{\text{s}}$ , ePPN  $55^{\text{s}}$ , eNE  $09^{\text{m}}05^{\text{s}}$ , eN  $28^{\text{s}}$ , ME  $12,9^{\text{m}}$  ( $T 8,0^{\text{s}}$ ).

Nr 64 12.VII Burma,  $\Delta = 62,8^{\circ}$ ; USCGS:  $23^{\circ}N, 94,5^{\circ}E, H = 15^{\text{h}}01^{\text{m}}26^{\text{s}}$ ,  $h = 100 \text{ km}$ ,  $M = 6,3$  (Uppsala), ślad.  
 ePE  $15^{\text{h}}11^{\text{m}}48^{\text{s}}$ , eN  $51^{\text{s}}$ , eN  $12^{\text{m}}05^{\text{s}}$ , ePcPN  $18^{\text{s}}$ .

Nr 65 16.VII Burma,  $\Delta = 64,1^{\circ}$ ; USCGS:  $22^{\circ}N, 95,5^{\circ}E, H = 15^{\text{h}}07^{\text{m}}10^{\text{s}}$ ,  $h = 100 \text{ km}$ .  
 ePE  $15^{\text{h}}17^{\text{m}}40^{\text{s}}$ , eN  $50^{\text{s}}$ , e(PcP)E  $18^{\text{m}}25^{\text{s}}$ , eN  $44^{\text{s}}$ , eN  $20^{\text{m}}13^{\text{s}}$ , iE  $14^{\text{s}}$ , eNE  $27^{\text{m}}42^{\text{s}}$ , eLNE  $43,9^{\text{m}}$  ME  $49,9^{\text{m}}$  ( $T = 12^{\text{s}}$ ).

Nr 66 18.VII Morze Banda,  $\Delta = 106,6^{\circ}$ ; USCGS:  $5^{\circ}S, 130^{\circ}E, H = 06^{\text{h}}19^{\text{m}}15^{\text{s}}$ ,  $h = 150 \text{ km}$ .

ePE 06<sup>h</sup>33<sup>m</sup>36<sup>s</sup>, eN 40<sup>s</sup>, eE 36<sup>m</sup>56<sup>s</sup>, eNE 37<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, ePPNE 38<sup>m</sup>09<sup>s</sup>,  
eN 41<sup>s</sup>, eNE 39<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, eNE 26<sup>s</sup>, ePPPE 40<sup>m</sup>12<sup>s</sup>, eNE 42<sup>m</sup>20<sup>s</sup>,  
eNE 44<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eSE 45<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, eNE 47<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, eLE 07<sup>h</sup>08,5<sup>m</sup> (T=18<sup>s</sup>).

Nr 67 21.VII W Indie,  $\Delta = 47,2^{\circ}$ ; USCGS: 23<sup>o</sup>N,  
70<sup>o</sup>E, H = 15<sup>h</sup>32<sup>m</sup>25<sup>s</sup>, M = 6,5 (Pa-  
sadena).

eIPNE 15<sup>h</sup>41<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eE 42<sup>m</sup>39<sup>s</sup>, eE 43<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eSE 47<sup>m</sup>55<sup>s</sup>.

Nr 68 22.VII Morze Egejskie, USCGS: H=03<sup>h</sup>28<sup>m</sup>59<sup>s</sup>.  
e(P)N 03<sup>h</sup>32<sup>m</sup>18<sup>s</sup>, iN 28<sup>s</sup>, eN 33<sup>s</sup>, eE 39<sup>m</sup>13<sup>s</sup>.

Nr 69 28.VII Górnny Ślask,  $\Delta = 80$  km; 50<sup>o</sup>20'N,  
18<sup>o</sup>55'E, H = 22<sup>h</sup>07<sup>m</sup>54<sup>s</sup>,7; M = 3,0  
(Rac); Byt: iPINE 55<sup>s</sup>,5, Dqz eS2N 63,0<sup>s</sup>,  
Rac: ePgEZ: 66<sup>s</sup>.

ePgNE 22<sup>h</sup>08<sup>m</sup>10<sup>s</sup>, eNE 19<sup>s</sup>, eiN 24<sup>s</sup>, MNE 44<sup>s</sup>.

Nr 70 30.VII Morze Egejskie,  $\Delta = 14,9^{\circ}$ ; USCGS:  
35,7<sup>o</sup>N, 25,75<sup>o</sup>E, H = 05<sup>h</sup>41<sup>m</sup>00<sup>s</sup>.

ePN 05<sup>h</sup>44<sup>m</sup>38<sup>s</sup>, eN 41<sup>s</sup>, e(PP)N 52<sup>s</sup>, ePPPN 59<sup>s</sup>, eN 45<sup>m</sup>06<sup>s</sup>,  
eN 23<sup>s</sup>, e(S)E 47<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, eLE 48<sup>m</sup>54<sup>s</sup>, ME 51<sup>m</sup>00<sup>s</sup> (T = 11<sup>s</sup>).

Nr 71 30.VII Morze Egejskie,  $\Delta = 13,3^{\circ}$ ; USCGS:  
37<sup>o</sup>N, 26<sup>o</sup>E, H = 09<sup>h</sup>15<sup>m</sup>00<sup>s</sup>.

eNE 09<sup>h</sup>18<sup>m</sup>26<sup>s</sup>, ePPPN 33<sup>s</sup>, eN 51<sup>s</sup>, iN 59<sup>s</sup>, in 19<sup>m</sup>19<sup>s</sup>,  
eSSSNE 21<sup>m</sup>11<sup>s</sup>, eNE 27<sup>s</sup>, eLE 50<sup>s</sup>, Me 24<sup>m</sup>53<sup>s</sup>, (T = 12<sup>s</sup>).

Nr 72 30.VII Morze Egejskie,  $\Delta = 14,2^{\circ}$ ; USCGS;  
36,5<sup>o</sup>N, 26<sup>o</sup>E, H = 10<sup>h</sup>39<sup>m</sup>56<sup>s</sup>.

e(P)N 10<sup>h</sup>43<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, ePPPN 38<sup>s</sup>, eN 44<sup>m</sup>15<sup>s</sup>, eN 38<sup>s</sup>, eNE 46<sup>m</sup>23<sup>s</sup>,  
eLE 47<sup>m</sup>53<sup>s</sup>, ME 49,8<sup>m</sup> (T = 10,0<sup>s</sup>).

## SIERPIEŃ 1956

Nr 73 8.VIII Górnny Ślask,  $\Delta = 76,5$  km; 50<sup>o</sup>16'N,  
18<sup>o</sup>54'E, H = 17<sup>h</sup>37<sup>m</sup>09,5<sup>s</sup>; M = 3,0  
(Rac); Byt: eE 12,2<sup>s</sup>, Zab: iE 12,6<sup>s</sup>,  
Dqz: eN 15,0<sup>s</sup>.

ePgN 17<sup>h</sup>37<sup>m</sup>22<sup>s</sup>, eSgN 32<sup>s</sup>, iN 35<sup>s</sup>, iN 49<sup>s</sup>, iN 51<sup>s</sup>,  
MN 38<sup>m</sup>00<sup>s</sup> (T = 2,0<sup>s</sup>).

Nr 74 9.VIII Rejon wysp Samoa,  $\Delta = 140^{\circ}$ ; USCGS:  
15<sup>o</sup>S, 176<sup>o</sup>W, H = 23<sup>h</sup>00<sup>m</sup>42<sup>s</sup>, h =  
= 250 km, M = 6,75 (Pasadena).

ePKPNE 23<sup>h</sup>19<sup>m</sup>48<sup>s</sup>, eN 21<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eE 20<sup>s</sup>, eN 22<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, eNE 24<sup>m</sup>41<sup>s</sup>.

Nr 75 12.VIII Japonia,  $\Delta = 79,7^{\circ}$ ; BCIS: 34,5<sup>o</sup>N,  
138,8<sup>o</sup>E, H = 16<sup>h</sup>59<sup>m</sup>39<sup>s</sup>, h = 60 km.

ePN 17<sup>h</sup>11<sup>m</sup>49<sup>s</sup>, eN 12<sup>m</sup>14<sup>s</sup>, eN 40<sup>s</sup>, eN 13<sup>m</sup>26<sup>s</sup>, eN 15<sup>m</sup>02<sup>s</sup>,  
e(SP)NE 22<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, eE 23<sup>m</sup>12<sup>s</sup>, F 18<sup>h</sup>34<sup>m</sup>.

Nr 76 14.VIII N Ocean Indyjski,  $\Delta = 103,1^{\circ}$ ; USCGS:  
53<sup>o</sup>S, 22<sup>o</sup>E, H = 02<sup>h</sup>50<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, ślad.

eN 03<sup>h</sup>08<sup>m</sup>01<sup>s</sup>, eN 29<sup>s</sup>.

Nr 77 15.VIII Sumatra,  $\Delta = 84,6$ ; USCGS: 0<sup>o</sup>,  
101,5<sup>o</sup>E, H = 05<sup>h</sup>20<sup>m</sup>37<sup>s</sup>, h = 300 km.

eIPNE 05<sup>h</sup>32<sup>m</sup>42<sup>s</sup>, eN 45<sup>s</sup>, ePPE 36<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, eSNE 42<sup>m</sup>33<sup>s</sup>.

Nr 78 15.VIII Jugosławia,  $\Delta = 7,0^{\circ}$ ; USCGS: 43,5<sup>o</sup>N,  
16,5<sup>o</sup>E, H = 12<sup>h</sup>02<sup>m</sup>54<sup>s</sup>, M = 5,5  
(Prah, Moskwa).

e(Pn)NE 12<sup>h</sup>04<sup>m</sup>46<sup>s</sup>, iPN 56<sup>s</sup>, iN 05<sup>m</sup>07<sup>s</sup>, iPgN 10<sup>s</sup>,  
iN 24<sup>s</sup>, iN 44<sup>s</sup>, iSnNE 06<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, iNE 09<sup>s</sup>, iNE 18<sup>s</sup>,  
iSN 27<sup>s</sup>, iE 30<sup>s</sup>, iSgE 43<sup>s</sup>, iSgN 44<sup>s</sup>, iNE 50<sup>s</sup>, F 33<sup>m</sup>.



Nr 79 24.VIII Aleuty,  $\Delta = 74,4^{\circ}$ ; USCGS:  $53^{\circ}N$ ,  $172,5^{\circ}E$ ,  $H = 04^h27^m33^s$ .

ePNE  $04^h39^m17^s$ , e(PcP)N  $22^s$ , eE  $40^m05^s$ , eN  $41^m28^s$ , eN  $42^m16^s$ , e(S)NE  $48^m57^s$ , F  $06^m15^s$ .

Nr 80 28.VIII Turcja,  $\Delta = 11,3^{\circ}$ ; USCGS:  $41,5^{\circ}N$ ,  $30,5^{\circ}E$ ,  $H = 01^h29^m43^s$ , ślad.

ePN  $01^h32^m28^s$ , eNE  $36^m27^s$ , eNE  $37^m05^s$ .

Nr 81 30.VIII N Pacyfik,  $\Delta = 75,9^{\circ}$ ; USCGS:  $54^{\circ}N$ ,  $164^{\circ}W$ ,  $H = 04^h24^m24^s$ ,  $M = 6$  (Pasadena), ślad.

ePN  $04^h36^m14^s$ , ePcPN  $29^s$ , eLE  $05^h09^m$ .

#### WRZESIEŃ 1956

Nr 82 20.IX Brak danych.

ePNE  $21^h03^m31^s$ , eN  $35^s$ , eN  $41^s$ , eN  $04^m04^s$ , eNE  $13^m00^s$ , eLE  $35,7^m$ , ME  $38,9$  ( $T = 13^s$ ).

Nr 83 22.IX Górny Śląsk; Zab: iE  $42,8^s$ , Dąb: iE  $45,2^s$ .

i(Pg)N  $01^h41^m01^s$ , iN  $03^s$ , iN  $17^s$ , iNeE (Sg)  $19^s$ , iN  $25^s$ , eiE  $29^s$ , iN  $35^s$ .

Nr 84 22.IX Tadżykistan,  $\Delta = 36,5^{\circ}$ ; USCGS:  $38^{\circ}N$ ,  $69^{\circ}E$ ,  $H = 15^h54^m41^s$ , ślad.

ePE  $16^h01^m32^s$ , eSSN  $09^m39^s$ , eN  $10^m38^s$ , eN  $53^s$ , F  $28^m$ .

Nr 85 24.IX Afganistan,  $\Delta = 39,3^{\circ}$ ; USCGS:  $34^{\circ}N$ ,  $69,5^{\circ}E$ ,  $H = 10^h20^m38^s$ ,  $M = 6,2$  (Uppsala).

ePE  $10^h28^m10^s$ , ePPE  $29^m42^s$ , eSNE  $34^m13^s$ , eN  $38^m18^s$ , F  $11^h11^m$ .

Nr 86 29.IX Japonia, Hondo,  $\Delta = 79,0^{\circ}$ ; USCGS:  $35,5^{\circ}N$ ,  $140^{\circ}E$ ,  $H = 23^h20^m52^s$ ,  $h = 60$  km.

eiPNE  $23^h32^m57^s$ , iPcPNE  $33^m01^s$ , iNE  $11^s$ , eNE  $22^s$ , iN  $31^s$ , eN  $38^s$ , eN  $35^m04^s$ , ePPN  $59^s$ , F  $45^m$ .

#### PAŹDZIERNIK 1956

Nr 87 8.X Wyspy Tonga,  $\Delta = 148,0^{\circ}$ ; USCGS:  $20^{\circ}S$ ,  $174^{\circ}W$ ,  $H = 14^h55^m49^s$ ,  $M = 5,5$  (Moskwa), ślad.

ePKP<sub>1</sub>N  $15^h15^m35^s$ , ePKP<sub>2</sub>N  $44^s$ , eN  $16^m19^s$ .

Nr 88 11.X Kuryle,  $\Delta = 74,8^{\circ}$ ; USCGS:  $46^{\circ}N$ ,  $150,5^{\circ}E$ ,  $H = 02^h24^m33^s$ ,  $h = 100$  km,  $M = 7,4$  (Praha).

iPNE  $02^h36^m10^s$ , iNE  $13^s$ , iNE  $31^s$ , eNE  $38^m42^s$ , ePPNE  $56^s$ , eN  $40^m26^s$ , eE  $28^s$ , ePPPNE  $42^s$ , eE  $41^m21^s$ , eN  $23^s$ , eNE  $45^m32^s$ , eSE  $38^s$ , eN  $42^s$ , eScSN  $46^m07^s$ , eScSE  $10^s$ , ePSNE  $14^s$ , eSSSE  $53^m42^s$ , F  $58^m$ .

Nr 89 11.X N Kalifornia,  $\Delta = 84,8^{\circ}$ ; USCGS:  $40,5^{\circ}N$ ,  $126,5^{\circ}$ ,  $H = 16^h48^m46^s$ ,  $M = 6$  (Pasadena).

ePNE  $17^h01^m27^s$ , iPcPN  $31^s$ , ePPNE  $04^m47^s$ , eSNE  $11^m58^s$ , eLE  $23,6^m$ , F  $18^h08^m$ .

