

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria B
PRZYRODA NIEOŻYWIONA



ROK III

ZESZYT 4 (12)

WARSZAWA 1957

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW
Im. KOPERNIKA

K O S M O S

Seria B: PRZYRODA NIEOŻYWIONA



ROK III

WARSZAWA 1957

ZESZYT 4 (12)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

Redaktor Naczelny
LEOPOLD INFELD

Zastępca Red. Naczelnego
KAZIMIERZ MAŚLANKIEWICZ

Członek Komitetu Redakcyjnego
JÓZEF HURWIC

Sekretarz Redakcji
ROMAN ŻELAZNY

Adres Redakcji: Warszawa, ul. Hoża 69

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
Warszawa 1, Miodowa 10

Nakład 991 + 99	Oddano do składania 17.VIII.57
Ark. wyd. 5,25. Ark. druk. 4,25	Podpisano do druku 12.XI.57
Papier ilustracyjny kl. F 70 × 100	Druk ukończ. w listopadzie 1957 r.
Zam. 537	Cena zł 15,— B-35

WARSZAWSKA Drukarnia Naukowa, W-WA, Sniadeckich 8

Leon Rosenfeld

KOMPLEMENTARNOŚĆ¹

Christian Morgenstern w poemacie Palmström tak opisuje filozoficzną reakcję swego bohatera na wypadek uliczny, którego padł ofiarą:

Eingehüllt in feuchte Tücher,
prüft er die Gesetzesbücher
und ist alsobald in klaren:
Wagen durften dort nicht fahren!

Und er kommt zu dem Ergebnis:
Nur ein Traum war das Erlebnis.
Weil, so schliesst er messerscharf,
nicht sein kann, was nicht sein darf².

To, co wydawało się na początku stulecia jedynie iskrą fantazji, stało się w połowie tego wieku ponurą rzeczywistością: argument Palmströma wtargnął nawet w dziedzinę fizyki, twierdząc racjonalnego myślenia. Stojąc w obliczu oczywistego załamania się deterministycznej przyczynowości w procesach atomowych, nasi Palmströmowie sądzili, że musi to być niemożliwe, gdyż nic takiego nie mogli znaleźć w *Anty-Dühringu*. W ten sposób powstała paradoksalna sytuacja: teoria fizyczna, mocno ugruntowana od pokolenia, została nagle zakwestionowana, bez najmniejszych podstaw eksperymentalnych do takiej rewizji. Teoria kwantów — powiedziano nam — jest może i dobrą teorią dla powierzchniowego opisu doświadczenia, ale jej „filozofia” zawarta w pojęciu komplementarności jest niedopuszczalna, a więc błędna. Przyjrzyjmy się temu.

Komplementarność jest to nowy rodzaj związku logicznego pomiędzy pojęciami fizycznymi, który wypadło nam wprowadzić w celu racjonalnego (tzn. bez popadania w trywialne sprzeczności) formułowania i praw zjawisk atomowych. Oznacza to, że związki przyczynowe między tymi zjawiskami nie muszą już być zdeterminowane, jak w fizyce klasycznej, lecz mogą mieć charakter bardziej ogólny, statystyczny. Ludziom, którzy przypisują absolutną stosowalność deterministycznej formie przyczynowości, statystyka wydaje się niekompletnym sposobem

¹ Wykład wygłoszony przez prof. dra Leona Rosenfelda, profesora Uniwersytetu w Manchester, Anglia, podczas jego ostatniej wizyty w Polsce, w kwietniu, br.

² Zanurzony w mokre chusty sprawdza on prawnicze księgi i wnet pojmuje jasno: wozy nie powinny przecież jechać! Dochodzi więc do przekonania: jeno snem było zdarzenie. Bowiem tak wnioskuje bystro, nie może się stać, co stać się nie powinno.

opisu, który musi być oparty o pewne deterministyczne podłoże. W ten sposób, przez postulowanie konieczności takiego podłoża w przypadku zjawisk atomowych, sami stwarzają oni sobie problem odnalezienia go — nie zdając sobie widocznie sprawy ze zwodniczego charakteru takiego rozumowania.

Tradycyjne pojęcie determinizmu nie jest tak proste, jak się wydaje. Jego idea polega na tym, że jeśli zna się wszystkie *stosowne* okoliczności w pewnej chwili, to jesteśmy w stanie przewidzieć w sposób jednoznaczny, co się następnie zdarzy. Ograniczenie narzucone przez słowo „stosowne“ ma oczywiście zasadnicze znaczenie dla uniknięcia tautologii. Sama jednak konieczność wyboru z nieskończonego bogactwa zdarzeń tylko ograniczonej liczby danych, na których opierają się wnioski dotyczące przyszłości (lub przeszłości) uwydatnia bardzo abstrakcyjny charakter deterministycznej przyczynowości. Jest szczególnie znamienne, że wyciągnięcie takich wniosków jest w ogóle możliwe, że można utworzyć równania różniczkowe zawierające niewiele zmiennych i pozwalające trafnie określać przyszłe lub przeszłe stany opisywalne poprzez te zmienne. Jest to jednak sytuacja rzeczywista, „prawo natury“ i jako takie bierze udział w ograniczeniach w sposób nieunikniony wpływających na wszystkie pojęcia i sądy, przy pomocy których próbujemy wyrazić w sposób skończony rzucające się w oczy cechy nieskończonej rzeczywistości. Obszar słuszności determinizmu, jako formy przyczynowości, charakterystycznej dla praw materii zagęszczonej — zarówno dla praw ruchu ciał materialnych, jak promieniowania elektromagnetycznego i grawitacji — jest bez wątpienia tak ogromny, iż było zupełnie naturalne uważać ten typ przyczynowości za uniwersalny tak długo, dopóki doświadczenie nie wskazywało na istnienie sytuacji, do których by się on nie stosował. Niedobrze jest jednak, gdy się traci z oczu prowizoryczny charakter takich pojęciowych ekstrapolacji i proklamuje się je jako „konieczne“ cechy rzeczywistości.

W praktyce, sytuacje, w których stykamy się z przepowiedniami przyczynowymi, są zazwyczaj przybliżeniami idealnego przypadku determinizmu. Ściśle mówiąc, nasze przepowiednie ograniczone przez niekompletną znajomość warunków początkowych są zawsze typu statystycznego. Oczywiście w wielu przypadkach element statystyczny jest cechą drugorzędną, którą można by usunąć lub przynajmniej zredukować przez powiększenie dokładności w określeniu danych początkowych. Jest to słuszne nawet dla procesów typowo statystycznych, jak rzut kostką do gry, jeśli tylko warunki początkowe są efektywnie lub myślowo pod naszą kontrolą. Rozważanie takich właśnie przypadków doprowadziło do utożsamienia przyczynowości statystycznej z niekompletną znajomością zasadniczo deterministycznego podłoża.

Jeśli jednak przejdziemy do mniej trywialnych problemów, to natrafimy na całkowicie odmienny aspekt przyczynowości statystycznej. Rozważmy sposób, w jaki wywodzi się na przykład makroskopowe, bezpośrednio obserwowalne własności gazu z obrazu tego gazu jako układu atomów. Zaniedbajmy na chwilę własności kwantowe i przyjmijmy, że atomy podlegają prawom mechaniki klasycznej. Jest to bądź co bądź dobre przybliżenie dla szerokiego przedziału ciśnienia i temperatury gazu. Parametry makroskopowe gazu, takie jak temperatura i entropia, wystę-

pują jako średnie statystyczne względem zmiennych opisujących stany indywidualnych atomów. Byłoby jednak nonsensem twierdzić, że makroskopowe własności gazu są w tym przypadku zredukowane do własności układu mechanicznego. Nie dość, że określenie warunków początkowych układu atomowego jest praktycznie niemożliwe, lecz nawet jeśli je znamy, to wyliczenie stanu ustalonego gazu i jego temperatury zajęłoby maszynie elektronowej dziesiątki lat. Mógłby ktoś powiedzieć, iż taka operacja jest jednak w „zasadzie” możliwa, że może ona być pomyślana bez popadnięcia w sprzeczność z podstawowymi założeniami teorii. Taki nierealistyczny pogląd oznaczałby jednak niezrozumienie znaczenia teorii naukowych: nie brałby on w tym szczególnym przypadku pod uwagę zasadniczej funkcji elementu statystycznego w atomistycznym opisie gazu, polegającej na umożliwieniu nam efektywnego przewyciężenia trudności, których nie mogło pokonać proste zastosowanie metod mechaniki.

Należy tu podkreślić, że wprowadzenie przyczynowości statystycznej jest środkiem szczególnie dobrze dostosowanym do warunków, w których rzeczywiście obserwujemy zachowanie się układów atomowych. Pojęcia makroskopowe zostały zdefiniowane w ścisłym związku z tymi warunkami obserwacji i przy ich pomocy możemy w sposób konsekwentny zdać sprawę z własności gazu w skali bezpośrednich obserwacji. Chcemy teraz porównać ten makroskopowy obraz z całkowicie odmiennym obrazem, na poziomie atomowym. Znajdujemy, że związek pomiędzy parametrami makroskopowymi i atomowymi jest istotnie statystyczny. Dodawanie, że ten statystyczny punkt widzenia jest „jedynie” praktyczny, jest bezprzedmiotowe, gdyż jaki byłby pożytek z teorii atomowej, gdyby nie dawała ona praktycznych rezultatów. Naturalnie pamiętamy tu o niemożliwości rozdzielenia teorii od praktyki bez popadnięcia w jawne, idealistyczne spekulacje.

Można jednak pójść znacznie dalej. Nie jest prawdą, że dwa rodzaje opisu, makroskopowy i atomowy, są całkowicie sobie równoważne. W rzeczywistości są one przeciwstawne sobie pod jednym ważnym względem: układ mechaniczny atomów nie wykazuje nieodwracalności w czasie, charakterystycznej dla zachowania się makroskopowego. Jest to sprzeczność dialektyczna, której rozwiązanie, dane przez twierdzenia ergodyczne termodynamiki statystycznej, doprowadziło do rzeczywistej syntezy atomowego i makroskopowego punktu widzenia — syntezy o podstawowym znaczeniu dla całej naszej koncepcji świata fizycznego. Krokiem, który w sposób decydujący przyczynił się do tej syntezy, było właśnie wprowadzenie przyczynowości statystycznej przy przejściu od opisu atomowego do opisu makroskopowego. Ponadto, twierdzenia ergodyczne, które tworzą ramy teorii statystycznej, są tak ogólne, że pozostają słuszne i wtedy, gdy odrzucamy deterministyczne prawa mechaniki klasycznej i zastępujemy je przez statystyczne prawa mechaniki kwantowej. Innymi słowy, przyczynowość statystyczna w swym zasadniczym zastosowaniu do atomistycznej interpretacji termodynamiki nie wymaga żadnego deterministycznego podłoża.

Z atomistycznego zatem punktu widzenia pierwotnym typem przyczynowości jest przyczynowość statystyczna, obserwowany determinizm wynika ze szczególnego rozkładu statystycznego o bardzo ostrych i wą-

skich ostrzach. Ta sama okoliczność, która czyni przyczynowość statystyczną niezbędną w atomistycznym traktowaniu zagęszczonej materii — ogromna ilość atomów w każdym cieple makroskopowym — jest zarazem okolicznością, która umożliwia występowanie takich prawie deterministycznych rozkładów. Warto zauważyć, że gdy mamy do czynienia z układami wystarczająco małymi, by ujawniły się uchwytnie efekty oddziaływań atomowych — takie jak ruchy Browna — możemy stosować z pewną swobodą oba rodzaje opisu: makroskopowy, deterministyczny lub atomowy, statystyczny. Wchodzące w grę przybliżenia zależą od pierwiastka kwadratowego z liczby atomów w układzie i to w dwojaki sposób: względne fluktuacje dokoła zachowania makroskopowego są do tego pierwiastka odwrotnie proporcjonalne, podczas gdy średnie odchylenia od równowagi statystycznej wzrastają w tej samej proporcji. Iloczyn fluktuacji dwóch jakichkolwiek bezpośrednio mierzalnych wielkości, charakterystycznych odpowiednio dla aspektu makroskopowego i atomistycznego, takich jak położenie i entropia, jest zatem niezależny od wielkości układu; rząd wielkości tego iloczynu określony jest przez czynnik uniwersalny, charakterystyczny dla wielkości atomowych, za który można wziąć na przykład stałą Boltzmanna lub odwrotność liczby Avogadro.

Powiedzieliśmy już dosyć, aby zwrócić uwagę na uderzające podobieństwo tej sytuacji logicznej z sytuacją, którą spotykamy w mechanice kwantowej pod nazwą komplementarności. Mamy tu do czynienia z aspektem atomizmu, który nie ma nic wspólnego z kwantem działania, lecz zasadniczo tylko z wielką liczbą elementów atomowych, tworzących jednostkę opisu atomowego; widzimy jak dialektyka tego problemu znajduje swój naturalny wyraz w typowej relacji komplementarności. Nie powinno nas dziwić, że teoriopoznawcze wnioski z wielkiej pracy Boltzmanna nie zdobyły sobie pełnego uznania w czasach, gdy nawet ci nieliczni uczeni, którzy — jak sam Boltzmann — przeciwstawili się idealistycznemu obskurantyzmowi oficjalnej filozofii, nie zdawali sobie sprawy z dialektycznego charakteru naukowego myślenia. Potrzeba było bardziej ostrego kryzysu, aby otrząsnąć fizyków z ich filozoficznego odrętwienia.

W przypadku procesów kwantowych dylemat, wobec którego stajemy, staje się tak wyraźny, że doprawdy nie podobna się z niego wykręcić. Sama definicja kwantu działania ma wybitnie paradoksalny charakter, gdyż dwie wielkości — energia-pęd i okres-długość fali — których iloczyn równy jest stałej Plancka, odnoszą się do dwóch, wzajemnie się wykluczających aspektów obiektu atomowego, wyidealizowanego odpowiednio jako cząstka punktowa albo jako nieskończenie rozciągnięta fala płaska. Jasne jest zatem, że istnienie kwantu działania nakłada ograniczenia na każdą analizę procesu atomowego przeprowadzoną przy pomocy takich klasycznych idealizacji, a tym samym wprowadza do opisu element statystyczny. Nie można na przykład przypisywać elektronowi w stanie stacjonarnym atomu wodoru ciągłego ruchu po torze w sensie klasycznym, gdyż taki ruch powodowałby ciągłą zmienność działania, co sprzeczne jest z prawem kwantowym. Przejęcia kwantowe okazują się więc zjawiskami, które można definiować jedynie jako całość, przy pomocy stanu początkowego i końcowego; ze względu zaś na mnogość możliwych stanów końcowych występowanie tych przejść może być scharakteryzowane je-

dynie przez prawdopodobieństwa względne. Jasne jest również, że żadne wprowadzanie „nowych pojęć” nie może mieć wpływu na tę sytuację, gdyż takie pojęcia (jeśli mają być zrozumiałe) muszą być w pewien sposób związane z pojęciami klasycznymi, dostosowanymi do naszych bezpośrednich doświadczeń, przy czym relacja ta musi być zgodna z prawem kwantu działania. W ten sposób wszystkie typowo kwantowe pojęcia, takie jak spin i parzystość, są określone przy pomocy pojęć klasycznych, lecz ich definicje zawierają z konieczności element statystyczny.

Decydujące znaczenie dla konsekwentnego sformułowania teorii kwantów ma fakt, że ograniczenia nałożone przez istnienie kwantu na stosowanie idei nie powinny być absolutne, lecz tylko względne a także obustronne. Każdemu pojęciu klasycznemu odpowiada sytuacja, którą można w zasadzie odtwarzać z dowolną dokładnością przy pomocy odpowiedniego urządzenia eksperymentalnego; każde takie urządzenie wyklucza jednak (z dokładnością do obustronnej dowolności) możliwość zdefiniowania pojęcia, które charakteryzuje sytuację komplementarną. Widać stąd, że przyczynowość statystyczna, która jest nieodłączna w opisie procesów kwantowych, nie wywołuje żadnych niekompletności opisu. Komplementarność dostarcza ram logicznych wystarczająco szerokich, by objąć w sposób racjonalny te aspekty procesów atomowych, które mimo że się wzajemnie wykluczają, stanowią równie konieczne części wyczerpującego opisu.

Rozszerzenie naszych pojęć o przyczynowości zawarte w komplementarności nie pozostaje w najmniejszej sprzeczności z równie zasadniczym żądaniem obiektywności, które musi spełniać każda metoda naukowa. Istotnie, argument, który doprowadził do uznania nowej postaci relacji komplementarnych pomiędzy zjawiskami kwantowymi, jest całkowicie ścisły: w żadnym stadium nie wprowadzono żadnego dowolnego postulatu, którego rzeczywistość mogłaby się podobać lub nie. Prawdą jest, że w naszym traktowaniu zjawisk atomowych musi się eksplicite uwzględniać oddziaływanie obiektów atomowych z układem ciał makroskopowych tworzących aparat, przy pomocy którego się te obiekty obserwuje. Lecz ta okoliczność, daleka od wprowadzania jakiegokolwiek elementu subiektywnego, pozwala nam nadać podstawowym prawom teorii kwantów postać słuszną dla każdego obserwatora, a przez to obiektywną w dokładnie tym samym sensie, jak prawa fizyki klasycznej. W rzeczywistości wszystkie pojęcia fizyczne zawierają w sobie pewien związek z warunkami obserwacji, co szczególnie wyraźnie widać na przykładzie termodynamiki. W fizyce klasycznej zazwyczaj zapominamy o tym i popadamy w iluzję, że patrzymy na rozwój zjawisk jak na spektakl, w którym nie bierzemy udziału. Gdy mamy do czynienia z atomami, musimy ściślej przystosować naszą teorię poznania do rzeczywistej pozycji, jaką zajmujemy we wszechświecie.

W tym stadium wydaje się, że komplementarność obroniona przed najgorszymi nieporozumieniami nabiera właściwego znaczenia, jako decydujący krok w dialektycznym rozwoju naszej wiedzy o Naturze. W odniesieniu od atomistycznej budowy materii, a także do praw rządzących układami atomowymi ten dialektyczny proces spowodował rozszerzenie się naszych pojęć o przyczynowości w sensie statystycznym, wykazując na obu poziomach ten sam syntetyczny charakter wyrażony przez relacje

komplementarności. Jest okrutną ironią losu, że fizycy, którzy uważają siebie za strażników tradycji marksistowskiej, mogli pozostać ślepi na tak ważny rozwój dialektyczny i przeciwstawić mu jak najbardziej użyte metafizyczne preconcepcje. Popadłszy w pokusę obrony determinizmu w teorii kwantów, próbują teraz utrzymywać, że powinno się rozważać pewien rodzaj mieszanej przyczynowości, uczestniczący w pogmatwany sposób zarówno w determinizmie, jak i w przypadkowości. Na każdym „poziomie” opisu byłaby pewna statystyczna pozostałość, która winna być podbudowana przez determinizm pewnych ukrytych procesów zachodzących na „głębszym” poziomie. Są oni więc zmuszeni do zapamiętałego pościgu za determinizmem w nieskończonym ciągu coraz głębszych poziomów rzeczywistości, czysto imaginacyjnych konstrukcjach, tak samo skomplikowanych i do niczego nie prowadzących jak konstrukcje średnio-wiecznej scholastyki. Nie poparte przez żadne konkretne dowody, nie zdają się one służyć żadnym innym celom, jak tylko otwieraniu naszej krytyce furtki do wiecznej ucieczki przed sprawiającymi kłopot trudnościami.

To niezwykle postępowanie spowodowane jest w dużym stopniu przez inny motyw Palmströma: grzech pozytywizmu. Istnieje niezaprzeczalne podobieństwo pomiędzy wyciągniętymi ze szczególnego charakteru praw kwantowych wnioskami teoriopoznawczymi o aktywnym udziale obserwatora w definiowaniu zjawisk a uporczywymi twierdzeniami wczesnych pozytywistów, że w określaniu naszej wiedzy o świecie zewnętrznym zasadniczą rolę odgrywają nasze wrażenia. Oznacza to tylko, że w tym zakresie ruch wczesnopozytywistyczny był zdrową reakcją na pustą metafizykę materializmu mechanistycznego. Dlaczego jednak uczeni mieliby odpowiadać za późniejsze zabłądzenie pozytywizmu we własną metafizykę? Żaden uczony nie może zaakceptować skrajnie pozytywistycznego upierania się, że w twierdzeniach dotyczących zjawisk nie ma nic ponad pojęciowe wyrażanie związków pomiędzy wrażeniami. Będzie on natomiast utrzymywał, że twierdzenia te odnoszą się w pierwszym rzędzie do rzeczywistych procesów świata zewnętrznego; przedstawienie tych procesów w naszym umyśle podlega oczywiście określonym prawom zależnym od mózgu.

Punkt widzenia komplementarności znajduje rzecz jasna swe naturalne miejsce w linii rozwoju filozofii, mającej swe korzenie w prostym, opartym na zdrowym rozsądku podejściu do rzeczywistości istnienia — filozofii, która znalazła swój najbardziej żywy wyraz we wczesnych pracach Józefa Dietzgena, bezpośrednio inspirowanych przez wielki przykład Marksa. Jest to właściwa linia rozwoju filozofii wiedzy, gdyż z jednej strony myśl naukowa może rozwijać się tylko w harmonii ze społeczną funkcją działalności naukowej, a z drugiej strony wszystkie abstrakcje filozoficzne mogą tylko w nauce znaleźć mocne podstawy.

Kazimierz Gumiński

WŁADYSŁAW NATANSON JAKO PREKURSOR TERMODYNAMIKI PROCESÓW NIEODWRACALNYCH¹

Gdy mam zabrać głos po przemówieniach profesorów Krzyżanowskiego, Weyssenhoffa i Piekary odczuwam wyraźnie nieudolność mych słów. — Tym bardziej, że mam mówić o Władysławie Natansonie, człowieku i uczonym miary nieprzeciętnej.

Ci, którzy słuchali wykładów Natansona, uczestniczyli w urzekającym misterium. Przed słuchaczami odsłaniał uczony oblicze i porządek natury. Wskazywał jak ludzkie poznanie odkrywa tajemnice przyrody i w śmiałych uogólnieniach przerzuca mosty nad przepaściami niewiedzy. Jak synteza wznosi świątynię nauki, a przy pomocy modelu unaocznia zawiłe zjawiska. Czar wykładu sprawiał, że słuchacz wchodził niebawem w krąg kontemplacji zaklętej tajemnicy przyrody. I to było pierwsze misterium.

Lecz równolegle z nim dokonywało się drugie. Czujne ucho mogło dosłyszeć w klasycznie pięknym wykładzie nieustanny niepokój umysłu i serca, które szuka i błądzi i znów szuka, jakżeż rzadko znajduje, nigdy nie spoczywa. Wiecznie trwający, a zawsze błogosławiony, owocny niepokój człowieczy. I to było drugie misterium, tajemnicy ludzkiego życia i pracy.

Oba misteria przenikały się wzajemnie. Natanson rozumiał, że jako człowiek jest częścią przyrody, jest drobną „falą“ w potoku wydarzeń, który wiekuiście potrząsa istnieniem. Równocześnie jednak, też jako człowiek, czuł się od niej nieuchwytnie różny.

Niepokoili go ludzkie cierpienie i przemijanie, choć wiedział, że jest ono prawem natury. Wysoko cenił dobroć i szlachetność, choć są to inne wartości, niż wielkości, o których mawiał za Kelvinem w fizyce, że są zdefiniowane przepisem mierzenia.

Te dwa motywy myśli Natansona przewijają się również w jego ślicznych esejach. Raz po raz napotykamy tam na głębokie uwagi uczonego o przyrodzie i fizyce, raz po raz tuż obok nich, zwykle z nimi w związku, na myśli o człowieku, pełne zadumy i troski.

Sprzeczność bezlitosnej natury i człowieka, który rozumie i kocha, to głębokie źródło twórczości Natansona, decydowało i o kierunku jego prac ścisłych w fizyce teoretycznej. Rzecz bowiem znamienita: w fizyce pozytywista, odżegnywający się od wszelkiej metafizyki, Natanson odczuwał

¹ Przemówienie wygłoszone w dniu 6 maja 1957 r. w Auli Uniwersytetu Jagiellońskiego na uroczystej Akademii ku czci prof. Władysława Natansona.

szczególnie silnie to, co nazywamy lękiem metafizycznym. Zagadka bytu nie opuszczała go nigdy, nurtowała go nieustannie.

Tragiczny dla człowieka problem przemijania, problem nieodwracalnego upływu czasu był uczonemu szczególnie bliski. Myśl jego wraca uporczywie do dialektycznie przeciwstawnych tendencji przyrody: inercji i koercji. Urzekają go zjawiska rozpraszania energii i je właśnie bierze na warsztat pracy w dwu głównych dziedzinach swych ścisłych badań naukowych.

W optyce interesują go losy promieniowania, gdy napotka ono na swej drodze korpuskularną materię. W termodynamice zajmują go procesy nieodwracalne: tarcie, przewodzenie ciepła, dyfuzja, reakcje chemiczne.

Prace i prawa Natansona w optyce były docenione od razu i są od dawna powszechnie znane. Ale w dziedzinie teorii procesów nieodwracalnych, w samym sercu jego zainteresowań, gdzie zbiegły się najściślej jego przyrodnicze i humanistyczne umiłowania, wzrok jego był zwrócony ku horyzontom tak dalekim, że samotnie wyprzedził naukę ówczesną o lat kilkadziesiąt.

Ukształtowana w drugiej połowie XIX wieku termodynamika była w istocie tylko termodynamiką. Pozwalała ujmować rachunkiem wyłącznie stany równowagi. Dla biegnących, samorzutnych, nieodwracalnych procesów wskazywała jedynie kierunek. Nie można było na jej podstawie określić praw ich przebiegu ani ich szybkości. Był to brak dotkliwy, gdyż procesy takie odbywają się wszędzie i bezustannie w przyrodzie.

