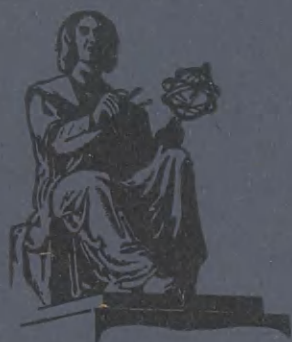


Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria B
PRZYRODA NIEOŻYWIONA



ROK IV

ZESZYT 4 (16)

WARSZAWA 1958

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

PN. 309

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW
Im. KOPERNIKA

K O S M O S

Seria B: PRZYRODA NIEOŻYWIONA



ROK IV

WARSZAWA 1958

ZESZYT 4 (16)

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 790+120	Oddano do składania 7.X.58
Ark. wyd. 7,25, druk. 6	Podpisano do druku 22.XII.58
Papier ilustr. kl. V 70 g B1	Druk ukończ. w styczniu 1959
Cena zł 15.—	Zam. 352 A-16

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8



Fryderyk Joliot-Curie

FRYDERYK JOLIOT-CURIE

Czternastego sierpnia br. zmarł w 58 roku swego życia FRYDERYK JOLIOT-CURIE, jeden z największych fizyków naszego stulecia, odkrywca, wspólnie ze swą żoną, sztucznej radioaktywności, laureat nagrody Nobla, przewodniczący Światowej Rady Pokoju, długoletni przewodniczący Światowej Federacji Naukowców, członek K. C. Komunistycznej Partii Francji i wielki przyjaciel naszego kraju.

Przeszło dwa lata temu widziałem Fryderyka Joliot na posiedzeniu egzekutywy Światowej Rady Pokoju w Paryżu. Twarz miał żółtą, oczy podbite. Otyłość twarzy i linie wzdłuż oczu zdradzały chorobę. Mówił że niedługo już pożyje, że tylko 30% jego wątroby pracuje; że chce poświęcić resztę swego życia zagadnieniom zaniedbanym średnich energii. „Jestem przekonany” powiedział, „że tam leżą jeszcze możliwości wielkich odkryć”.

Ostatni raz w życiu widziałem Joliota kilka miesięcy temu w Dubnej. Twarz, która wydawała mi się otyła dwa lata temu, była teraz zapadła, chuda, zmęczona. Wyglądał na człowieka bardzo chorego. Rozmawialiśmy głównie o sprawie pokoju, o roli inteligencji w jego ruchu. Pytałem go czy będzie na Kongresie w Sztokholmie. Odpowiedział, że nie wie, że to zależy od tego, czy mu lekarze na to pozwolą. Nie było go na Kongresie. Jego świetny referat, w którym ostrzega ludzkość przed użyciem bomb atomowych i wodorowych, został odczytany przez kogoś innego. Kongres wypadł, głównie z powodu nieobecności i choroby Joliota, dość blado. Pamiętam, że cieszyłem się, że zobaczę go może we wrześniu w Kitzbühel, na posiedzeniu naukowców w pięknej, górskiej miejscowości austriackiej. Przebywałem w sierpniu w Szwajcarii, gdzie nagle dowiedziałem się o jego śmierci.

Byłem na jego pogrzebie w Paryżu. Rząd i oficjalna Nauka Francji składały mu hołd na pięknym starym podwórzu Sorbony w uroczystości, która musiała swoim pięknem i wspaniałą reżyserią wywrzeć niezatarte wrażenie na wszystkich. Przemawiał ładnie Francis Perrin, komisarz energii atomowej, który tę godność objął po Fryderyku Joliot. Mówił o tym, jak skrzywdzono Joliota usuwając go z tego stanowiska z powodu jego przekonań politycznych. Potem przemawiał wzniośle Minister Oświaty. Wieniec rządu francuskiego był olbrzymi i wspaniały. Jednak większe wrażenie od tej przepięknej uroczystości, wyreżyserowanej jak wspaniała opera, robiły tłumy ludzi prostych, które nie miały kart wstępu na dziedziniec Sorbony, tłumy — zalegające w ciszy, przerywanej płaczem, ulice przez które jechał karawan z trumną.