Nr 90 13.X Afganistan,  $\Delta = 38,7^{\circ}$ ; USCGS:  $36^{\circ}N$ ,  $70,5^{\circ}E$ ,  $H = 08^h21^m07^s$ ,  $h = 100$  km.

eE 08<sup>h</sup>28<sup>m</sup>32<sup>s</sup>, eN 34<sup>s</sup>, eE 48<sup>s</sup>, eN 29<sup>m</sup>00<sup>s</sup>, eNE 20<sup>s</sup>,  
eNE 30<sup>m</sup>17<sup>s</sup>, ePcPNE 32<sup>s</sup>, eNE 44<sup>s</sup>, eN 31<sup>m</sup>02<sup>s</sup>.

Nr 91 19.X Wyspy Fox, Aleuty,  $\Delta = 76,1^{\circ}$ ; USCGS:  
52°N, 177°E, H = 20<sup>h</sup>47<sup>m</sup>33<sup>s</sup>.

ePN 20<sup>h</sup>59<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, iN 31<sup>s</sup>, iN 21<sup>h</sup>02<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, iPPN 18<sup>s</sup>, eLE 31,0<sup>m</sup>,  
F 22<sup>h</sup>03<sup>m</sup>.

Nr 92 21.X Górny Śląsk,  $\Delta = 86,5$  km; H =  
= 14<sup>h</sup>46<sup>m</sup>28,2<sup>s</sup>; Byt: eNE 29,5<sup>s</sup>, Zab:  
eNE 31,4<sup>s</sup>, Rac: eZ 38<sup>s</sup>.

ePgNE 14<sup>h</sup>46<sup>m</sup>45<sup>s</sup>, iSgN 55<sup>s</sup>, iN 47<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, iN 12<sup>s</sup>, iE 14<sup>s</sup>,  
iNE 22<sup>s</sup>.

Nr 93 24.X S od Nikaragwy,  $\Delta = 91,4^{\circ}$ ; USCGS:  
12°N, 87°W, H = 14<sup>h</sup>42<sup>m</sup>10<sup>s</sup>.

e(P)E 14<sup>h</sup>55<sup>m</sup>23<sup>s</sup>, eNE 59<sup>m</sup>33<sup>s</sup>, eNE 15<sup>h</sup>01<sup>m</sup>27<sup>s</sup>, eSN 06<sup>m</sup>18<sup>s</sup>,  
eN 34<sup>s</sup>, eE 36<sup>s</sup>, eE 13<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, eNE 15<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eE, 16<sup>m</sup>31<sup>s</sup>,  
LE 26<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, ME 15<sup>h</sup>29,4<sup>m</sup> (T = 24<sup>s</sup>), F 16<sup>h</sup>27<sup>m</sup>.

Nr 94 31.X Górny Śląsk,  $\Delta = 76$  km; 50°07'N,  
18°55'E, H = 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup>27,15<sup>s</sup>; Zab:  
iE 32,9<sup>s</sup>, Dqb: eN 37,8<sup>s</sup>.

ePgN 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup>39,8<sup>s</sup>, eSgN 49,8<sup>s</sup>, iN 16<sup>m</sup>02,8<sup>s</sup>, iN 13,3<sup>s</sup>.

Nr 95 31.X S Iran,  $\Delta = 35,4^{\circ}$ ; USCGS: 26,5°N,  
54,5°E, H = 14<sup>h</sup>03<sup>m</sup>38<sup>s</sup>.

ePNE 14<sup>h</sup>10<sup>m</sup>38<sup>s</sup>, eNE 11<sup>m</sup>18<sup>s</sup>, e(PP)NE 12<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eNE 25<sup>s</sup>,  
eNE 13<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, eE 16<sup>m</sup>03<sup>s</sup>, eN 06<sup>s</sup>, eSSN 18<sup>m</sup>29<sup>s</sup>, eNE 19<sup>m</sup>13<sup>s</sup>,  
eScSN 21<sup>m</sup>01<sup>s</sup>, ME 28,1<sup>m</sup>, (T = 16<sup>s</sup>).

## LISTOPAD 1956

Nr 96 2.XI Grecja, Volos,  $\Delta = 11,3^{\circ}$ ; USCGS:  
39°N, 23°E, H = 16<sup>h</sup>04<sup>m</sup>30<sup>s</sup>, M=5,75  
(Ateny).

ePN 16<sup>h</sup>07<sup>m</sup>13<sup>s</sup>, ePPN 22<sup>s</sup>, eN 08<sup>m</sup>48<sup>s</sup>, eE 10<sup>m</sup>14<sup>s</sup>, eNE 47<sup>s</sup>,  
eNE 56<sup>s</sup>, eNE 11<sup>m</sup>58<sup>s</sup>, F 23<sup>m</sup>.

Nr 97 3.XI Górny Śląsk,  $\Delta = 87$  km; 50°20'N,  
18°47'E, H = 19<sup>h</sup>54<sup>m</sup>33,5<sup>s</sup>; Rac:  
ePg 42,5<sup>s</sup>.

e(Pg)NE 19<sup>h</sup>54<sup>m</sup>48<sup>s</sup>, eSgN 58<sup>s</sup>, eN 55<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eE 12<sup>s</sup>, eN 25<sup>s</sup>,  
F 56,4<sup>m</sup>.

Nr 98 4.XI Wyspy Tonga,  $\Delta = 149,6^{\circ}$ ; USCGS:  
22°S, 175°W, H = 07<sup>h</sup>05<sup>m</sup>43<sup>s</sup>, h =  
= 60 km, ślad.

ePKP<sub>2</sub>N 07<sup>h</sup>25<sup>m</sup>34<sup>s</sup>, ePKP<sub>2</sub>E 35<sup>s</sup>, eNE 26<sup>m</sup>21<sup>s</sup>.

Nr 99 5.XI Karyntia,  $\Delta = 5,8^{\circ}$ ; BCIS: 46,5°N,  
13,0°E, H = 19<sup>h</sup>45<sup>m</sup>25<sup>s</sup>.

ePgN 19<sup>h</sup>47<sup>m</sup>21<sup>s</sup>, eSnN 48<sup>m</sup>05<sup>s</sup>, eN 27<sup>s</sup>, eSgNE 39<sup>s</sup>, eN 49<sup>m</sup>10<sup>s</sup>,  
eN 25<sup>s</sup>, eE 43<sup>s</sup>, eNE 50<sup>m</sup>29<sup>s</sup>, eN 51<sup>m</sup>36<sup>s</sup>.

Nr 100 8.XI Wyspy Fidżi,  $\Delta = 144,9^{\circ}$ ; USCGS:  
18°E, 178°W, H = 06<sup>h</sup>50<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, h =  
= 500 km, ślad.

ePKP<sub>2</sub>N 07<sup>h</sup>09<sup>m</sup>08<sup>s</sup>, eN 48<sup>s</sup>.

Nr 101 9.XI S Meksyk,  $\Delta = 91,5^{\circ}$ ; USCGS: 17°N,  
94°W, H = 13<sup>h</sup>06<sup>m</sup>10<sup>s</sup>, h = 150 km.

e(P)NE 13<sup>h</sup>19<sup>m</sup>09<sup>s</sup>, ePPNE 22<sup>m</sup>45<sup>s</sup>, eNE 29<sup>m</sup>28<sup>s</sup>, eE 54<sup>s</sup>,  
eNE 30<sup>m</sup>02<sup>s</sup>, eNE 31<sup>m</sup>06<sup>s</sup>, eLE 14<sup>h</sup>02<sup>m</sup>.

Nr 102 11.XI Kuryle,  $\Delta = 76,0^{\circ}$ ; USCGS:  $44^{\circ}N$ ,  $149^{\circ}E$ ,  $H = 19^h15^m20^s$ ,  $h = 60$  km, ślad.

eIPNE  $19^h27^m10^s$ , ePcPB  $16^s$ , ePcPN  $18^s$ , eN  $34^s$ .

Nr 103 13.XI Spitsbergen,  $\Delta = 23,7^{\circ}$ ; USCGS:  $73^{\circ}N$ ,  $7^{\circ}E$ ,  $H = 02^h58^m37^s$ , ślad.

ePN  $03^h03^m52^s$ , eN  $58^s$ , F  $07,0^m$ .

Nr 104 14.XI Hindukusz,  $\Delta = 38,7^{\circ}$ ; USCGS:  $36,5^{\circ}N$ ,  $71^{\circ}E$ ,  $H = 00^h51^m30^s$ ,  $h = 180$  km.

ePNE  $00^h58^m47^s$ , eNE  $50^s$ , eB  $01^h00^m15^s$ , eE  $01^m16^s$ , eNE  $04^m35^s$ , eN  $06^m44^s$ , eSSN  $57^s$ , eSSSN  $08^m00^s$ , F  $02^h32^m$ .

Nr 105 17.XI Alaska,  $\Delta = 73,2^{\circ}$ ; USCGS:  $54,5^{\circ}N$ ,  $134^{\circ}W$ ,  $H = 20^h27^m15^s$ .

ePN  $20^h38^m52^s$ , eN  $56^s$ , ePcPN  $39^m04^s$ , eN  $34^s$ , eN  $40^m01^s$ , eN  $43^m44^s$ , eN  $59^s$ , eLE  $21^h10,0^m$ .

#### GRUDZIEŃ 1956

Nr 106 8.XII Aleuty,  $\Delta = 77,6^{\circ}$ ; USCGS:  $51^{\circ}N$ ,  $179^{\circ}W$ ,  $H = 16^h10^m27^s$ ,  $M = 6,5$  (Berkeley), ślad.

ePN  $16^h22^m25^s$ , iN  $27^s$ , eLE  $54,7^m$ , ME  $17^h01,8^m$  ( $T = 16^s$ ).

Nr 107 11.XII Górnny Śląsk,  $\Delta = 87$  km;  $50^{\circ}20'N$ ,  $18^{\circ}47'E$ ,  $H = 09^h57^m53^s,5$ ;  $M = 2,9$  (Rac).

eiPgNE  $09^h58^m08^s$ , iSgN  $20^s$ , eN  $23^s$ , eN  $40^s$ , eN  $59^m45^s$ .

Nr 108 14.XII Węgry,  $\Delta = 2,5^{\circ}$ ; Praha:  $47,4^{\circ}N$ ,  $20,9^{\circ}E$ ,  $H = 00^h11^m02^s$ .

iPgN  $00^h11^m58^s$ , eN  $12^m03^s$ , iLiN  $24^s$ , iLg1N  $31^s$ , F  $14,9^m$ .

Nr 109 18.XII Chile,  $\Delta = 108,3^{\circ}$ ; USCGS:  $25,5^{\circ}S$ ,  $68,5^{\circ}W$ ,  $H = 02^h31^m00^s$ .

ePPE  $02^h50^m04^s$ , eN  $07^s$ , eE  $11^s$ , eN  $14^s$ , eNE  $59^m30^s$ , eLE  $03^h26,5^m$ , ME  $34,3^m$  ( $T = 18,0^s$ ), F  $50^m$ .

Nr 110 18.XII Górnny Śląsk,  $\Delta = 56$  km;  $50^{\circ}17'N$ ,  $19^{\circ}10'E$ ,  $H = 09^h50^m08,5^s$ ;  $M = 2,9$  (Rac); Dqb: eP<sub>1</sub>  $10,2^s$ , Zab: eP<sub>1</sub>  $15,4^s$ , Rac: ePg  $21,5^s$ .

eiPgNE  $09^h50^m20^s$ , iSgN  $28^s$ , iN  $42^s$ , iN  $47^s$ , iN  $51^m$ , iN  $51^m03^s$ .

Nr 111 18.XII Turcja,  $\Delta = 21,8^{\circ}$ ; BCIS:  $31,5^{\circ}N$ ,  $35,25^{\circ}E$ ,  $H = 17^h53^m02^s$ .

ePNE  $17^h57^m58^s$ , eN  $58^m15^s$ , ePPN  $19^s$ , eN  $44^s$ , eE  $59^m07^s$ .

Nr 112 21.XII Wyspy Król. Karoliny,  $\Delta = 76,0^{\circ}$ ; USCGS:  $51^{\circ}N$ ,  $131^{\circ}W$ ,  $H = 08^h58^m53^s$ ,  $M = 6,85$  (Roma).

ePN  $09^h10^m43^s$ , eSN  $20^m29^s$ , eLE  $42,0^m$ , ME  $48,9^m$  ( $T = 15^s$ ), F  $10^h30^m$ .

Nr 113 21.XII Japonia, S od Hondo,  $\Delta = 80,2^{\circ}$ ; USCGS:  $34^{\circ}N$ ,  $139^{\circ}E$ ,  $H = 20^h10^m06^s$ , ślad.

e(P)NE  $20^h22^m27^s$ , eLE  $55,0^m$ , ME  $21^h02,4^m$  ( $T = 14^s$ ).

Nr 114 22.XII Japonia, Hondo,  $\Delta = 80,6^{\circ}$ ; USCGS:  $33,5^{\circ}N$ ,  $139^{\circ}E$ ,  $H = 23^h12^m35^s$ .

ePN  $23^h 24^m 53^s$ , ePcPE  $25^m 01^s$ , eSE  $35^m 07^s$ , eLE  $57^m 23^s$ ,  
ME  $24^h 04,9^m (T=14^s)$ .

Nr 115 25.XII N Atlantyk,  $\Delta = 30,8^\circ$ ; USCGS:  
 $48,5^\circ N, 28^\circ W, H=09^h 33^m 37^s, M=6,15$   
(Roma).

ePNE  $09^h 39^m 56^s$ , ePPPNE  $41^m 15^s$ , eE  $24^s$ , eSNE  $45^m 03^s$ ,  
ME  $52^m 32^s (T=14^s)$ .

Nr 116 27.XII Rejon wysp Tonga,  $\Delta=150,8^\circ$ ; USCGS:  
 $24^\circ S, 177^\circ W, H = 00^h 14^m 15^s, h =$   
 $= 300 \text{ km}, M = 7-7,25$  (Pasadena).

ePKP<sub>1</sub>E  $00^h 33^m 34^s$ , eNE  $41^s$ , iN  $34^m 03^s$ , iE  $04^s$ , eNE  $35^m 18^s$ ,  
iNE  $36^m 11^s$ , iNE  $37^m 22^s$ , eE  $40^m 42^s$ , eLE  $53,9^m$ , ME  $57^m 09^s$   
( $T = 12^s$ ).

Nr 117 27.XII W Turcja,  $\Delta = 14,6^\circ$ ; USCGS:  $37^\circ N,$   
 $29^\circ E, H 10^h 08^m 15^s$ .

ePPN  $10^h 11^m 57^s$ , ePPPN  $12^m 07^s$ , eN  $38^s$ , ME  $18,5^m (T=12^s)$ .