Natanson podjął próbę stworzenia właściwej termodynamiki. W szeregu prac zdał do uogólnienia, które by obejmowało procesy nieodwracalne. W roku 1896 ogłosił pracę *O prawach procesów nieodwracalnych*. Podał w niej bardzo ogólną zasadę, nazwaną przez siebie termokinetyczną. Obejmowała ona nie tylko termodynamikę, a jako jej przypadek szczególny i dawną termodynamikę, ale i dynamikę. Wynikały z niej jako przypadki szczególne: prawo zachowania energii, prawa nieodwracalnej dynamiki i hydrodynamiki, prawo dyfuzji Maxwella Stefana, ogólne prawo przewodnictwa cieplnego, którego prawo Fouriera jest szczególnym przypadkiem. Równocześnie zdefiniował Natanson funkcję dysypacji związaną ściśle z nieodwracalnością procesów i podjął próbę znalezienia, na drodze kinetycznej, zależności tej funkcji od czasu w trakcie przebiegu procesu.

Przez prawie pół wieku pionierska praca Natansona pozostawała bez echa. Przewidywał to samo uczony, gdy w charakterystyczny dlań sposób pisał: „trud nasz komuś posłuży, kto, przyszedłszy po nas, oświeci się naszym błędnieniem“.

Dopiero w latach trzydziestych ziarno rzucone przez Natansona zaczęło w nauce kiełkować. Pierwsze zapowiedzi pojawiły się w pracach belgijskiego uczonego De Dondera, lecz zasadniczym zwrotnym momentem stały się dopiero prace norweskiego fizyka Onsagera z lat 1931—1932. Odtąd termodynamika procesów nieodwracalnych rozwija się coraz żywiej, szczególnie w latach powojennych, zwłaszcza w Belgii i Holandii, a gmach jej budują przede wszystkim Casimir, Prigogine, de Groot.

Podstawowe pojęcia nowej termodynamiki, źródło entropii, przepływy i bodźce termodynamiczne i liniowa między nimi w pierwszym przybli-

zeniu zależność były już bądź to *explicite*, bądź też *implicite* zawarte w pracach Natansona. Podobnie z zasady termokinetycznej, którą godzi się krótko nazywać *zasadą Natansona*, wynikają ogólne jej zasady, jak zasada minimum źródła entropii Prigogine'a i teoria Biota z 1952 r.

Nowym natomiast elementem we współczesnej termodynamice procesów nieodwracalnych jest postulat Onsagera o symetryczności macierzy współczynników fenomenologicznych w liniowych równaniach wiążących przepływy i bodźce termodynamiczne. Pozwala on nadać równaniom teorii postać nadającą się do szczególnych rachunków, ale opłaca to jej ograniczeniem do stanów stacjonarnych i bliskich równowagi.

Teoria Natansona jest od współczesnej termodynamiki stanów stacjonarnych ogólniejsza. Natanson pragnął pójść dalej, interesuje go zmiana funkcji dysypacji w trakcie przebiegu procesu, a nie jedynie stan, w którym przybrała ona wartość w danych warunkach niezmienną, ekstremalną. Natanson wyprzedza swą myślą i dziś jeszcze naukę w tym właśnie miejscu.

Gdy pojawiały się pierwsze prace Onsagera, gdy rozpoczynał się obecny rozwój termodynamiki procesów nieodwracalnych, siły Natansona już słabły, choroba nurtowała go nieubłaganie. Nie było mu już dane wziąć udziału w wiosennych pracach nad wschodzącym plonem jego siwu ni dożyć dni żniwa i chwili, gdy w podstawowych monografiach nowej dziedziny wiedzy nazwisko jego cytowane jest na pierwszych stronach jako jej pioniera. Czas, nieodwracalnie płynący czas, którego tajemnicę chciał przeniknąć, zbliżał go nieuchronnie do ostatecznego rozwiązania wszystkich dręczących zagadek.

Władysław Natanson szukał prawdy o naturze, ale równocześnie podziwiał jej groźne piękno. A na tle majestatu, ale i bezduszności natury widząc człowieka, odkrywał zagadkę dobra. Dlatego gdy mówię tu dziś o Natansonie, pragnę wyjść poza ramy wyznaczone tytułem mego przemówienia i przypomnieć go jak najżywiej tym, którzy go znali, opowiedzieć go jak najwierniej tym, którzy nie mieli szczęścia z nim się zetknąć.

Lecz ubogie są moje słowa, nieudolne. Nie potrafię przedstawić Państwu bogactwa myśli i serca Władysława Natansona. Nie wydołam jego geniuszowi. Niechajże więc on sam raz jeszcze do Państwa przemówi z kart zapisanych w mrówczej niestrudzonej pracy, w tej auli, w której przemawiał przed laty:

„...Nauka ludzka jest wielka; lecz jakże czcza, błaha i nikła wydaje się wobec tętniącej Natury. Niezmierny świat jest nieprzeniknionym spłotem sprzeczności, niewyczerpanem źródłem zadziwień. Im śmieiej schodzimy pod zewnętrzne pozory, tym głębsza przepaść otwiera się pod naszymi stopami. Natura jest uporczywsza niż wola, bogatsza niż wyobraźnia, mędrsza niż rozum, przebieglejsza niż zdrada, szaleńsza niż obłąd. Ona jest naszą kolebką i trumną; ona nas niesie i niewypowiedziane przerasta; nie możemy z niej wyjść, nie umiemy do niej przeniknąć“.

„...Miejmy zawsze podziw dla Natury; dla ludzi miejmy wyrozumiałość i litość. Przypominajmy, że w kraju jest jeszcze dużo biedy, zacołania, ciemnoty, cierpienia, nieszczęścia; że w Polsce może i musi być lepiej. Mówmy, że bez nauki nie ma pracy na wewnątrz ani obrony na zew-

nańtrż; że bez krańcowego wysiłku nie może być dobrobytu a może nawet i bytu. Uczmy, że życie pcha narody w przyszłość surową i twardą, w której dzielność zwycięży. Wołajmy, że udoskonalić się nie można bez troski, bez trudu; że w niepokoju i męce musimy szukać tajemnic sprawiedliwości i prawdy“.

„...Od podstępu podejścia, od grabieży zamętu, od uciemnienia napaści bądźmy *silniejsi*; ale bądźmy także *rozumniejsi* i *lepsi*. Nie oddawajmy się czci siły fizycznej ani zachwytowi nad dziką walką i gwałtem. Rozum dalej spogląda aniżeli barbarzyństwo, chociażby nawet uczone; mądrość jaśniej widzi aniżeli zgniły lub niedojrzały fanatyzm. Bezprawie, nadużycie siły lub władzy, przemoc i ucisk, podbój lub rozbój niszczy winowajcę nie mniej niż ofiarę; każdy ów grzech, wielki czy mały, jest zatem nie tylko niski i zły, lecz nadto jest nierozumny. Ludzkość ma zasoby szczupłe i marnotrawi je jak najbezmąslniej w bratobójczych zapasach. Odbierajmy Naturze, a nie sobie wzajemnie. Któż jeszcze nie zrozumiał tak prostych prawd w latach porachunku za krew i za łzy, w latach kary za zbrodnie?

Gdzie jest na ziemi potęga, która zdoła ulżyć ludzkiemu cierpieniu? W czujnej rozwadze umysłów możemy ją znaleźć, w czystości serc, w prawości sumienia“.

Stanisław Dobrzycki

LEONARD EULER

(1707—1783)

W kwietniu bieżącego roku minęła 250 rocznica urodzin wielkiego matematyka szwajcarskiego Leonarda Eulera. Działalność tego tytana pracy i wiedzy objęła niemal wszystkie wówczas znane dziedziny matematyki, mechanikę, astronomię, fizykę i nauki techniczne. Jego dorobek naukowy jest olbrzymi; szwedzki badacz G. Eneström ustalił liczbę prac Eulera ogłoszonych drukiem na 885. Euler powiedział kiedyś żartując, że Akademia petersburska, publikować będzie jego prace przez 20 lat po jego śmierci. W rzeczywistości Akademia drukowała niewydane prace uczonego jeszcze w roku 1862. Zbiorowe wydanie dzieł Eulera, rozpoczęte w roku 1910 przez szwajcarskie Towarzystwo Przyrodników, liczyć ma — bez korespondencji — około 70 dużych tomów, z których ukazało się dotąd około 40. Na wydanie oczekuje jeszcze duża część jego bogatej korespondencji.

Leonard Euler urodził się 15 kwietnia 1707 r. w Bazylei. Ojciec jego był pastorem i przeznaczył go do stanu duchownego; jako uczeń Jakóba Bernoulliego cenił jednak wysoko matematykę i poznał się na zdolnościach syna. Młody Euler, wstąpiwszy na uniwersytet, studiował z dużym powodzeniem teologię, języki starożytne, a przede wszystkim matematykę, którą wykładał znakomity Jan Bernoulli, młodszy brat Jakóba. Po ukończeniu studiów w roku 1724 ze stopniem magistra artium Euler, za zgodą ojca, obrał sobie matematykę jako specjalność.

Założona w roku 1724 przez Piotra I petersburska Akademia Nauk sprowadzała z zagranicy, ofiarując im korzystne warunki, wybitnych młodych specjalistów w różnych dziedzinach nauki. Do Petersburga udali się synowie Jana Bernoulliego, Mikołaj i Daniel, z którymi Euler był zaprzyjaźniony. Kiedy, na wniosek Daniela, Akademia zaproponowała mu stanowisko adiunkta katedry fizjologii, Euler przyjął zaproszenie i, nie zaniedbując matematyki, podjął poważne studia medyczne. Ponieważ starania jego o wakującą w tym czasie w Bazylei katedrę fizyki zakończyły się niepowodzeniem, Euler wyjechał w roku 1727 do Petersburga. Po trzech latach objął katedrę fizyki, a w roku 1733 został mianowany akademikiem na katedrze matematyki wyższej, opróżnionej przez Daniela Bernoulliego.

W nowej swej ojczyźnie Euler rozwinął wszechstronną działalność naukową i pedagogiczną i corocznie zapełniał swymi pracami wydawnictwa Akademii. Nie ograniczając się do badań teoretycznych i do pisania podręczników, pracował czynnie przy stworzeniu mapy Rosji, powo-

lywany był do ekspertyz technicznych różnego rodzaju (budowa mostów i tam, prace w komisji miar i wag i in.), stworzył w Rosji początki ubezpieczeń życiowych. Na skutek wytężonej pracy utracił w roku 1736 jedno oko.

Kiedy, po śmierci carowej *Anny*, warunki pracy naukowej w Petersburgu znacznie się pogorszyły, *Euler* przyjął zaproszenie króla pruskiego *Fryderyka II* i wyjechał w roku 1741 do Berlina, gdzie objął stanowisko dyrektora klasy matematyki w utworzonej tam niedawno Akademii.

W ciągu 25 lat pobytu w Berlinie ogłosił, częściowo w publikacjach Akademii berlińskiej, częściowo w wydawnictwach Akademii petersburskiej i innych, ponad 200 prac, wśród nich duże monografie o podstawowym znaczeniu dla matematyki czystej i jej zastosowań. Z Akademią petersburską utrzymywał żywy i serdeczny kontakt, opiekował się jej studentami w Berlinie, zakupywał dla niej książki i instrumenty, redagował jej matematyczne wydawnictwa, wspierał ją swymi radami przy obsadzaniu stanowisk, przekazywał jej wiadomości naukowe. Jako członek Akademii berlińskiej pełnił liczne obowiązki administracyjne i, podobnie jak w Petersburgu, powoływany był przez władze państwowe jako rzeczoznawca w sprawach technicznych (budowa kanału Odra—Hawela, wodociągów w ogrodach pałacu Sans-Souci itp.) i finansowych.

Król *Fryderyk* nie lubił czystej matematyki, gdyż — jak pisał do *Woltera* — „wysusza umysł“. Z biegiem czasu stosunki między „oświeconym“ monarchą a nie umiejącym mu schlebiać uczonym, którego złośliwie nazywał cyklopem, stały się coraz chłodniejsze, aż doszło do zerwania. W roku 1766, po wielu bezowocnych staraniach, *Euler* przezwyciężył wreszcie opór króla i uzyskał od niego, nie bez szyskan, zgodę na wyjazd do Petersburga, do którego zapraszała go *Katarzyna II*.

W Petersburgu stworzono uczonemu świetne warunki pracy; otrzymał wysoką pensję, kupiono dla niego dom w pobliżu siedziby Akademii i zabezpieczono byt jego rodziny. Całkowita utrata wzroku w roku 1766 nie zmniejszyła jego nieprawdopodobnej produktywności; dzięki znakomitej pamięci i jasności umysłu tworzył bez wytchnienia, dyktując słuchaczemu, uczniom lub synom. W ciągu drugiego petersburskiego pobytu, nie przestając brać żywego udziału w innych pracach Akademii, ogłosił ogromną ilość prac i dużych monografii poświęconych matematyce, fizyce, astronomii. Dnia 18 września 1783 r. — wedle słów *Condorceta* — *Euler* „przestał liczyć i żyć“.

Analizę matematycznej poświęcił *Euler* większe dzieła *Introductio in analysis infinitorum* (1748, 2 tomy) *Institutiones calculi differentialis* (1755), *Institutiones calculi integralis* (1768—1774, 1794, 4 tomy) i mnóstwo mniejszych prac. Znajdujemy w nich pierwszy pełny i systematyczny wykład geometrii analitycznej, algebraicznej teorii rugowania i analizy matematycznej. Teoria szeregów, zapoczątkowana przez *Newtona* i *Leibniza*, osiągnęła w rękę Eulera wysoki poziom; podał rozwinięcia na szereg funkcji wykładniczej, logarytmicznej, $\sin x$ i $\cos x$, wprowadził rozwinięcia na iloczyny nieskończone. W badaniach nad szeregami o wyrazach zespolonych znalazł rozwinięcia funkcji e^z , $\cos z$ i $\sin z$ i zwią-

zek między tymi funkcjami, znany jako wzór Eulera: $e^{ix} = \cos x + i \sin x$. Zawdzięczamy mu ogromną ilość rozwinięć w rodzaju:

$$\frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots = \frac{\pi^2}{6}$$

i rozkład niektórych funkcji trygonometrycznych na ułamki proste. Obliczanie sum częściowych szeregu harmonicznego naprowadziło go na stałą C :

$$C = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} - \log n \right) = 0,5772\dots,$$

którą nazywamy dziś stałą Eulera. W badaniach jego nad szeregami rozbieżnymi, którymi operował z naszego punktu widzenia nieostrożnie i nieściśle, tkwi źródło nowoczesnej teorii tych szeregów.

Obliczanie całek oznaczonych było jednym z ulubionych tematów Eulera. Wśród funkcji przedstawionych w postaci całek, które badał, najbardziej znane są dziś funkcje gamma i beta zwane całkami Eulera, mające liczne i ważne zastosowania, oraz całka Eulera-Poissona, odgrywająca ważną rolę w rachunku prawdopodobieństwa. Każdemu początkującemu studentowi matematyki znane są podstawienia Eulera przy obliczaniu całek niektórych funkcji niewymiernych i twierdzenie Eulera o funkcjach jednorodnych.

Euler pierwszy stosował różniczkowanie i całkowanie pod znakiem całki. Wprowadził całki podwójne dla wyznaczania objętości i pola powierzchni bryły, zamieniał je na całki iterowane i stosował zamianę zmiennych. Metodą, którą jeszcze dziś stosujemy, tj. całkowaniem wyraz po wyrazie szeregu trygonometrycznego danej funkcji, wyznaczył współczynniki tego szeregu.

Problemy analizy, mechaniki nieba, mechaniki, geometrii, balistyki wymagały rozwiązywania równań różniczkowych. Równaniami takimi zajmowali się już Newton, Leibniz i bracia Jakób i Jan Bernoulli; systematyczną teorię tych równań znajdujemy jednak dopiero u Eulera. Wprowadził on pojęcia całki ogólnej, szczególnej i osobliwej równania. Elementarne równania pierwszego rzędu (liniowe, zupełne, jednorodne) wprowadzał tak, jak się to robi obecnie. Opracował metodę poszukiwania czynnika całkującego dla równań pierwszego i drugiego rzędu. Od niego pochodzi metoda całkowania równania liniowego drugiego rzędu o współczynnikach stałych przy pomocy równania charakterystycznego.

W związku z zagadnieniem drgań okrągłej membrany Euler otrzymał równanie drugiego rzędu, nazwane później równaniem Bessela, i podał jego rozwiązanie w postaci szeregu. Przy pomocy innego równania, zwanego równaniem Eulera, znalazł ważne twierdzenie o dodawaniu całek eliptycznych. Dla celów praktycznych (teoria ruchu księżyca) ważne znaczenie miała metoda graficzna przybliżonego całkowania równania pierwszego czy drugiego rzędu znaleziona przez niego.

Jeszcze większe są zasługi Eulera dla rozwoju teorii równań cząstkowych, którą Euler stworzył w związku z rozwiązywaniem pewnych problemów fizyki matematycznej; pierwszym takim problemem było zbadanie drgań struny. Znane jest i w wielu podręcznikach analizy podawane rozwiązanie, jakie Euler znalazł równocześnie z d'Alembertem.

tem. Należy się tu Eulerowi pierwszeństwo we wprowadzeniu do tej teorii pojęć wyznacznika funkcyjnego (jednak jeszcze nie w formie wyznacznika), tzw. przekształcenia Legendre'a, odwzorowania konforemnego, funkcji analitycznych, współrzędnych charakterystycznych.

W rozprawie *Methodus inveniendi lineas curvas maxima minimave proprietate gaudentes* (1744) Euler dał pierwszy wykład nowego, ważnego dla wielu zagadnień fizyki i techniki, działu analizy, mianowicie rachunku wariacyjnego, wkrótce potem wspaniale rozwiniętego przez Lagrange'a. Podana w niej ogólna metoda pozwalała rozwiązywać liczne problemy typu „wariacyjnego“, np. rozwiązany już poprzednio przez Jana Bernoulliego o problem brachistochrony, tj. krzywej łączącej dwa punkty i takiej, że ciężki punkt materialny spadający po tej krzywej zużywa na to najmniej czasu.

Euler pierwszy rozważał funkcje zmiennej zespolonej, opracował ich teorię opartą na szeregach i iloczynach nieskończonych i na ułamkach prostych. Zajmował się także ich całkowaniem i znalazł zależności między pochodnymi cząstkowymi względem x i y części rzeczywistej i części urojonej takich funkcji; zależności te stanowiły podstawę, na której rozwinęła się później teoria funkcji Cauchy—Riemanna, i noszą nazwę równań Eulera—d'Alemberta, bądź Cauchy—Riemanna. W związku z pracami kartograficznymi Euler wprowadził odwzorowanie konforemne. Wykazał, że logarytm naturalny każdej liczby ujemnej lub zespolonej nierównej zeru ma nieskończenie wiele wartości.

Ze szczególnym zamiłowaniem uprawiał Euler teorię liczb, której poświęcił 148 prac. Przed nim znane były tylko 3 pary liczb zaprzyżnionych, Euler odkrył ich 62. Udowodnił cały szereg twierdzeń wypowiedzianych 100 lat wcześniej bez dowodu przez Fermata. Tzw. wielkie twierdzenie Fermata orzekające, że równanie $x^n + y^n = z^n$ nie ma rozwiązań w liczbach całkowitych o ile n jest liczbą naturalną większą od 2, Euler udowodnił dla $n = 3$ i $n = 4$ (jeszcze dzisiaj twierdzenie to nie zostało udowodnione dla wszystkich n). Odkrył tzw. kwadratowe prawo wzajemności, którego pierwszy ścisły dowód podał później Gauss. Wprowadzając sławną funkcję dzeta zapoczątkował badania nad rozmieszczeniem liczb pierwszych.

Ważne są prace Eulera poświęcone mechanice. Większe z nich, to *Mechanica, sive motus scientia analytice exposita* (1736, 1742, 2 tomy) i *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* (1765). Pierwsza z nich jest pierwszym wielkim dziełem, w którym analizę zastosowano do nauki o ruchu. W dziełach tych opracował autor metodami analitycznymi dynamikę punktu materialnego i teorię obrotu ciała dokoła stałego punktu (równania Eulera). Znalazł ogólne równanie hydrodynamiki.

Prace Eulera miały poważny wpływ na opracowanie i ściślejsze sformułowanie zasad mechaniki; równocześnie z Danielem Bernoullim odkrył prawo zachowania pól. Wypowiedzianej przez Maupertuis zasadzie najmniejszego działania nadał postać ścisłą, z której Lagrange, a później Hamilton mieli wyprowadzić ważne konsekwencje.

Badanie obrotu ciała dokoła osi doprowadziło go do wniosku, że bieguny ziemskie przesuwają się okresowo względem osi geometrycznej ziemi, co potwierdziły pomiary wykonane w drugiej połowie XIX wieku.

Potrzeby żeglugi, wybitnie rozwijającej się w tym okresie, wymagały

rozwiązania szeregu zagadnień dotyczących budowy okrętów, ich stateczności, zdolności do manewrowania, dokładnego wyznaczania położenia na morzu, a w związku z tym obserwacji ciał niebieskich, zwłaszcza księżyca, wreszcie udoskonalenia narzędzi optycznych. Wszystkim tym sprawom Euler poświęcił wiele uwagi.

Już w jednej z pierwszych swoich prac (miał wtedy 19 lat), nagrodzonej przez Akademię paryską, zajmował się budową okrętu, a w szczególności rozmieszczeniem masztów. Teorię ruchu księżyca, którego obserwacje miały podstawowe znaczenie dla określania długości geograficznej, omówił w dwóch większych dziełach: *Theoria motus lunae* (1753) i *Nova theoria motus lunae* (1772). Opierając się na nich niemiecki astronom Mayer ułożył tablice położen księżyca. Za prace te Euler i Mayer otrzymali nagrodę Akademii paryskiej.

Teoria ruchu księżyca stanowiła tylko część, zresztą bardzo ważną, badań Eulera nad mechaniką nieba, a przede wszystkim nad zagadnieniem trzech ciał. Badania te przyniosły mu liczne nagrody. Stworzył w nich podstawy teorii perturbacji, wyjaśniając w przypadku dwóch planet zmiany ich orbit, wywołane wzajemnym oddziaływaniem. Zajmował się problemem nieprawidłowości ruchów Saturna i Jowisza, teorią przypływów i odpływów morskich, wzajemnym przyciąganiem dwóch elipsoid.

Euler był także autorem prac z optyki i akustyki. W licznych pracach występował w obronie teorii falowej światła. W książce *Dioptrica* (1769-71, 3 tomy) wyłożył teorię przechodzenia promieni przez układ soczewek. W roku 1739 ogłosił *Tentamen novae theoriae musicae*, w innych pracach badał rozchodzenie się dźwięków w rurach, drgania strun i prętów.

Z innych dziedzin twórczości Eulera wymienimy jeszcze balistykę, artylerię, teorię maszyn, budowę okrętów, budownictwo, wytrzymałość materiałów, teorię sprężystości, wyszkolenie żeglarskie.

Wśród podręczników elementarnych wspomnieć należy o książce *Vollstaendige Anleitung zur Algebra* (1770), dyktowanej słuzącemu; podręcznik ten był wzorem dla wielu dzieł tego rodzaju i był tłumaczony na kilka języków.

Swoje poglądy filozoficzne — utrzymane w duchu mechanistycznego materializmu, mimo głębokiej religijności — na najważniejsze problemy nauk przyrodniczych Euler wyłożył w dziele *Lettres à une Princesse d'Allemagne sur quelques sujets de physique et de philosophie* (1768-72, 3 tomy), stanowiącym wzór świetnej popularyzacji.

Wiek XVIII był par excellence wiekiem wybitnego rozwoju analizy. Największy udział w tym rozwoju miał niewątpliwie Euler, postać naczelną tego okresu. Jak widać z naszego bardzo pobieżnego przeglądu, Euler rozszerzył i uzupełnił niemal wszystkie dziedziny matematyki czystej czy stosowanej, niejedną nową stworzył.

Dla następców Eulera dzieła jego były źródłem natchnienia; czerpali z niego Legendre, Abel, Jacobi, Monge, Gauss, Dirichlet, Czebyszew i in. Sąd potomności o Eulerze najlepiej wyraził Laplace, gdy powtarzał swym uczniom: „Czytajcie Eulera, czytajcie, to nauczyciel nas wszystkich!” i Gauss, princeps mathematicorum, gdy pisał: „Lektura dzieł Eulera będzie zawsze najlepszą szkołą w różnych dziedzinach matematyki, i lektury tej nie nie zdoła zastąpić“

ANTARKTYDA W ŚWIETLE NOWSZYCH BADAŃ NAUKOWYCH

Antarktyda — najpóźniej odkryty, a zarazem stosunkowo tak niedawno nieco dokładniej poznany kontynent — nasuwa wiele rozmaitych problemów z licznych dziedzin nauki o Ziemi, których wyjaśnieniem zajęło się wiele po sobie następujących, a czasem nawet i równoczesnych wypraw badawczych (w latach 1900—1955 łącznie 212!), przy czym specjalne ich nasilenie zaznaczyło się na początku bieżącego stulecia, następne zaraz po drugiej wojnie światowej, wreszcie ostatnie — w okresie trwającego Międzynarodowego Roku Geofizycznego (1957-8). Te najnowsze, zakrojone na dużą skalę badania są jednak albo w toku, lub dopiero w zaczątkach, tak że opracowania i ogłoszenia ich wyników należy się spodziewać najwcześniej po kilku, a może i kilkunastu latach. Niemniej jednak, niezależnie od trwających obecnie badań, wiadomości nasze o Antarktydzie powiększyły się bardzo poważnie na skutek ogłoszenia w całości lub częściowo wyników naukowych wypraw ostatniego dziesięciolecia, stąd nasuwa się konieczność przedstawienia czytelnikowi polskiemu w sposób syntetyczny dzisiejszego stanu poznania tego lądu; zadanie to stara się w skromnych rozmiarach, pomijając oczywiście z natury rzeczy zagadnienia specjalne¹, wypełnić niniejsze opracowanie.