Na przedmieściu Paryża, przed cmentarzem, odbył się ostatni akt pożegnania. Do wielotysięcznego tłumu przemawiał przedstawiciel Światowej Rady Pokoju, następnie Partii Komunistycznej i wreszcie Światowej Organizacji Pracowników Naukowych.

Paryż nauki, Paryż pracujący, delegaci z całego świata, żegnali wielkiego fizyka, uroczego i szlachetnego człowieka, który stał się dla wszystkich symbolem naukowca, rozumiejącego swe obowiązki społeczne i który całym swym życiem dał przykład młodej generacji uczonych jak swe obowiązki społeczne wypełniać winna.

Leopold Infeld

Leopold Infeld

WRAŻENIA Z DRUGIEJ KONFERENCJI ATOMOWEJ W GENEWIE

Pierwsza konferencja poświęcona pokojowemu zastosowaniu energii atomowej odbyła się w Genewie trzy lata temu. Wydaje mi się instruktynym porównanie tej konferencji, która odbyła się w roku bieżącym z tą, zorganizowaną trzy lata temu.

Sceneria była ta sama. Ten sam pałac narodów w Genewie, ta sama duża sala posiedzeń ze śmiesznymi malowidłami, te same sale, w których odbywały się poszczególne sesje, te same coctail parties, przeważnie te same twarze, ta sama organizacja zewnętrzna, ten sam okres trwania.

Przejdźmy do omawiania różnic. W pierwszej konferencji brało udział 3000 uczestników; w obecnej 6000, to znaczy dwa razy więcej. Jeżeli założymy, że w ciągu dalszych trzech lat znowu kadry wzrosną dwukrotnie, co mi się zdaje założeniem raczej konsekwentnym, to z tego wynika, że za następnych lat 3 ilość obecnych na takiej konferencji wyniesie 12 000 osób! Już obecna konferencja, największa ze wszystkich znanych mi, była stanowczo za duża. Spotkania z ludźmi, z którymi chciałoby się spotkać, były na ogół przypadkowe. O wiele za dużo było zaproszeń na obiady i cocktail parties. Np. były dni, w których miałem zaproszenia na obiad i na 3 cocktail parties. Stanowczo za wiele!

Porównajmy nastrój ogólny na tych odbydwóch konferencjach. Na pierwszej największą nowością było spotkanie tu nauki Wschodu z nauką Zachodu. Po raz pierwszy wielu radzieckich uczonych spotkało się z uczonymi z U.S.A., Anglii i vice versa. To spotkanie odbyło się w uroczystej atmosferze przyjaźni i pierwszego odwrotu od zimnej wojny. Było coś niezmiernie podniecającego w tej atmosferze przyjaznego współzawodnictwa pomiędzy tymi dwoma obozami. Wykorzystanie energii atomowej dla celów pokojowych było w powijkach. Jedynym przykładem była elektrownia radziecka o małej mocy. Niestety, tego podniecającego nastroju brakło na obecnej konferencji. Uczeni ze Wschodu i Zachodu spotykali się często w ciągu ostatnich trzech lat. Atmosfera była raczej zbłażowana niż podniecająca. Tylko na jednym posiedzeniu można było uchwycić echa tej dawnej atmosfery. To było na posiedzeniu poświęconym sprawie fuzji, niezmiernie ważnej sprawie, nad którą pracuje się wiele w trzech ośrodkach: w Związku Radzieckim, w Stanach Zjednoczonych i w Anglii.

W świecie, w którym będzie wyczerpany węgiel, uran, tor, w takim świecie niewyczerpalnym źródłem energii będzie wodór, którego nam zabraknie, gdy wyschną wody oceanów i zamrze życie na ziemi. Otóż trzy lata temu ówczesny prezydent konferencji Homi B h a b h a przepowie-

dział, że prawdopodobnie za 20 lat potrafimy zużytkować energię fuzji, to znaczy energię zwolnioną przy zamianie wodoru na hel; tę energię, dzięki której promieniuje słońce. Uważano wtedy, że Bhabha popełnia niedyskrecję, że mówi o rzeczach tajnych, o których mówić nie należy; że jego przepowiednia dotycząca 20 lat jest stanowczo zbyt optymistyczna.