Tadeusz Olczak

Katedra Fizyki Litosfery UW

### SKORUPA ZIEMSKA W ŚWIETLE BADAŃ SEJSMOLOGII

Pojęcie skorupy ziemskiej, jako zewnętrznej powłoki skalnej naszej planety, powłoki dostatecznie wytrzymałej i grubej, aby tworzyć łoża oceanów i fundament gór – jest bardzo stare i ulegało licznym przeobrażeniom. Obecnie skorupą ziemską nazywa się górną część litosfery (piętro A wg K.E. Bullena), licząc od zewnętrznej powierzchni litosfery aż do granicy z niżej ległym płaszczem, gdzie występuje w ośrodku ziemskim nieciągła zmiana szeregu ważnych własności fizycznych, przede wszystkim zaś nagły wzrost gęstości, nieściśliwości i sztywności.

Nieciągłość sejsmiczna występująca w spągu skorupy ziemskiej i określająca jej grubość, wykryta została w 1909 r. przez sejsmologa jugosłowiańskiego A. Mohorovičića. Uczony ten badał uzyskane przez liczne stacje europejskie zapisy chorwackiego trzęsienia ziemi, jakie w dn. 8 X 1909 r. miało miejsce w dolinie rzeki Kupy (Kulpy), na S od Zagrzebia. Hodograf wstępnych impulsów zapisanych przez stacje bliskie epicentrum, np. Zagrzeb  $\Delta = 39 \text{ km}$ , Rijeka (Fiume)  $\Delta = 134 \text{ km}$ , Ljubljana (Laibach)  $\Delta = 141 \text{ km}$ , Graz  $\Delta = 184 \text{ km}$ , Triest  $\Delta = 185 \text{ km}$ , Pula (Pola)  $\Delta = 193 \text{ km}$ , wykazywał normalne nachylenie odpowiadające prędkości ok. 5,5 km/sek, jaką obserwuje się często w sztywnych utworach podłoża. Impulsy wstępne zapisane na stacjach odleglejszych, poczynając od Wiednia  $\Delta = 308 \text{ km}$  aż do Cartui (Granada)  $\Delta = 1892 \text{ km}$ , również układały się wzdłuż znanego hodografu fazy P w granicach dopuszczalnego rozrzutu. Uwagę Mohorovičića zwrócił jednakże fakt, iż na zapisach niektórych odleglejszych stacji można było wyróżnić zaraz po pierwszym impulsie wyraźne fazy stanowiące odpowiedniki impulsów wstępnych ze stacji bliskich. Fazy te zostały nazwane przez Mohorovičića "individuelle Primae" i oznaczone symbolem P, czasem także i dziś

jeszcze stosowanym, a to dla odróżnienia od "normalnych" P. Fakt istnienia dwóch impulsów wstępnych powyżej pewnej określonej odległości epicentralnej, przy której hodograf pierwszych impulsów ulega załamaniu, Mohorovičić trafnie objaśnił istnieniem w głębi Ziemi powierzchni, na której prędkość fal podłużnych doznaje nagłego wzrostu.

W istocie więc, odkrycie Mohorovičića polegało na stwierdzeniu, iż powyżej pewnej odległości epicentralnej zaobserwować można dwie fale podłużne: bezpośrednią i "załamaną" oraz na poprawnym wyjaśnieniu tego faktu. Przed punktem załamania hodografu impuls wstępny pochodzi od fali bezpośredniej, zaś poza tym punktem, a więc poczynając mniej więcej od odległości rzędu 150 km - od fali "załamanej". Powierzchnię załamującą tworzy granica między skorupą ziemską, a jej podłożem i powierzchnię tę przyjmujemy jako określającą dolną granicę skorupy. Aż do odległości około 700-800 km dość często udaje się obserwować impulsy wstępne obu fal; powyżej tej odległości, zależnej zresztą od głębokości ogniska, "individuelle Primae" Mohorovičića - zanikają. Opierając się na tych wszystkich danych, Mohorovičić obliczył przypuszczalną głębokość odszukanej nieciągłości, uzyskując wartość ok. 57 km.

Odkrycie Mohorovičića spotkało się zrazu z nieufnością. Referując je w 1912 r., sejsmolog austriacki H. B e n n d o r f z Grazu wyraził pogląd, iż we wnętrzu Ziemi "tego rodzaju skoki własności sprężystych uznać trzeba co najmniej na razie, nieprawdopodobne". Sejsmologowie nie zajmowali się też całą sprawą bliżej przez całe dziesięciolecie 1911-1920. Jedynym wyjątkiem był B. G u t e n b e r g, który w swoim opracowaniu środkowo-niemieckiego trzęsienia ziemi z dn. 16 XI 1911 r., zarejestrowanego przez dużą liczbę europejskich stacji sejsmologicznych, wyróżnił w niektórych zapisach fazę P i wyznaczył na tej podstawie grubość skorupy ziemskiej w Europie uzyskując w zgodzie z pierwotną oceną A. Mohorovičića wartość 55 km.

Ważnego przyczynku do potwierdzenia odkrycia A. Mohorovičića dostarczyły rejestracje sejsmiczne katastrofalnej eksplozji 4500 t materiału wybuchowego, jaka miała miejsce 21 IX 1921 r. w "Badische Anilin- und Sodafabrik" w Oppau nad Renem, 5 km na NW od

Mannheimu. Sejsmogramy tego wydarzenia, uzyskane na odległych od 26 km do 365 km stacjach sejsmologicznych (Heidelberg, Jugenheim, Feldberg, Hohenheim, Nördlingen, Strassburg, Ravensberg, Zürich, Göttingen, Mönchheim i De Bilt) opracowali O. H e c k e r (1922), C. Z e i s s i g (1922), De Q u e r v a i n (1922), D. W r i n c h i H. J e f f r e y s (1923) i G. K r u m b a c h (1926), uzyskując średnie prędkości fali P w granicach od 5,4 km/sek (Wrinch i Jeffreys) do 5,7 km/sek (Hecker). Prędkość odpowiednich fal poprzecznych wypadły ok. 3,1 km/sek. Stało się jasne, iż prędkości te odpowiadają rzeczywistym prędkościom w jakimś stosunkowo grubym i stosunkowo jednorodnym kompleksie skalnym, tworzącym górną część skorupy ziemskiej. Porównując je z prędkościami, jakie uzyskali w laboratorium F. D. A d a m s i E. G. C o o k e r dla różnych skał magmowych, J e f f r e y s (1924) wyraził pogląd, iż skała przez którą biegły fale sprężyste z Oppau jest granitem, gdyż wskazuje na to podobieństwo laboratoryjnych współczynników sprężystości i współczynników obliczonych z prędkości sejsmicznych. Nie znając jeszcze wówczas prawdopodobnie pracy A. Mohorovičića, wyraził zarazem Jeffreys przypuszczenie, iż postulowane piętro granitowe nie może, biorąc średnio, sięgać głębiej niż do 16 km, większa bowiem jego grubość podniosłaby za wysoko ogólną zawartość substancji promieniotwórczych w górnej litosferze. Skały o składzie i własnościach podobnych do granitu, twierdził Jeffreys (powtarzając zresztą argument dużo wcześniej wysuwany przez R a y l e i g h a), muszą gdzieś między głębokościami 16 km i 30 km ustąpić miejsca skałom, które nie tylko są uboższe w pierwiastki promieniotwórcze, lecz które zarazem posiadają wyższy ciężar gatunkowy i wyższą sztywność; przyjęcie istnienia takich skał w podłożu piętra granitowego jest poza tym niezbędne dla wyjaśnienia fal powierzchniowych Love'a. Nawiązując ponadto do argumentów petrologicznych, wskazujących na ogólny wzrost zasadowości skał z głębokością, Jeffreys wyraził przypuszczenie, iż w podłożu piętra granitowego występować powinny skały zasadowe o składzie i własnościach zbliżonych do bazaltu.

Powyższe tezy były przedstawione i uzasadnione przez H. Jeffreysa w pierwszym wydaniu jego *The Earth* (1924). Wkrótce potem geofizyk austriacki V. C o n r a d, opracowując tyrolskie trzęsienie

ziemi z dn. 28 XI 1923 r. w Taurach, wyróżnił na zapisach serię słabych bardzo impulsów, których hodograf wskazywał na istnienie w podłożu piętra granitowego warstwy charakteryzującej się prędkością fal podłużnych, pośrednią między prędkościami w piętrze granitowym i prędkościami "normalnej" fazy P. Impulsy te Conrad oznaczył symbolem P\* (1925).

Fazę P\* i odpowiadającą jej fazę S\* wyróżnił następnie Jeffreys na zapisach angielskich trzęsień ziemi z dn. 30 VII 1926 r. w rejonie Jersey i z dn. 14 VIII 1926 r. w rejonie Hereford (1927). Obie fazy P\* i S\* odszukał także V. Conrad (1928) na zapisach austriackiego trzęsienia ziemi z dn. 8 XI 1927 r. w rejonie Schwadorf.

Wszystkie te prace oczywiście przyniosły również nowe i niezależne od poprzednich potwierdzenia znalezionego przez A. Mohorovičića skoku prędkości fal sprężystych na głębokościach podanego przezeń rzędu. Przyczyniły się one do rozwiania wszelkich wątpliwości w realność samego zjawiska. Dziś wiemy ponadto, iż jest to - pomijając sytuacje szczególne o których dalej będzie mowa - zjawisko uniwersalne i stąd doniosłość odkrycia Mohorovičića: obecność opisanej przezeń nieciągłości jest stwierdzana niemal we wszystkich okolicach Ziemi, w których prowadzone są odpowiednie poszukiwania. Na kontynentach znajduje się ona na głębokościach między 20 km i 70 km, pod oceanami - znacznie płycej. Na cześć uczonego jugosłowiańskiego nazwano ją "powierzchnią Mohorovičića" - w skróceniu "powierzchnią Moho" lub "powierzchnią M". Stanowi ona wyraźną, dobrze określoną dolną granicę skorupy ziemskiej.

Już na tym wstępnym, opisanym wyżej etapie rozwoju pojęć o budowie skorupy ziemskiej, H. Jeffreys przedsięwziął nową próbę obliczenia jej całkowitej miąższości oraz miąższości jej pięter. Opierając się na istniejących danych o czasach przebiegu poszczególnych faz, otrzymał on dla piętra granitowego grubość 10-12 km i dla piętra podgranitowego, które w 2 wydaniu *The Earth* (1929) nazwał "bazaltowym", grubość 20-25 km, redukując w ten sposób poważnie pierwotne, szacunkowe wyniki obliczeń A. Mohorovičića. Wynik Jeffreysa potwierdził niezależnie A. W. L e e (1932), znajdując na podstawie dat dotyczących bliskich trzęsień ziemi w Europie grubości piętra granitowego wa-

hające się w granicach 12-14 km i grubości piętra bazaltowego wahające się w granicach 15-33 km.

Na podstawie wszystkich tych danych obserwacyjnych przyjęto w tym czasie następujące przeciętne charakterystyki sejsmologiczne skorupy ziemskiej i jej podłoża w Europie:

T a b l i c a I

Schemat struktury skorupy ziemskiej w Europie (według stanu wiadomości w latach 1930-32)

Piętro	Prędkości fal sejsmicznych			
	$\alpha$ (km/sek)		$\alpha$ (km/sek)	
	w granicach	średnio	w granicach	średnio
Granitowe	5,4-5,7	5,6	3,3-3,5	3,4
n i e c i ą g ł o ś ć C o n r a d a				
Bazaltowe	6,3-6,7	6,5	3,6-3,7	3,7
n i e c i ą g ł o ś ć M o h o r o v i č i ć a				
Podłoże skorupy	7,7-8,2	8,1	4,3-4,5	4,4

Wyniki powyższego zestawienia, które ujmuje główne fakty i pojęcia wiedzy sejsmologicznej o skorupie ziemskiej w latach 1930-1932, stały się punktem wyjścia, rodzajem "hipotezy roboczej" dla dalszych, dużo szerszej pomyślanych badań skorupy ziemskiej metodami sejsmologicznymi. Badania te, w zależności od ich precyzji i stopnia szczegółowości, bądź potwierdzały - co najmniej w zasadzie - schemat wyjściowy, bądź ujawniały jego niepoprawność. Pierwszy kryzys omawianego "klasycznego" schematu wywołany zresztą został nie tyle dopływem nowego i wartościowszego materiału obserwacyjnego, ile podstawowymi względami metodycznymi. Jednolite i niejako syntetyczne opracowanie wszystkich dat opartych głównie o europejskie trzęsienia ziemi, zostało przedsięwzięte przez Jeffreysa w 1937 r., dając zaskakujący średni wynik: 17 km grubości piętra granitowego i 9 km grubości piętra bazaltowego. Po pierwsze, stało się jasne, iż uśrednianie dat zniekształca rzeczywisty obraz miąż-

szości skorupy i obu postulowanych jej pięter, a po drugie, iż główna część informacji zawartych w danych czerpanych z bliskich trzęsień ziemi, obserwowanych przez stosunkowo niewielką liczbę stacji, pochłonięta zostaje przez wyznaczenie pozycji ognisk oraz prędkości faz wstępnych, a wskutek tego wyznaczenie grubości skorupy lub jej pięter z natury rzeczy nie może być dokładne.

Właśnie z tego powodu nowsze badania skorupy ziemskiej prowadzone są prawie wyłącznie metodą obserwacji czasów przebiegu fal załamanych wywołanych sztucznymi wybuchami, dzięki temu znane są bowiem współrzędne ogniska i czas w ognisku. Jak już powiedziano, tego rodzaju "głębokie sondowania sejsmiczne", metoda, dzięki pracom G. A. G a m b u r c e w a i jego szkoły szczególnie starannie wypracowane w ZSRR, wskazują na uniwersalny charakter powierzchni M. Nie posiadają natomiast tego charakteru mniejsze nieciągłości odnajdywane w obrębie skorupy ziemskiej. W Europie powierzchnia nieciągłości Conrada ograniczająca od dołu piętro granitowe, nie zawsze daje się odszukać. Przeprowadzone przez różnych autorów analizy sejsmogramów uzyskanych w 1947 r. przy eksplozji 4000 t materiału wybuchowego na Helgolandzie dały pod tym względem wyniki znacznie od siebie odbiegające. O. F ö r t s c h (1952) wyróżnia nieciągłość dzielącą kompleks podosadowy od niżejległego piętra granitowego; ów kompleks bywa często nazywany piętrem "diorytowym", a nieciągłość dzieląca go od piętra granitowego, na cześć tego uczonego, bywa nazywana "nieciągłością Förtscha". P. L. W i l l m o r e na podstawie tego samego materiału w ogóle nie zdołał potwierdzić niewątpliwego istnienia jakichkolwiek wyraźnych i dających się szeroko śledzić wewnątrzskorupowych powierzchni nieciągłości. Jest to opinia na pewno zbyt pesymistyczna; przeczą jej wyniki uzyskane w Niemczech metodą fal odbitych, referowane przez G. D o h r a (1957); głębokie horyzonty odbijające są, wg tego autora, w dobrej zgodzie z postulowanymi nieciągłościami Förtscha i Conrada. Inna jest opinia P. C a l o i (1958), który stwierdza, iż od Morza Północnego aż do doliny Padu dają się konsekwentnie wyróżnić trzy piętra skorupy: granitowe ( $\alpha = 5,1-5,7$  km/sek), bazaltowe ( $\alpha = 6,1$  km/sek) średnio i gabbrowe ( $\alpha = 6,9-7,1$  km/sek), przy czym pod Alpami obserwuje się wyraźne zgrubienie piętra bazaltowego

i połączone z tym silne obniżenie powierzchni M do 40-50 km. Odbicia fal sejsmicznych poprzecznych PS, SS, SSS są wg Caloi (1955) stowarzyszone z generacją fal długich, które Caloi oznacza  $C_{0,1}$ ,  $C_{1,2}$ ,  $C_{2,3}$ , a które powstają w falowadzie między powierzchnią ziemi i nieciągłościami wewnątrzskorupowymi. Ich istnienie i liczba, zdaniem Caloi także wskazują na trójdzielność skorupy, tj. na istnienie nieciągłości Conrada oraz nieciągłości dzielącej piętro bazaltowe od gabbrowego.