Pogląd, że wokół bieguna południowego rozpościera się wielki ląd, sięga jeszcze czasów starożytnych i był oparty na przypuszczeniu Arystarcha z Samos (ok. 280 r. p.n.e.), iż Ocean Indyjski, nie wykazujący jak wówczas sądzono silniejszych pływów, stanowi niewielkie, zamknięte morze, otoczone od południa masami lądowymi, zwanymi przez późniejszych geografów — lądem południowym („terra australis“). Pod względem kartograficznym pogląd ten spopularyzował w II w.n.e. Ptolemeusz, o którego autorytet oparta powyższa hipoteza znalazła wyraz na mapach i globusach zarówno późnego średniowiecza, jak i okresu Wielkich Odkryć Geograficznych. Głównym jej popularyzatorem był na początku XVI w. znany twórca globusów J. Schöner z Norymbergi. Analogiczne koncepcje, oparte o zasadę konieczności „równoważenia“ skupienia lądów północnej półkuli przez odpowiednio duży ląd południowy, znajdujemy i u innych kartografów tego okresu, jak np. u słynnego Leonarda da Vinci (1515) i O. Finé (1531). Nic więc dziwnego, że późniejsi podróżnicy, jak np. F. Drake (1578), W. C. Schouten (1615), L. Bouvet (1739) i in., natrafiający na wyspy leżące na wyższych szerokościach półkuli południowej sądzili, że mają do czynienia

¹ Np. zamierzone w niniejszym czasopiśmie opracowanie geologii tego kontynentu.

z północnymi krańcami tego wielkiego, nie zbadanego wówczas ładu. Jeszcze w r. 1772 Y. Kerguelen - Tremarec natrafiwszy na szerokości ok. 50° na archipelag noszący dziś jego nazwisko sądził początkowo, że odkrył pierwsze fragmenty tego właśnie kontynentu, tak że dopiero dalsze badania przekonały go o mylności tego przypuszczenia. Wyjątek w tym względzie stanowił tylko w początkach XVIII w. badający w latach 1690—1701 oceany i morza południowej półkuli W. Dampier, który głosił odmienne poglądy i przypuszczał niewielki zasięg, a nawet nieistnienie tego hipotetycznego kontynentu.

Dopiero jeden z największych żeglarzy-podróżników świata J. Cook opłynął w ramach swej drugiej podróży w latach 1772-5 cały obszar antarktyczny, przekraczając wielokrotnie nie tylko 60 równoleżnik, ale także koło polarne, a nawet docierając wyjątkowo do 70°10' szer. pd., gdzie napotkał zwartą masę lodu, która zmusiła go do wycofania się ku północy. Cook przypuszczał, zresztą najzupełniej słusznie, że ten zwarty mur lodowy świadczy o bliskości ładu, ale niepomrotnie mniej rozległego niż przyjmowany dotychczas „kontynent południowy“, twierdził jednak zarazem, że dalsze postępy ku południowi będą bardzo trudne (jego znane „nec plus ultra“) oraz że znaczenie gospodarcze tego obszaru dla ludzkości będzie minimalne. Te w zasadzie negatywne wyniki podróży Cooka stały się nawet z początkiem XIX w. powodem całkowitej zmiany poglądów wielu uczonych w tej dziedzinie, tj. odrzucenia istnienia kontynentu wokół bieguna południowego, a przyjęcia pokrycia przybiegunowych partii półkuli południowej wodami oceanu; tak np. jeszcze w drugiej połowie XIX w. znani geografowie O. Pescheli A. Petermann, opierając się zarówno na autorytecie Cooka, jak i niemal współczesnego im J. C. Rossa, głosili poglądy, że przybiegunowe partie półkuli południowej zalega „południowy“ ocean, na którym pojawiają się jedynie pokryte lodami archipelagi wysp. Negatywne wyniki podróży Cooka stały się również powodem do zaprzestania wysyłania w te obszary na okres blisko pół wieku wypraw badawczych. Dopiero ok. r. 1820 dwaj rosyjscy żeglarze F. Bellingshausen i M. Łazarew opłynęli ponownie wody antarktyczne, ogólnie biorąc w zasięgu bliższym bieguna niż Cook i odkryli na południe od koła polarnego pierwsze wyspy przyantarktyczne — Piotra I oraz Aleksandra I.

Wskutek wyczerpywania się z początkiem XIX w. bardziej na północ położonych łowisk półkuli południowej zaczęli się zapuszczać w te okolice łowcy wielorybów i fok, z których jednemu — J. Weddello wi udało się w r. 1823 dotrzeć od strony Atlantyku nawet do 74°15' szer. południowej, skąd zaobserwował dalej ku południowi otwarte morze; obawa przed koniecznością zimowania w tych okolicach zmusiła go do zawrócenia z odkrytego w ten przypadkowy sposób potężnego, jak się później przekonano, zatokowego wcięcia w kontynent Antarktydy, zwanego dziś Morzem Weddella. Następuje drugi z kolei krótki okres (1831—1845) zainteresowania się tymi obszarami, wyrażający się wyprawami A. Biscoe (1831), J. Kempa (1833), J. Ballen'y'ego (1839), dalej Ch. Wilkesa (1839) i D. d'Urville'a (1840), a wreszcie największą z nich, kierowaną przez J. C. Rossa (1839-43). Wilkes, wiążąc wyniki dotychczasowych wypraw oraz opierając się na własnych obserwacjach mas lodu leżących, jak przypuszczał, na zwartych wybrzeżach na przestrzeni

ok. 2300 km, twierdził stanowczo, że istnieje tu ląd, któremu w r. 1840 nadał nazwę kontynentu antarktycznego („antarctic continent“). Odmienne od niego Ross, mimo iż jego wyprawa odkryła Pd. Kraj Wiktorii, wulkan Erebus i Wielką Barierę lodową oraz przyniosła ogromne jak na owe czasy wyniki naukowe w zakresie kartografii, geologii, magnetyzmu, meteorologii oraz zoologii i botaniki, wypowiedział się za istnieniem w tych okolicach archipelagu wysp pokrytych lodami, natomiast koło bieguna południowego przyjmował obecność obszernego „południowego oceanu lodowatego“.

Nic więc dziwnego, że po podróżach Rossa nastąpiła w badaniach Antarktydy długa, ponad półwieczna przerwa, tak że niemal do końca XIX w. nauka nie zdawała sobie sprawy z istnienia wokół bieguna południowego nowego kontynentu — większego od Europy i Australii.

Dopiero inicjatywa dwóch międzynarodowych kongresów geograficznych w Londynie (1895), a zwłaszcza w Berlinie (1899) spowodowała ponowne podjęcie badań na tym obszarze. Jako pierwsza ruszyła w r. 1897 belgijska wyprawa na statku „Belgica“ pod dowództwem A. de Gerlache'a, w której wzięli udział dwaj uczeni polscy H. Arctowski i A. B. Dobrowolski; objęła ona swymi badaniami tylko niewielki skrawek Antarktydy — Kraj Grahama i była pierwszą wyprawą, która (przymusowo zresztą) przezimowała na wodach antarktycznych. Równocześnie niemal badacz norweski C. Borchgrevink przezimował w r. 1898 na wybrzeżu Pd. Kraju Wiktorii w Zat. Robertsona koło Przyl. Adare, zorganizował wyprawę saniami w głąb tego obszaru aż do 78°50' szer. pd., zbadał jego charakter i udowodnił, że mamy tu do czynienia z lądem, w tym czasie jeszcze o nie znanych rozmiarach.

Te odkrycia dały w samym początku XX w. silny impuls do wielkich wypraw badawczych, które rzuciły poważny snop światła na poznanie tych nie znanych dotąd obszarów. Wymienić tu trzeba jako najważniejsze: szwedzką wyprawę Nordenskjölda (1901-3), angielską Scotta (1901-4), niemiecką Drygalskiego (1901-3), szkocką Bruce'a (1903-5), francuską Charcota (1903-5, 1908-9), angielską Shackletona (1907-9), wreszcie norweską Amundsen (1910-12), uwieńczoną zdobyciem (14.XII.1911) bieguna południowego, do którego dociera również w parę tygodni później Scott (druga, zakończona tragicznie wyprawa, 1910-13). Z dalszych wypraw tego okresu wspomnieć trzeba jeszcze: australijską Mawsona (1911-14), niemiecką Filchnera (1911-14) oraz drugą wyprawę Shackletona (1914-17), usiłującą choć bezskutecznie przejść w poprzek cały kontynent.

Zainteresowanie się badaczy amerykańskich Antarktydą dało w rezultacie wprowadzenie nowego środka do badań nad tą niegościnną krainą, a mianowicie samolotu. Pierwszy H. Wilkins startując w r. 1928 z Pd. Sztetlandów ku Krajowi Grahama przebywał ok. 2000 kilometrów trasę powietrzną nad Antarktydą, a następne cztery wyprawy największego ostatnio badacza tego kontynentu R. Byrda (od r. 1928 do 1948) wprowadzają do badań i zaopatrzenia ekspedycji masowe niemal zastosowanie samolotu. Zwłaszcza czwarta wyprawa Byrda w latach 1946-47, tzw. High-Jump Operation cechuje się nie spotykanym dotychczas w wyprawach tego typu ogromem współpracowników (ok. 4400!) i użytych środków technicznych (13 statków, 15 samolotów), wynikiem czego są jej wyjątkowo po-

ważne osiągnięcia, wyrażające się opłynięciem dookoła wybrzeży całego kontynentu, pomiarami około czwartej ich części (6000 km), zdjęciami kartograficznymi z powietrza obszaru ok. 2,5 mil km² nad Morzem Rossa oraz mało dotychczas znanej Antarktydy Wschodniej, wreszcie zdjęciami magnetometrycznymi z powietrza o poważnym znaczeniu geologicznym.

Bardzo ważną była też rola ekspedycji niemieckiej w okresie poprzedzającym II wojnę światową pod kierunkiem A. Ritschera (1938/9). Wyprawa ta zdjęła nader dokładnie z powietrza obszar ok. 400 000 km² między Ziemią Coatsa a Ks. Ragnhildy i poczyniła szereg ważnych odkryć w zakresie ukształtowania tej części Antarktydy.

Z wypraw powojennych poważne wyniki osiągnęły wyprawy: amerykańska F. R o n n e w latach 1946-8 kartująca mało dotychczas znane partie południowego otoczenia Morza Weddella (Kraj Edith Ronne) oraz Kraju Grahama, dalej wielka ekspedycja norwesko-brytyjsko-szwedzka pod kierownictwem J. G i a e v e r a w latach 1949-52 na Wybrzeże Ranghildy (0,20°E), która nowoczesnymi metodami przebadła tę partię Antarktydy, wreszcie francuska w latach 1948—1951 pod kierunkiem A. L i o t a r d a na dawny francuski teren odkryć — Kraj Adeli.

Nie ulega wątpliwości, że wielki atak naukowy na ten kontynent z okazji Międzynarodowego Roku Geofizycznego, kontynuowany równocześnie przez kilka wypraw, wśród których poważną rolę gra wielka ekspedycja radziecka, prowadzony możliwie jednolitymi metodami i instrumentami pomiarowymi oraz w jednym okresie czasu, więc w porównywalnych między sobą, wzbogaci poważnie naszą wiedzę o Antarktydzie. Nim jednak te badania zostaną zakończone, a wyniki ich opublikowane, postaramy się omówić bliżej dotychczasowe osiągnięcia naukowe w poznaniu „szóstego” kontynentu.

Antarktyda jest w stosunku do innych lądów wyraźnie o d o s o b n i o n y m kontynentem, który od najbliższych części świata jest oddzielony szerokim pasem wód oceanicznych, w których nie brak wielkich głębi (o czym niżej). O tym odosobnieniu świadczą najlepiej następujące dane: od najbliższego kontynentu, tj. Ameryki Południowej, dzieli Antarktydę odległość niemal 1000 km, od Australii blisko 3200 km., od Nowej Zelandii ponad 2500 km, a od Afryki prawie 4500 km. W świetle tych liczb zrozumiałe jest stosunkowo tak późne odkrycie Antarktydy, zwłaszcza jeżeli dodamy, że wokół niej wody oceaniczne są pokryte na przestrzeni kilkuset km masą kier (paku) oraz gór lodowych, utrudniających a nawet miejscami wręcz uniemożliwiających żeglugę. Pod względem kartograficznym poznanie Antarktydy jest w porównaniu z innymi kontynentami ciągle jeszcze bardzo słabe. Podstawę konstrukcji jej map stanowią zdjęcia wybrzeży, o których wspomiano wyżej (ekspedycja B y r d a), dalej szereg zdjęć aerofotogrametrycznych i radarowych przede wszystkim Kraju Grahama, Kraju Król. Maud, Enderby'ego, Kraju Adeli oraz może najdokładniejsze Pd. Kraju Wiktorii. Jak wynika z zestawionej mapki (rys. 1), około 8% powierzchni kontynentu ma w chwili obecnej mapy w skalach powyżej 1:1 mil., cała reszta natomiast jest objęta tylko mapami przeglądowymi gorszej jakości (13%) lub nader prymitywnymi (19%), podczas gdy według stanu z r. 1950 około 59% powierzchni Antarktydy nie posiada żadnych w ogóle zdjęć kartograficznych; stąd nie

ulega wątpliwości, że dwie ostatnie syntetyczne mapy tego kontynentu w skali 1 : 4 mil (1948 r. American Geographical Society w N. Jorku pt. *Map of the Antarctic* i w oparciu o nią: H. P. Kosacka: *Karte der Antarktis*, wyd. Petermanns Geogr. Mitteilungen, 1954) mają w dużej mierze w tych właśnie partiach charakter hipotetyczny.



Rys. 1. Stan kartograficznego poznania Antarktydy (ok. 1950 r.)

Mimo tych braków dzisiejszy stan poznania kartograficznego tego kontynentu pozwala już na wcale dokładne ujęcie kartometryczne pewnych jego wymiarów, a zwłaszcza powierzchni. Według dzisiejszego stanu badań powierzchnia Antarktydy przedstawia się, jak następuje:

Powierzchnia właściwego kontynentu	13 101 154 km ²
Powierzchnia wysp przyantarktycznych	88 771 km ²
Powierzchnia lodów szelfowych	931 000 km ²

Całość powierzchni kontynentu 14 121 000 km²

Wartość ta może ulec jeszcze pewnym korekturom, a to głównie na skutek słabej znajomości przebiegu wybrzeży Antarktydy między lodem szelfowym Filchnera a Krajem Luitpolda, ale zapewne nie przekraczającym 10 000—20 000 km². Z danych tych wynika, że w ciągu ostatnich 20 lat osiągnięto w zakresie precyzyjnego określenia powierzchni całego kontynentu i jego elementów nader poważne wyniki; tak np. w r. 1929 dane zebrane przez Isachsen'a określały powierzchnię wysp przyantarktycznych zaledwie na 70 000 km², a powierzchnię lodów szelfowych na 780 000 km², gdy natomiast późniejsze badania odkryły wiele nowych wysp oraz poważnie zwiększyły ilość i powierzchnię tzw. lodów szelfowych, tj. nader ciekawej, właściwej temu kontynentowi formy wykształcenia przybrzeżnej pokryw lodowej.

Dane kartograficzne pozwoliły także na przybliżone obliczenie długości linii brzegowej Antarktydy, która wynosi niemal 25 000 (dokładnie 24 300) km, a więc przewyższa podawane dawniej wartości o blisko 20%; długość linii brzegowej tego kontynentu jest więc wcale znaczna i zbliża się niemal do długości linii brzegowej znacznie od niego większej powierzchniowo Ameryki Południowej, przy czym w miarę zwiększania się dokładności prac nad ustalaniem jej przebiegu, długość ta oczywiście ulegnie pewnemu zwiększeniu.

Ogólny zarys poziomy Antarktydy jest właściwie bardzo prosty. Na pierwszy rzut oka dadzą się tu wyróżnić dwie zasadnicze części. Jedną z nich, znacznie większą (o powierzchni ok. 10,4 mil. km²), stanowi tzw. Antarktyda Wschodnia, kształtem swoim przypominająca jakby wycinek koła zwrócony głównie ku Oceanowi Indyjskiemu, którego wierzchołek znajduje się w przybliżeniu koło bieguna południowego, a którego promień można przyjąć na ok. 3600 km. Elementami „ścinającymi“ niejako ten wycinek koła są wciskające się w głąb kontynentu morza — Rossa i Weddella, kończące się ogromnymi płytkimi zatokami, na których leżą lody tzw. szelfowe Rossa (aż poza 85° szer. pd.!) i Lassitera. To przewęzenie Antarktydy na linii mórz Rossa i Weddella — jedna z zasadniczych cech konfiguracji wybrzeży tego kontynentu — jest bardzo znaczne i dochodzi do 1300—1400 km.

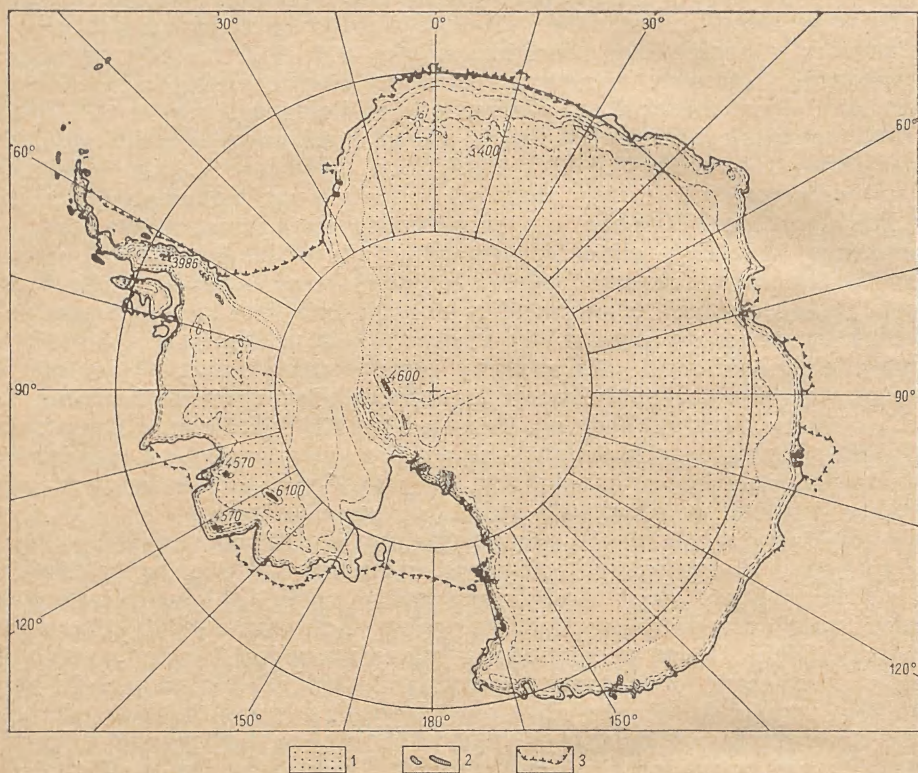
Drugi znacznie mniejszy element (o powierzchni ok. 2,7 mil. km²) stanowi wydłużona Antarktyda Zachodnia, przechodząca nawet w stronę Oceanu Atlantyckiego w długi, wąski półwysep — Ziemię Grahama. W nauce kilkakrotnie pojawiały się przypuszczenia (Nordenfjöld, Wilkins i in.), że powyższe dwie części są od siebie oddzielone cieśniną, przez którą mogłaby istnieć wymiana wód między Atlantykiem a Oceanem Wielkim, co już na podstawie przedwojennych badań (Q. A. Blackburne, 1937) okazało się bezpodstawne; nie brakło też dotychczas nie potwierdzonych przypuszczeń o istnieniu przy wielkim „ładzie“ Antarktydy Wschodniej, całkowicie skutego lodem „archipelagu“ Antarktydy Zachodniej, ale jak dotąd brak dowodu podziału omawianego kontynentu na dwie czy też więcej części. Jeżeli nawet w podłożu między Antarktydą Zachodnią a Wschodnią istnieje — co nie jest wykluczone — poważniejsze obniżenie, sięgające niżej poziomu morza, to nie ulega wątpliwości, że jest ono w całości pokryte lądolodem do wysokości co najmniej kilkuset metrów n.p.m. (Joerg Plateau).

Antarktyda, podobnie jak wszystkie niemal kontynenty, leży na tzw. szelfie, czyli platformie kontynentalnej — płytkiej, łagodnie się obniżającej partii dna morskiego, oddzielonej od zagłębień podmorskich stromo nachylonym zboczem. Szelf Antarktydy, którego zasięg zaznaczono na rys. 9, wykazuje jednak w porównaniu z innymi tego rodzaju formami stosunkowo niewielki (od 40 do 420 km) zasięg, a przede wszystkim wyjątkowo duże wgłębienie, dochodzące do 400—800 m, gdy natomiast w większości znanych szelfów nie przenosi ono zazwyczaj 150—200 m. Zjawisko to, na które po raz pierwszy zwróciła uwagę wyprawa „Belgi-ki“, tłumaczy się najczęściej długotrwałym wpływem nacisku lądolodu na podłoże (Nordenfjöld, 1913), pod wpływem którego nastąpiło izostaticzne wgłębienie całej masy kontynentu wraz z otaczającą platformą kontynentalną. Wgłębienie to w stosunku do poziomu morza jest, jak zauważono, specjalnie silne we wschodniej tzw. afrykańskiej ćwiartce Antarktydy, co wskazywałoby na nierównomierność nacisku mas lodowych, a więc zmienną ich grubość w obrębie kontynentu i jego przedpola. Niektórzy badacze (np. Fairbridge, 1952) są skłonni przypisać niezwykłą głębokość szelfu Antarktydy pleistocenijskiej erozji lądolodu na jego powierzchni, co do tej pory jest sporne. Poza tym stwierdzono, że szelf wzdłuż całego wschodniego brzegu Morza Weddella oraz na wschód od Ziemi Coatsa zapada w głąb morza szeregiem stopni, stanowiących najprawdopodobniej serię uskoków. Te ciekawe zagadnienia wymagają niewątpliwie jeszcze dłuższych badań na tym obszarze.

Antarktyda i jej cokolwiek kontynentalny są otoczone głębokimi morzami, dochodzącymi już w odległości około 500 km do 5000 m głębokości, jak np. głębia 5305 m na zachód od Kraju Marii Byrd, niekiedy przechodzącymi w wyraźne rowy oceaniczne (Pd. Sandwich 8264 m). Głębie te są porozdzielane na poszczególne baseny mniej lub więcej wyraźnymi grzbietami podwodnymi, których układ podaje nam załączona mapka (nr 5); dotychczasowe badania nie wyjaśniły, czy grzbieity te stanowią dawne zapadnięte połączenia lądowe Antarktydy z innymi kontynentami południowej półkuli, czy też wypiętrzone formy późniejsze, z którymi byłyby związane wylewy law wulkanicznych, budujących wiele wysp subantarktycznych, jak Crozeta, Bouveta, Kerguelena i in.

Ukształtowanie powierzchni Antarktydy nie zostało dotychczas, zwłaszcza w centralnych częściach jej wschodniej partii, dostatecznie dokładnie poznane (por. rys. 2). W zachodniej partii kontynentu największy element górski stanowią tzw. Antarktydy (nazwa nadana im przez polskiego uczonego H. Arctowskiego), ciągnące się przez Kraj Grahama i przyległe do niego wyspy (np. Aleksandra I), dalej przez Kraj Ellswortha i Marii Byrd. Ich wysokość w Kraju Grahama dochodzi niemal do 4000 m (Mt. Andrew Jacson w paśmie Eternity 3983 m) przeważnie jednak wysokość szczytów obraca się w granicach 2500—3000 m, w Kraju Ellswortha nieco się podwyższa do około 3000—3500 m, choć maksymalne wzniesienie tej partii (Mt. Ulmer w paśmie Sentinel) przekracza tylko nieco 3800 m, aby osiągnąć maksymalną w ogóle znaną dotąd kulminację na Antarktydzie w Kraju Marii Byrd w szczycie Mabel Sibli 6100 m. Z dotychczasowych badań na tym terenie wynika, że pasmo to nie jest jednolite (jego dwu- lub trójdzielność daje się zauważyć wyraźnie już nawet w Kraju Grahama) oraz że posia-

da ono wiele poważnych odgałęzień bocznych, jak Kohler Range (4570 m), pasmo nad Zatoką Wrigley'a (Mt. Siple 4570 m), Góry Edsel Ford i inne, których stosunek do pasma centralnego musi być jeszcze szczegółowo przebadany.



Rys. 2. Szkic ukształtowania pionowego Antarktydy. 1. Obszary ponad 200 m, 2. Wzniesienia ponad 4000 m, 3. Lody szelfowe

Naturalne przedłużenie Antarktydów ku północy stanowią wzniesienia pojawiające się w Pd. Szetlandach, Pd. Orkadach, Pd. Sandwich, Pd. Georgii, a następnie Andry Patagońskie. Niektórzy badacze widzą ich dalsze przedłużenie w stronę Oceanu Wielkiego ku Nowej Zelandii, co wymagać będzie jeszcze dłuższych badań w tej stosunkowo słabo znanej części oceanu.

Drugie wielkie pasmo górskie Antarktydy stanowią Góry Królowej Maud — niższe od poprzednich (do 4600 m), których przebieg ku Morzu Weddella nie jest do tej pory jasny. Pasma to zamyka dostęp od Morza Rossa do bieguna południowego, toteż pokonanie go stanowiło główną przeszkodę dla pierwszych odkrywców bieguna. Ku Morzu Rossa przechodzi ono w łańcuch Gór Król. Aleksandry (Mt. Markham 4572 m), niższe pasma Britannia (ok. 3200 m), Worcester, Royal Society (3962 m), Ks. Alberta (ok. 1500 m), wreszcie potężne Góry Admiralicji ze szczytem Sabine 3038 m. Z pasm tych oraz przez ich obniżenia spływają z głów-

nej masy lądolodu ku Morzu Rossa liczne lodowce, z których niektóre są prawdziwymi olbrzymami (np. lodowiec Beardmore'a długości ok. 200 km) — najdłuższymi i największymi lodowcami dolinnymi świata. W obszarze na zachód od bieguna południowego pasmo to staje się, jak to ostatnio odkryto, dwudzielne, rozpadając się na Góry Horlick przenoszące 3000 m oraz Dronning Maud Fjellkjede ponad 4600 m, przedzielone obniżeniem wypełnionym lodem, wysokości 2700—2800 m.