Jak zmieniła się sytuacja w ciągu ostatnich 3 lat? Spodziewaliśmy się wielkich fajerwerków na posiedzeniu poświęconemu temu zagadnieniu. Nasze przewidywania sprawdziły się, ale tylko częściowo. Wrażenie ogólne jest takie, że poziom tych badań jest mniej więcej taki sam w tych trzech przodujących krajach. Jednak problem wydaje się dość daleki od rozwiązania. Nikt nie wie, ile lat upłynie, zanim potrafimy wykorzystać energię fuzji dla celów pokojowych. Ale przepowiednia Bhabha, że potrwa to 20 lat, wydaje się na ogół fizykom zbyt pesymistyczną, pomimo tego, że postęp nie jest tak duży jak się tego przed posiedzeniem spodziewano.

Jedną ważną konsekwencją tego posiedzenia o charakterze społecznym: prace nad fuzją są — we wszystkich krajach — odtajnione i planowana jest ścisła współpraca między narodami na tym trudnym i niemal jeszcze dziewiczym terenie. Fizyka plazmy stała się nagle niesłychanie ważną dziedziną zarówno fizyki doświadczalnej jak i teoretycznej. O tym powinniśmy pamiętać. To jest pierwsza bardzo ważna lekcja, którą, mam nadzieję, wykorzystamy w naszym kraju.

Drugą ważną różnicą pomiędzy tymi dwoma konferencjami jest wielki rozwój techniki reaktorowej. Rozmnożyły się one po świecie, rozmnożyło się również ich wykorzystanie; uran tanieje, reaktory powszechnieją i różnica cen pomiędzy energią atomową, a tą otrzymywaną kosztem spalania węgla stale maleje. Nasz plan przewiduje zbudowanie własnego reaktora i potem własnej elektrowni w roku 1965. Powinniśmy się tego planu trzymać, aby nie powiększać zacofania naszego kraju. To jest druga lekcja wynikająca z konferencji w Genewie.

Trzecią wielką różnicą pomiędzy tymi dwoma konferencjami była wystawa naukowa. Na poprzedniej konferencji najciekawszą była wystawa Związku Radzieckiego i Stanów Zjednoczonych. Były to wystawy porównywalne. Może nawet przewagę miał Związek Radziecki kompozycją i pomysłowością. Na tej konferencji natomiast U.S.A. zaćmiły wszystkie inne kraje. Piękna była kompozycja wystawy. Na przemian pomysłowo wykonane modele eksperymentów i same eksperymenty. Wiele różnorodnych, ładnie umundurowanych i ładnych przewodniczek. Jeżeli ktoś chciał jakichś specjalnych wyjaśnień, to byli na miejscu fizycy o znanych powszechnie nazwiskach, którzy ich chętnie udzielali; przeważnie byli to ci sami fizycy, którzy wykonali oryginalnie doświadczenia, te których aparatury znajdowały się na wystawie.

Czwarta wielka różnica pomiędzy tymi dwoma konferencjami dotyczyła udziału Polski. Pragnę w tej sprawie powiedzieć kilka uwag osobistych. Kiedy przed trzema laty byłem w sanatorium bezpośrednio przed I konferencją, dowiedziałem się niespodziewanie, że mam być przewodniczącym delegacji polskiej. Nikt ze mną nie układał składu tej delegacji, nikt mnie nie pytał o radę w sprawie referatów. Wobec tego stanu rzeczy przewodniczenie było dla mnie męką. W składzie delegacji nie było poza mną ani jednego fizyka teoretyka. Nasz udział naukowy wypadł na ogół słabo.

Pod tym i innymi względami było znacznie lepiej w tym roku. Wspólnie z ministrem Billigiem i wybranym komitetem ułożyliśmy listę delegatów, wybraliśmy odpowiednie referaty i wiele czasu poświęciliśmy tym sprawom. Rezultat był na ogół dobry. Nasz dorobek naukowy na pewno wzrósł w okresie ostatnich 3 lat. Przygotowaliśmy 16 referatów, z tego wygłoszonych były tylko trzy. Ale te trzy referaty były dobre. Szczególnie dobre wrażenia zrobił bardzo ładnie wygłoszony referat profesora Nowackiego. Dobre były również dwa pozostałe referaty mgra Taubego i dra Szymańskiego. Poza tym mieliśmy przewodnictwo jednego posiedzenia i dwa viceprzewodnictwa.