Średnie prędkości fal podłużnych i poprzecznych charakterystyczne dla górnego, granitowego piętra skorupy wahają się w granicach  $\alpha = 5,2$  km/sek do  $\alpha = 6,5$  km/sek oraz w granicach  $\beta = 3,0$  km/sek do  $\beta = 3,8$  km/sek, a znane są przypadki, iż rzeczywiste prędkości fal podłużnych w spągowych częściach piętra osiągają nawet jeszcze wyższe wartości, bliskie 7 km/sek. Piętro górne określane bywa nie tyle wielkością prędkości rzeczywistych w nim występujących, jak wielkością nieciągłości prędkości względem niżejległego, dolnego piętra skorupy.

W świetle zebranych doświadczeń liczby tablicy I są obecnie niemiarodajne: zakres prędkości obserwowanych w poszczególnych piętrach skorupy rozszerzył się w ostatnich latach zbyt znacznie.

Średnie rzeczywiste prędkości fal podłużnych i poprzecznych, charakterystyczne dla dolnego bazaltowego piętra skorupy wahają się od  $\alpha = 6,5$  km/sek do  $\alpha = 7,5$  km/sek i od  $\beta = 3,8$  km/sek do  $\beta = 4,4$  km/sek. W piętrze tym, podobnie jak i w piętrze górnym, dają się często wydzielić poszczególne podpiętra. Dolną granicę piętra dolnego stanowi omawiana wyżej nieciągłość Mohorovičića. Niżejległy substrat skorupy charakteryzują najczęściej rzeczywiste prędkości  $\alpha = 7,8-8,5$  km/sek i  $\beta = 4,5-5,0$  km/sek; znane są przypadki rzeczywistych prędkości  $\alpha$  poniżej powierzchni Mohorovičića, a więc w górnym płaszczu, dochodzących do 9,0 km/sek. W ogóle jednak prędkości w stropie górnego płaszczu odznaczają się wyższym stopniem stałości w porównaniu ze znacznie większym regionalnym rozrzutem prędkości  $\alpha$  i  $\beta$  w obrębie poszczególnych pięter skorupy odpowiadających sobie swoją pozycją. Rozrzut ten, znacznie przekraczający błędy, którymi obarczone są wyznaczenia prędkości, świadczy o różnorodności materiału występującego w określonych piętrach skorupy, obejmowanych wspólnymi nazwami. Okoliczność

powyższa powoduje, iż ostatnio notujemy odwrót od nomenklatury poszczególnych pięter skorupy, opartej o pojęcia petrograficzne. Jak się zdaje, na korelacje tego rodzaju jeszcze nie pora; te które dotąd czyniono, uważa się obecnie za przedwczesne, co najmniej odnosi się to do pięter podgranitowych; identyfikacja tych pięter z pewnością jest niedostatecznie ugruntowana i, jak pisze C. B. Officer (1959), "nieco za spekulatywna w porównaniu z istniejącymi danymi" ("somewhat speculative from existing data"). Tak np. Jeffreys, który piętro, względnie piętra podgranitowe nazywał początkowo bazaltowymi, obecnie (1961) oznacza je neutralnymi nazwami piętra lub pięter pośrednich, pierwszego, drugiego itd. Inni autorzy używając terminologii opartej o pojęcia petrograficzne również zastrzegają się przeciw zbyt literalnemu pojmowaniu używanych terminów.

Od regionalnych zmian prędkości  $\alpha$  i  $\beta$  jeszcze ważniejszą cechą skorupy ziemskiej stanowią regionalne zmiany jej całkowitej miąższości oraz zmiany miąższości jej poszczególnych pięter. Ze względu na sposób w jaki powstała i podlega rozwojowi skorupa ziemska, ta jej cecha wydaje się być najbardziej uderzająca.

W pozaalpejskich obszarach Europy grubość piętra granitowego nie przekracza na ogół 15-20 km, a podścielającego je piętra bazaltowego - 20 km. W północnych Niemczech piętro granitowe jest cienkie, jego grubość nie przekracza tutaj zapewne 6 km, jednakże rośnie ku południowi, osiągając w Schwarzwaldzie i Jurze Szwabskiej 18 km. Analogicznie pogłębia się w tym rejonie powierzchnia M od głębokości 30 km w północnych Niemczech do 35 km w Jurze Szwabskiej. W Alpach schodzi ona na głębokość ok. 50 km. Według Caloi grubość piętra granitowego jest tam ok. 15 km, bazaltowego ok. 20 km, gabrowego 10-15 km. Na Węgrzech wyróżnia się tylko dwa piętra: granitowe i gabrowe (bazaltowe). Jak to wynika z badań nad budapeszteńskim trzęsieniem ziemi z dn. 12 I 1956 r. oraz z badań przeprowadzonych metodą sztucznych wybuchów, skorupa ziemska sięga tam głębokości 22-33 km. Analogiczne stosunki pod względem miąższości i struktury wewnętrznej wykazuje skorupa ziemska w obrębie płyty rosyjskiej, gdzie głębokość powierzchni M wykazuje tylko niewielkie wahania. Wyróżnia się tam również tylko dwa piętra skorupy: granitowe (włączając doń

ew. nadległe metamorfikum) i bazaltowe. Badania wykonane w ZSRR przy pomocy metody głębokich sondowań sejsmicznych dostarczyły wielu ważnych wyników, szczególnie w obszarach młodych fałdowań. Według B. K. B a ł a w a d z e (1957) nieciągłość M w Gruzji najgłębiej leży pod centralnymi częściami Wielkiego Kaukazu dochodząc tam do głębokości 67 km. W budowie skorupy na tym obszarze wyraźnie zaznacza się nieciągłość dzieląca piętra granitowe i bazaltowe. W Azji środkowej jeszcze E. A. R o z o w a w latach 1936-1939 znajdowała bardzo znaczne grubości piętra granitowego, dochodzące do 35 km, a także wyróżniała piętro bazaltowe. Następne badania pokazały, iż głębokość powierzchni M na obszarach równinnych Kazachstanu i Turkmenii sięga 40 km, wzrastając następnie do 60-70 km pod północnymi częściami Tiań-Szań i Pamiru, gdzie oba piętra, granitowe i bazaltowe, zapadając w głąb tworzą "korzeń" tych masywów górskich. Odwrotną budowę stwierdzono w zachodniej Turkmenii, gdzie oba piętra podnoszą się pod masywem Wielkiego Bałkanu (Kopet Dag), tworzą "antykorzeń". Podczas jednak, gdy w północnych częściach Tiań-Szań w budowie korzenia uczestniczy silnie grubiejące piętro bazaltowe (podobnie jak w Alpach), w Pamirze główną masę korzenia formuje piętro granitowe osiągające grubość 45 km. C h a u d h u r y (1956) ocenił głębokość powierzchni M dla Hindukuszu na 76 km.

Liczne badania położenia powierzchni M wykonano również na kontynencie północno-amerykańskim, natrafiając jednak tutaj, w przeciwieństwie do Europy, na brak wyraźnych i rozległych nieciągłości wewnątrzskorupowych. "Cechą badanych części skorupy najbardziej rzucającą się w oczy jest brak porządku", pisali L. M. A d a m s, M. A. T u v e i H. T a t e l (1952). "Nie znaleźliśmy dowodów na istnienie wewnętrznych pięter i w ten sposób pojęcie piętra "granitowego", utraciło u nas ważność; nie stwierdziliśmy również obecności większych kompleksów skalnych charakteryzujących się prędkościami 5,9-6,0 km/sek lub mniejszymi. Prędkości obserwowane wzrastały z głębokością w sposób różny, zależnie od kierunku i regionu od 6,0 km/sek do ok. 7,0 km/sek. Na tych głębokościach prędkość zazwyczaj wzrastała nagle do 8,1 km/sek; jest to nieciągłość Mohorovičića".

Inni autorzy amerykańscy sądzą, iż sporadycznie uzyskiwane przy eksplozjach materiałów wybuchowych od-



bicia z głębokości ok. 20-25 km pochodzą od nieciągłości Conrada. Odbicia takie, jak również odbicia od powierzchni M, obserwowali np. A. J u n g e r (1954) w stanie Montana, w południowej Kalifornii G. G. S h o r (1954) i in. Mimo, iż wewnątrzskorupowe nieciągłości są na obszarze kontynentu północno-amerykańskiego rzadko obserwowane, a dużo częściej ujawnia się całkowity ich brak, wielu sejsmologów amerykańskich wyróżnia jednak piętro granitowe i piętro bazaltowe (gabrowe), a to na podstawie charakterystycznych dla tych pięter prędkości średnich.

Obiektywne porównanie wyników dotyczących skorupy kontynentalnej w Europie i Północnej Ameryce jest bardzo trudne, niewiadomo bowiem dokładnie ile z rzucających się w oczy odmienności przypisać wypadła różnicom metod badawczych. Na ogół wydaje się, iż w odpowiednich piętach kontynentu północno-amerykańskiego prędkości obserwowane są nieco większe, niż w Europie i Azji. Być może, iż w związku z tym grubości piętła podgranitowego również na kontynencie północno-amerykańskim są nieco większe (E. T. S a w a r e n s k i j). Nie ma zresztą do tej kwestii materiałów obszernych, a te którymi dysponujemy, nie zawsze nawzajem się potwierdzają. Tak np. jedni autorzy amerykańscy sądzą, iż reprezentacyjną średnią prędkością  $\alpha$  dla piętła granitowego jest prędkość 5,69 km/sek (W. Adams i in.), a dla jego podłoża przyjmują prędkość 7,65 km/sek ich zdaniem pierwszy kompleks ma średnią miąższość 24 km, zaś drugi kompleks 36 km; łączna grubość skorupy wynosiłaby więc 60 km; na hodografie odpowiada to pierwszemu załamaniu na odległości epicentralnej  $\Delta = 128$  km, powyżej której aż do odległości epicentralnej  $\Delta = 480$  km pierwszym impulsem miałoby być  $P^*$ . Innym autorom amerykańskim (D. C. C a r d e r i in.) w ogóle nie udało się wyróżnić  $P^*$ ; uzyskany, zresztą dość bogaty, materiał obserwacyjny reprezentują oni przy pomocy dwóch tylko prędkości; 6,15 km/sek w skorupie i 7,95 km/sek bezpośrednio pod powierzchnią Mohorovičića, która ich zdaniem leży na głębokości ok. 40 km.

W Europie, pod wyraźnymi sugestiami "klasycznego" modelu struktury skorupy, wypracowanego w latach 1930-1932, na pewno zbyt hojnie szafuje się dotąd fazami  $P^*$  i  $S^*$  (oznaczane są one także symbolami  $P_b$  i  $S_b$ ) i podobnymi. Nic dziwnego, iż wielu poważnych autorów nie wierzy w realność tych faz. E. B u l l a r d

(1954) sądzi, iż w istocie "wszystko między  $P_1$  i  $P_n$  jest oznaczane jako  $P^*$ "; przypuszczalnie w tych warunkach istnienia nad powierzchnią M rozległych i względnie jednorodnych horyzontalnych pięter autor ten uważa za nieudokumentowane. Jest to stanowisko bliskie temu, jakie zajmują cytowani wyżej autorzy amerykańscy. Wobec tego, iż obserwacje sejsmologiczne dostarczają wielkości uśrednionych, nie ulega z drugiej strony wątpliwości, iż interpretacja tych obserwacji zależy od stopnia prostoty założonego z góry modelu, ten zaś z kolei bywa często zbyt upraszczany. Ma to miejsce szczególnie przy opracowywaniu wyników głębokich sondowań, które z natury rzeczy przynoszą informacje w selekcji żądanej z góry.

Wyniki, jakie otrzymuje się w szczegółowych badaniach skorupy przez analizę zapisów bliskich trzęsień ziemi lub metodą sztucznych wybuchów, są potwierdzane niezależnie innymi metodami sejsmologii. Należą tu w pierwszym rzędzie badania nad falami powierzchniowymi, jakie obserwowane są przy odległych trzęsieniach ziemi z niegłębokich ognisk. Fale te zazwyczaj pojawiają się na zapisach sejsmografów średnio- i długookresowych, jako drgania najokazalsze, wyróżniające się dużą amplitudą i długim okresem. W ich pierwszej grupie znajdują się fale Love'a, oznaczone symbolem LQ, charakterystyczne brakiem składowej pionowej. Fale te w najprostszym przypadku sprężystej półprzestrzeni charakteryzującej się prędkością fal poprzecznych  $\beta'$ , pokrytej jedną warstwą o prędkości  $\beta < \beta'$ , rozchodzą się z prędkością fazową  $\beta \leq c \leq \beta'$ . Ich częstość jest wielowartościową funkcją argumentu  $c$ : każda jej wartość odpowiada innej normalnej modzie (normalnemu rzędowi - normal mode) drgań. Na sejsmogramach pod nazwą fazy LQ wyróżniamy drganie fundamentalne odpowiadające pierwszej normalnej modzie i jedynej powierzchni węzłowej na powierzchni fizycznej Ziemi. Nie jest jednak dotąd wyjaśnione, czy i jak manifestują się normalne wyższe rzędy drgań; niektóre mogą zapewne przedostawać się do innych części zapisu pod postacią tzw. rzędów wpływających.

Krzywą dyspersji fal LQ na torze kontynentalnym z ogniska wstrząsu w Fallon w stanie Nevada w dn. 6 VI 1954 r. do stacji Palisades, N.Y., a więc przez cały kontynent północno-amerykański, opracowali F. P r e s s i M. E w i n g. Prędkość grupowa wykazuje stały wzrost z okresem od 3,0 km/sek dla  $T = 8$  sek, do 4,3 km/sek dla  $T = 115$  sek. Wymienieni autorzy obli-

czyli teoretyczną krzywą dyspersji dla kontynentu grubości 35 km i stosunku  $\beta:\beta' = 3,51:4,70$ , najlepiej pasującą do obserwowanej. Niezgodność obu krzywych występuje jedynie dla okresów małych. Nie umiemy jej wytłumaczyć: być może, iż jest to wpływ pięttra osadowego lub granitowego; wskazywałaby na to pozycja krótkookresowego impulsu tzw. fały Lg, o której w dalszym ciągu jeszcze będzie mowa, a która związana jest z pięttrzem granitowym. W każdym razie dyspersji anomalnej, żądanej przez krzywą teoretyczną dla okresów małych, nie zaobserwowano dotąd u fal Love'a.