Dotychczasowe badania na obszarze Antarktydy Wschodniej nie wykazują poza wspomnianym pasmem Gór Król. Maud-Admiralicji poważniejszych wzniesień; wyjątek stanowią odkryte w latach 1939, 1946 oraz 1952 skryte pod lodem pasma górskie o przebiegu równoległym do wybrzeża atlantyckiego między Wybrzeżem Coatsa a Krajem Ks. Olafa, wśród których najwyższe kulminacje tworzą Wohltat Massiv (3010 m) oraz Ice Crystal Mts (ok. 3200 m), zaznaczające się, jak zresztą olbrzymia większość wzniesień na Antarktydzie, w postaci tzw. nunataków². Na południe od tych w znacznej części skrytych pod lodem pasm górskich, wyprawa niemiecka w r. 1939 stwierdziła maksymalną ok. 4250 m kulminację lądolodu antarktycznego w tzw. Lądolodzie Wegenera. Jeżeli dodamy, że rozciągająca się w pobliżu bieguna południowego Wyżyna Króla Haakona VII osiąga wysokość 2700—2800 m (sam biegun leży na wysokości 3127 m), natomiast wysokość powierzchni lądolodu w obniżeniu między Antarktydą Zachodnią a Wschodnią na tzw. Joerg Plateau wynosi poniżej 1000 m, to łatwo dojść do wniosku, że powierzchnia lądolodu bynajmniej nie wykazuje tak znacznej monotonii, jak to podawali niektórzy badacze. Poważniejszych również wzniesień należy się spodziewać na odcinku australijskim, gdzie ekspedycja Doversa w r. 1954 stwierdziła góry dochodzące do 3000 m, nie zaznaczone na żadnej z dotychczasowych map.

Ostatnie wyniki badań ukształtowania powierzchni Antarktydy (lądolód omawiamy osobno) świadczą dowodnie, że w tym względzie należy się spodziewać dalszych odkryć, które być może łącznie z badaniami miąższości lądolodu rozświetlą ostatecznie zagadkę ukształtowania powierzchni tego kontynentu.

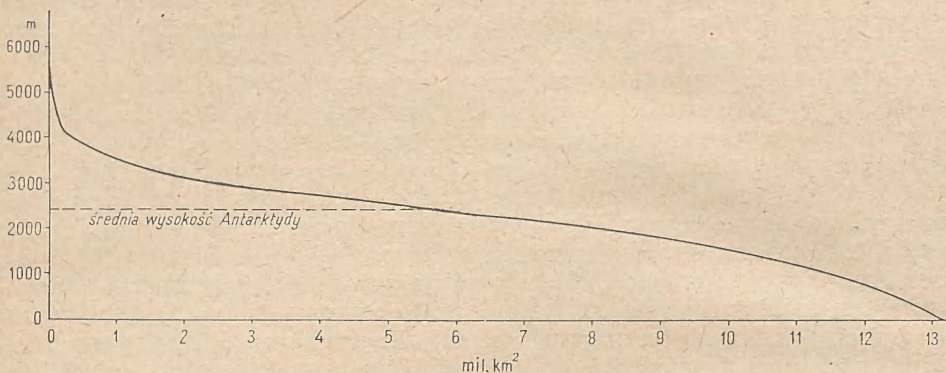
Rzut oka na mapę Antarktydy (por. szkic nr 2) poucza nas, że kontynent tworzy jakby ogromny płaskowyż pokryty lodem i śniegiem, w związku z czym próbowano już kilkakrotnie obliczyć na podstawie dotychczasowych syntez kartograficznych jego wysokość średnią; posługiwano się tu przeważnie konstrukcją tzw. krzywej hipsograficznej, opartej na obliczeniu powierzchni poszczególnych stopni wysokościowych (por. rys. 3). Z obliczeń tych wynika, że średnia wysokość Antarktydy jako kontynentu jest najwyższa na świecie i wynosi według ostatnich zestawień³ ponad 2300 m (dokładniej 2340 m), a więc przenosi kilkakrotnie średnią wysokość innych kontynentów (Europa 290 m i najwyższa z nich Azja 990 m).

Znajomość geologiczna Antarktydy jest ze względu na pokrycie lądolodem oparta niemal wyłącznie na kartowaniu wybrzeży i ze zrozumiałych względów stosunkowo dość słaba.

² Nazwa grenlandzka oznaczająca ciemną skałę w odróżnieniu od białych lodowców.

³ Wg obliczeń autora niniejszego artykułu.

Podłoże Antarktydy Wschodniej stanowi prawdopodobnie nader odporny kompleks podstawowy złożony głównie u archaicznych gneisów, łupków mikowych, amfibolitowych oraz kwarcytów i marmurów o silnym



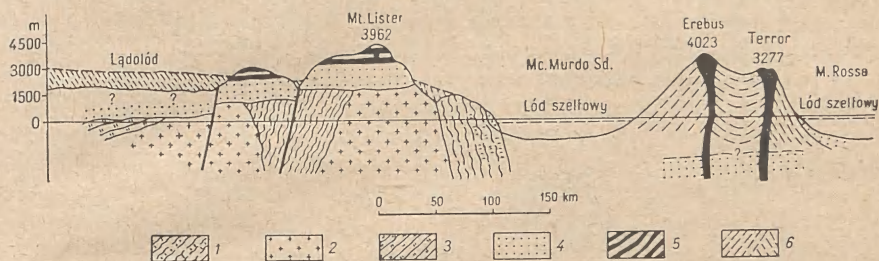
Rys. 3. Krzywa hipsograficzna Antarktydy

stopniu metamorfizacji. Między tym kompleksem a nadległymi warstwami dolnego kambru istnieje duża luka stratygraficzna odpowiadająca okresowi lądowemu. W kambrze nastąpiła transgresja, która trwała aż do dewonu, potem zaznacza się powolna regresja trwająca co najmniej do mezozoikumu (g. trias lub retyk), cechująca się kolejnym pojawianiem się facji lagunowej, przybrzeżnej, lądowej a nawet pustynnej. Najwybitniejszy element w tych utworach tworzy tzw. piaskowiec Beacon (permokarbon — trias), pojawiający się w potężnych poziomych ławicach, sięgających w Pd. Kraju Wiktorii ok. 1000 m miąższości; stanowi on prawdopodobnie odpowiednik indyjskiej formacji Gondwana. Pojawiają się w nim ławice węgla sięgające niekiedy poważniejsze miąższości. Z początkiem jury pojawiają się duże wylewy dolerytu w formie intruzji oraz wielkich płatowych pokryw; górnourajski bądź późniejszy kredowy wulkanizm Antarktydy Wschodniej był prawdopodobnie związany z fazą intensywnych zaburzeń orogenicznych, które spowodowały bardzo duże przesunięcia uskokowe sztywnych elementów tarczy Antarktydy, a także choć w dużo słabszym stopniu sfałdowanie pewnych partii serii Beacon. Najsilniejsza faza tych zaburzeń nastąpiła na przełomie kredy i trzeciorzędu. W trzeciorzędzie i czwartorzędzie miała miejsce silna działalność wulkaniczna, która zaznaczyła się zwłaszcza w Pd. Ziemi Wiktorii (wulkany Gaussberg, Erebus, Terror, Discovery).

Antarktyda Zachodnia różni się od Wschodniej budową fałdową, przy czym ze względu na nieco słabsze pokrycie lodolodem (Ziemia Grahama) wniknięcie w jej budowę nasuwa mniejsze trudności. Główna masa grzbietów górskich Zach. Antarktydy składa się z granodiorytów, charakterystycznych dla Andów Ameryki Pd., należących do cyklu późnomezozoicznego i trzeciorzędowego. Prócz nich pojawiają się również lądowe utwory jurajskie, morskie utwory kredy i trzeciorzęd zbliżony wykształceniem do południowo-amerykańskiego (molasa patagońska). Silne sfałdowanie tych utworów zaznacza się głównie na zachodzie, partie wschodnie mają charak-

ter płytowy, złożony z poziomo leżących utworów kredy i trzeciorzędu, pokrytych niekiedy wylewami bazaltowymi.

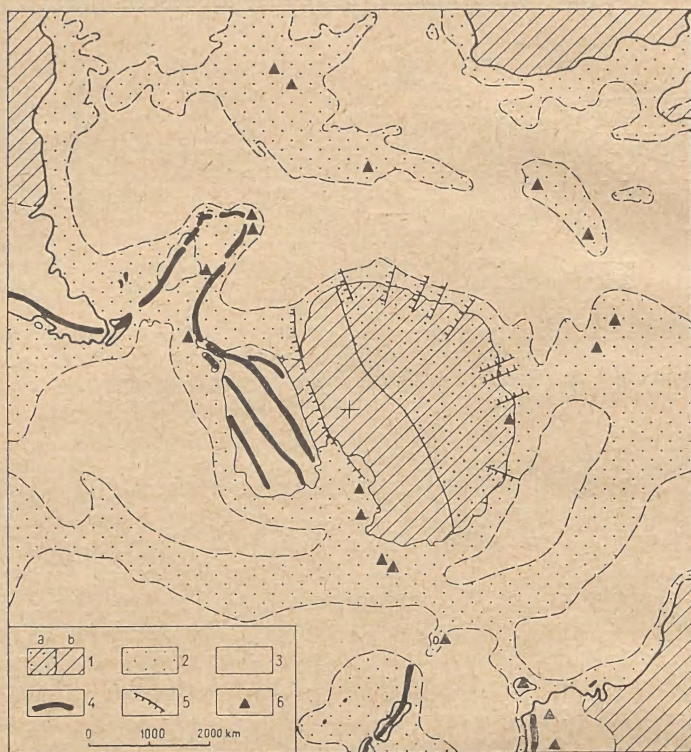
Z dotychczas zebranych spostrzeżeń geologicznych wynika niedwuznacznie, że Antarktyda Wschodnia tworzy starą tarczę lądową, tzw. kratogen, która nie podlegała niemal zupełnie procesom górotwórczym, ale



Rys. 4. Przekrój geologiczny przez żrąb Kraju Królowej Wiktorii (wg Davida). 1. Kompleks podstawowy (gnejsy, granitognejsy, amfibolity). 2. Seria prekambryjska (zmetamorfizowana). 3. Kambry. 4. Piaskowiec Beacon. 5. Doleżyty i starsze skały wylewne. 6. Trzeciorzędowe skały wylewne.

w obszarach brzeżnych raczej silnym spękaniami (por. rys. 4). Zaznaczające się pod względem budowy i występowania skamielin duże podobieństwo do zbliżonych utworów Ameryki Północnej, Australii i Indii nasuwa przypuszczenia istnienia na półkuli południowej w okresie popaleozoicznym jednego wielkiego lądu (Gondwana) lub grup lądowych łączących się ze sobą przez zespoły wysp. W mezozoikum istniał również niewątpliwie na obszarze Antarktydy Zachodniej ląd i łączył się zapewne w pewnej formie z sąsiednim lądem Antarktydy Wschodniej; dopiero po fazie fałdowań popurajskich i po powstaniu Antarktydów nastąpiła — najprawdopodobniej w trzeciorzędzie — seria spękań powodujących rozdzielenie Antarktydy na dwie części. Ta strefa dyslokacji o szerokości aż 600—800 km, biegnąca przez cały kontynent (F. Heim, 1926) i na pewnej przestrzeni równoległa do Antarktydów, zaznacza się na przestrzeni ok. 3000 km; ciągnie się ona wzdłuż wschodniego wybrzeża Morza Rossa, na niej rozłożyło się wiele późnotrzeciorzędowych wulkanów, jak Erebus (4023 m, do tej pory czynny), Terror (3277 m), Discovery (2770 m), Gaussberg i in. Warunkuje ona niewątpliwie istnienie tak charakterystycznych dla zarysu linii brzegowej Antarktydy, sięgających daleko w głąb kontynentu „zatokowych“ mórz Weddella i Rossa; przylegające do tej strefy dyslokacyjnej partie Wschodniej Antarktydy (pasmo gór Król. Maud-Admiralicji) stanowią więc wg Davida potężny żrąb (por. rys. 4), opadający stromo ku wybrzeżom, a nieco łagodniej seriami uskoków ku wnętrzu kontynentu. Jak wynika z dużych różnic wysokościowych leżących tu poziomo piaskowców Beacon, pojawiająca się tu seria uskoków posiada zrzut dochodzący do kilku tysięcy m. Serie spękań o podobnym przebiegu, choć na mniejszą skalę, skonstatowano również w głębi tarczy Antarktydy Wschodniej, nie brak też innych dyslokacji np. prostopadłych do wspomnianych kierunków w północnej jej części (Kraj Wilkesa, Commonwealth Bay, Ziemia Coatsa i in.).

Główny element Antarktydy, niewątpliwie decydujący o jej indywidualności w stosunku do innych kontynentów, stanowi lądolód, pokrywający ok. 96% jej powierzchni, tak że tylko pewne jej partie, jak np. Gór Król. Maud-Admiralicji, Ziemi Grahama a także wzniesienia



Rys. 5. Szkic tektoniczny Antarktydy. 1a. Kompleks podstawowy w tarczy antarktycznej, 1b. Pokrywa osadowo-wylewna. 2. Grzbiety podmorskie, 3. Zagłębienia oceaniczne (poniżej 4000 m), 4. Strefy fałdowań mezozoicznych i trzeciorzędowych, 5. Uskoki i dyslokacje, 6. Wulkany

Zachodniej Antarktydy, są na pewnych przestrzeniach wolne od lodu lub też wysterczają jako nunataki z otulającej je pokrywy lodowej. Antarktyda stanowi więc jakby ogromny płaskowyż utworzony przez masy śniegu i lodu, ponad który wznoszą się wysokie, pokryte lodowcami i wiecznymi śniegami łańcuchy górskie.

Prace wielu ekspedycji ostatniego półwiecza dały nam jaśniejszy, choć bynajmniej nie wolny od wielu wątpliwości, obraz zlodzenia tego kontynentu. Maksymalne wzniesienie tarczy lodowej Wschodniej Antarktydy, czyli jej tzw. „lododział“, o wysokościach obracających się około 2800—3150 m, nie układa się bynajmniej w jej środku, ale zgodnie z przypuszczeniami Goulda biegnie asymetrycznie, w przybliżeniu równolegle do gór Król. Maud-Admiralicji od okolic pd. bieguna magnetycznego do bieguna matematycznego (3127 m); dalszy jego przebieg

w kierunku na tzw. Łądolód Wegenera nie jest do tej pory jasny, najprawdopodobniej koło 81° szer. pd. oraz 0° długości osiąga on jedną ze swych maksymalnych kulminacji.

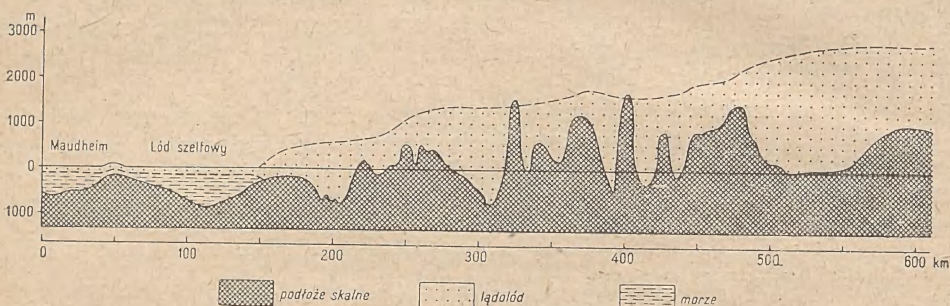
Drugi, odkryty ostatnio, „lododział“ zaznacza się w Antarktydzie Zachodniej na przestrzeni między Wybrzeżem Hobbsa a Wyżyną Ellswortha, gdzie osiąga wysokości 2050—2300 m, a miejscami zapewne i znaczniejsze. Wysterczają z niego postaci ogromnych serii nunataków: pasmo Mabel Sibli (6100 m), wznoszące się ponad 3000 m nad powierzchnię łądolodu, a także południowe zakończenie Executive Committee Range (Mt. Sidley 3658 m). Między tymi kulminacjami przebiega wyraźne obniżenie pokrywy lodowej, zaznaczające się na przedłużeniu Morza Rossa wzdłuż 85° szer. pd., kierujące się na tzw. Joerg Plateau; osiąga ono w pobliżu Morza Rossa wzniesienie ok. 450 m, a w partiach bliższych Morza Weddella ponad 1000 m.

Z tych kulminacji porusza się płynąc na wszystkie strony łądolód, stąd jego wysokość maleje oczywiście zwolna ku brzegom; osiąga ona w odległości około 50—70 km od wybrzeża przeciętnie 800—1000 m, po czym spadek czaszy lodowej rośnie ku brzegom, aby na wybrzeżach przejść w masy lodowe, leżące nie tylko na lądzie, ale częściowo na szelfie i na pół pływające w morzu, ograniczone z reguły od strony oceanu stromymi ścianami, których wysokość może dochodzić do kilkudziesięciu (30—70), a lokalnie i więcej metrów.

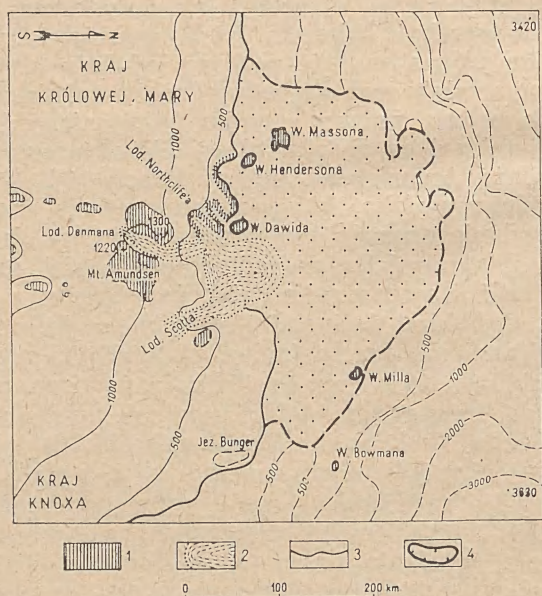
Grubość pokrywy lodowej osiąga zależnie od ukształtowania podłoża rozmaite wartości, wahające się w granicach od kilku do ok. 2600 m. Rozmiary grubości lodu uzyskano oczywiście nie wierceniami, ale metodami sejsmo-akustycznymi, niestety, jak dotychczas, w stosunku do tak ogromnej powierzchni łądolodu tylko w niewielu punktach, nie więc dziwnego, że ukształtowanie podłoża łądolodu antarktycznego nie jest do tej pory na większych przestrzeniach zupełnie znane. Uzyskane w tym względzie pewne wstępne wyniki pozwalają jednak na niezwykle interesujące wnioski co do ukształtowania skrytego pod masami lodu skalnego podłoża Antarktydy. Oto w latach 1949—1952 ekspedycja norwesko-brytyjsko-szwedzka, która przeprowadziła metodami sejsmo-akustycznymi badania grubości lodów na przestrzeni ok. 600 km w głąb Ziemi Król. Maud, stwierdziła, że łądolód tej części Antarktydy kryje pod sobą nader zróżnicowany relief podłoża, złożony z łańcuchów górskich i wyżyn z głębokimi dolinami i fiordami o dnie schodzącym niekiedy dużo niżej poziomu morza (nawet do 1000 m) oraz wciskającymi się daleko w głąb lądu (por. rys. 6). Tylko najwyższe szczyty tego masywu o alpejskich wymiarach wysokościowych wysterczają z podłoża w postaci nunataków w krajach Ks. Ragnhild, Mac Robertsona, Pd. Wiktorii i Nowej Szwabii. Przypuszczać więc wolno, że i w innych partiach Antarktydy działające obecnie wyprawy badawcze stwierdzą podobne stosunki ukształtowania podłoża, zwłaszcza w Zachodniej Antarktydzie, dalej w Kraju Larsa Christensena i Księżnej Elżbiety. Potwierdzałyby się więc hipoteza Goulda (1940), że powstanie łądolodu tego kontynentu należy przypisać złączeniu się wielu lokalnych złodowaceń masywów górskich oraz wyżyn w jedną całość, narastającą następnie ku górze w miarę dopływu nowych mas śniegowo-lodowych.

Badania te zaktualizowały także ponownie dawny problem podłoża skalnego lądolodu, czy pojawia się on w postaci jednolitej masy lądowej, czy raczej mniejszego (być może rozdzielonego na dwie części) lądu z szeregiem wysp przybrzeżnych; ostatnie wyprawy poświęcają temu kapitalnemu zagadnieniu „szóstego” kontynentu szereg do tej pory trwających badań.

Na skutek tych spostrzeżeń wielu badaczy (O d e l l, G i a e v e r, K o s a c k i in.) przyjmuje dziś — odmiennie od dawnych poglądów — daleko mniejszą, bo tylko 500—600 metrową średnią miąższość lądolodu antarktycznego, z czego wynika, że średnia wysokość podłoża skalnego te-

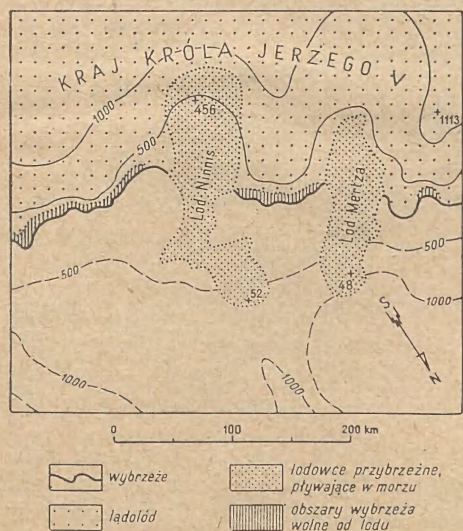


Rys. 6. Ukształtowania podłoża lądolodu Królowej Maud (wg wyprawy norwesko-brytyjsko-szwedzkiej w latach 1949-52). 1. Lądolód, 2. Wody morskie, 3. Podłoża skalne



Rys. 7. Lód szelfowy Shackletona. 1. Obszary wolne od lodu, 2. Lodowce dolinne i języki lodowe, 3. Wybrzeże Antarktydy, 4. Lód szelfowy

go kontynentu sięgałaby (przy przyjęciu średniej jego wysokości łącznie z masą lądolodu na ok. 2300 m) 1600—1700 m, a więc mimo pokrywy lodów byłaby ciągle najwyższą na świecie. Jak widzimy, średnia miąższość lądolodu antarktycznego okazuje się więc wbrew poprzednim przypuszczeniom (Meinardus 1926, 1932) znacznie mniejsza od grenlandzkiego (według Kosioby wynosi ta ostatnia 1300 m), choć do ustalenia jej przybliżonej wartości musimy jeszcze poczekać na dalsze w tym względzie badania. Tak więc w świetle dotychczasowych dociekań naukowych należałoby oceniać masę lądolodu antarktycznego na ok. 8—9 mil. km³; łatwo obliczyć, że stopienie tej olbrzymiej masy lodu podwyższyłoby całość powierzchni mórz i oceanów średnio o 15 m. Powierzchnia lądolodu nie jest oczywiście gładka, ale lokalnie przecinają ją całe zespoły szczytów różnej głębokości i długości; ku brzegom lądolód opada przeważnie jednym lub kilkoma schodowatymi załomami o silniejszym lub słabszym wykształceniu, jak np. w Kraju Enderby'ego lub Coatsa; ilość, rozmiar i głębokość szczytów zwiększa się wydatnie w partiach brzeżnych (wielkie ich skupienia znane są z Kraju Edwarda VII, koło Zatoki Kr. Jerzego VI i in.), w masie lodowej pojawiają się tu też często tunelowe próżnie oraz groty. W partiach górskich, zwłaszcza na obszarze pasma Gór Król. Maud-Admiralicji, stwierdzono już w czasie pierwszych wypraw na ten kontynent ogromne lodowce dolinne, które jak np. lodowiec Beardmore'a czy Axel Heiberga o długości 150—200 km schodzą z wysokości ponad 2000 m do poziomu morza; biorą one początek z głównej masy lądolodu i przeciskają się analogicznie jak w Grenlandii przez obniżenia wspomnianego pasma oraz tworząc po drodze liczne lodospady (np. Shackleton's Ice Falls na lod. Beardmore'a) zasilają tzw. lody szelfowe, przede wszystkim wielki lód szelfowy Rossa oraz Shackletona (rys. 7), choć prawdopodobnie nie w tym stopniu jak to do niedawna przypuszczano.