Krzywe dyspersji fal Love'a na torach oceanicznych różnią się od siebie wyraźnie dopiero przy okresach mniejszych od 20-30 sek, a ponieważ krzywe empiryczne przy takich okresach są nie dość pewne - ich przydatność jest mała. J. T. Wilson i J. C. O'Neilomb, a także J. E. Oliver, M. Ewing i F. Press badali bliżej to zjawisko, uzyskując zgodność z teoretyczną krzywą dyspersji dla skorupy oceanicznej grubości 6 km i stosunku  $\beta:\beta' = 3,71:4,5$ .

Za grupą fal Love'a pojawia się na sejsmogramach dużych trzęsień ziemi impuls o dużej amplitudzie i okresie, o charakterze drgania poprzecznego. Jego prędkość jest ok. 4,5 km/sek. Nosi on nazwę fazy G i odpowiada, być może, fali Love'a na granicy płaszczca.

Tuż za falami Love'a, ew. za fazą G, pojawiają się fale Rayleigh'a oznaczane symbolem LR, charakterystycznie wyraźne na zapisach sejsmografów pionowych. Teoretycznie na powierzchni ośrodka poziomo uwarstwowego możliwe są normalne drgania Rayleigha dwóch typów: typu symetrycznego i antysymetrycznego. W rzeczywistości, jak się wydaje, obserwujemy tylko drgania pierwszego rzędu i pierwszego typu. Dyspersji tych fal, jaką zaobserwowali M. Ewing i F. Press (1955) wzdłuż torów przebiegających przez Pacyfik, odpowiada model dwuwarstwowy: 5,57 km wody na podłożu charakteryzującym się prędkościami  $\alpha$  i  $\beta$  oraz gęstością  $\rho$  właściwymi pięttrzu bazaltowemu.

Dyspersja fal LR na torach kontynentalnych jest znacznie mniejsza. Poza tym wyróżnienie fal LR na sejsmogramach połączone jest zazwyczaj z trudnościami, jeżeli stacja nie dysponuje długookresowymi sejsmografami. M. Ewing i F. Press (1956) podali przykład krzywej dyspersji fal LR wywołanych trzęsieniem ziemi w Algierze, a zaobserwowanych przez stację w Pietermaritzburgu, uzupełnionej danymi uzyskanymi w Palisades, N.Y. dla wstrząsu w sta-

nie Nevada. Krzywa ta odpowiada średniej grubości skorupy 35 km i stosunkowi  $\beta:\beta' = 3,57:4,68$ .

Szczególnie potężne trzęsienia ziemi wzbudzają tzw. "płaszczowe" fale Rayleigha, które obiegają Ziemię większą ilość razy, a które oznaczane są symbolem  $R_n$  ( $n$  jest numerem kolejnego obiegu). Tak np. trzęsienie ziemi z dn. 4 XI 1952 r. na Kamczatce wywołało falę płaszczową, która obiegła Ziemię co najmniej siedmiokrotnie. Ponieważ okresy tej fali są bardzo długie, można badać krzywą dyspersji nawet do 500 sek. Okazuje się, iż dyspersja jest normalna tylko do okresów 50-70 sek, stanowiących zarazem górną granicę, powyżej której na krzywej dyspersyjnej różnice między torami kontynentalnymi i oceanicznymi już się nie zaznaczają. Do okresu 230 sek dyspersja jest anomalną, a prędkość grupowa spada do 3,55 km/sek, aby następnie wzrastać do 4,1 km/sek przy okresie 400 sek.

Oczywiście metody krzywych dyspersyjnych nie dostarczają lokalnych miąższości skorupy i lokalnych wartości prędkości  $\alpha$  i  $\beta$ , lecz średnie wartości tych wielkości. Są one jednak bardzo cenne, gdyż ujawniają z dużą ostrością regionalne odmienności struktury skorupy, przede wszystkim zaś odmienności struktury oceanicznej i kontynentalnej.

Szczegółowe studia nad strukturą skorupy oceanicznej prowadzone są przez ekspedycje oceanograficzne przy zastosowaniu metody w zasadzie identycznej z metodą głębokich sondowań skorupy kontynentalnej. W skorupie oceanicznej na Pacyfiku pod warstwą osadów niekonsolidowanych lub napółskonsolidowanych, ok. 1 km grubości, badania sejsmiczne ujawniają ok. 5 km grubą warstwę charakteryzującą się prędkościami fal podłużnych od 6,4 do 6,9 km/sek, a więc odpowiadających pod tym względem bazaltowej części skorupy kontynentalnej. Warstwy granitowej brak jest na ogół zupełnie, a jej rzadkie występowanie w obszarach oceanicznych jest dla skorupy tych obszarów nietypowe. W rejonie 57°N, 15°W Oceanu Atlantyckiego pod niegrubą warstwą osadów luźnych stwierdzono wyklinowującą się warstwę granitową 1-2 km grubą, leżącą na pięttrze bazaltowym (gabrowym) 11-12 km grubym. Także na niektórych obszarach Morza Śródziemnego, Zatoki Meksykańskiej oraz Morza Karaibskiego skorupa ziemska wykazuje budowę typu oceanicznego.

Pod dnem Morza Czarnego, piętra granitowego normalnie rozwiniętego również wcale nie wykryto. Skorupa ziemska nie ma tu jednak wcale charakteru oceanicznego, gdyż zarówno piętro bazaltowej, jak i nadległa warstwa osadowa mają znaczniejsze miąższości. Podobny typ skorupy jest charakterystyczny dla niektórych okolic Morza Śródziemnego, a także napotkano go i w części Morza Kaspijskiego.

Szczególne interes przedstawiają zony przejściowe skorupy ziemskiej na granicach między strukturami kontynentalnymi i oceanicznymi. W zonach tych piętro granitowe ulega wyklinowaniu, a powierzchnia M, podciągająca wyraźnie coraz cieńszą warstwę bazaltową dźwiga się szybko w górę. Bardzo osobliwe i prawdopodobnie dla zagadnienia genezy skorupy niezmiernie ważne są relacje, w jakich pozostają do siebie kontur kontynentalny określony linią brzegową współczesną, kontur granicy między szelfem i stokiem kontynentalnym oraz kontur osi zony przejściowej w budowie skorupy ziemskiej. Oś szelf-stok wybiega często na odległość wielu setek kilometrów w głąb morza wyznaczając podmorską granicę bloków kontynentalnych. Pozycja osi zony przejściowej jest różna: u wybrzeży Zatoki Meksykańskiej leży ona głęboko za osią szelf-stok, koincydując mniej więcej z linią brzegową, ale u północnoamerykańskich wybrzeży Atlantyku oś szelf-stok odpowiada swym położeniem przebiegowi osi zony przejściowej.

Zonie tej poświęcili niedawno wyczerpujące studium C. L. Drake, M. Ewing i G. H. Sutton (1959). W całym kompleksie skał skorupy "kontynentalnej" wyklinującym się lub silnie redukującym swą grubość mniej więcej w obrębie stoku kontynentalnego, nie ujawniły się żadne wyraźne i rozleglejsze nieciągłości wewnętrzne; wspomniani autorzy traktują go jako jeden kompleks, o prędkościach od 4,0 km/sek do 6,3 km/sek. Kompleks głębszy, w nomenklaturze autorów "skorupa oceaniczna", charakteryzująca się prędkościami od 6,4 km/sek do 7,6 km/sek, również redukuje swą grubość w obrębie tejże strefy. Średnie prędkości w kompleksie pierwszym silnie maleją w kierunku oceanu, w kompleksie drugim - silnie wzrastają. Sejsmicznie ujawniony w strefie stoku głęboki rów w podłożu młodszych osadów, prawdopodobnie tworząca się współcześnie geosynklina ("geosyncline in making"), stanowi zarazem obszar, w którym prędkości w kompleksie

dolnym stają się tak wysokie, że granica z materiałem płaszczą zupełnie się zaciera. Podobne wąskie pasy zanikania powierzchni M znane są z kilku innych rejonów oceanicznych.

Wspominaliśmy wyżej o charakterystycznych trudnościach, na jakie natrafiamy, gdy pragniemy uzyskać nieco bliższe informacje na temat zróżnicowania pionowego kompleksów formujących skorupę. Wartości rzeczywistych prędkości fal sejsmicznych, jakie w wyniku badań otrzymujemy dla poszczególnych pięter są wartościami średnimi po całej grubości danego piętra. Wiemy już jednak dziś bardzo dobrze, iż powierzchnie Conrada, Pörtscha i inne wewnątrzskorupowe powierzchnie "nieciągłości", nie posiadają tego uniwersalnego charakteru, jaki jest tak uderzającą cechą nieciągłości Mohorovičića. Lecz nawet tam gdzie poszczególne piętra ujawniają się bardzo ostro, wiemy, iż owa "ostrość" może być w dużej mierze wynikiem niedość doskonałych obserwacji i niedość doskonałej metody ich opracowania. W związku z tym tylko niewiele potrafimy powiedzieć o charakterze stref, które nazywamy "nieciągłościami": nie wiemy jeszcze dziś, czy są to rzeczywiste nieciągłości, czy też strefy przejściowe, w których własności materiału zmieniają się wprawdzie szybko, lecz w sposób ciągły. Duże znaczenie w związku z tym posiadają obserwacje fal odbitych od nieciągłości wewnątrzskorupowych i od nieciągłości M, jak również obserwacje takich faz, jak  $pP^*$ ,  $sS^*$ ,  $PP^*$  itp., lub gdy ognisko jest głębokie - faz odpowiadających bliskim odbiciom wewnętrznym od powierzchni M, oznaczanych symbolami  $pmP$ ,  $smP$  itd.

Bardzo rozpowszechnione jest założenie, istotnie w pierwszym przybliżeniu prawdziwe, iż prędkości fal sejsmicznych są rosnącymi funkcjami głębokości w skorupie. B. Gutenberg, który bliżej badał zagadnienia pionowego zróżnicowania prędkości, zwrócił jednak już w 1951 r. uwagę, iż szereg okoliczności wskazuje na istnienie w obrębie piętra granitowego horyzontu małych prędkości ("low velocity layer"). Ponieważ od tego horyzontu w górę i w dół prędkości wzrastają, horyzont ów skupia energię fal sejsmicznych. Wraz z sąsiadującymi nieciągłościami tworzy on falowód sejsmiczny, którym rozchodzi się część całkowitej energii fal sejsmicznych, szczególnie znaczna, gdy ognisko znajduje się w pobliżu poziomu minimum prędkości. Dotyczy to specjalnie fal S, gdyż ener-

gia fal P, które znalazły się w falowodzie, przekształca się stopniowo wskutek odbić w energię fal S. Horyzont małych prędkości stanowiący osiową partię omawianego falowodu leży zdaniem Gutenberga na głębokości ok. 15 km. Jego istnienie potwierdzili niezależnie Press i Ewing (1952). Stowarzyszona z nim fala "kanałowa" ("channel wave")  $L_g$ , o której wyżej wspominaliśmy, ma według tych autorów prędkość 3,51 km/sek. Ewing i Press wysunęli jednak potem przypuszczenie, iż falowód rozprowadzający falę  $L_g$  utworzony jest przez powierzchnię fizyczną i gradient prędkości w skorupie.

Według M. Bãt h a można wyróżnić w skorupie dwa horyzonty małych prędkości: jeden w piętrze górnym, drugi - w pośrednim. Ich istnienie umożliwia powstanie kilku falowodów sejsmicznych w skorupie. Wszystkie fale kanałowe Bãt h a przypominają fale Love'a; ruch cząstek jest głównie poprzeczno-horyzontalny z małym tylko udziałem składowych podłużnej i pionowej. Fale kanałowe nie wykazują wyraźnej dyspersji i to wg Bãt h a odróżnia ich naturę od fal Love'a. Możliwą jest także i inna ich interpretacja, mianowicie, iż reprezentują one drgania  $LQ$  wyższych rzędów, jednak zagadnienie to nie jest bliżej zbadane. Inną cechą fal kanałowych jest, iż rozwijają się one tylko w warunkach regularnej budowy odpowiedniego piętra skorupy; według Bãt h a leżący na ich drodze łańcuch górski lub segment skorupy o budowie oceanicznej - działają jak bariery.

Nie umniejszając bynajmniej znaczenia wszystkich poruszonych tu zagadnień odnoszących się do struktury skorupy ziemskiej, stwierdzić wszelako wypada, iż naczelne z nich wydaje się być zagadnienie jej głębokościowego pionowego wykształcenia. Jak już podkreślaliśmy, powierzchnia M tworząca podstawę skorupy ziemskiej, jest zjawiskiem planetarnym. Bliższa analiza zmian głębokości powierzchni M w skali całego globu poucza, iż zmiany te co do znaku dość dokładnie odpowiadają topograficznym zmianom wysokości, natomiast przewyższają te ostatnie co do wielkości bezwzględnej ok. 7-8 razy, tj. niemal o cały rząd wielkości. Opierając się na empirycznych związkach, podanych przez G. W o o l a r d a i in., między głębokością powierzchni M i anomaliami grawimetrycznymi, R. M. D e m e n i c k a j a (1960) zestawiała ostatnio planetarny rozkład miąższości skorupy. Można z za-

strzeżeniami, które wysuwali już B. Gutenberg (1957) oraz J. W. R i z n i c z e n k o i I. P. K o s m i n s k a j a (1957) odnosić się do relacji G. P. Woolarda, pozostaje jednak niezbity fakt, iż współczesne pionowe ukształtowanie powierzchni M, jakie odczytujemy z map D e m e n i c k i e j odpowiada w ogólnych zarysach współczesnemu pionowemu ukształtowaniu powierzchni fizycznej Ziemi. Wydaje się to być wskazówką, iż procesy kształtujące obie powierzchnie nie są procesami niezależnymi, lecz przeciwnie, że przebiegają równolegle; prawdopodobnie jest to jeden proces, działający wielokrotnie intensywniej na głębokościach powierzchni nieciągłości M, niż blisko powierzchni Ziemi, który można by nazwać "skorupotwórczym", a który obecną postać nieciągłości M wykształcił w ciągu ostatnich  $10^8$  lat, jakie minęły od pierwszych ruchów alpejskich. Nie wynika stąd oczywiście, iż obecne położenie powierzchni M wszędzie datuje się z tego okresu; przeciwnie, jest wielce prawdopodobne, iż na dużych obszarach platformowych położenie to uformowało się znacznie dawniej i zachowuje się stabilnie. Studiów dotyczących tej sprawy jest jednak dotąd mało. Niewiele również wiadomo o źródłach energii procesów skorupotwórczych; ich wgłębna intensywność dowodzi, iż są one w pokaźnej mierze podtrzymywane zasobami energetycznymi płaszcza. Stąd pierwszoplanowa doniosłość współczesnych studiów sejsmologicznych nad skorupą i górnym płaszczem Ziemi.

#### LITERATURA

- [1] B e n n d o r f H., Recenzja pracy Mohorovičića, Gerl. Beitr. z. Geophysik, v. 11, 348-352, 1912.
- [2] B y e r l y P., *Subcontinental structure in the light of seismological evidence*, Advances in geophysics. v. 3, pp. 106-152, 1956.
- [3] C a l o i P., *Cij*, Ann. di Geofis., v. S, pp. 293-313, 1955.
- [4] C a l o i P., *La crosta terrestre, dagli Appennini all'Atlantico ricostruita sulla base dei rilievi sismici*, Ann. di Geof., v. 11, pp. 249-264, 1958.
- [5] C h o u d h u r y M. A., *Profondeur de la discontinuité de Mohorovičić dans la région de l'Hindou-Kouch*, C. R. Ac. Sci., v. 242, No 23, 2755, Paris 1956.

- [6] Conrad V., *Laufzeitkurven des Tauernbebens vom 28. Nov. 1923*, Mitt. Erdbeben-Komm. Wiener Akad. Wiss., N.F., Nr 59, 1925.
- [7] Conrad V., *Das Schwadorfer Beben vom 8. Okt. 1927*, Gerl. Beitr. z. Geophys., v. 20, 240-277, 1928.
- [8] Demenickaja R.M., *Strojenije kristaliceskoj obołoczki zemli po geofiziceskim dannym*, Mežd. geolog. kongr., Geologiczeskije rezultaty prikladnoj geochimii i geofizyki, v. 2, pp. 20-36, Moskwa 1960.
- [9] Demenickaja R. M. *Osnownyje czerty strojenija kory zemli po geofiziceskim dannym*, Trudy Instituta geologii Arktiki, Leningrad 1961.
- [10] Dohr G., *Zur reflexionsseismischen Erfassung sehr tiefer Unstetigkeitsflächen*, Erdöl u. Kohle, V.10, pp. 278-281, 1957.
- [11] Drake C.L., Ewing M., Sutton G.H., *Continental margins and geosynclines: the east coast of North America north of Cape Hatteras*, Physics and Chemistry of the Earth, v.3, pp.110-198, 1959.
- [12] Ewing M., *Structure of the earth's crust*, Handb.d.Physik, v. 47, Geophysik I, pp.246-257, 1956.
- [13] Ewing M., Press F., *Crustal structure and surface wave dispersion*, Bull. Seism. Soc., v. 42, 315-325, 1952.
- [14] Ewing M., Press F., *Surface waves and guided waves*, Handb.d.Physik, v.47, Geophysik I, pp. 119-139, 1956.
- [15] Ewing M., Jardetzky W.S., Press F., *Elastic waves in layered media*, McGraw Hill, New York 1957.
- [16] Gamburcew G.A., *Glubinnoje sejsmiczeskoje zondirowanije w zapadnoj Turkmenii*, Izbr. Trudy, pp. 313-338, Moskwa 1960.
- [17] *Glubinnoje sejsmiczeskoje zondirowanije zemnoj kory w SSSR*, Moskwa 1962.
- [18] Gutenberg B., *Low-velocity layers in the Earth's mantle*, Bull. Seism.Soc., v.65, 337-348, 1954.
- [19] Jeffreys H., *The Earth*, 4-th ed., Cambridge 1959.
- [20] Macelwane J.B., *Evidence of the interior of the Earth derived from seismic sources*, *Internal constitution of the Earth*, pp.219-290, McGraw Hill, New York 1939.
- [21] Mohorovičić A., *Das Erdbeben vom 8 X 1909*, Jahrb.d.met.Obs. Agram f.d.Jahr 1909, Jahrg. IX, 4. Teil, Abschnitt 1, Zagreb 1910.
- [22] Press F., Ewing M., *Two slow surface waves across North America*, Bull.Seism.Soc., v.43, 219-228, 1952.
- [23] Press F., Ewing M., *Earthquake surface waves and crustal structure*, Geol. Soc. Am. Spec. Paper, v. 62, pp. 51-60, 1955.
- [24] Rothé J., Peterschmitt E., Stahl P., *Les ondes séismiques des explosions d'Haslach (Forêt Noire)*, C.R., v.227, pp. 354-356, Paris 1948.
- [25] Schulze G.A., Förtsch O., *Die seismischen Beobachtungen bei der Sprengung auf Helgoland am 18. April 1947 zur Erforschung des tieferen Untergrundes*, Geol. Jahrb., v.64, 204-242, Hannover 1950.
- [26] Treskow A.A., *Sejsmiczeskije issljedowanija zemnoj kory*, Trudy Geof. Inst. A. N., No 26/153/, pp. 92-99, Moskwa 1955.
- [27] Willmore P.L., *Seismic experiments on the North German explosions, 1946 to 1947*, Phil. Trans.r.Soc., A, v.142, London 1949.
- [28] Wilson J.T., Baykal O., *Crustal structure of the North Atlantic basin as determined from Rayleigh wave dispersion*, Bull.Seismol. Soc.Amer, v. 38, pp. 41-53, 1948.

Tadeusz Olczak

Zakład Geofizyki PAN

O FALACH Li, Lg, Rg I IN.  
 W KONTYNTENTALNEJ SKORUPIE ZIEMSKIEJ

Poczynając od odległości epicentralnych, na których udaje się już odszukać nowoodkryte krótkookresowe fale powierzchniowe Li, Lg, Rg ( $\Delta = 200-300$  km) i podobne, a kończąc na odległościach epicentralnych, na których klasyczne Sg i Sb zanikają ( $\Delta = 700-900$  km), czasy nadejścia obu tych rodzajów fal mogą być mało od siebie różne, co niejednokrotnie powoduje trudności w identyfikacji faz na odpowiednim odcinku sejsmogramów bliskich i średnio odległych trzęsień ziemi. Jeżeli idzie o trzęsienia bliskie, to w wymienionych odległościach epicentralnych względem stacji na południu Polski leżą ogniska wschodnio-alpejskie oraz większość ognisk czeskosłowackich i węgierskich. Użytkiwane u nas zapisy z tych ognisk są w odpowiednich interwałach sejsmogramów istotnie dość bogate w ostre i wyraźne fazy, które łatwo wskazać, jednakże trudniej określić ich charakter. Ze względu na aktualność problemu należy jednakże zawsze odczytywać momenty tych faz oraz ich amplitudy i okresy.

Podobna jest sytuacja między  $\Delta = 13^\circ$  i  $\Delta = 27^\circ$ . W tym interwale odległości epicentralnych, jak wiadomo, hodograf S wykazuje komplikacje, zaś fazami jasno wyrażonymi są PoP i SS, a także SSS; jednakże czasy nadejścia tych trzech ostatnich faz mało się różnią od czasów nadejścia Li oraz różnych typów Lg i Rg, a więc znów powstawać mogą trudności identyfikacji.

O falach Lg i Li podałem krótką informację w poprzednim artykule. Na sejsmogramach są one częstsze, niż dotąd sądzono. Moment nadejścia Lg jest przeważnie wyraźny i faza Lg jest ostra; czasem jednak, jak podają E. E. S a w a r e n s k i j i N. G. W a l d-

n e r [31], fazę tę charakteryzuje raczej zmiana okresu; bezpośrednio po iLg zapis przedstawia dość długi ciąg drgań. Przeważa w nich ruch poprzeczny, istnieją jednak wyraźne, szczególnie w początku ciągu, składowe podłużna i poprzeczna wspólnie. Na sejsmogramach z ognisk leżących na południe od stacji polskich fazy typu Lg są szczególnie dobrze czytelne na składowej E-W.

Lg jest fazą charakterystyczną dla transmisji energii sejsmicznej po torach kontynentalnych z niegłębokich ognisk. Odkrywcy tej fazy M. E w i n g i F. P r e s s [8, 22], stwierdzają, iż wystarczy, aby na torze Lg znalazło się ok. 200 km skorupy oceanicznej, a fala wygasa. Autorzy ci pisali: "choć nie rozumiemy mechanizmu propagacji Lg, jest pewnym, iż chodzi tu o transmisję fali poprzecznej przez bardzo wydajny falowód, jego grubość musi być co najmniej 10 km i musi on być bardzo bliski powierzchni Ziemi; jest możliwym, iż powierzchnia zewnętrzna Ziemi zachowująca się jak doskonały reflektor tworzy górną ścianę falowodu, zaś dolną jest gradient prędkości w skorupie, łamiący ku powierzchni". Z pracy, jaką niedawno ogłosili E. H e r r i n i J. R i c h m o n d [14] wynika, iż wskazany mechanizm istotnie może być czynny, dając na przemian załamania w górnym piętrze skorupy i powierzchniowe odbicia; obserwowane w pierwszych 12 km skorupy kontynentalnej pionowe rozkłady prędkości fal poprzecznych dostarczają dla Lg prędkości mniej więcej zgodnych z obserwowanymi. Skorupa kontynentalna pod przykryciem wodnym przenosi Lg tak samo; nieobecność Lg na torach przechodzących przez zatokę Meksykańską wskazuje zgodnie z innymi obserwacjami na odmienny od kontynentalnego charakter tamtejszej skorupy. To samo dotyczy Morza Czarnego. Sawarenskiej i Waldner [31] zbadali 74 uzyskane w Moskwie i Symferopolu zapisy trzęsień Ziemi o ogniskach w Grecji, na Morzu Egejskim, w Turcji i na Kaukazie. Ogniska tureckie w Symferopolu w ogóle nie dostarczają wyraźnych Lg; zakłóca ich przebieg odmienny od kontynentalnego typ dna Morza Czarnego. Zarówno Kaukaz, jak i ogniska greckie dostarczają w Moskwie z reguły wyraźnych Lg; tory tej fali omijają Morze Czarne. W innej pracy [24] ci sami autorowie ogłosili przykłady bardzo wyraźnych Lg zapisywanych z dużymi amplitudami na syberyjskiej stacji sejsmologicznej Tiksi z ognisk mongolskich i po-

łudniowo-chińskich; stacja Tiksi natomiast nie notuje w ogóle Lg z ognisk w rejonie Wysp Aleuckich, gdyż na torze propagacji brak jest piętra granitowego pod głębszymi partiami Morza Beringa; z ognisk japońskich i ognisk w rejonie Wysp Kurylskich faza Lg występuje w Tiksi tylko sporadycznie.

Analiza, jaką przeprowadzili Herrin i Richmond, pokazuje jednak, iż prędkość Lg jest bardzo czuła na zmiany pionowego gradientu prędkości S. Ta okoliczność częściowo wyjaśnia spory rozrzut w obserwowanych prędkościach Lg. Za autorami amerykańskimi podajemy wyniki pewnej liczby wyznaczeń prędkości Lg.

T a b l i c a I

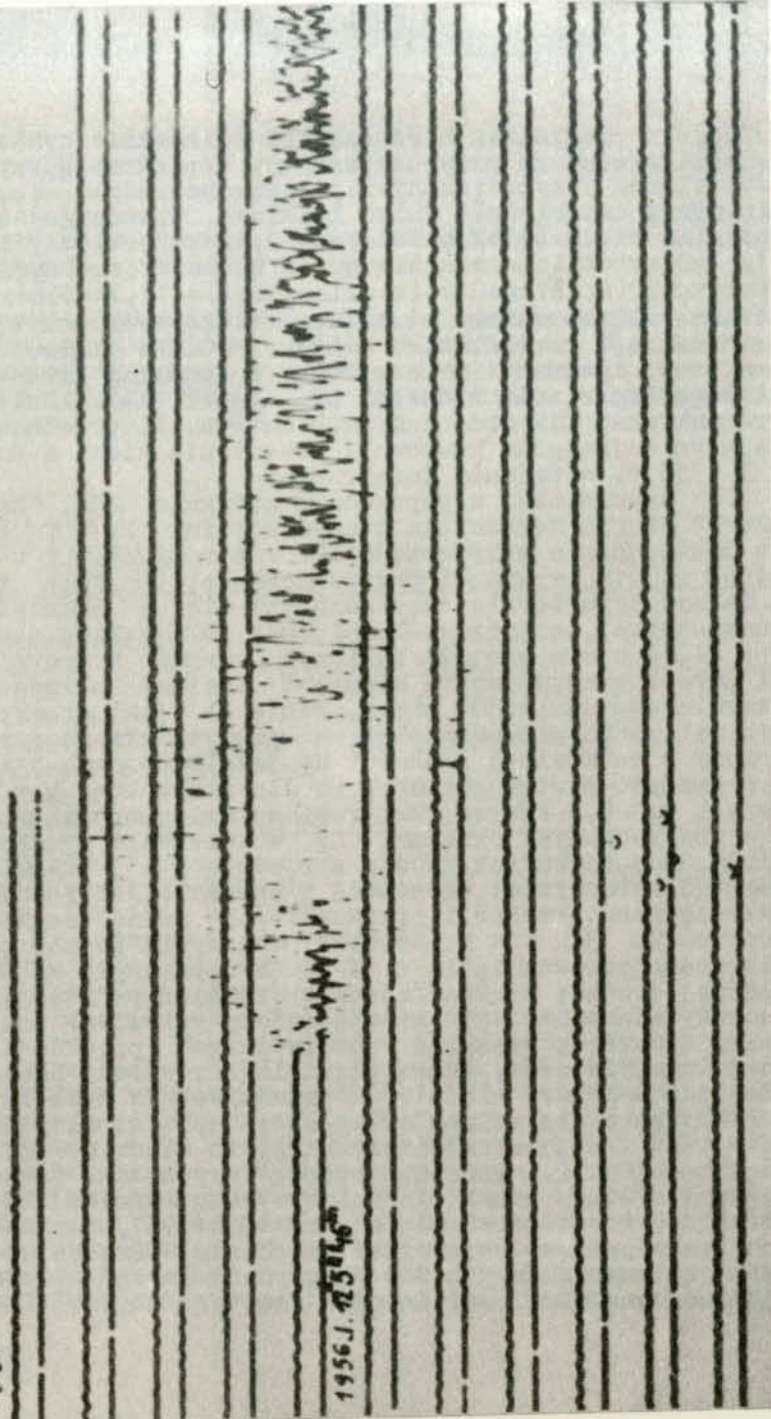
Obszar	Prędkość Lg km/sek	Źródło
Północna Ameryka	$3,51 \pm 0,07$	Press i Ewing [22]
Eurazja	$3,50 \pm 0,06$	Báth 1
Arktyka	$3,48 \pm 0,03$	Oliver et al. [18]
Kalifornia	$3,54 \pm 0,02$	Press [13]
Australia	$3,50 \pm 0,06$	Bolt [6]
Pd-zach. Stany Zjednoczone i Meksyk	$3,47 \pm 0,01$	Herrin i Minton [13]
Zachodnie wybrzeże Meksyku	$3,22 \pm 0,03$	"

B. G u t e n b e r g, który jak pisałem [20] przypuszczał w skorupie istnienie horyzontów wglębnych o lokalnie zmniejszonej prędkości, interpretował Lg odmiennie; za M. B á t h e m [1] wyróżniał on dwie fale tego typu: Lg1 i Lg2, rozchodzące się z prędkościami odpowiednio  $3,58 \pm 0,02$  km/sek i  $3,38 \pm 0,03$  km/sek. Obie te fale wyróżnił także M.A.S e l l e v o l l [25], znajdując dla nich prędkości  $3,55 \pm 0,08$  km/sek i  $3,38 \pm 0,08$  km/sek. M. Báth w szeregu studiów wyznaczył prędkości Lg1 i Lg2 bardzo dokładnie; jest on raczej skłonny przyjmować mechanizm przenoszenia Lg podany przez Gutenberga. I tak, według niego, fale przenoszone w górnym (granitowym) horyzoncie małych prędkości są to fale kanałowe Lg1 o prędkości 3,54 km/sek. Fale przenoszone między stropem piętra górnego, a powierzchnią Conrada - są to fale kanałowe Lg2 o prędkości 3,35 km/sek. Báth stwierdził prócz tego istnienie fal kanałowych L<sub>3,23</sub>

i L<sub>3,15</sub> o prędkościach wskazanych w indeksie symbolu. Analogiczny do przypuszczanego w piętrze górnym jest falowód przypuszczany w piętrze pośrednim (bazaltowym); odpowiednie fale kanałowe oznaczane są przez Li; prędkość tych fal jest 3,82 km/sek. Fazy Li, Lg1, Lg2 wyróżnione zostały przez Bátha w jego opracowaniu węgierskiego trzęsienia ziemi z 12 I 1956 r., m.in. na sejsmogramach stacji polskich: krakowskiej, warszawskiej, raciborskiej i stacji GIG w Dąbrowie Górniczej. Rysunek 1 przedstawia sejsmogram krakowski tego trzęsienia z fazami Li, Lg1 i Lg2. Mniej wyraźna faza Li widoczna, jest na rys. 2, przedstawiającym sejsmogram krakowski trzęsienia ziemi z dn. 22 V 1955 r. w rejonie Innsbrucku.