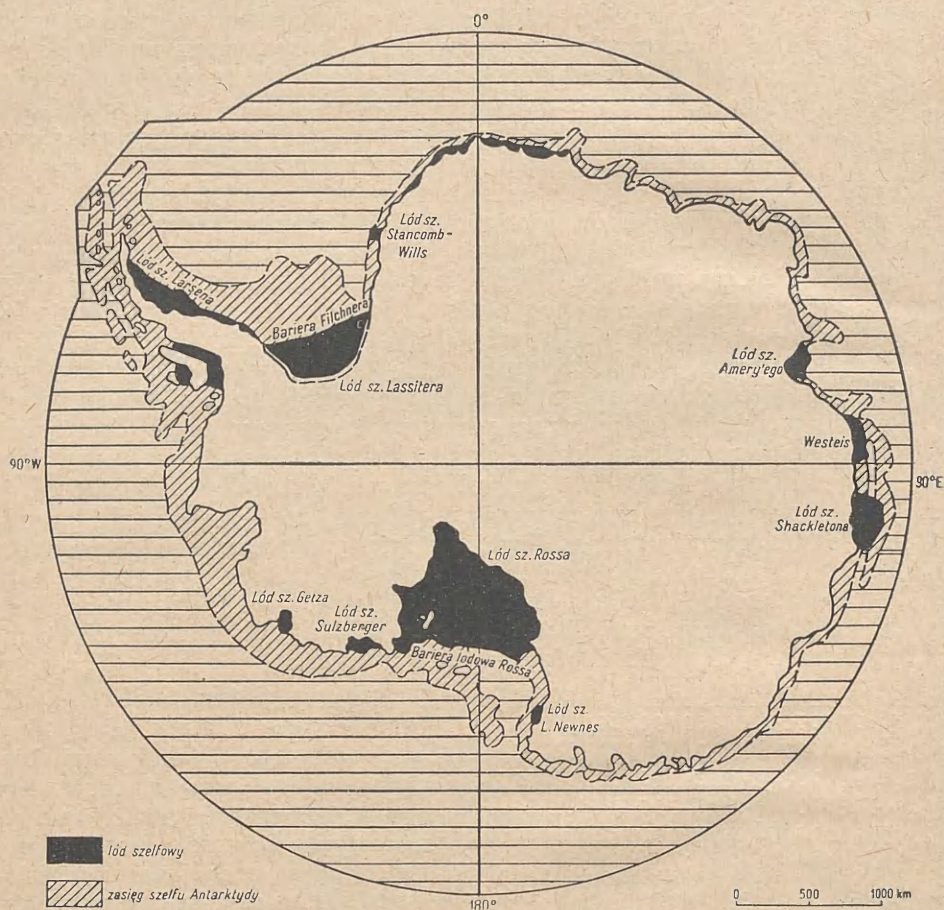


Rys. 8. Pływające języki lodowcowe Antarktydy z kraju Kr. Jerzego V

Inną osobliwość Antarktydy tworzą znane z Kraju Adeli, Kraju Kr. Jerzego V (okolice pd. bieguna magnetycznego) oraz Pd. Kraju Wiktorii języki lodowcowe rozmaitej długości, wysuwające się daleko w wody oceanu, częściowo leżące na szelfie, częściowo nawet pływające na powierzchni wód (według Ferrara tzw. „ice tongues, afloat”). Największe z nich: lodowiec Ninnis oraz Mertza z Kraju Ks. Jerzego V sięgają blisko 100 km poza linię brzegową kontynentu (rys. 8).

Specyficzną formę pokryw lodowych u wybrzeży Antarktydy tworzą tzw. lody przybrzeżne; główne ich typy, choć pod rozmaitymi nazwami, zostały już opisane (Gourdon, Ferrar

Priestly, Wrigth i in.) nader szczegółowo. Rozróżniamy tu za Nordenskjöldem dwie ich główne grupy a mianowicie tzw. lody sto-powe oraz lody szelfowe. Pierwsze z nich znajdują się, ściśle biorąc, poza właściwym obszarem lądolodu Antarktydy i leżą wyraźnie niżej



Rys. 9. Szelf i lody szelfowe Antarktydy

od niego na obszarze wybrzeży, a z samym lądolodem pozostają przeważnie tylko w luźnym związku. Tworzą one na brzegu kontynentu kilkunastometrowe, niemal zupełnie nieruchome tarasy lodowe, przy czym zasilane są głównie przez opady śnieżne; są to według klasyfikacji Ferrara z Pd. Kraju Wiktorii tzw. „piedmont-aground”.

Lody szelfowe rozwinęły się na wielką skalę w morzach zatokowych Weddella i Rossa, na mniejszą wokół całej Antarktydy (por. rys. 9) w postaci ogromnych na pół pływających w wodach oceanicznych mas lodowych, tworzących jakby ogromne pola lodowe, dość ruchome od strony pełnego morza, słabo zaś lub w ogóle nieruchome od strony lądu, o łącznej powierzchni blisko 1 miliona km². Największym

z nich jest lód szelfowy Rossa, zajmujący powierzchnię ok. 488 000 km², dalej wymienić trzeba lody Lassitera (ok. 165 000 km²), Larsena (ok. 103 000 km²), Shackletona (38 000 km²), mniejsze Getza, Gaussa, Norden-skjölda i kilka innych. Od strony oceanu urywają się one przeważnie stromymi ścianami tworząc tzw. bariery lodowe, np. Rossa na morzu tejże nazwy czy Filchnera na Morzu Weddella, wznoszące się ok. 30—50 m nad poziom morza. Bariery te, ciągnące się wzdłuż wybrzeży Antarktydy na przestrzeni paru tysięcy km (sama np. Bariera Rossa osiąga długość 700 km), utrudniają poważnie dostęp do jej wybrzeży. Ferrar a oznacza tę grupę lodów nazwą „piedmont-aflloat“ i widzi w nich część lądolodu zesuniętą do morza i w nim na pół pływającą, podczas gdy Nordenskjöld przypisuje im (przynajmniej w części) pochodzenie lodowo-śniegowe, tj. nagromadzanie się odłamków lodu lądowego i morskiego a płytkim wybrzeżu, a następnie „sklejenie“ ich masą świeżo spadłego, a potem ulegającego firnizacji i przemianie w lód śniegu (lód szelfowy Larsena). Ostatnie badania nie rozstrzygnęły ostatecznie ich genezy, choć obserwacje ekspedycji Byrda wskazują w ich powstaniu na dużą rolę akumulacji śniegu i jego przemiany w lód.

Ta olbrzymia masa lądolodu, lodowców oraz lodów przybrzeżnych jest oczywiście poważnym „producentem“ gór lodowych, głównie latem, gdy pod wpływem ciepła słonecznego olbrzymie bloki barier lodowych, względnie lodowców odrywają się od części macierzystych (czasami nagle, z wielkim łoskotem) i niesione prądami oraz popychane podmuchem wiatrów kierują się w postaci charakterystycznych olbrzymich tafli (odmiennych kształtem od gór lodowych pn. półkuli) ku niższym szerokościom. Ten proces powstawania gór lodowych, tzw. „cielenie się“ (ang. *calving*), nie jest na Antarktydzie dostatecznie zbadany, przypuszcza się obok wpływu ruchu fal, także poważną rolę pływów (Scott), napięć wewnętrznych mas lodowych (eksped. Ronne) i nagrzania w czasie lata; do tej pory brak dokładniejszych danych, jakie są główne obszary wzmoczonego tworzenia się gór lodowych, zasadnicze okresy ich powstawania a tym bardziej, jaką masę lodu traci w ten sposób rokrocznie Antarktyda. Dotychczasowe szacunki podają łączną liczbę tworzących się rocznie gór lodowych Antarktydy na ok. 2000, a masę straconego w ten sposób lodu na 640 km³ (Meinardus), czyli zaledwie 0,0007 całości jego masy, co np. w porównaniu z Grenlandią jest cyfrą raczej niewielką.

Badania Byrda, prowadzone w r. 1947 z samolotów, podobnie jak i wcześniejsze obserwacje ekspedycji niemieckiej Ritschera ujawniły niezwykle ciekawy fakt pojawiania się zupełnie niespodziewanie na obszarze lądolodu obszarów wolnych od lodu — niejako „oaz“ w lodowej pustyni z niezamarzniętymi jeziorami. Stwierdzono je dotychczas na Ziemi Knoxa w pobliżu lodu szelfowego Shackletona na obszarze ok. 780 km² (Jeziora Bungera, por. rys. 7), a następnie w miarę postępu badań w kilku innych punktach, jak w pobliżu Morza Rossa w postaci szerokich dolin wolnych od lodu (Worcester Range), dalej na Wybrzeżu Ks. Astrid (tzw. Seenplatte), w sąsiednim Wohltat Massiw na wysokości 600—800 m z ciekawym jeziorkiem cyrkowym, w Kraju Kr. Maud tzw. Dry Valley i w kilku innych. Nauka nie wypowiedziała się dotychczas ostatecznie co do genezy tych „oaz“ lądolodowych, są one przedmiotem badań działających obecnie na terenie Antarktydy ekspedycji, zwłaszcza radzieckiej, operują-

cej w okolicach lodoszelfowego Shackletona. Przypuszcza się tu wpływ podziemnych źródeł ciepła (ciepłe źródła, gejzery — znane koło wulkanu Erebus), działanie silnych wiatrów, połączone z przewiewaniem śniegu, wreszcie szlifujący wpływ na podłoże zamieci śnieżnych (specyficzna korozja wietrzna), a także ogólne zwolna postępujące ocieplanie się klimatu Antarktydy, o którym świadczy wiele faktów.

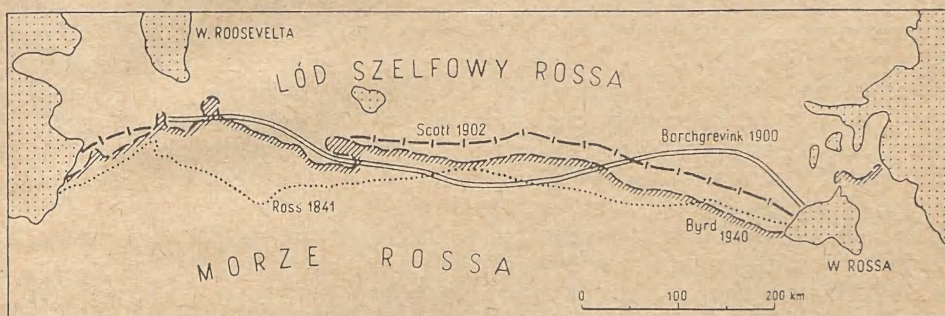
Ruch lądolodu Antarktydy jest bardzo powolny, zwłaszcza w jego partiach centralnych (ok. 0,2—0,5 m miesięcznie), gdzie jednak liczniejszych obserwacji nad tym zjawiskiem brak; w partiach brzeżnych prędkość przesuwania się mas lądolodu dochodzi do 4—10 m w ciągu miesiąca, a więc jest znacznie mniejsza niż w lodowcach dolinnych, spływających np. z Gór Kr. Maud, które osiągają (np. lod. Mackay) prędkości kilkakrotnie większe (30—40 m w miesiącu), choć ogólnie biorąc dużo mniejsze niż analogiczne lodowce Grenlandii. Przyczyną są tu zapewne inne właściwości fizyczne lodowców Antarktydy — ich temperatura, plastyczność lodu oraz mniejsza ich miąższość powodująca zwolnienie ruchu. Ostatnie spostrzeżenia zdają się stwierdzać, że lądolód Antarktydy Zachodniej porusza się ogólnie biorąc szybciej, zwłaszcza w partiach zachodnich, niż lądolód Antarktydy Wschodniej, poza tym wykazuje on partie poruszające się szybciej, jakby dodatkowe „prądy” pojawiające się w całej ruchomej masie lądolodu. Sprawą przyszłych badań będzie, obok precyzyjniejszego ustalenia rozmiarów i kierunków tych stosunkowo dotychczas słabo zbadanych ruchów, przede wszystkim niejasna dotychczas rola ukształtowania podłoża skalnego w zjawisku ruchu lądolodu.

Do specyficznych cech lądolodu antarktycznego należy znaczna czystość jego lodu, tj. brak większej ilości materiału skalnego w masach lodowych, którego dużą ilością cechują się zwłaszcza lodowce strefy subtropikalnej i umiarkowanej, a także lądolód grenlandzki. Najprawdopodobniej przyczyną tego zjawiska jest nader zimny klimat tego kontynentu (mała ilość zwietrzliny), niewielka stosunkowo powierzchnia nuna-taków oraz brak intensywniejszej działalności wód podlodowcowych.

Zagadnienie genezy, okresu powstania i wahań lądolodu antarktycznego jest jednym z zasadniczych problemów naukowych, jaki mają do rozwiązania nowsze wyprawy badawcze. Wspomnieliśmy już poprzednio o hipotezie Goulda co do powstania lądolodu antarktycznego, przy czym dodać trzeba, że już w pierwszych latach bieżącego stulecia stwierdzono (David, Priestley i in.), iż kontynent ten był w pleistocenie znacznie silniej zlodowacony; miąższość lądolodu była wówczas o ok. 300 m większa, co potwierdziły ostatnie badania (O dell, 1954), przyjmując nawet lokalnie większą jego miąższość (nawet ponad 400 m), a kierunki ruchu lodowców na podstawie układu i składu moren inne niż obecnie. Zasięg lądolodu ulegał w ciągu czwartorzędzu kilkakrotnemu wahanu, o czym świadczą obok śladów moren przede wszystkim próbki osadów dennych pobrane z ławic mórz subantarktycznych, których zmienny charakter wskazuje na kilkakrotne wahania klimatyczne. Problem jednak ilości zlodowaceń Antarktydy oraz ich synchronizacji z półkulą północną pozostaje jeszcze, jak stwierdzają Simpson czy Demorest, całkowicie otwarty. Opierając się na porównawczym badaniu wspomnianych osadów — dla Antarktydy jeszcze ciągle w zaczątkach — jedni z badaczy wypowiadają się za synchronizmem wahań lądolodu w czwartorzędzie na

obu półkulach, inni przypuszczają, że zlodowacenie Antarktydy rozpoczęło się wcześniej, a mianowicie z końcem trzeciorzędu. W każdym razie nie ulega wątpliwości, że trwające pod tym względem badania tak ogromnego zlodowaconego obszaru jak Antarktyda rzucają nam dużo światła na proces powstania „życia” i ewentualnie zaniku lądolodów czwartorzędowych.

Pozostaje również do dalszego rozpracowania inny problem, a mianowicie czy lądolód Antarktydy wykazuje obecnie wahania, czy też trwa on



Rys. 10. Zmiany położenia bariery Lod. Rossa (wg H. P. Kosacka)

w niezmiennym zasięgu w okresie podyluwialnym i obecnym — problem, który nasuwa znaczne trudności, ponieważ brak jest dotychczas w tym względzie dokładniejszych spostrzeżeń na obszarze samego lądolodu. Istnieją jednak pewne spostrzeżenia na Barierze Rossa, które wskazują, że w ciągu ostatnich stu lat (od czasów Rossa) cofnęła się ona o kilkadziesiąt kilometrów (por. rys. 10), podobne, choć na mniejszą skalę, zjawisko daje się zauważyć (F. A. Simpson) w przypadku Bariery Filchnera; być może mamy tu do czynienia ze zjawiskiem dłuższej trwającej oscylacji klimatycznej, po której bariery te zaczną znów powiększać swój zasięg. Zagadnienie powyższe wiąże się ściśle z problemem zasilania lądolodu Antarktydy materiałem śniegowym, które, jak wynika z dotychczasowych badań meteorologicznych na tym kontynencie, jest bardzo skąpe (10—30 cm rocznie), ale do tej pory z olbrzymiej większości obszaru Antarktydy niedostatecznie lub prawie całkiem nieznaną⁴.

Również obserwacje nad sposobem zasilania lodu szelfowego Larsena, jak wiemy o znacznej powierzchni ponad 100 000 km², prowadzone niedawno przez ekspedycję szwedzką na wschodnim brzegu Ziemi Grahama, świadczą, że jest on w bardzo niewielkim stopniu „żywiony” przez nader małe lodowce tego obszaru, toteż ze względu na swe rozmiary musi być uważany na element przetrwały z dużo rozleglejszego zlodowacenia czwartorzędowego. Szereg spostrzeżeń nad zasięgiem osadów morenowych stwierdzonych w niewielkich fragmentach na szelfie antarktycznym nasuwa także przypuszczenie, że lądolód miał w momencie ich osadzania zasięg znacznie większy; popierałby te przypuszczenia fakt pojawiania się „oaz” w masie lądolodu, które zdaniem wielu bada-

⁴ Omówieniu zagadnień klimatu Antarktydy poświęcony będzie osobny artykuł.

czy świadczą o znacznym postępie procesu deglacji Antarktydy. Z tych więc względów w świetle dzisiejszych badań musimy uważać lądolód antarktyczny za zmniejszający się relikty dużo większego lądolodu czwartorzędowego — za masę lodową zanikającą może powoli lub z pewnymi przerwami, ale znajdującą się w ustawicznym odwrocie. Czasokres i stadia tego odwrotu, dotychczas mało zbadane, czekają jeszcze na opracowanie.

Współczesne badania naukowe Antarktydy są prowadzone także pod kątem widzenia bliższego poznania jej bogactw naturalnych. Najważniejsze są niewątpliwie odkryte na powierzchni ok. 250 000 km² złoża węgla, co do których występowania dostarczyła wielu danych wspomniana ekspedycja szwedzka (Larsena). Główne punkty występowania węgla kamiennego stwierdzono na Ziemi Wiktorii, na zachodnim skłonie Gór Król. Maud-Admiralicyj w górnych partiach tego łańcucha, ok. 85° szer. pd., na wysokości 2400 m, w postaci 7-miu pokładów o łącznej miąższości ok. 8 m, w rejonie Zatoki Terra Nova, dalej Zatoki Granitowej (Mac Murdo Sund) oraz koło Hornbluff na Ziemi Jerzego V. Węgiel jest przeważnie twardy o silnym połysku i ubogi w części lotne. Jak wielkie są jego zasoby na całym kontynencie, tego w obecnym etapie badań nie jesteśmy w stanie precyzyjnie określić, ale przypuszczać należy, że są one bardzo znaczne.

Dotychczas przeprowadzone badania geologiczne tego kontynentu pozwalają dalej przypuszczać istnienie złóż metali kolorowych, zwłaszcza miedzi koło Przylądka Denison, lodowca Amundsena w centralnej części Ziemi Marii Byrd oraz w największych ilościach na Wyspie Anvers koło Ziemi Grahama. Wspomnieć należy jeszcze o pirytach w północnej części Kraju Marii Byrd, dalej o niewielkich złożach srebra, cyny, niklu, chromu, molibdenu i in.

Główny wysiłek badań w tym zakresie szedł niewątpliwie w kierunku odkrycia złóż ropy, a także uranu. Co się tyczy złóż ropy, to obszar Antarktydy Wschodniej nie wykazuje śladów tego cennego paliwa, lepiej pod tym względem przedstawiają się możliwości Antarktydy Zachodniej (jako przedłużenia Andów, w których ropa pojawia się zwłaszcza w ich pd. częściach), szczególnie wobec niedawno odkrytych jej śladów na Ziemi Grahama. Wyniki badań w zakresie odkryć rud uranu są oczywiście trzymane w tajemnicy, ale niedawno wypowiedzi dwóch tej miary znawców tego kontynentu, jak Byrd i Mawson, pozwalają się spodziewać, że i w tym zakresie uzyskano pewne wyniki, do czego upoważniałyby też przypuszczenia teoretyczne (brzeżne partie starych „tarcz“ zazwyczaj obfitują w rudy uranu). Pozornie wyniki badań nad bogactwami naturalnymi na Antarktydzie nie są więc zbyt zachęcające, ale podkreślić trzeba, że w tym zakresie są one jeszcze w początkowym stadium i że badania geologiczne nie objęły więcej niż 2—3% powierzchni całego kontynentu. Surowy klimat, wielka odległość Antarktydy od innych kontynentów i trudne warunki eksploatacji uniemożliwiają w chwili obecnej korzystanie z bogactw naturalnych tego kontynentu, ale po udoskonaleniu metod wydobywczych oraz ewentualnym odkryciu złóż bardziej zasobnych Antarktyda może się stać w przyszłości nawet mimo ogromnych trudności klimatycznych wcale poważnym centrum eksploatacji górnictwa.

Powyższe krótkie zestawienie dotychczasowych badań nad szóstym kontynentem miało na celu uwydatnienie ważnego faktu, jak wielki postęp poczyniło w okresie około pół wieku jego poznanie naukowe, które zarazem odsłoniło nam wiele problemów, jakie przyszłe ekspedycje na ten niegościnniej teren będą miały do wyświeślenia. Nauka kosztem bohaterських wysiłków szeregu badaczy, wysiłków okupionych niekiedy śmiercią lub kalectwem, wydiera temu obszarowi krok po kroku jego tajemnice.

Julian Tokarski

ZASADY KLASYFIKACJI GLEB

Zagadnienie klasyfikacji gleb — mimo wielostronnych usilnych starań — nie tylko nie zostało dotąd rozwiązane, lecz przeciwnie, wydaje się coraz trudniejsze. Przyczyn tego stanu rzeczy można dopatrywać się w następujących faktach.

Postęp w rozwoju przyrodoznawstwa osiągnął w XX wieku wysoki poziom we wszystkich dziedzinach. Okazało się przy tym w zakresie nauki o glebie, że owa cieniutka warstwa powierzchni Ziemi, nazywana glebą, w której i na której rozwija się świat organiczny, odznacza się ogromną dynamiką zjawisk fizyko- i biochemicznych. Warstwa ta, zjawiająca się na granicy 2 faz — stałej powłoki ziemskiej i atmosfery — jest zawsze w stanie równowagi chwiejnej, a obraz jej materii w danej chwili jest wyrazem niezmiernie skomplikowanego oddziaływania wielu czynników, które bywają określane jako „czynniki glebotwórcze“.

Nie ulega wątpliwości, że właściwym wzorcem każdej gleby jest rozumnie wytypowany przez Dokuczaiewa jej profil, uchwycony do odpowiedniej głębokości. W jego wyróżnianych trzech poziomach może być analitycznie rozpoznany stan dynamiki w danej chwili obserwacji. Jednakże profil glebowy — jak to już dowodnie wiemy — nie może być uznany za jakąś jednostkę systematyczną. Takiemu ujmowaniu przeczy już sam fakt zmienności profilów nawet w tym samym niezbyt dużym areale. Zatem profil glebowy może być pojęty co najwyżej jako jeden z organów wyższej jednostki systematycznej, np. danego gatunku gleby. O zmienności profilów takiego areалу decydują przede wszystkim warunki mikroklimatyczne, a w tym szczególnie zmienności stosunków wodnych.

Klasyfikacja gleb jako materii przyrodniczej (podobnie jak skał) nie może być przeprowadzona w sposób „naturalny“ na wzór świata zwierzęcego i roślinnego dlatego, że nie podobna tutaj uchwycić zjawisk pokrewieństwa. Jak to słusznie podkreśla ostatnio G. W. Leeper, motyw genetyczny takiej klasyfikacji musi odpaść, ponieważ żadna gleba nie może pochłubić się pochodzeniem od takich czy innych „rodziców“ (1).

Każda gleba powstaje z regolitu, tzn. na tle różnych szczątków skalnych, nagromadzonych w danym miejscu zrazu jako produkt wietrzenia fizycznego. Na tle tego regolitu powstaje dopiero wówczas gleba właściwa, gdy na to pozwolą warunki klimatyczne, umożliwiające rozwój żywego świata organicznego. Zależnie od jakości klimatu, wywołującego znane różnice w żywym świecie organicznym, rozwój profilu w czasie i przestrzeni postępuje wśród efektu zróżnicowanego jakościowo i ilościowo

wo. W takim ujęciu przyrodniczym nie może być zatem mowy o jakichś genetycznych stosunkach na szeroką skalę. Historia rozwoju profilu, a zatem i gleby, jest w tym znaczeniu krótka w porównaniu z genezą profili geologicznych.

Genetyczne zatem podejście do profili glebowych jest z natury rzeczy z góry ograniczone do bardzo krótkiego okresu.

Gdy więc przy tworzeniu klasyfikacji gleb odpada motyw „wielkiej ewolucji“ i „pokrewieństwa“ oraz gdy duża ilość faktów rozpoznanych z zakresu różnic glebowych zmusza do uporządkowania materiału, wybija się wówczas przy rozwiązywaniu tego uporządkowania, czyli systematyki gleb, jako motyw główny — logika.

Profile glebowe, podstawa rozpoznawcza systematycznych jednostek glebowych, można określić przy rozpoznaniu ich różnorodnych cech. Przy studium porównawczym, zdążającym do stworzenia klasyfikacji czy systematyki, należy zatem zdecydować się, które z tych cech są pojęciami nadrzędnymi, a które podrzędnymi. Nie jest to rzeczą prostą, jak świadczą wszystkie dotychczasowe prace podjęte w tym zakresie.

Logika ludzka nakazuje w tym przypadku tak postępować, jak to się stało np. w ustalaniu naturalnej systematyki świata zwierzęcego. Wydzielenie tutaj typów od pierwotniaków do kręgowców zostało oparte na jednej tylko wspólnej cesze: u pierwotniaków „jednokomórkowość“ wiążąca wszystkie gromady, rodzaje, rodziny i gatunki tego świata, u kręgowców zaś obecność wewnętrznego chrząstkowo-kostnego szkieletu. W obrębie tych typów wydzielono niższą jednostkę systematyczną — gromadę — na podstawie dalszej wspólnej cechy, jak np. u kręgowców zróżnicowanie odnóży, pokrycie ciała itp. Wybrane cechy systematyczne odpowiadały równocześnie ustalonemu paleontologicznie rozwojowi ewolucyjnemu i dlatego systematyka świata zwierzęcego jest uznana za naturalną (genetyczną). Jednak zanim została stworzona wspomniana wyżej naturalna systematyka świata zwierzęcego, jego elementy składowe zostały wystarczająco dokładnie rozpoznane „osobniczo“. Nie można tego powiedzieć odnośnie klasyfikacji gleb. Dotychczasowe rozpoznanie utworów glebowych polegało i niestety jeszcze ciągle polega głównie na tzw. opisach profili glebowych. Takie opisy jednak, oparte na jakościowym uchwyceniu cech glebowych, nie mogą być bynajmniej naukową podstawą systematyki. Już chociażby dlatego, że każdy opis jakościowy jest mniej lub więcej subiektywny oraz że po ustaleniu pierwszego opisu na pewno drugi, przeprowadzony po jakimś czasie, wypadnie odmiennie. Jest rzeczą jasną, że w ten sposób wymyka się spod obserwacji, jako naukowa podstawa klasyfikacji, istotna rzecz, tj. profil w ustalonej formie.