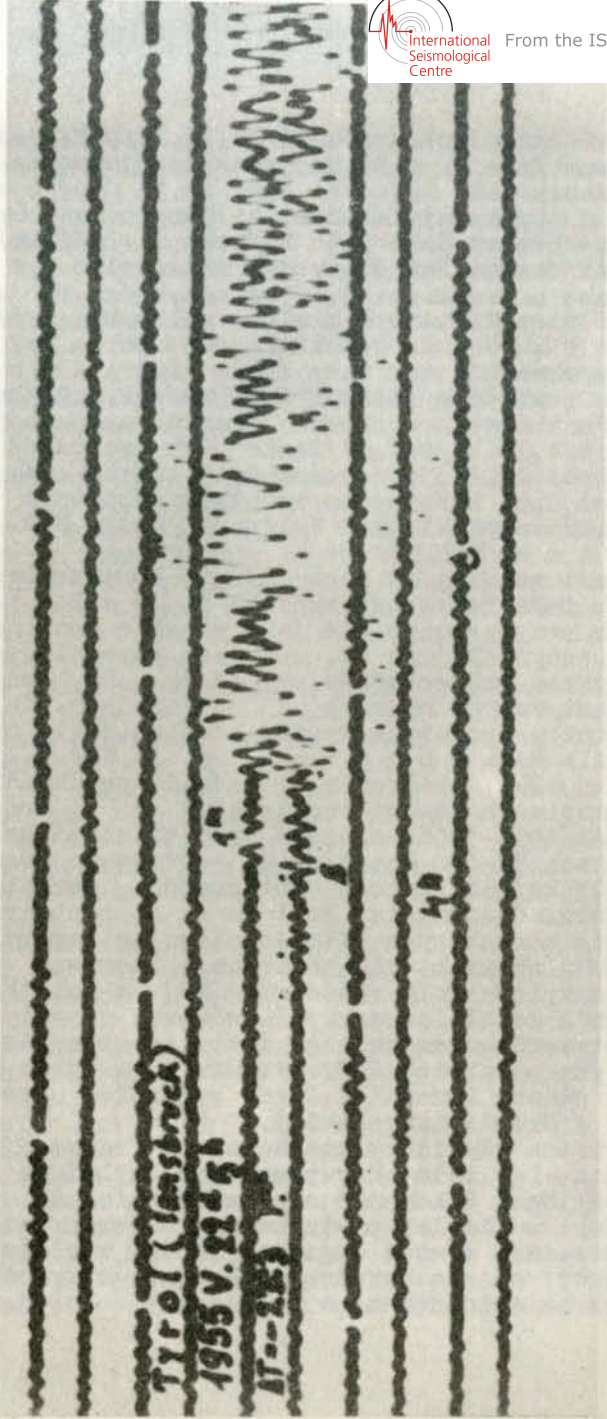
Jak wspominałem w poprzednim artykule [20], "kanałowa" teoria mechanizmu transmisji fal Lg i Li nie jest ogólnie przyjęta. O l i v e r i E w i n g w 1958 r. [19] wysunęli przypuszczenie, iż fale te są falami typu Love'a rozchodzącymi się w skorupie dwuwarstwowej, granitowo-bazaltowej. Dla takiej skorupy J. D o r m a n [7] obliczył krzywe dyspersji fal Love'a przyjmując za argument zamiast okresu T bezwymiarową wielkość  $bT: H$ , gdzie b jest prędkością fal poprzecznych w piętrze górnym (granitowym) skorupy o całkowitej grubości H; jeżeli przez h oznaczać grubość piętra górnego, to dla stosunków  $h: H$  równych 0,3-0,5 krzywe dyspersji wykazują maksima zgodne z obserwowanymi okresami Lg w interwale prędkości 3,35-3,65 km/sek. S a w a r e n s k i j i W a l d n e r [24] rozwinęli tę metodę i pokazali, jak z zaobserwowanych okresów i prędkości Lg można ocenić zarówno H, jak i h. Jeżeliby ten wynik został potwierdzony porównaniami z H i h uzyskanymi na niezależnej drodze, wówczas można by również przyjąć proponowany mechanizm Lg; nieobjaśniony natomiast pozostałyby dyskretny rozkład obserwowanych prędkości. W tej interpretacji, którą dzielają również Sawa-renszjij i Waldner, właściwe, "prawdziwe" Sg i Sb istniałyby tylko dla małych odległości epicentralnych, rzędu  $\Delta = 2-3^{\circ}$ , powyżej których Sg, to właśnie Lg2, zaś Sb - to Li. Podobną opinię wypowiada także K. P e č [21] z praskiego Uniwersytetu Karola; zbadał on 260 trzęsień ziemi z lat 1934-1957, zapisanych przez poziomy sejsmograf Wiecherta w Pradze, wyróżniając szereg nowych faz "kontynentalnych" i odnajdując nowe własności znanych faz tego typu. Dla

Węgry  $\Delta T = +1,5$



Rys. 1. Sejsmogram krakowski węgierskiego trzęsienia ziemi z dn. 12 I 1956 r.  
 $\Delta t = +1,5^s$ . Fazy L1 :  $05^h 47^m 26^s$ ; Lg1 :  $05^h 47^m 34^s$ ; Lg2 :  $05^h 47^m 39^s$

Tyrol (Innsbruck)  
1955 V. 22 25 h  
 $\Delta T = -2,3$



Rys. 2. Sejsmogram krakowski trzęsienia ziemi z dn. 22 V 1955 r. w rej. Innsbrucku.  
 $\Delta t = -2,3^s$ . Faza L1 :  $05^h 00^m 30^s$



fazy Lg Peć znalazł prędkość 3,22 km/sek, jest to więc zapewne faza L<sub>3,23</sub> Båtha, jednakże nietrafne jest jej oznaczenie jako Lg; dla Lg<sub>1</sub> i L<sub>1</sub> Peć znalazł w zgodzie z poprzednimi badaniami innych autorów prędkości równe odpowiednio 3,56 km/sek i 3,78 km/sek; między tymi fazami Peć dostrzegł (ale tylko w 2 azy-mutach) fazę o prędkości 3,64 km/sek, którą utożsamił z odkrytą przez W.M. Archangelską w 1957 r. fazą Lx [28]; jest to jednak raczej chyba Rx<sub>2</sub> tej autorki; wprowadził też fazy (X<sub>1</sub>), (X<sub>2</sub>) i (X<sub>3</sub>) o prędkościach odpowiednio równych 4,05 km/sek, 4,14 km/sek i 4,43 km/sek oraz wyróżnił (bez oznaczenia) fazę o prędkości 4,71 km/sek. W fazie Lg<sub>2</sub> dostrzegł Peć dwie odrębne: Lg<sub>2</sub>' o prędkości 3,43 km/sek oraz Lg<sub>2</sub>" o prędkości 3,35 km/sek; ta ostatnia odpowiada więc Lg<sub>2</sub> Båtha, Sawarenskiego i Waldnera oraz E.A. Koridali [28].

Peć jest zdania, iż jego (X<sub>3</sub>), to Sn trzęsień bliskich, lub fala "astenosferyczna" Sa Caloi. Drugie z tych przypuszczeń nie jest w ogóle możliwe do przyjęcia, gdyż (X<sub>3</sub>) do ok. 20° jest wcześniejsze od Sn = Sd, potem zaś wcześniejsze od Sn = Sr, podczas gdy Sa jest tam co najmniej 20° późniejsze. Ze tak jest istotnie, upewniają wyniki studium, jakie ostatnio ogłosili W.W. Magnickij i W.W. Korszewa [17]; autorowie ci badali prędkości Pa i Sa na zapisach stacji radzieckich z 9 trzęsień ziemi z lat 1954-1956; ogniska tych trzęsień były na głębokościach 50-640 km; dla Sa otrzymano prędkość 4,47 ± 0,03 km/sek i czas intercepcji dwadzieścia kilka sekund. Oczywiście Pa i Sa są do zaobserwowania dopiero w większych odległościach epicentralnych i z ognisk głębszych, niż normalne. Pierwsze przypuszczenie wyłączałoby właściwie (X<sub>3</sub>) z fal "kontynentalnych". Jeżeli je przyjąć, wówczas odczyty (X<sub>3</sub>) byłyby potwierdzeniem znanego faktu, iż czasy Sn = Sd podawane przez tablice Jeffreysa-Bullena są o kilka sekund za późne. Faza (XI) Peća, być może, odpowiada fazie Lx = Rx<sub>1</sub> Archangelskiej.

Odkryta ta również przez Ewinga i Pressa [22], a odpowiadająca Lg fala skorupowa typu Rayleigha otrzymała nazwę Rg. Rozchodzi się ona z mniejszą prędkością; jest najlepiej czytelna na sejsmogramach Z, gdzie przeważają w niej drgania gruntu w płaszczyźnie pionowej; ma ona wyraźną składową horyzontalną w kierunku na epicentrum; w należącym do niej ciągu

drgań amplitudy szybko rosną; one to, lub wolniejsze od nich Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, .. najczęściej tworzą fazę M roczników sejsmologicznych w bliskich trzęsieniach. W ciągu Rg Sawarenskiej i Waldner wyróżniają jeszcze przed maksimum nową fazę Rx, bezpośrednio po nadejściu Rg; charakteryzuje ją nagły skok amplitudy, połączony czasem ze zmniejszeniem okresu; to ważne spostrzeżenie również oczekuje sprawdzenia na obitym materiale. K. Peć [21] uzyskał dla Rg prędkość 3,02 km/sek w zgodzie z innymi autorami; faza Rg<sub>1</sub> Peća, dla której znalazł on prędkość 2,86 km/sek - to prawdopodobnie Rx Sawarenskiego i Waldnera; ponadto Peć wyróżnił Rg<sub>2</sub> o prędkości 2,77 km/sek, Rg<sub>3</sub> o prędkości 2,65 km/sek, Rg<sub>4</sub> o prędkości 2,49 km/sek, Rg<sub>6</sub> o prędkości 2,03 km/sek oraz nieoznaczone żadnym symbolem fazy o prędkościach 2,13, 1,89 i 1,73 km/sek.

Innej nomenklatury używa W.M. Archangelska ja (27). Fazę, którą dawniej oznaczała przez Lx, oznacza ta autorka obecnie przez Rx<sub>1</sub>; prędkość tej fali jest ok. 4,0 km/sek; jest ona według Archangelskiej pierwszym obertonem fali Rayleigha, przez innych autorów oznaczanym także symbolem M<sub>2</sub>; jak pisaliśmy, faza Rx<sub>1</sub> odpowiada fazie (XI) Peća. Z badań wymienionej autorki wynika dalej, iż trajektoria cząstki gruntu przy przejściu Rx<sub>1</sub> jest typową dla zwykłych fal Rayleigha elipsą opisywaną ruchem wstecznym; elipsa odpowiadająca powolniejszej fali Rx<sub>2</sub> (3,67 km/sek) jest opisywana ruchem prostym. Dalsze, jeszcze powolniejsze fale powierzchniowe typu Rayleigha oznacza Archangelskaja przez Rx<sub>3</sub> (3,57 km/sek), Rx<sub>4</sub> (3,41 km/sek) i Rx<sub>5</sub> (3,29 km/sek). Co do Rx<sub>2</sub> wypowiada Archangelskaja opinię, iż może to być kanałowy typ fali Rayleigha, związany z dolnym (bazaltowym) piętrzem skorupy, podobnie jak fala L<sub>1</sub>. Trudniejsze jest zbadanie natury Rx<sub>3</sub>, Rx<sub>4</sub>, Rx<sub>5</sub>; prędkość pierwszej z nich jest zgodna z prędkością Lg<sub>1</sub> - każdą z tych fal badać można tylko, gdy w zapisie brak drugiej, inaczej obraz zapisu jest trudny do analizy: podobnie Rx<sub>4</sub> i Rx<sub>5</sub> nakładają się na Lg<sub>2</sub>' i Lg.

Wszystkie fale Rx wykazują dyspersją normalną i porównanie zaobserwowanej dyspersji z obliczoną teoretycznie pozwala ocenić grubość skorupy. Archangelskaja uważa w wyniku licznych studiów [26-29], iż szczególnie Rx<sub>1</sub> nadaje się do tego celu; zauważa także, iż duże amplitudy tej fali wydają się być związane z dobrze rozwiniętym i grubym piętrzem bazaltowym.

Poszczególne typy fal Lg i Rg występują na sejsmogramach z różnymi częstotliwościami. E.A. Koridalina [30] także zwraca uwagę na ten fakt. Piszono: "przypadki, w których Li, Lg1, Lg2 i Rg wyraźnie dostatecznie jasno występują na jednym zapisie, są rzadkie. Najbardziej trwałymi okazują się Lg2, Lg1, a następnie Rg. Fale Li ukazują się znacznie rzadziej". Dla Li, Lg1, Lg2 i Rg znalazł on odpowiednio prędkości 3,80 ± 0,09 km/sek, 3,54 ± 0,06 km/sek, 3,34 ± 0,04 km/sek i 3,09 ± 0,08 km/sek.