Nie ulega wątpliwości, że realne podstawy dla klasyfikacji mogą dać jedynie te cechy gleby, które dadzą się przedstawić w badaniach analitycznych jako możliwe ustalone. Im więcej pozna się takich cech, tym rozklasyfikowanie gleb będzie łatwiejsze i dokładniejsze. W zasadzie znamion glebowych wspólnych dla różnych gatunków lub różniących się między sobą jest bardzo dużo. Dla celów ogólnej klasyfikacji wystarczyłoby jednak wybrać z nich kilka najistotniejszych. Dla przykładu wymienimy grupę gleb piaszczystych. Tutaj główną cechą różniącą je od ilastych, wapiennych czy też organicznych jest zawartość piasku. Grubość ziarn piasku (elementu tutaj dominującego), czyli jego tzw. skład mechaniczny, mo-

głaby być wybrana jako cecha podrzędna, wyróżniająca w obrębie grupy np. rodzaje. W obrębie każdego rodzaju można by wyróżniać np. rodziny na podstawie natury i ilości elementów ilastych. Tak pomyślana klasyfikacja byłaby logiczna i mogłaby zostać zamknięta w jednostkach najniższego rzędu, np. w gatunkach. Ostatecznie należałoby wyróżnić dla celów klasyfikacyjnych pewne cechy glebowe uporządkowane według zasad nadrzędności, względnie podrzędności. A więc cechy *A, B, C, D* itd., w ich obrębie cechy podrzędne *a, b, c, d* itd. O takich właśnie logicznych podstawach mówi wspomniana wyżej praca G. W. Leepera.

Z powyższych rozważań wynika, że podstawą każdej klasyfikacji gleb będzie wyszukiwanie właśnie wystarczającej ilości ogólnych cech gleby, dających się wydzielić w sposób skoordynowany z pojęciami nadrzędnymi i podrzędnymi. W dzisiejszym stanie faktów, zebranych na tle poznania różnych gleb, wyszukiwanie takich właściwości jako podstawy systematycznej byłoby niezmiernie trudne. Świadczy o tym dowodnie porównanie dość licznych zresztą przedstawionych dotąd systemów glebowych, z których niemal każdy opiera się na innych zasadach i dlatego nie mógł stać się uniwersalnym. Sądzę, iż dopóki w gleboznawstwie opierać się będziemy na cechach glebowych uchwyconych wyłącznie jakościowo, stan ten nie ulegnie zmianie. Wynika z tego, że już czas, by klasyfikację oprzeć na podstawach ilościowych, które by określały możliwie ściśle najbardziej stałe w danej chwili cechy danej gleby.

Gleba jest materią, która składa się z części stałych, płynnych i gazowych. Składniki te są od siebie w znacznym stopniu zależne, wśród zjawisk jednak nieodwracalnych, co objaśnię na przykładzie. Regolit skalny — wszystko jedno z jakiego materiału złożony — zjawiający się na powierzchni Ziemi w klimacie suchym nie stworzy profilu glebowego dlatego, że jego metabolizm (hydroliza) wymaga obecności wody. Obecność tego składnika nawet w niskich temperaturach klimatycznych sprzyja równocześnie zjawianiu się świata organicznego. Ilość wody, jej ruchliwość w profilu mają przemożny wpływ na formowanie się mineralnych składników glebowych. Istnieje tu zatem pierwszy, ważny związek funkcyjny. Funkcja ta nie jest odwracalna w tym znaczeniu, że brak wody wstrzymuje proces glebotwórczy, a stała materia glebowa zostaje w ten sposób zahamowana w swoim metabolizmie.

Powietrze glebowe, głównie swym składnikiem tlenowym i bezwodnikiem węglowym, ma również wpływ na wymieniony metabolizm, jednakże pod warunkiem współistnienia z wodą glebową. Ze formowanie się składników organicznych (żywych i umarłych) w profilu glebowym jest zależne od wody i od składników powietrza — jest faktem już dobrze rozpoznanym. Gdy proces glebotwórczy postępuje w danych warunkach klimatycznych w czasie, gleba tętni „życiem“, by w pewnym okresie osiągnąć maksimum rozwoju. To maksimum, dające się pewnymi uchwytynymi cechami scharakteryzować ilościowo, przekracza jednakże w pewnym okresie pewną granicę. Tak np., gdy wśród procesów humifikacji substancji organicznych zawartych w glebie powstające różne kwasy humusowe zużywają podczas zstępowania w głąb cały zapas obecnego węgla wapnia dla swego zubożenia, kwasy te, odznaczające się dużą energią chemiczną, dla jej zneutralizowania atakują pozostałe składniki regolitu (krzemiany i glinokrzemiany). Zależnie od stosunków ilościowych

prędzej czy później wyczerpie się i ten zapas niewęglanowych minerałów. Pierwotny regolit utraci wreszcie wszystkie ulegające hydrolizie składniki, poza bardzo odpornym piaskiem kwarcowym. W ten sposób powstaje znany w gleboznawstwie typ gleby bielicowej, jako ostateczny wyraz jednokierunkowych procesów glebotwórczych. Cykl rozwojowy gleby osiąga zatem tutaj swój kres. A więc w zasadzie każda gleba, w każdym klimacie, ulega tak pojętemu procesowi bielicowania. Stadia tego procesu mogłyby być dobrze rozpoznane drogą precyzyjnej analizy stałych składników glebowych. Ważnym składnikiem rozpoznawczym tych stadiów wydaje się być w profilu glebowym przede wszystkim substancja ilasta, o dużej rozmaiłości składników. Składniki te zostały w ostatnich czasach dzięki użyciu promieni Roentgena, mikroskopu elektronowego i innych subtelnych metod dobrze rozpoznane. Należy tu przede wszystkim izomorfijny szereg montmorylonitu i kaolinitu.

Nagromadziło się już wiele dowodów analitycznych stwierdzających, iż oba wymienione szeregi powstają w różnych środowiskach, wśród hydrolizy różnych materiałów skalnych. Wynika stąd jasno, że dokładne rozpoznanie przede wszystkim ilościowe wymienionych składników w danych profilach rzuca światło na stan gleby, czy też jej rodzaj, przy czym wyłania się tutaj wyraźnie aspekt paleogeograficzny.

Nie ulega zatem wątpliwości, że precyzyjna analiza składników mineralnych każdej gleby, analiza ilościowa, może stworzyć racjonalną podstawę do sporządzenia systematyki gleb. Sprawa ta wydaje się o tyle jeszcze ważniejsza, że owe składniki ilaste każdej gleby decydują przede wszystkim o jej żyzności.

Myśli, które dotąd poruszyłem, były podstawą do organizacji odpowiednich prac analitycznych, podjętych na szeroką skalę na Wydziale Rolnym Uniwersytetu Jagiellońskiego, przekształconym ostatnio w Wyższą Szkołę Rolniczą.

W konsekwencji postawionych tez roboczych, podkreślających przede wszystkim konieczność rozpoznania materii glebowej z jej wszystkimi stałymi składnikami, zorganizowano odpowiednie prace. Ich punktem wyjścia był ten pewnik, że stała materia glebowa bez względu na pochodzenie składa się głównie z 4 składników: piasku, próchnicy, węglanów i substancji ilastej. W obrębie tej ostatniej ważne wydaje się wyróżnienie przynajmniej 2 grup o specyficznych, a różnych własnościach fizykochemicznych, mianowicie montmorylonitu i kaolinitu. Różne gatunki gleb będą odznaczały się swoistym, ilościowym składem mineralnym. Rachunkowo kombinacje pięciu elementów dają ogromną różnorodność materiału. Nie wszystkie jednakże ogniwa tego szeregu będą prawdopodobnie występowały w przyrodzie. Pewne z nich będą pospolite, inne rzadkie. Niemniej jednak scharakteryzowanie gleby ilościowym składem mineralnym wydaje się najpewniejszą podstawą ich klasyfikacji. Mając to na uwadze, a licząc się z trudnościami szybkiego i możliwie dokładnego ilościowego określania składu mineralnego gleb, opracowałem specjalną metodę analizy mineralnej. Uprzednio stwierdzono, że tzw. analiza różnicowa oddaje tutaj dobre usługi, ale tylko w wyjątkowych przypadkach. A mianowicie jedynie tam, gdzie do składu mineralnego gleby wchodzi znane już i tą analizą rozpoznawalne ogniwa minerałów ilastych. Nasza metoda, zwana *termoanalizą*, jest prosta.

W jej toku opieramy się na uchwyconych uprzednio, doświadczalnie właściwościach wymienionych składników mineralnych, ogrzewając je stopniowo w różnych temperaturach. I tak stwierdzono, że ogniwa montmorylonitowe ulegają maksymalnej dehydratacji (w 82%) w temperaturze 150°C, próchnica spala się w temperaturze 400°C, kaolinit w temperaturze 500°C traci 81% swej wody, węglany zaś ulegają dysocjacji w temperaturze od 800°C wzwyż. Zauważono przy tym, iż w tych reakcjach osiąga się równowagę w okresie zawsze trzech godzin ogrzewania.

Mając zatem stwierdzenie podanych faktów z zakresu termicznego zachowania się minerałów glebowych, sporządziliśmy mieszanki czystych wymienionych minerałów o określonym procentowo składzie. Mieszanki te poddano termooanalizie, oznaczając po podgrzewaniu w określonych temperaturach przez 3 godziny stratę. Okazało się w tych doświadczeniach, że straty obliczone zgadzały się z oznaczonymi doświadczalnie. Prosty rachunek pozwolił w tych strat uzyskanych eksperymentalnie cofnąć się do podania istotnego składu mineralnego badanych próbek. Gdy ten obliczony skład mineralny mieszanek odpowiadał rzeczywistemu uzyskanemu przez syntezę, można było zatem uznać nową metodę termooanalizy za poprawną.

W wyniku dalszych prac, stosując opisaną metodę, poddano analizie setki próbek glebowych z okręgu krakowskiego. Badane gleby w tym obszarze były określane przez rolników i gleboznawców takimi nazwami, jak: piasek lekki, piasek ciężki, glina lekka, glina ciężka, less i gleba ilasta. Nazwy te informowały wprawdzie ogólnie o składzie mineralnym, ale bardzo niedokładnie. Odróżnienie zaś w terenie piasków lekkich od luźnych czy od ciężkich nie dało się ściśle przeprowadzić. Chodziło tutaj przecież o podanie ilastej substancji, która swoją ilością decyduje o zmianie gatunku gleby. Nazwy te nie mówią poza tym nic o innych ważnych składnikach glebowych, jak np. o ilości próchnicy i węglanu wapniowego, nie mówiąc już o wyróżnieniu w obrębie ilastej substancji procentów tak bardzo różniących się elementów, jakimi są montmorylonit i kaolinit. Przez wykonanie dużej ilości termicznych analiz próbek z gleb o wymienionych wyżej nazwach uzyskaliśmy po pierwsze: ich dokładne ilościowe określenie mineralne oraz po drugie: konkretne dane dotyczące różnic między wymienionymi gatunkami. Sądzę, że w ten sposób została stworzona realna podstawa dla sporządzenia logicznej systematyki gleb. Jest nią ilościowy skład mineralny, obejmujący liczbowe zakresy występowania wymienionych wyżej pięciu głównych minerałów. Samą glebę po analizie można oznaczyć proponowanym następującym ogólnym symbolem:

%	próchnicy	%	piasku
	N		
%	ilu	%	węglanów

Jako drugą cechę systematyczną wybieramy skład mechaniczny gleb. Jak wiadomo, w gleboznawstwie klasycznym oznacza się to między innymi np. na drodze sedymentacji wodnej, chwytając w czasie różne jej frakcje. W rezultacie wpisuje się wielkość tych frakcji podając odpowiednie liczby: od do. Im więcej frakcji, tym gleba jest dokładniej poznana.

W naszych badaniach posługujemy się inną metodą, zdaje się bardziej racjonalną. Próbkę glebową pozbawioną frakcji ilastej oraz ziarn powyżej

2 mm, poddaje się w preparatach mikroskopowych pomiarom przez wyznaczenie największych średnic ziarna. Za pomocą podziałki mikroskopowej można uzyskać — po zmierzeniu odpowiedniej ilości ziarn — diagramatyczne zobrazowanie składu mechanicznego gleby.

W naszych badaniach okazał się jeden charakterystyczny szczegół. Wymienione wyżej gatunki gleb, scharakteryzowane ilościowym różnym składem mineralnym, wykazywały w obrazach krzywych rozsiewu ziarna w zależności od ich składu mineralnego konsekwentne różnicowania. Polegały one na tym, iż przewaga ziarn mniejszych była związana z obecnością większej ilości substancji ilastej. Zatem skład mechaniczny zbadany mikroskopowo okazał się funkcją składu mineralnego (l. c.). Było to o tyle naturalne, że, biorąc sedymentologicznie, gruby piasek wiąże się z małą ilością ilu, większa zaś ilość ilastej substancji sedymentuje łącznie tylko z drobnym piaskiem. Dlatego wydaje się słuszne wydzielić skład mechaniczny gleby jako cechę na drugim miejscu po składzie mineralnym.

Jako trzecią cechą systematyczną badanych gleb obrano pojemność wodną. Oznaczono ją jednak nie na tle próbek naturalnych, lecz uprzednio celowo przygotowanych. Pojemność wodna — jak wiadomo, ważna i decydująca o naturze gleby cecha — zależy nie tylko od składu mineralnego, lecz i od struktury, tzn. od wiązania elementów składowych gleby w agregaty wyższego rzędu. Tak pojęta struktura gleby może być zmienna w obrębie tego samego składu mineralnego.

Pojemność wodna gleby jest związana z rozmieszczeniem jej stałych elementów w przestrzeni. Obecność w glebie wolnych przestrzeni magazynujących wodę może być różna przy tym samym składzie mineralnym. Zależy to przede wszystkim od ubicia lub spulchnienia materii glebowej, a te czynniki są najczęściej przypadkowe i w każdym razie zmienne. Chcąc uzyskać tutaj liczby porównawcze lub uchwycić zależności pojemności wodnej wyłącznie od składu mineralnego, poddawano próbki glebowe celowemu rozluźnianiu, przesiewaniu przez sita i dopiero po tych zabiegach obliczano ich pojemność wodną. Liczne badania wykazały i tutaj, że pojemność wodna wzrasta konsekwentnie z ilością ilastej i organicznej substancji oraz ze zmniejszaniem się ziarna. Ta cecha gleby była zatem również funkcją składu mineralnego i mechanicznego. Odnosnie składu mineralnego należy zaznaczyć, że wpływ na pojemność wodną wywierała również różnica między stosunkiem montmorylonitu do kaolinitu. Staje się to zrozumiałe wobec różnic dobrze już rozpoznanych między szeregiem izomorfijnym montmorylonitu a kaolinitu.

Jako czwarta podstawa klasyfikacji mógłby być z korzyścią przyjęty ilościowy wskaźnik zawartości montmorylonitu.

Praktycznie ważną cechą profilu glebowego jest również jego miąższość oraz jakość podłoża głębokości do 2 m (gleby płytkie, całkowite, głębokie itp.). Ideałem zaś już ściśle praktycznym takiej klasyfikacji byłoby określenie jej możliwości produkcyjnej, zróżnicowanej w glebach naturalnych stosunkami fitosocjologicznymi, a w ornych — rodzajem produkcji.

Z powyżej podanych tez wynikałby taki oto obraz klasyfikacyjny, skonstruowany na podstawie cech uszeregowanych według ich podanej

nadrzędności lub podrzędności. Pierwszą zatem cechą to ogólny skład mineralny, podany ilościowo według zawartości piasku, ilu, węglanów i próchnicy, drugą — to skład mechaniczny (w skali absolutnej), trzecią — pojemność wodna, czwartą — % montmorylonitu, piątą — miąższość profilu i podłoże, szóstą — wiązanie z odpowiednią produkcją roślinną.

Klasyfikacja gleb przeprowadzona na powyższych zasadach analizy jakościowej byłaby również bardziej racjonalna ze względów praktycznych. Mapy glebowe skonstruowane według takiej klasyfikacji byłyby bardziej czytelne dla rolnika kierującego produkcją, który rozumie związek, jaki istnieje między rozwojem roślin a glebą.

KONIEC LEGENDY METEORYTU LIPNO

Zainteresowanie się moje meteorytem Lipno, który miał spaść rzekomo w r. 1820 w Lipnie powiatu Płockiego, wywołała wzmiankę o nim (zresztą ze znakiem zapytania) pióra zmarłego Dyrektora Instytutu Geologicznego w Warszawie, prof. Józefa Morozewicza [3], a następnie wzmianka w podręczniku prof. A. Łaszkiewicza („Chondryty spadły również w miejscowości Lipno Warsz. (1820“) [2], skąd jednak autorowie ci zaczerpnęli powyższe wiadomości dociec mi się nie udało (Łaszkiewicz prawdopodobnie za Morozewiczem). Po przewertowaniu wielu ówczesnych i późniejszych źródeł niczego na ten temat nie znalazłem.

Doszedłem więc do przekonania, że zaszła tu prawdopodobnie omyłka przy powoływaniu się na jakieś dawniejsze źródło, gdzie nazwa spadłego 12 lipca w r. 1820 chondrytu Lixna została przekreślona na Lipno.

Za tym przypuszczeniem zdawało się przemawiać to, że gdyby istotnie w Polsce w Lipnie miał miejsce jakiś spadek (lub nawet znalezisko) meteorytu, to fakt ten nie mógłby ująć uwagi naszych uczonych Wileńskich, którzy interesowali się meteorytami i ogłaszali prace na ten temat. Mam tu na myśli żyjących w tym czasie profesorów Jundzillę (1761—1847), Jędrzeja Śniadeckiego (1768—1838) i wreszcie Horodeckiego († 1824). Również Chładni, który skrzętnie notował i w pracach swoich ogłaszał dane na temat meteorytów i bolidów nic o spadku met. Lipno nie wspomina.

Dalsze moje badania źródeł doprowadziły do znalezienia w jednym ze starych polskich Kalendarzy [4] następującego ustępu: „...przytoczymy dwa aerolity, których rozbiór chemiczny robiony był przez akademika Laugier w Paryżu. Jeden z tych aerolitów spadł w r. 1818 w guberni Wołyńskiej (*mowa tu o mt. Zabórzyca, p. m.*), drugi w okolicach Lipna gubernii Płockiej. Oba posłane były przez obywatela Horodyjskiego (*mowa tu o prof. Horodeckim z Wilna, p. m.*) do Paryża dla rozbioru chemicznego“.

Kalendarz przytacza tu następujące dane dotyczące analizy chemicznej mt. Lipna w % wagi:

„Meteoryt z Lipna

Niedokwasu żelaza	40
Krzemionki	34
Magnezji	17
Siarki	6,8
Glinki	1
Niklu	1,5
Chromu	1
Wapna	0,5
	101,8“

Gdzie jednak leżało źródło omyłki? Przekreślenie nazwy Lixna na Lipno znajdujemy w pracy Laugier z r. 1823 [5]¹. Omyłkę tę zauważył już w tymże roku Gilbert omawiając ją w przypisku do tej pracy. Autorowie nasi pisząc o met. z Lipna albo nie zauważyli tego przypisku, albo może korzystali z jakiegoś innego źródła.

Nadmienia się, że analiza rzekomego met. z Lipna podana w cytowanym kalendarzu zgadza się najzupełniej z analizą rzekomego meteorytu Lipna podaną w cytowanej pracy Laugier z 1823 i nie ma żadnej wątpliwości, że dotyczy ona w rzeczywistości met. Lixna. Omyłkę Laugier zauważył zresztą i skorygował również Chładni [1]². W ten sposób zagadka meteorytu Lipno została ostatecznie rozwiązana.

Uważałem za rzecz pożyteczną opublikowanie powyższych danych zarówno w celu wyeliminowania w spisach meteorytów polskich nigdy nie istniejącego meteorytu Lipno, jak również zaoszczędzenia w przyszłości naszym naukowcom, interesującym się meteorytami żmudnych dochodzeń i poszukiwań, które były udziałem autora niniejszej pracy.

LITERATURA

1. Chładni E. F. F. — *Ann. d. Physic.* 2, 151—179 (1824).
2. Łaszkiewicz Antoni — *Mineralogia*, Warszawa 1936.
3. Tschermak - Becke — *Mineralogia*, Warszawa 1931 Wyd. II, Tłumaczenie z dodatkiem na temat meteorytów polskich Morozewicza.
4. Unger Józef — *Kalendarz Warszawski popularno-naukowy na rok zwyczajny 1857*, ss. 60—64, Warszawa.
5. Vorläufige Nachricht von der chemischer Analyse zweier in Polen gefundenen Aëroliten und zweier Meteor-Eisen von Laugier Mitgl. d. Akad. d. Wiss. in Paris mit Bemerkungen von Gilbert. *Ann. d. Physic.*, 75, 264—266 (1823).

¹ Okazy Brahińskie, z Lixny i Zaborzycy otrzymał Laugier od prof. Horodeckiego z Wilna. „Die beide von ihm zerlegten Meteoriten sind in Polen herabgefallen, der eine zu Lipna am 30st Juni 1820...“. Uwaga Gilberta: „Sollte heissen: „zu Lixna am 30 sten Juni alten Styls, das ist den 12-ten Juli 1820“ [5].

² Oto odnośny ustęp: „Es hat sich dieses auch bestätigt (*mowa tu o odnalezieniu w niektórych meteorytach miedzi. m. p.*) in dem Vauquelin und Laugier ... gefunden haben, und letzterer auch in bei Lixna (nicht Lipna) am 12 Jul. 1820 gefallen, nach dem *Bulletin de la Société Philomatique* Juin 1823, *Mém. du Museum d'Hist. Nat.* 17, cah. 2. und diesen *Annalen*, 75, 266“ [1].

Prof. Leopold Infeld
Redaktor Naczelny Kosmosu B
Warszawa, ul. Hoża 69

W związku z przesłanym do wypowiedzi tekstem artykułu prof. M. Śmiałowskiego *Zadania Wydziału III PAN w świetle dyskusji nad reformą PAN* komunikuję, że budzi on szereg zastrzeżeń, gdyż przedstawia sprawy nie zawsze w oświetleniu opartym na obiektywnych źródłach.

Chodzi mi przede wszystkim o ustęp poświęcony geofizyce i nawiązujący do sprawy wypraw. Użyte jest tam zdanie mówiące, że „niestety nastąpiło niewspółmierne rozbudowanie wyprawowej części zadań MRG, ze szkodą dla realizacji programu krajowego“.

Po pierwsze należy wyjaśnić, że wyprawy są finansowane z osobnego budżetu przyznanego specjalną uchwałą Rządu, po drugie na ich zorganizowanie nie użyto funduszy przeznaczonych na program krajowy, na realizację którego nie tylko nie zabrakło funduszy, ale w ubiegłym roku zwrócono do Skarbu Państwa dosyć znaczną sumę niewykorzystanych kredytów.

Na odcinku prac krajowych wystąpiły istotnie dosyć poważne trudności wyrażające się chociażby dużymi oporami przy formułowaniu programu krajowego, który w konsekwencji powstawał w trudnych warunkach. Czy jest to spowodowane przez wyprawy?

W jakim stopniu wyprawy przynoszą „szkodę dla realizacji programu krajowego“ niech da miarę następujący przykład:

Jako jedyny kierunek, na którym w wymienionym artykule jest konstatawane „wyraźne polepszenie sytuacji“ — wymieniona jest sejsmologia, a przecież właśnie grupa młodych sejsmologów z mgr. R. Teisseyre na czele jest najaktywniej zaangażowana w wyprawie wietnamskiej. Dla obiektywnego obserwatora, spostrzegającego współzależność faktów jest to tylko dowodem, że wyprawy przyczyniły się do aktywizacji nawet programu krajowego.

Inne kierunki geofizyki sensu stricto, biorą znacznie mniejszy udział w organizowaniu wypraw i jakby wynikało z cytowanego artykułu, również w realizacji programu krajowego.

Ze swej strony chciałbym podkreślić, że bardzo żywy udział w pracach MRG biorą przedstawiciele innych kierunków nauk — astronomowie, elektrycy, geodeci, fizycy itd., wśród których jest wiele osób żywo zainteresowanych zagadnieniami geofizycznymi. Dlatego też wyprawy skorzystały z takiej istniejącej rezerwy kadrowej i opierając się o konsultacje odpowiednich specjalistów, wciągnęły do prac ludzi, którzy nie byli przewidziani do prac krajowych. Niektórych geofizyków może zaskoczył fakt, że ta rezerwa faktycznie istnieje i reprezentuje poziom rokujący dalszy pomyślny rozwój.

Jeśli ktokolwiek został zaproszony do współpracy z wyprawami, to zawsze działo się to w uzgodnieniu z kierownictwem odpowiedniej instytucji lub jednostki naukowej i z uwzględnieniem potrzeb prac MRG przez nią wykonywanych tak,

aby na tym odcinku nie powstały trudności w programie krajowym. Również co do każdego z zaangażowanych fachowców zasięgana była opinia u właściwych specjalistów.

Zainteresowanie społeczeństwa MRG jest ogromne. Przecież właśnie Towarzystwo im. Kopernika było pierwsze, które zorganizowało z własnej inicjatywy zespół odczytów na ten temat niemal bezpośrednio po zatwierdzeniu przystąpienia Polski do MRG.

Międzynarodowy Rok Geofizyczny jest sprawą publiczną i prace z nim związane nie mogą być przemilczane. Dowodzi tego żywe zainteresowanie prasy całego świata. Zarówno prasa naukowa, popularno-naukowa a nawet periodyczna i codzienna zamieszcza wiele wiadomości o pracach MRG we wszystkich krajach. Wiadac to chociażby z przedruków z prasy zagranicznej pojawiających się w naszych gazetach. Natomiast wiadomości o naszej działalności MRG w kraju są więcej niż skromne, lub wręcz ich brak. Spowodowało to istotnie duży nacisk naszej prasy na sprawę wypraw. Powściągliwość w udzielaniu informacji i na ten temat osiągnęła taki skutek, że w wielu dziennikach raz po raz ukazują się wiadomości nie pochodzące ze źródła podkomisji wypraw MRG ani organizatorów wypraw. Często pojawiają się wiadomości całkowicie zmyślane, jak np. notatka w *Expressie Wieczornym*, która ukazała się w czasie mojej długotrwałej nieobecności w kraju i nawet przez długi czas nie była mi znana, o odkryciu jakoby przez nasz rekonesans wietnamski „nowego dzikiego plemienia“. Rekonesans nie miał żadnych zadań tego rodzaju i nie zajmował się żadnym „odkrywaniem“ — „dzikich plemion“, gdyż w jego skład wchodził geofizyk, meteorolog, geolog i lekarz.