O typowych okresach ważniejszych fal skorupowych poucza następujące zestawienie Koridalina:

T a b l i c a II

Δ km	Okres sek			
	Li	Lg1	Lg2	Rg
1000		1-2	2-3	
1000-2000	4-5	2-3	3-4	5-6
2000-4000	4-6	2-4	4-5	7-10
4000-6000	5-7	3-5	4-5	11-13
6000		7-9	8-11	13-15

Poniżej podajemy zestawienie omawianych w niniejszym artykule fal opierając się na wynikach otrzymanych przez Bãtha, Archangelską, Sawarenskiego i Waldnera, Koridalina oraz Peãa.

Wyróżnienie tak znacznej ilości fal "kontynentalnych" stanowi niewątpliwym sukces badań sejsmologicznych w ostatnich latach. Otworzył on możliwości odczytywania zapisów w tych ich częściach, które dotąd uchylały się od interpretacji; otworzył na tej drodze perspektywę zdobywania dalszych wiadomości o wewnętrznej strukturze kontynentów. Na obecnym etapie badania omawianych fal, przede wszystkim potrzebny jest obfity materiał obserwacyjny: dla sumiennie odczytywających sejsmogramy jest to pole do spostrzeżeń bardzo aktualnych.

Ponieważ w proponowanej przez poszczególnych autorów nomenklaturze dla nowoodkrywanych fal już obecnie wystąpiły pewne wieloznaczności i niejasności, w kolumnie pierwszej zestawienia na tablicy III na-

T a b l i c a III

Fala	Prędkość km/sek					
	B.	A.	S&W.	K.	P.	Średnia
X2 = LQ	-	-	-	-	4,14	4,14
Rx1=M2 (= XI)	-	3,99	-	-	4,05	4,02
Li	3,81	-	3,74	3,80	3,78	3,77
Rx2	-	3,67	-	-	3,64	3,65
Rx3	-	3,57	-	-	-	3,57
Lg1	3,54	-	3,55	3,54	3,56	3,55
Lg2	-	-	-	-	3,43	3,43
Rx4	-	3,41	-	-	-	3,41
Lg2 (= Lg2'')	3,36	-	3,29	3,34	3,35	3,34
Rx5	-	3,29	-	-	-	3,29
L <sub>3,23</sub>	3,23	-	-	-	3,22	3,22
L <sub>3,15</sub>	3,15	-	-	-	-	3,15
Rg	3,03	-	3,01	3,09	3,02	3,04
Rg1 = Rx	-	-	2,90	-	2,86	2,88
Rg2	-	-	-	-	2,77	2,77
Rg3	-	-	-	-	2,65	2,65
Rg4	-	-	-	-	2,39	2,39
Rg6	-	-	-	-	2,03	2,03

Objaśnienia: B. - M. Bãth; A. - W.M. Archangelskaja; S&W. - E.F. Sawarenskij, N.G. Waldner; K. - E.A. Koridalin; P. - K. Peã.

zwy równoważne połączone zostały znakiem równości; ponadto nazwy nowe, które nie wydają się konieczne, ujęte zostały w nawiasy. Średnie w ostatniej kolumnie mają tylko orientacyjne znaczenie, gdyż wiadomo, że prędkości omawianych fal wykazują regionalne zmiany.

## LITERATURA

- [1] Bãth M., *The elastic waves Lg and Rg along Euroasiatic paths*, Ark. Geofys., v. 2(4), 295-342, 1954.
- [2] Bãth M., *Some consequence of the existence of low velocity layers*, Ann. Geofis., v. 9, 411, 1956.

- [3] B å t h M., *A continental channel wave guided by the intermediate layer in the crust*, Geof. pura e appl., v. 38, 19, 1957.
- [4] B å t h M., *Channel waves*, J. Geophys. Res., v. 63, 583-587, 1958.
- [5] B å t h M., *Seismic channel waves, new observations and discussions*, Gerl. Beitr. z. Geophys., v. 68, 360-376, 1959.
- [6] B o l t B.A., *Velocity of seismic waves Lg and Rg across Australia*, Nature, v. 180, 495, 1957.
- [7] D o r m a n J., *Numerical solution for Love wave dispersion on a half space with double surface layer*, Geophysics, v. 24, 12, 1959.
- [8] E w i n g M., P r e s s F., *Surface waves and guided waves*, Handb. d. Physik, v. 47, Geophysik I, pp. 119-139, 1956.
- [9] E w i n g M., P r e s s F., *Structure of the earth's crust*, Handb. d. Physik, v. 47, Geophysik I, 246-257, 1956.
- [10] E w i n g M., J a r d e t z k y W.S., P r e s s F., *Elastic waves in layered media*, McGraw Hill, New York, 1957.
- [11] G u t e n b e r g B., *Low-velocity lithosphere channel*, Bull. Geol. Soc. Am., v. 66, 1203, 1955.
- [12] G u t e n b e r g B., *Channel waves in the Earth's crust*, Geophysics, v. 20, 283, 1955.
- [13] H e r r i n E., M i n t o n P.D., *The velocity of Lg in the Southwestern United States and Mexico*, Bull. Seism. Soc. Am., v. 50, 35-44, 1960.
- [14] H e r r i n E., R i c h m o n d J., *On the propagation of the Lg phase*, Bull. Seism. Soc. Am., v. 50, 197-210, 1960.
- [15] L e h m a n n I., *On short - period surface wave Lg and crustal structure*, Bull. inf. UGGI, 2, 248, 1953.
- [16] L e h m a n n I., *On Lg as read in North American records*, Ann. Geofis., v. 10, 1, 1957.
- [17] M a g n i t s k y V., A., K h o r s h e v a V.V., *The waveguide in the mantle of the earth and its probable nature*, Ann. Geofis., v. 14, 87-94, 1961.
- [18] O l i v e r J.E., E w i n g M., P r e s s F., *Crustal structures of the Arctic regions from Lg phase*, Geol. Soc. Am., v. 66, 1063-1074, 1955.
- [19] O l i v e r J., E w i n g M., *Normal modes of continental surface waves*, Bull. Seism. Soc. Am., v. 48, 33, 1958.
- [20] O l c z a k T., *Skorupa ziemska w swietle badan sejsmologii*, Biul. Stacji Sejsmol. w Krakowie, 1, 1964.
- [21] P e č K., *Continental waves in Central Europe*, Geofys. Sbornik No 152, 123-192.
- [22] P r e s s F., E w i n g M., *Two slow waves across North America*, Bull. Seism. Soc. Am., v. 43, 219-228, 1952.
- [23] P r e s s F., *Velocity of Lg waves in California*, Trans. Am. Geophys. Union, v. 37, 615-618, 1956.
- [24] S a v a r e n s k y B.Th., V a l d n e r N.G., *Observations of Lg and Rg waves and remarks about the nature of Lg*, Ann. Geofis., v. 14, 95-102, 1961.
- [25] S e l l e v o l l M.A., *Earthquakes in the Norwegian Channel on the 7th and the 10th of July 1954*, Univ. Bergen Arbok, nat.-vet. rekke no 2, 1-28, 1957.
- [26] А р х а н г е л ь с к а я В.М., *Об использовании волны нового типа в определении азимута эпицентра близкого землетрясения*, Изв. АН Туркм. ССР, № 5, 1954.
- [27] А р х а н г е л ь с к а я В.М., *Определение направления на эпицентр землетрясения по записям поверхностных волн при удаленных землетрясениях*, Тр. Геофиз. Ин-та АН СССР, № 30 (157), Москва 1955.
- [28] А р х а н г е л ь с к а я В.М., *Использование записей поверхностных волн при интерпретации сейсмограмм*, Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР, № 6, 81-88, Москва 1957.
- [29] А р х а н г е л ь с к а я В.М., *Исследование короткопериодных сейсмических волн Релея*, Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 8, 1097-1113, Москва 1961.
- [30] К о р и д а л и н Е.А., *Некоторые характеристики волн типа Lg и Rg и региональные особенности их распространения*, Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 8, 1114-1121, 1961.
- [31] С а в а р е н с к и й Е.Ф., В а л ь д н е р Н. Г., *Волны Lg и Rg от землетрясений черноморско бассейна и некоторые соображения об их природе*, Сб. "Сейсмические исследования в период МГТ", № 4, Москва 1960.

Janusz Pagaczewski  
 Zakład Geofizyki PAN

O WSTRZĄSIE, KTÓRY SPOWODOWAŁ SZKODY W WIELICZCE  
 W 1591 ROKU

Kierownictwo ARCHIWUM M. KRAKOWA I WOJEWÓDZTWA KRAKOWSKIEGO zwróciło moją uwagę na interesujący zapis w *Rel. Castr. Crac.* 18, pp. 423-429, noszący tytuł: *Actum in Castro Cracoviensi, feria quinta post dominicam Invocavit proxima (19 II) Anno Domini 1592. Protestatio ex parte Morstin bachmagistri Wieliciensis*. Podaję poniżej polskie tłumaczenie tego łacińskiego dokumentu: "Stanąwszy oblicznie przed urzędem i księgami grodzkimi krakowskimi urodzony Jan Morstin bachmistrz wielicki, który acz przedtym dosyć często nie tylko ukazywał niebezpieczeństwa gór solnych wielickich urzędom do tego należącym, do metryki takowe ruiny starając się aby wpisowane były i do grodu wiedzione, ale i przed komisarzami Jego Królewskiej Mości z wielką pilnością opowiadał i sam o tychże Jego Królewskiej Mości sprawę dawał; jednakże przestrzegając urzędu swego, nie chcąc w niczym zostać winien tak skarbowi Jego Królewskiej Mości i Rzeczypospolitej jako też ku szkodzie ludziom nad tymi komorami mieszkającym, widząc iż za tym wstrząśnieniem, który się za zawaliskiem pokazanym roku przeszłego w kwietniu stało, wiele się w komorach solnych powariowało i powątlilo, których budowanie iż czasu długiego odwołczone było, a w tym prędkości i pilności wielkiej potrzebuje i zabieżenia, aby - czego Boże uchowaj - jakiego zawaliska nic nie było przyczytano jego niedbalstwu, komory te niżej pomienione jest oświadczył opatrzny Janem Muchą z Witkowic i szlachetnymi Piotrem Krajowskim i Marcinem Lipczycim".

W dalszym ciągu następuje szczegółowy wykaz poszczególnych komór, w których zdarzyły się przy wstrzą-

sie różne wypadki, jak zarysowania ścian, zapadnięcie się słupów itp., niektórym groziło nawet zawalenie, te wymagały podparcia albo nawet całkowitego założenia kłetem. Rozmiar szkód, które wystąpiły szeroko w całej kopalni, wydaje się wskazywać, iż wstrząs nie był lokalnego pochodzenia.

Być może, iż chodzi tu o efekty dużego trzęsienia ziemi z dn. 4 V 1591 r. z epicentrum na obszarze Moraw, wymienianego przez autorów niektórych katalogów sejsmologicznych. Podane w cytowanym akcie określenie "w kwietniu", wobec zmiany kalendarza może nie być pomyłką. Na to trzęsienie ziemi pierwszy, jak się zdaje, zwrócił uwagę H.L. Jeittelers [1], który wiadomość o nim zaczerpnął z publikacji Chr. Elverta, *Versuch einer Geschichte Brünn's*, Brünn 1828; do publikacji tej nie mogłem dotrzeć. Jeittelers pisze z powołaniem się na Elverta o silnym trzęsieniu ziemi w Brnie; wiadomość tę za nim powtarza W. Lascka [3]. Ani F. Sturm [7] w swoim przeglądzie śląskich trzęsień ziemi, ani A. Reithly [5] w swoim obszernym i wyczerpującym katalogu węgierskich trzęsień ziemi - nie wymieniają tego trzęsienia. A. Seiberger [6] powołując się na katalog Laski, lokalizuje epicentrum trzęsienia w Jasioniku; V. Kárník i in. [2] opierając się na informacjach Elverta, Laski, a także M. Remesa [4], nazywają trzęsienie silnym i podają, iż odczute ono było w miejscowościach Jihlava, ok. 80 km na W od Brna, a także w Fulnek, ok. 40 km na SW od Ostrawy.

Wypada również wziąć pod uwagę możliwość, iż przytoczona relacja z Wieliczki dotyczy efektów jakiegos ogniska bliższego niż morawskie, a dotąd nieznanego; dziesięciolecie 1581-1591 było wyjątkowo obfite w silne trzęsienia ziemi na obszarach przyległych od południa do granic naszego kraju.

Jest również możliwe, że wstrząs ten miał charakter czysto miejscowy, górniczy.

LITERATURA

- [1] Jeittelers H.L., *Versuch einer Geschichte der Erdbeben in den Karpathen- und Sudeten-Ländern bis zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts*, Ztsch. d.d.geol.Ges., v. 12, 287-34-, 1860.

- [2] K á r n i k V., M i c h a l E., M o l n á r A.,  
*Erdbebenkatalog der Tschechoslovakei*, Geof. Sbor-  
nik, Praha 1957.
- [3] L a s k a W., *Die Erdbeben Polens*, Mitt.d.Erdbe-  
ben-Comm, d.k.Akad.d.Wiss.,N.F., No 8,Wien 1902.
- [4] R e m e š M., *Zemětřesení na Moravě pozorovaná*,  
Věst.klubu přírodověd. v Prostějově za r. 1902,  
Jg. 5, Prostějov.
- [5] R é t h l y A., *A Kárpátmedencék földrengései*,  
Budapest 1952.
- [6] S i e b e r g A., *Beiträge zum Erdbebenkatalog*  
*Deutschlands*, Jena 1940.
- [7] S t u r m F., *Historische Beben in Schlesien*,  
*Schles. Zeitung*, v. 10. Jan. 1901; *Erdbebenwar-*  
*te*, v. 1, No 9-10, 117-118, Laibach 1902.

SPIS TREŚCI

Tadeusz O l c z a k, <i>Przedmowa</i> . . . . .	3
Janusz P a g a c z e w s k i, <i>Stacja Sejsmolo-</i> <i>giczna PAN w Krakowie (The Seismological Sta-</i> <i>tion of the Polish Academy of Sciences in</i> <i>Cracow)</i> . . . . .	5
<i>Observacje Stacji Sejsmologicznej PAN w Krakowie</i> <i>w 1955 i 1956 r. (Observations séismiques de</i> <i>la Stations Séismologique Cracovie en 1955</i> <i>et 1956)</i> . . . . .	27
Tadeusz O l c z a k, <i>Skorupa ziemska w świetle</i> <i>badź sejsmologii</i> . . . . .	67
Tadeusz O l c z a k, <i>O falach Li, Lg, Rg i in.</i> <i>w kontynentalnej skorupie ziemskiej</i> . . . . .	86
Janusz P a g a c z e w s k i, <i>O wstrząsie, który</i> <i>spowodował szkody w Wieliczce w 1591 r.</i> . . . .	98