Nie przekazywałem do *Expressu Wieczornego* żadnej wiadomości tego rodzaju, ani o niczym podobnym nie pisałem nawet w prywatnych listach lub sprawozdaniach, które systematycznie starałem się nadsyłać do Sekretariatu Naukowego MRG. Prawdą jest, że zetknęliśmy się z ludźmi bardzo prymitywnymi, ale bynajmniej nie pretendujemy do ich „odkrywania“.

Przyznaję, że po powrocie z rekonesansu spitzbergeńskiego jeden z jego uczestników, zresztą nie naukowiec, a projektant domu dla grupy zimującej, który pojechał dla zapoznania się z warunkami, w których stanie ten dom zemocjonowany wrażeniami z północy napisał do „Przekroju“ artykuł o polowaniu na foki. Kierownik rekonesansu otrzymał od podkomisji wymówkę, że zezwolił na niepotrzebną stratę czasu na polowanie i bezcelowe mordowanie zwierząt, choć jest ono uprawiane na północy na ogromną skalę i sięga wielu setek tysięcy fok zabijanych rocznie tylko w obrzeżeniu północnego Atlantyku.

Wobec ukazujących się licznych, nieścisłych informacji o wyprawach trzeba podkreślić, że za miarodajne mogą być uważane tylko wyłącznie artykuły imiennie podpisane (a nie powołujące się na informacje przy których jest wymienione nazwisko, gdyż nawet w tych wypadkach bywają one fikcyjne) przez członków podkomisji wypraw MRG lub odpowiednich organizatorów wypraw oraz wiadomości rozpowszechniane przez PAP, która podaje komunikaty po uprzednim sprawdzeniu ich i nie szuka w nich sensacji.

Ponieważ rekonesansom sugeruje się obowiązek „faktycznych osiągnięć naukowych“ można na to wyrazić tylko zdziwienie, gdyż nie miały one zadań badawczych, a jedynie rozpoznanie i przygotowanie organizacyjne do przyszłych wypraw. Wyniki naukowe mogą dać dopiero właściwe wyprawy i to nie wcześniej niż w 1958-9 r., to znaczy po zakończeniu okresu obserwacji i po ich opracowaniu. Wtedy też dopiero będzie można wydać obiektywny sąd o wynikach wypraw.

Pozbawiony życzliwości stosunek do wypraw badawczych nie jest u nas rzeczą nową. Podobne opinie były lansowane przy podejmowaniu wyprawy na wyspę Niedźwiedzia w 1932/33 r., na Spitzbergen w 1934 r. i w innych wypadkach.

Jednak w ocenie zagranicznej rzecz wygląda nieco inaczej. Od prof. Sverdrupa i dr. A. Orvina, kierowników Norweskiego Instytutu Polarnego usłyszeliśmy niedawno, że nasze wyprawy mają u nich „dobrą markę“, bo mogą się poszczycić konkretnymi, nowymi wynikami. Polarnicy radzieccy również zwracali nam uwagę, że dziwią się dlaczego tak mało znane są nasze wyprawy, choć mają one za sobą szereg ładnych kart. Program polskich prac polarnych został bardzo życzliwie przyjęty przez prof. J. M. Wordie, światowej sławy geologa polarnego i glaciologa, przewodniczącego komisji glaciologicznej CSAGI (komitet specjalny MRG) i dyrektora Instytutu Polarnego w Cambridge. Prof. Chapman, przewodniczący CSAGI, w czasie konferencji sztokholmskiej znalazł czas, aby osobiście powinszować nam z powodu przystąpienia Polski do prac arktycznych. Prof. J. Ahlman, największy autorytet w zakresie glaciologii, wezwał nas do siebie, starannie przedyskutował program spitzbergeński i orzekł, że jest on skonstruowany poprawnie, stawia określony problem bardzo interesujący z punktu widzenia glaciologii i odbywających się aktualnie zmian klimatycznych.

Konferencje międzynarodowe MRG w Sztokholmie, Moskwie i Barcelonie bez zastrzeżeń akceptowały program wypraw.

Czasopisma zagraniczne (*Scientific Revue, World Science, Priroda*) z własnej inicjatywy zgłaszają się o tłumaczenie naszych artykułów informacyjnych lub o napisanie dla nich specjalnych artykułów.

Na konferencji Hydrologiczno-Meteorologicznej w Waszyngtonie przewodniczący delegacji francuskiej prof. Gilmet oświadczył naszemu delegatowi doc. drowi Zychowi, że wznowienie z naszej inicjatywy prac w Wietnamie (Phulien) przynosi zaszczyt nauce polskiej.

Warszawa, 5 maja 1957.

Prof. dr S. Z. Różycki

XXX ZJAZD POLSKIEGO TOWARZYSTWA GEOLOGICZNEGO

W dniach 19—21 maja 1957 r. odbył się w Dusznikach-Zdroju doroczny Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego, poświęcony zagadnieniom geologicznym Ziemi Kłodzkiej.

Ziemia Kłodzka stanowi niezwykle interesujący teren o zawilej budowie geologicznej. Na tym obszarze występują również cenne surowce skalne i mineralne. Mimo wielu prac i poważnych osiągnięć ze strony polskich geologów w okresie powojennym budowa geologiczna Ziemi Kłodzkiej nie została dotąd wyjaśniona w sposób zadowalający.

Badania te były prowadzone przede wszystkim przez pracowników ośrodka wrocławskiego pod kierownictwem prof. H. Teisseyre'a oraz przez pracownię petrograficzną Zakładu Nauk Geologicznych PAN, pozostającą pod kierownictwem Prof. K. Smulikowskiego. Badania nad czwartorzędem i morfologią tego obszaru prowadzone były przez Instytut Geograficzny Uniwersytetu Wrocławskiego.

Zorganizowanie Zjazdu powierzono Wrocławskiemu Oddziałowi PTG, który ze swego grona powołał osobny Komitet Organizacyjny pod przewodnictwem Doc. J. Oberca.

Naukowy Zjazd w Dusznikach-Zdroju był najliczniejszym z dotychczasowych Zjazdów Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Obok członków PTG w liczbie ponad 250 osób w Zjeździe wzięli udział goście zagraniczni w liczbie ponad 30 osób, a mianowicie z ZSRR, z Czechosłowacji i NRD. Najliczniejszą była grupa czechosłowacka, której przewodniczył prof. uniwersytetu w Pradze R. Kettner.

W pierwszym dniu Zjazdu odbyło się posiedzenie naukowe z referatami Prof. H. Teisseyre'a — *Utworki krystaliczne Ziemi*, Doc. J. Oberca — *Serie osadowe Ziemi Kłodzkiej* i Doc. W. Walczaka — *Czwartorzęd i morfologia Ziemi Kłodzkiej*.

Powyższe referaty poprzedziło przemówienie Prezesa Towarzystwa Prof. F. Biedy oraz przemówienia powitalne gości zagranicznych. W imieniu delegacji radzieckiej przemawiał Prof. I. Kuźniecowa, czechosłowackiej — Prof. R. Kettner, niemieckiej — Dr. F. Stock. Prof. Kettner nawiązał w swym przemówieniu do tradycji wspólnych spotkań na Zjazdach karpaccich w okresie przedwojennym. Podkreślając osiągnięcia polskiej geologii na terenie Dolnego Śląska zwrócił uwagę na konieczność nawiązania bliższej wzajemnej współpracy na terenie Sudetów, gdzie przebiega granica pomiędzy Polską a Czechosłowacją.

Wygłoszone referaty wywołały ożywioną dyskusję nad podstawowymi zagadnieniami geologii Ziemi Kłodzkiej, a zwłaszcza nad tektoniką i stratygrafią.

W tym samym dniu odbyło się w godzinach popołudniowych Walne Zebranie delegatów oddziałów PTG. Uczestnicy Zjazdu nie będący delegatami wzięli udział w wycieczkach w okolicach Dusznik.

Walne Zgromadzenie, któremu przewodniczył Prof. S. Krajewski, rozpoczęło się sprawozdaniem Prezesa Towarzystwa F. Biedy, który przedstawił zebrany działalność Towarzystwa za okres ubiegły, omawiając kolejno sprawy finansowe, organizacyjne, wydawnicze i in. Przemówienie swe zakończył złożeniem podziękowania Komitetowi Organizacyjnemu Zjazdu, a w szczególności H. Teisseyre'owi, K. Maślankiewiczowi i J. Obercowi. Sprawozdanie z działalności oddziałów warszawskiego i wrocławskiego złożyli przewodniczący tych oddziałów: L. Sawicki i K. Maślankiewicz.

Po złożeniu sprawozdania z działalności Głównej Komisji Rewizyjnej przez Doc. Dr K. Skoczylas-Ciszewską i po przeprowadzonej dyskusji uchwalono jednomyślnie wniosek udzielenia absolutorium ustępującemu Zarządowi PTG.

Z kolei przystąpiono do rozpatrzenia wniosków Zarządu Głównego i Oddziału Warszawskiego. Na wniosek Zarządu Głównego uchwalono wysłać depezę na ręce prezesa PAN Prof. T. Kotarbińskiego oraz powołać w poczet członków honorowych Towarzystwa zasłużonego badacza Karpat Prof. Dr. K. Tołwińskiego. Oba wnioski uchwalono jednomyślnie. Następny Zjazd PTG (w r. 1958) zaproponował Zarząd Główny urządzić w Tatrach, w okolicach Częstochowy lub Gdańska. Przeprowadzona dyskusja wykazała, że najliczniej wypowiadano się za urządzeniem Zjazdu w Tatrach, gdzie ostatni Zjazd odbył się przed 27 laty. Analogiczny wniosek został również złożony przez Oddział Warszawski.

W wyniku zgłoszenia wniosków przez Oddział warszawski przedyskutowano sprawy opracowania nowego statutu Towarzystwa, ustalenia wysokości wpisowego oraz sprawę ustalania uczestników Zjazdów Naukowych PTG i zagadnienia muzealnictwa geologicznego w Polsce, które wymaga energicznych kroków zaradczych.

Z kolei przystąpiono do wyboru nowego Zarządu Tow. wybierając na prezesa Prof. Henryka Swidzińskiego, a na członków Zarządu Głównego: Biedę, Birkenmajera, Czekalską, Czarnieckiego, Gawła, Gerocha, Goetla, Kamińskiego, Książkiewicza, Kotlarczyka, Maślankiewicza, Pazdrę, Passendorfera, Późaryskiego, Sokołowskiego, Tokarskiego, Wdowiarza i Zaka. Na członków Komisji Rewizyjnej wybrano: Bocheńskiego, Kracha i Skoczylas-Ciszewską.

W drugim i trzecim dniu Zjazdu uczestnicy, podzieleni na grupy, wzięli udział w wycieczkach terenowych. Poruszone zagadnienia geologiczne zostały ujęte w sześć problemów: 1) Petrologia, stratygrafia i tektonika metamorfizmu Śnieżnika, 2) Granit Kudowy i jego osłona, 3) Stratygrafia, tektonika i paleogeografia górnego karbonu i czerwonego spągowca Ziemi Kłodzkiej, 4) Stratygrafia, tektonika i paleogeografia kredy, 5) Czwartorzęd i morfologia Ziemi Kłodzkiej, 6) Surowce kopalne Ziemi Kłodzkiej.

Program wycieczek w obrębie problemu pierwszego, którego prowadzili H. Teisseyre, K. Smulikowski, J. Oberc i L. Kasza obejmował I (drugi dzień Zjazdu): 1. Wodospad Zeromskiego w Międzygórzu z odsłonięciami gnejsów gieraltowskich 2. Serię gnejsów przejściowych nad potokiem Bogoryja, 3. Gnejsy gieraltowskie i amfibolity w brzegu doliny Wilczki, 4. Przegląd kompleksu strońskiego w górnej części doliny Wilczki (łupki łyszczkowe przechodzące w paragnejsy, łupki kwarcytowe, gnejsy śnieżnickie i ich kontakt z osłoną łupkową). 5. Odsłonięcie granito-gnejsów śnieżnickich koło zapory poniżej Międzygórza. 6. Migmatyczne gnejsy gieraltowskie w gardzieli potoku Wilczki. 7. Kreda rowu górnej Nysy przy kontakcie z gnejsami śnieżnickimi; II (trzeci dzień Zjazdu). 1. Kamienio-

łom marmuru zielonego w Stroniu Śląskim; wkładki łupków łyszczykowych, amfibolity, żyły lamprofirowe, 2. Kamieniołom marmuru białego w Stroniu Śląskim; wkładki łupków łyszczykowych i amfibolity, 3. Bolesławów — gnejsy gierałtowskie i ich związek z łupkami łyszczykowymi w jednostce Bolesławowa, 4. Goszów — ortognejsy śnieżnickie z wkładkami amfibolitów i gnejsów gierałtowskich, 5. Stary Gierałtów — granulity i eklogity; stosunek granulitów gór Złotostockich do osłony, 6. Bielice — tonality i ich stosunek do osłony.

Wycieczki w obrębie problemu drugiego, które prowadził J. Gierwiela-niec, obejmowały obserwacje najbardziej typowych odsłonień skał metamorficznych (łupków łyszczykowych, łupków kwarcytowych, łupku grafitowego, wapieni krystalicznych i amfibolitów) i skał głębinowych (granitów, granitów monzonitowych, granodiorytów i tonalitów) występujących na obszarze Obniżenia Dusznickiego i Kudowskiego.

Problem trzeci obejmował wycieczki, prowadzone przez K. Dziedzica w okolicach Woliborza i Nowej Rudy oraz w okolice Włodowic i Radkowa.

Wycieczki w obrębie kredy, które prowadził St. Radwański, obejmowały Góry Stołowe i Obniżenie Dusznickie oraz odsłonięcia kredy w Roztokach Bystrzyckiego, nad Potokiem Goworowskim, w zboczu doliny Wilczki (kontakt z gnejssem Śnieżnika), w Starym Waliszowie i w Idzikowie.

Zagadnienia związane z czwartorzędem i morfologią Ziemi Kłodzkiej przedstawił W. Walczak wzdłuż trasy: Duszniki — Leszczyna — Gorzuchów — Ścinawka Dolna — Ścinawka Średnia — Tłumaczów — Włodowice — Duszniki (II dzień Zjazdu) oraz Duszniki — Kłodzko — Wilcza — Wojbórz — Przyłek — Łaski — Przełęczę Kłodzka — Duszniki (III dzień Zjazdu).

Z surowcami kopalnymi Ziemi Kłodzkiej (problem szósty) zapoznali się uczestnicy Zjazdu w drugim dniu na wycieczkach prowadzonych przez: S. Maciejewskiego (gabra i diabazy w Słupcu), L. Wójcika (argility w okolicy Słupca), W. Szwaiggiera (kopalnia węgla w Nowej Rudzie) oraz S. Kozłowskiego i H. Dziedzicową (melafiry i tufy w Świerkach).

W trzecim dniu Zjazdu zwiedzono kamieniołomy marmurów w Stroniu Śląskim (prowadzący: K. Smulikowski, J. Oberc i S. Kozłowski), kopalnie fluorytu w Kletnie (M. Banaś), Zakład Zdrojowy w Łądku Zdrowiu (J. Fistek) oraz interesujące hałdy kopalni arsenu w Złotym Stoku (W. Kowalski). W drodze powrotnej do Dusznik obejrzano odsłonięcia pstrągowca (troktolitu).

Staraniem Komitetu XXX Zjazdu PTG został wydany drukiem Przewodnik opracowany pod redakcją H. Teisseyre'a (173 str. oraz kilkanaście map i szkiców geologicznych). Na treść Przewodnika złożyły się referaty H. Teisseyre'a, J. Oberca i W. Walczaka, wygłoszone w pierwszym dniu Zjazdu oraz następujące artykuły: K. Smulikowski *Formacje krystaliczne grupy górskiej Śnieżnika kłodzkiego*, H. Teisseyre *Budowa geologiczna okolic Międzygórza*, J. Oberc *Zagadnienia geologiczne metamorfiku zachodniej części Gór Bialskich i Obniżenia Stronia Śląskiego*, L. Kasza *Budowa geologiczna okolicy Bielicy*, J. Gierwiela-niec *Geologia i petrografia granitu Kudowy i jego osłony*, K. Dziedzic *Problemy geologiczne utworów górnego karbonu i czerwonego spągowca Ziemi Kłodzkiej*, St. Radwański *Zagadnienie kredy na obszarze Ziemi Kłodzkiej*, W. Walczak *Itinerary wycieczek w obrębie problemu piątego (czwartorzęd i morfologia Ziemi Kłodzkiej)*, St. Maciejewski *Masyw gabrowdiabazowy Nowej Rudy*, W. Szwaiggier *Złoże węgla kamiennego w okolicach Nowej Rudy*, H. Dziedzicowa *Charakterystyka petrograficzna melafirów ze Świerków*, S. Kozłowski *Me-*

lafiry w Swierkach, S. Kozłowski Wapienie w Stroniu Śląskim, M. Banaś Złoże fluorytu w Kletnie koło Stronia Śląskiego, J. Fistek Wody mineralne Łądku Zdroju, W. Kowalski Opis geologiczny złoża arseno-złotonośnego w Złotym Stoku na Dolnym Śląsku.

Kazimierz Maślankiewicz

UCZCZENIA ZASŁUG WŁADYSŁAWA NATANSONA

W bieżącym roku mija lat 20 od śmierci wybitnego fizyka polskiego, znakomitego stylisty i autora, Władysława Natansona. Władysław Natanson był przez wiele lat profesorem fizyki teoretycznej w Uniwersytecie Jagiellońskim. Jego prace naukowe przyniosły mu w roku 1893 godność członka Akademii Umiejętności w Krakowie, od roku 1918 Polskiej Akademii Umiejętności. Od roku 1908 do 1913 był sekretarzem Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego PAU i Redaktorem Biuletynu Akademii. W latach zaś 1925-27 oraz 1931-33 był Dyrektorem Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii. Od chwili zawiązania Polskiego Towarzystwa Fizycznego był jego członkiem. Dla jego rozwoju położył wielkie zasługi, za które został obrany Członkiem Honorowym Towarzystwa. W uznaniu jego zasług Akademii Umiejętności w Krakowie, Uniwersytet Jagielloński oraz Krakowski Oddział Polskiego Towarzystwa Fizycznego uchwalili urządzać w dniu 6 maja br. uroczystą Akademię w celu uczczenia pamięci Władysława Natansona. Słowo wstępne wygłosił prof. M. Jeżewski, uczeń Natansona, następnie prof. Adam Krzyżanowski, nowoobраниy prezes Akademii Umiejętności, a wieloletni kolega Natansona mówił o zaletach jego charakteru. Prof. J. Weyssenhoff mówił o pracach naukowych Natansona. Prof. Piekara z Poznania przysłał swoje *Wspomnienia o prof. Natansonie jako humaniście* odczytane przez profesora Gołąba. Prof. Gumiński zaś wygłosił piękne przemówienie o zasługach Natansona w dziedzinie termodynamiki.

Mieczysław Jeżewski

O SZKOLE LETNIEJ REAKCJI JĄDROWYCH W JUGOSŁAWII

W dniach od 12 do 29 lipca br. w miejscowości Mali Lošinj na dalmatyńskiej wyspie Lošinj urządzili jugosłowiańscy fizycy szkołę letnią, poświęconą zagadnieniom reakcji jądrowych. Wzięło w niej udział ponad 70 fizyków z kilkunastu krajów. Z Polski przybyła grupa młodych teoretyków: D. Chlebowska, W. Czyż, B. Kuchowicz, J. Sawicki i Z. Szymański.

Wykłady, które odbywały się w godzinach przedpołudniowych, miały zasadniczo charakter czysto teoretyczny. Celem ich, jak można było wywnioskować z rozmów z organizatorami szkoły, było nie tylko szkolenie, lecz również pobudzenie uczestników szkoły do dyskusji, które mogłyby wyłonić nowe problemy. Wykładowcami byli znani teoretycy — specjaliści w danej dziedzinie i jej współtwórcy.

Cykl wykładów o reakcjach typu strippingu wygłosił dr A. Messiah z francuskiego ośrodka w Saclay. Po ogólnym wprowadzeniu, obejmującym przybliżenie Borna w problemach zderzeniowych, omówił najpierw uproszczoną teorię Butlera,

następnie wpływ efektów coulombowskich i innych, tzw. „ciężki stripping“ i „mechanizm jądra złożonego“ oraz ich interferencję ze „zwykłym“ strippingiem. Ostatni wykład dotyczył efektów polaryzacyjnych i korelacji (d , p , γ).

Dr R. B. Mottelson w dwu cyklach wykładów o wzbudzaniu coulombowskim jąder i o modelu kolektywnym (którego jest współtwórcą) poruszył w zasadzie za-



gadnienia, przedstawione w znanym artykule przeglądowym, napisanym wraz z Bohrem i innymi) *Rev. Mod. Phys.* 28, 432 (1956).

Cykl wykładów dra C. Portera z Los Alamos dotyczył modelu optycznego. Wychodząc z ogólnej teorii rozproszenia i formalizmu macierzy R omówił szczegółowo reakcje rezonansowe, zagadnienie uśredniania i inne aspekty tego modelu.

Wykłady prof. dra Smorodinskiego z Moskwy dotyczyły w znacznej części rozpraszania nukleon-nukleon, ze szczególnym uwzględnieniem analizy przesunięć fazowych i konstrukcji macierzy S z danych rozproszeniowych. Pięć niezależnych doświadczeń rozproszeniowych (w tym 4 z nukleonami spolaryzowanymi) pozwala na wyznaczenie funkcji falowej nukleonu w obszarze wewnętrznym, względę jednak w znacznej części natury matematycznej uniemożliwiają obliczenie potencjału.

Dr K. Widermuth z ośrodka teoretycznego CERN-u podał w swoich wykładach jednoczątkowe i kolektywne aspekty reakcji fotojądrowych. Modele, służące do wytłumaczenia tzw. „wielkich rezonansów“, zostały porównane pod względem granic stosowalności i zgodności z doświadczeniem.

W godzinach wieczornych odbywały się seminaria. Uczestnicy szkoły referowali swoje nowe, na ogół jeszcze nie ogłoszone prace, czy to teoretyczne, czy też (w przeważającej części) doświadczalne. Na uwagę zasługują w szczególności: referat dra

Mottelsona *Model powłokowy i siły dwunukleonowe*, referat dra K a z a c z k o w s k i e g o (ZSRR) *Metodyka pomiarów neutronowych przy sferycznej geometrii*, referat dra Mottelsona *O stałych sprzężeniach w rozpadzie β* , referat N. Cindro (z Zagrzebia) *Rozpraszanie promieni γ pod dużymi kątami*, referat dra Alagi z Zagrzebia *O pewnych możliwych przejściach pseudoskalarnych*, referat J. Sawickiego i W. Czyża *O fotorozszczepieniu deuteronu*. Brak miejsca nie pozwala na wymienienie szeregu zreferowanych prac o charakterze raczej przyczynkowym.

Dr Mottelson wskazał, że znane dziś doświadczenia spośród szeregu możliwości kombinowania lewo- i prawoskrętnego (L i R) elektronu i neutrina przy rozpadzie β wybierają tylko następujące:

w rozpadach β^- :	LL	dla przejść Gamowa-Tellera,
	(RR + LL)	„ „ Fermiego;
w rozpadach β^+ :	RL	dla przejść Gamowa-Tellera,
	(LR + RL)	„ „ Fermiego.

N. Cindro przedstawił interesujące wyniki pomiarów rozproszenia Delbricka (fotony na wirtualnych fotonach pola coulombowskiego) dla kilku ciężkich targetów.

Przedstawiona w zarysie tematyka nie wyczerpuje jeszcze wszystkich pozytywów szkoły letniej. Zasadnicze korzyści zawierają się w zapoznaniu z nauką zagraniczną, znajdującymi się na warsztacie problemami i w możliwości osobistych kontaktów oraz dyskusji. Swobodny, nieformalny charakter szkoły przyczynił się też w znacznym stopniu do wytworzenia przyjaznej atmosfery. Z uznaniem należy podkreślić niezwykłą gościnność fizyków jugosłowiańskich, którzy urządzili konferencję w jednej z najpiękniejszych miejscowości wypoczynkowych nad Adriatykiem, umożliwiając uczestnikom spędzenie wolnego czasu na łonie natury. Słońce, morze i piękne krajobrazy w wydatnym stopniu wpłynęły na dobre samopoczucie uczestników, potęgując ich zapał do pracy. Szereg fragmentów, np. bankiet pożegnalny wraz z ewolucjami gimnastycznymi (konkurs skoków przez członków Komitetu Organizacyjnego) pozostanie z pewnością długo w pamięci słuchaczy jako dowód tego, że życie towarzyskie fizyków nie jest tak nudne, jak to sobie postronni nieraz wyobrażają.

Bronisław Kuchowicz

KONFERENCJA NA TEMAT WIAZAŃ WODOROWYCH

W czasie od 29 lipca do 3 sierpnia br. odbyła się w Ljublanie międzynarodowa konferencja na temat wiązań wodorowych. Została ona zorganizowana przez Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej oraz Unię Towarzystw Chemicznych Jugosławii. W konferencji wzięło udział ok. 150 uczestników z 18 krajów, w tym tak wybitni uczeni, jak prof. Pauling, Bernal, Coulson, Magat i wielu innych.

Wykład inauguracyjny na temat struktury wody wygłosił prof. Pauling laureat nagrody Nobla. Następnie referowane były prace własne uczestników. Każdą oddzielną tematycznie grupę komunikatów z prac własnych otwierał dłuższy, w pewnym sensie przeglądowy referat z tej dziedziny. I tak w pierwszym dniu obrad przedstawione zostały prace omawiające ostatnie wyniki badań wiązań wodorowych za pomocą dyfrakcji neutronów oraz promieni Roentgena (Bacon, Pepinsky, Darlow). Metody te pozwalają wyznaczyć położenie protonów z dokładnością do

0,02 Å. Umożliwiły one zbadanie różnego typu wiązań wodorowych w kryształach oraz ustalenie struktur wielu cząsteczek, w których występuje wewnątrzcząsteczkowe wiązanie wodorowe. Przytoczone zostały również przykłady nieliniowego wiązania $O-H...O$ (np. $NH_4H_2PO_4$).

W tym samym dniu omawiane były także wyniki zastosowania pomiarów paramagnetycznego rezonansu jądrowego do badania wiązań wodorowych (Schneider, Pople, Reid). Podano np. interesujące wyniki wyznaczania stopnia asocjacji alkoholi. Wiązanie wodorowe daje w pomiarach rezonansu jądrowego bardzo duże przesunięcie sygnału, często nawet większe niż przesunięcie chemiczne odpowiadające różnym cząsteczkom $H-X$ i należy oczekiwać, że metody oparte na paramagnetycznym rezonansie jądrowym staną się wkrótce obfitym źródłem informacji o strukturze cząsteczek, cieczy itp.

Drugi dzień obrad poświęcony był zastosowaniom spektroskopii ramanowskiej i w podczerwieni do badania wiązania wodorowego. Z ciekawszych wyników można wymienić badania alkoholu metylowego w temperaturze $20^\circ K$, które umożliwiły identyfikację dimerów i trimerów (Pimentel) oraz badania sprężenia wiązania wodorowego z układami aromatycznymi (Shigorin). Tutaj została także przedstawiona przez prof. Urbąńskiego jego praca dotycząca wiązań wodorowych między grupą nitrową a wodorotlenową lub aminową. Praca ta dała nowe argumenty przemawiające za głównie elektrostatycznym charakterem wiązania wodorowego.

Można także wspomnieć o pracy Schwaba i Glatzera z Monachium. Badając układ pirydyna — kwas octowy potwierdzili oni w pełni wyniki otrzymane przez Mierzeckiego w Instytucie Fizyki Doświadczalnej UW, które w istotny sposób różniły się od wyników hinduskich.

Trzeci dzień konferencji poświęcony był m. in. zagadnieniu wpływu wiązań wodorowych na elektronowe widma cząsteczek. Stwierdzono (Lippert), że wiązania wodorowe mogą nawet w bardzo silnym stopniu zmieniać położenie, kształt i natężenie pasm absorpcyjnych i fluorescencyjnych. W zależności od typu pobudzenia występuje przesunięcie pasma albo w kierunku fioletu, albo w kierunku czerwieni. Stąd możemy wnioskować o elektronowej strukturze cząsteczek w stanach wzbudzonych, np. o włączeniu jednego ze swobodnych elektronów do układu wiązań sprzężonych, o zmianie udziału struktur jonowych w stanach wzbudzonych itp. Stwierdzono także, iż np. fenole łącząc się poprzez wiązanie wodorowe z akrydyną wygaszają jej fluorescencję, podczas gdy np. pirydyna czy chinolina, które w obojętnych rozpuszczalnikach nie wykazują fluorescencji, wykazują ją — dzięki powstawaniu odpowiednich wiązań wodorowych — w środowisku alkoholowym.

Przedstawione zostały również (Zanker) spektroskopowe badania w dziedzinie widzialnej i w nadfiolecie pochodnych akrydyny zawierających w położeniu orto grupy CH_3 i NH_2 . Na podstawie wyników autor wysunął m. in. przypuszczenie, że możemy tu mieć do czynienia z wiązaniem wodorowym typu $C-H...N$. W dyskusji hipoteza ta została jednak oceniona bardzo krytycznie.

Następnie omawianą dziedziną (Magat) były pomiary dielektryczne, które stanowią źródło licznych informacji o wiązaniu wodorowym. Umożliwiają one np. stwierdzenie czy proton w danym wiązaniu zajmuje położenie symetryczne, czy asymetryczne, prowadzą do wniosków dotyczących czasu życia kompleksów utworzonych przez cząsteczki połączone wiązaniem wodorowym, ilości cząsteczek w takich kompleksach, energii dysocjacji itp. W tej grupie zagadnień była też przedstawiona praca Sobczyka, w której zbadane zostały polaryzacje dielektryczne pewnych układów typu kwas — zasada — benzen.

W czwartym dniu obrad Coulson przedstawił stan teorii wiązania wodorowego. Wiązanie to jest zwykle rozpatrywane jako wynik elektrostatycznego oddziaływania pomiędzy elektrycznymi ładunkami rozłożonymi w cząsteczkach. Tymczasem obliczenia wykazują, że postępowanie takie nie ma żadnego uzasadnienia i należy również uwzględnić siły dyspersyjne, obniżenie energii spowodowane delokalizacją elektronów (struktury jonowe) oraz odpychanie się ładunków. Okazuje się bowiem, że wszystkie te efekty są tego samego rzędu (co do bezwzględnej wielkości) i żadnego z nich pominąć nie można.

Metodę pozwalającą traktować wiązanie wodorowe na gruncie teorii orbitali molekularnych przedstawił Hofacker. Punktem wyjścia są u niego zlokalizowane orbitale molekularne znalezione metodą pola samouzgodnionego dla nieoddziaływających cząsteczek. Znajac następnie elektrostatyczny potencjał wiązania $X-H$ można wiązanie wodorowe $X-H...Y$ rozpatrywać jako problem dwóch elektronów tworzących swobodną parę przy Y i poruszających się w zadanym potencjale.

O kwantowo-mechanicznej teorii wiązania wodorowego opartej na metodzie wiązań walencyjnych mówił także Sokołow.

Z przedstawionych na konferencji referatów i z dyskusji wynika, że w wiązaniu wodorowym podstawową rolę odgrywają najprawdopodobniej siły elektrostatycznego oddziaływania, niemniej oddziaływaniem tym nie można wyjaśnić wszystkich specyficznych cech wiązania. Oparta na metodach mechaniki kwantowej teoria wiązań wodorowych nie jest jeszcze dostatecznie rozwinięta, a wykonane dotąd obliczenia nie doprowadziły do definitywnych ilościowych wniosków. Dlatego też wydaje się, że dla poznania istoty wiązania wodorowego jednym z najpilniejszych zadań jest rozwój teoretycznych metod badania. Pogląd ten wyrażony był przez większość uczestników konferencji, choć można było usłyszeć również wypowiedź (Burawoy), że w kwantowo-mechanicznych obliczeniach musimy zawsze wprowadzać tyle przybliżeń i uproszczeń, iż w rezultacie nie mają one nic wspólnego z rzeczywistością.

Przedstawione zostały również komunikaty z prac dotyczących wpływu wiązań wodorowych na różne fizykochemiczne procesy, np. adsorpcję, szybkość reakcji itp.

Mała ilość uczestników konferencji, liczne spotkania towarzyskie sprawiły, że już po upływie bardzo krótkiego czasu prawie wszyscy znali się osobiście. Stworzyło to niezwykle przyjemną, bezpośrednią atmosferę obrad. Dużą w tym także była zasługa przewodniczącego komitetu organizacyjnego konferencji prof. Hadżiego z Ljubljany.

W końcowym, wygłoszonym ze swadą przemówieniu prof. Magat omówił pokrótce wyniki konferencji, podkreślił jej znaczenie zarówno dla badań nad wiązaniami wodorowymi, jak i dla zadzierzgnięcia bezpośrednich serdecznych stosunków między naukowcami wszystkich krajów. W wyniku obrad nad wiązaniami wodorowymi — powiedział prof. Magat — powstały tu nowe wiązania między uczestnikami konferencji, a energia dysocjacji tych wiązań jest bardzo duża.

Włodzimierz Kotos

M. A. Leontowicz *Fizyka statystyczna*. Z języka rosyjskiego tłumaczyli Z. Gałasiewicz i W. Szczurówna, redaktor J. Łopuszański. PWN 1957.

Trudno o dobry wykład fizyki statystycznej. Natura tego przedmiotu, komplikacje przy wprowadzaniu pojęć podstawowych i sprecyzowaniu podstawowych założeń sprawiają, że prawie każdy wykład narażony jest na zarzuty i budzić może zastrzeżenia, jeśli chodzi o wymagania ścisłości. Zapewne, można przejść dość szybko nad podstawowymi trudnościami kładąc nacisk raczej na zastosowania. Można na odwrót starać się o możliwie zadowalające przedstawienie samych podstaw, ale wymaga to bardzo poważnej rozbudowy aparatu matematycznego i to takiego, do którego fizycy nie są przyzwyczajeni.

Podręczniki M. A. Leontowicza znane są ze swej prostoty i jasności. Cenną ich zaletą jest zwracanie uwagi w toku wykładu na trudności i na te punkty, które wymagają szczególnie starannego potraktowania. Z zainteresowaniem więc sięgamy do polskiego przekładu *Fizyki statystycznej*, interesuje nas zwłaszcza, jak autor przedstawi wprowadzenie do tego przedmiotu.

Książka rozpoczyna się od przypomnienia teorii hamiltonowskiej i twierdzenia Liouville'a. Następnie wprowadzone jest pojęcie prawdopodobieństwa ujęciu formalnym i fizycznym. W rozdziale II rozpoczyna się wykład klasycznej termodynamiki statystycznej. Wprowadzone jest pojęcie średniej czasowej. Zdefiniowany jest rozkład mikrokanoniczny i wprowadzone pojęcie średniej statystycznej. Wreszcie udowodniona jest równość obu średnich — dowód polega przede wszystkim na sprecyzowaniu koniecznych założeń. Cenne są w tym miejscu rozważania, w jakim sensie możemy stosować pojęcie prawdopodobieństwa przy uzasadnianiu statystyki na gruncie mechaniki klasycznej.

Teraz rozpatruje się układ w termostacie i dowodzi twierdzenia Gibbsa o tym, że mała część dużego układu opisanego przez rozkład mikrokanoniczny posiada rozkład kanoniczny prawdopodobieństwa stanów. Dalej rozwinięta jest tradycyjna termodynamika statystyczna, rozkład klasyczny i szereg najważniejszych zastosowań.

Nurtuje nas pytanie, czy pojęcia podstawowe wprowadzone tu zostały w zadowalająco ścisły sposób. Wydaje się, że autor wybrał drogę pośrednią: raczej zwraca uwagę na trudności i na konieczność pewnych założeń, ale unika w ogóle aparatu zbyt formalnego i świadomie rezygnuje ze ścisłego przedstawienia trudniejszych rozumowań.

Trzeci rozdział poświęcony jest teorii fluktuacji. Rozwija się ją w oparciu o wyniki statystyki klasycznej Boltzmanna i ilustruje znakomicie dobranymi przykładami, które mają duże znaczenie praktyczne.

Wreszcie przechodzi autor do statystyk kwantowych, przy czym już wykorzystuje rozkład statystyczny kanoniczny wyprowadzony w pierwszej części klasycznej. Omówione są dwa zasadnicze typy układów o symetrycznych i antysymetrycznych funkcjach falowych i rozwinięte są dość szczegółowo zastosowania do konkretnych przykładów. Dobrze się stało, iż autor poświęcił parę uwag takim zagadnie-

niom jak to, że nie zawsze symetryzujemy funkcje falowe układu wielu cząstek, a mimo to wyniki otrzymujemy całkiem poprawne, — albo to, że sformułowania ogólne statystyk kwantowych pozostają w mocy również i w tym wypadku, gdy uwzględnia się oddziaływanie między cząstkami.

Wykład statystyk kwantowych nie jest tu oczywiście tak wyczerpujący jak w wielkiej monografii Fowlera. Ilość przykładów jest nieporównywalnie mniejsza. Jednak metoda obliczania średnich statystycznych sposobem punktu siódlowego nie została pominięta i jest tutaj, aczkolwiek krótko, naszkicowana.

Końcowy rozdział poświęcony jest rozważaniu statystycznej teorii przebiegu procesów w czasie. Nie ma w tej książce wykładu termodynamiki procesów nieodwracalnych, rezultatów Onsagera i nowszych. Parę przykładów jednak dotyczących przede wszystkim ruchów Browna, przerachowane jest dość szczegółowo. Bardzo wartościowy wydaje się opis ogólnych metod statystycznej teorii przebiegu procesów w czasie. Zdefiniowane są łańcuchy Markowa i sprecyzowane są założenia, które pozwalają wyprowadzić równanie Einsteina—Fokkera. Interesujące choć niestety krótkie, są rozważania końcowe o średnich czasowych dla procesów stochastycznych rozpatrywanych jako procesy typu Markowa. Dają one pewne przynajmniej pojęcie o zagadnieniu nieodwracalności, w każdym razie zapoznają z równaniem, które prowadzi do monotonicznego nieodwracalnego zbliżania się do położenia równowagi.

W sumie podręcznik godny polecenia zwłaszcza dla starszych studentów fizyki i chemii, a także jako pomoc dla wykładowców, którzy znajdują w niej jeśli nie rozwiązanie to w każdym razie sformułowanie pewnych podstawowych trudności teorii statystycznej.

Przekład polski bardzo dobry, język gładki i przyjemny.

Maciej Suffczyński

Georgius Agricola (1494—1555), górnik, metalurg, mineralog, chemik, lekarz, Polska Akademia Nauk, Komitet Historii Nauki. Monografie z dziejów nauki i techniki I. Wrocław 1957, Zakład im. Ossolińskich. Wydawnictwo PAN, str. 236.

W dniu 21 listopada 1955 r. minęło 400 rocznica zgonu wielkiego uczonego niemieckiego, Georgiusza Agricoli. Jego dzieła były znane w Polsce Odrodzenia, a on sam uwzględniał w swych pracach polski wkład do rozwoju techniki. Nawiązaniem do tradycji związków Agricoli z Polską było zaproszenie Polskiej Akademii Nauk przez Niemiecką Akademię Nauk do współudziału w obchodzie rocznicy. Powołany pod przewodnictwem prof. Witolda Budryka Komitet obchodu zorganizował konferencję naukową poświęconą Agricoli, przygotował udział delegacji polskiej w uroczystościach, które odbyły się w listopadzie 1955 r. w Karl-Marx-Stadt w Niemieckiej Republice Demokratycznej, oraz zainicjował powyższe wydawnictwo, które jest pierwszą polską książką poświęconą Agricoli¹.

I tom monografii z dziejów nauki i techniki (Komitet redakcyjny: B. Suchodolski (przewodniczący), B. Olszewicz, E. Olszewski, B. Skarżyński, Z. Skubała (sekretarz), redaktor naukowy tomu E. Olszewski) zawiera prace: B. Zientara *Górnictwo i hutnictwo środkowo-europejskie w dobie działalności Agricoli* (7—28), K. Maślankiewicz *z Georgius Agricola. Życie i dzieła* (29—

¹ Por. K. Maślankiewicz — Uroczystości jubileuszowe w 400 rocznicę śmierci Georgiusza Agricoli, Kosmos, Seria B, Rok II, zes. 2 (6) 1956, str. 196—197.

103), W. Hubicki *Georgius Agricola jako chemik* (104—130), J. Piaskowski *Metalurgia XVI wieku w świetle dzieła Agricoli „De re metallica“* (131—200), A. Krupkowski *Polskie metody wytwarzania metali w XVI wieku według Georgiusa Agricoli* (201—210). Uzupełnienie tych prac stanowi *Wykaz prac Georgiusa Agricoli* (211—222) (w oprac. K. Maślankiewicza) i *Bibliografia* (223—228) (w oprac. K. Maślankiewicza) oraz streszczenia w języku rosyjskim, francuskim i angielskim.

Książka poświęcona Agricoli została wydana bardzo starannie, co stanowi zasługę Wydawnictwa i jego redaktora J. Łaszkiewicza. Blisko 100 rycin, w tym głównie piękne drzeworyty z najważniejszego dzieła Agricoli *De de metallica*, stanowi wartościową ozdobę książki.

Kazimierz Maślankiewicz

Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej — Geologia.
Nr 1, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków 1956.

Na treść pierwszego zeszytu, poświęconego geologii, którego redakcję objął H. Swidziński, złożyło się 11 prac z zakresu nauk geologicznych. Są to przede wszystkim referaty wygłoszone na posiedzeniach sekcji geologicznych Sesji Naukowej odbytej 16 czerwca 1954 r. podczas V Zjazdu Wychowanków Akademii Górniczo-Hutniczej, chociaż niektóre z nich, dla braku miejsca, zostały przeznaczone do przygotowywanego zeszytu drugiego. Zeszyt pierwszy przynosi prace: W. Chajec *Wody mineralne — cenna kopalina*, J. J. Głogoczowski *Geochemia w pracach geologiczno-poszukiwawczych*, A. Leuchter *Mikrobiologiczna metoda poszukiwań złóż naftowych*, M. Budkiewicz *Karbońskie łupki ilaste jako wartościowy surowiec przemysłowy*, A. Gawel *O niektórych usprawnieniach analizy krzemianów*, J. J. Zieliński *Łupki bitumiczne Karpat środkowych*, S. Śliwiński *O występowaniu wapieni i dolomitów dewońskich koło Siewierza oraz o możliwościach ich użytkowania*, R. Krajewski *Z badań nad wskaźnikami zmienności polskich złóż kruszczowych*, K. Prochazka i A. Wala *o skale karnalitowej w złożu solnym Inowrocławia*, K. Skoczyła - Ciszewska *O występowaniu tzw. andezytów w strefie żegocińskiej Karpat fliszowych*, M. Kolasa, K. Chmura i W. Smorągiewicz *Z badań nad piaskami wydmyowymi obszaru potożonego w widłach Wisły i Dunajca*.

Prace te poprzedza przedmowa Rektora Akademii Górniczo-Hutniczej, Słowo od redakcji i artykuł Z. Kowalczyka *Rozwój Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie*. Szczególnym, godnym naśladownictwa, zamierzeniem Redakcji jest drukowanie prac młodej kadry naukowej AGH, a nawet najbardziej zaawansowanych w studiach studentów Uczelni.

Uzupełnienie zeszytu stanowi dział informacyjny z artykułem H. Swidzińskiego *Geologia na AGH* (w 10-lecie zorganizowania studiów geologicznych) i artykuł W. Goetla *Plan rozbudowy nauk geologiczno-poszukiwawczych w Polsce Ludowej w okresie 1945—1950*.

Na wstępie każdej pracy znajduje się polskie streszczenie, ponadto zawarte są streszczenia w języku francuskim i angielskim.

Pierwszy zeszyt został wydany bardzo starannie. Obok szkiców, przekrojów geologicznych i wykazów w tekście zamieszczone są i zdjęcia mikroskopowe opisujących skał.

Kazimierz Maślankiewicz

Józef Oberc *Region Gór Bardzkich (Sudety)*. Przewodnik dla geologów, Warszawa 1957, Wydawnictwa Geologiczne. S. 284, ryc. 37, 4 mapy z przekrojami, 12 tabel, nakład 600 egz.

Polscy miłośnicy nauk o Ziemi odczuwają dotkliwie brak przewodników po kraju ojczystym. W ubiegłym dwunastoleciu, nie licząc przewodników zjazdowych Polskiego Towarzystwa Geologicznego wydawanych w bardzo małych nakładach, ukazał się jedynie w roku 1951 *Przewodnik geologiczny po Kazimierzu i okolicy* K. i W. Pożaryskich.

Książka docenta Uniwersytetu Wrocławskiego dr Józefa Oberca jest drugą tego rodzaju pozycją, tym bardziej cenną, że dotyczącą regionu sudeckiego i jest pierwszym przewodnikiem naukowym. Nowa praca J. Oberca zawiera dwie części.

W pierwszej części przewodnika podany jest zarys geologii regionu bardzkiego stanowiący obszerne syntetyczne streszczenie monografii, której opracowanie kończy obecnie autor. Omówione są tu ramy struktury, stratygrafia utworów staro- i młodopaleozoicznych gór Bardzkich, wreszcie serie skalne przykrywające strukturę bardzką, jak karbon górny, czerwony spągowiec i czwartorzęd.

Obszernie potraktowano rozdziały dotyczące jednostek tektonicznych i dyzlokacji omawianego obszaru oraz masy intruzywnej kłodzko-złotostockiej, jak również rysy tektoniczne elementów przykrywających strukturę bardzką.

W zakończeniu pierwszej części przewodnika znajdujemy wyjaśnienie tektogenezy gór Bardzkich z uwzględnieniem nakładających się na siebie w czasie geologicznym różnych typów fałdowań od elewacji i depresji krystalicznego podłoża, przez fałdowania ramowe i niezgodne (dysharmonijne) do zmiany kierunków nacisków tektonicznych i stanowiska w górotworze sudeckim.

Niezwykle dokładne i wnikliwe rozwiązanie problemów przez autora pracy wzbogaciło znacznie naszą wiedzę geologiczną o tym wycinku Sudetów wnosząc nowy wkład nauki polskiej do znajomości ziem południowo-zachodnich. Ze względu na charakter niniejszej recenzji wymienię tylko niektóre zagadnienia takie jak nowe ujęcie struktury bardzkiej jako jednostki Sudetów Środkowych, wydzielenie 6 facji w dolno-dewońskich warstwach zdanowskich, opracowanie składu i genezy dolno-karbońskich zlepieńców z Wilczy, wyróżnienie cykliów sedimentacyjnych karbonu na obszarze struktury bardzkiej, dokładne oznaczenie wieku intruzywów waryscyjskich, nowe określenie i wydzielenie jednostek i elementów tektonicznych, wyjaśnienie ich genezy w powiązaniu z historią rozwoju regionu, korygacje dotychczasowych zdjęć geologicznych i szereg in. Te trudne, lecz interesujące geologa problemy przedstawione są w sposób zwięzły i jasny w formie opisów, przekrojów, szkiców, zdjęć fotograficznych i tablic.

W części drugiej przewodnika omówiono 12 wycieczek po regionie bardzkim z trzech miejscowości wyjściowych Barda, Kłodzka i Srebrnej Góry posiadających schroniska i dobre połączenia komunikacyjne.

Przed omówieniem itinerarium każdej wycieczki autor wymienia formacje, jednostki tektoniczne i zjawiska morfologiczne, z którymi można się będzie zapoznać wzdłuż trasy danej wycieczki. Obok szczegółowych opisów tras i odsłoneń przewodnik uwzględnia punkty widokowe pozwalające na lepszą orientację w terenie i zapoznanie się z pięknem krajobrazu Sudetów. Wycieczki uwzględniają między innymi stanowiska występowania: fauny graptolitowej, syluru, głowonogów górnodewońskich i fauny dolno-karbońskiej w formie kompletnych spisów.

Autor nie prowadził sam badań fosylnej flory i fauny, lecz inicjował je szczególnie, jeśli chodzi o zespoły syburskie. Brak dotychczas opracowania psilofitów de-

wońskich. Jak widzimy przewodnik uwzględnia bardzo szeroki wachlarz różnych zagadnień geologicznych i nauk pokrewnych.

J. Oberc zainwentaryzował i zinterpretował w latach swych pracowych badań wiele zjawisk i form, w tym 56 jednostek tektonicznych, przez które prowadzi nas celowo wybranymi trasami wycieczek.

Te typowe dla struktury bardzkiej przekroje mają duże znaczenie dydaktyczne, szczególnie dla studiujących zagadnienia tektoniki.

Niektóre punkty obserwacyjne przedstawiają klasyczne wystąpienia np. kamieniołom w Dzikowcu, profil kolejki zębatej między Srebrną Górą a Nową Wsią, zjawiska morfologiczne doliny Nysy Kłodzkiej, najważniejsze w Sudetach stanowisko graptolitów w Zdanowie i szereg innych.

Przewodnik zawiera ponadto wykaz literatury obejmujący ponad 50 pozycji, objaśnienia niektórych terminów geologicznych, schematyczne zestawienie formacji i jednostek tektonicznych ułatwiających odnalezienie ich w programach wycieczek, skorowidz skamieniałości i tabelaryczne ujęcie historii rozwoju regionu bardzkiego. Skorowidz nazw geograficznych jest ułożony pod kątem ułatwienia odnalezienia w literaturze nazw zmienionych.

Do książki dołączona jest barwna mapa geologiczna, 7 przekrojów geologicznych, przejrzysty szkic tektoniczny oraz itinerarium wycieczek. Mapa jest nieco schematyczna, nie uwzględnia wszystkich wydzieleni stratygraficznych wymienionych w tekście i zaznaczonych na przekrojach. Powodem braku wszystkich wydzieleni na mapie jest ograniczenie ilości barw.

Wszystkie załączniki znakomicie ułatwiają korzystanie z przewodnika, a dogodny format pozwala na noszenie go w torbie geologicznej.

Ze względu na duże wartości dydaktyczne pracy jako pomocy naukowej dla studentów geologii cena 51 zł wydaje się nieco za wysoka.

Estetyczną okładkę zaprojektował b. szczęśliwie H. Jędrzejewski.

Przewodnik zachęca do poznawania ciekawego regionu geologicznego o bogatej problematyce naukowej i do podjęcia badań nad nierozwiązanymi dotychczas zagadnieniami.

Wojciech Grocholski



TREŚĆ

<i>Leon Rosenfeld</i> — Komplementarność	257
<i>Kazimierz Gumiński</i> — Władysław Natanson jako prekursor termodynamiki procesów nieodwracalnych	263
<i>Stanisław Dobrzycki</i> — Leonard Euler	267
<i>Józef Szaflarski</i> — Antarktyda w świetle nowszych badań naukowych . . .	273
<i>Julian Tokarski</i> — Zasady klasyfikacji gleb	295
<i>Jerzy Pokrzywnicki</i> — Koniec legendy meteorytu Lipno	303

LISTY DO REDAKCJI

List prof. dr S. Z. Różyckiego	305
--	-----

KRONIKA NAUKOWA

<i>Kazimierz Maślankiewicz</i> — XXX Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego	309
<i>Mieczysław Jerzewski</i> — Uczczenie zasług Władysława Natansona	312
<i>Bronisław Kuchowicz</i> — O szkole letniej readkcji jądrowych w Jugosławii . . .	312
<i>Włodzimierz Kołos</i> — Konferencja na temat wiązań wodorowych	314

RECENZJE

<i>Maciej Suffczyński</i> — M. A. Leontowicz: Fizyka statystyczna	317
<i>Kazimierz Maślankiewicz</i> — Georgius Agricola	318
<i>Kazimierz Maślankiewicz</i> — Zeszyty naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej Geologia nr 1	319
<i>Wojciech Grocholski</i> — Józef Oberc: Region Gór Bardzkich	320

Cena zł 15,—