Tego rodzaju duże konferencje mają swoje zalety i wady. Wadą są rozmiary tej konferencji, przeładowanie referatami; nawet wieczorem były referaty o charakterze raczej popularnym. Przeładowanie zebraniem towarzyskimi tak wielkie, że z trudem można było znaleźć tych, z którymi się pragnęło porozumieć. Spotkania były na ogół przypadkowe. Zaletą jest atmosfera współpracy, która obejmuje coraz więcej naukowców, w miarę jak konferencje te rosną. Niektórzy byli pierwszy raz za granicą. Dla nich zetknięcie się z uczonymi z innych krajów, pracujących nad tymi samymi lub podobnymi zagadnieniami, jest sprawą pierwszorzędnej wagi.

Na zakończenie kilka uwag ogólnych.

Niemcy budują z zapałem swój przemysł atomowy i pracują też nad reakcjami termonuklearnymi. Mieli oni swój dział na wystawie. Była tam mapa ich kraju, dotycząca ich przemysłu atomowego z drucianymi konturami granic. Te granice obejmowały dawne Niemcy z Prusami Wschodnimi i z obecnymi ziemiami polskimi. Protestowaliśmy przeciwko tym objawom arogancji i nieprzyzwoitości; minister Moeller w ONZ, a ja u przewodniczącego Francis Perrina. Rezultat był ten, że mapę tę szybko zdjęto.

Francis Perrin miał bardzo ładny wykład wstępny, ogólny, w pierwszy dzień konferencji, pełen szlachetnych idei współpracy naukowej. Cała sala powstała, gdy poświęcił kilka słów wspomnienia dwóm niedawno zmarłym wielkim fizykom: Lawrence'owi i Joliotowi.

Wreszcie kilka słów o zebraniach towarzyskich naszej delegacji. Nie urządziliśmy „coktail party”, bo było ich już za wiele, wszystkie o podobnym charakterze, niemal wszystkie, na które tylko 5 oficjalnych delegatów przybywało. Tak, że te przyjęcia pachniały coraz większą nudą. Istotnie najciekawszy fizycy byli często, szczególnie w delegacji amerykańskiej, angielskiej i częściowo radzieckiej, poza listą oficjalnych delegatów. Wobec tego organizowaliśmy raczej zebrania mniejsze. Wśród nich pragnę wymienić: śniadanie wydane przez naszą delegację, na którym byli obecni: Francis Perrin, Sir John Cockcroft i viceprzewodniczący Akademii Nauk Z.S.S.R. Topczyjew. Używając słów naszej prasy mógłbym powiedzieć, że zebranie to upłynęło w serdecznej i miłej atmosferze. Bardzo udane było śniadanie, na które zaprosiliśmy teoretyków. Byli tam ludzie tacy jak Tam m, Bogoljubow ze Związku Radzieckiego i Wigner z Ameryki. Podobnie udane było też śniadanie urządzone przez chemików, na którym niestety nie byłem. Było ono szczególnie ważne, bo połączone ze sprawą budowy drugiego reaktora.

Michalina Massalska, Tadeusz Kowalski*

SKAŻENIA RADIOAKTYWNE ATMOSFERY POCHODZĄCE OD EKSPLOZJI JĄDROWYCH

Jak wspomniano w poprzednim artykule (*Kosmos B*, 1, 1958) istnieją cztery główne źródła domieszek radioaktywnych w powietrzu atmosferycznym: 1) dyfuzja gazowych produktów rozpadu ciał promieniotwórczych zawartych w zewnętrznej warstwie skorupy ziemskiej, 2) oddziaływanie promieniowania kosmicznego ze składnikami atmosfery powietrznej, 3) eksplozje jądrowe oraz 4) reaktory jądrowe różnych typów i zakłady z nimi związane. Ostatnie źródła stanowią jedynie potencjalne niebezpieczeństwo. Przy dobrze zorganizowanej kontroli wyzwalać się większej ilości produktów radioaktywnych, przewyższających dopuszczalne koncentracje jest prawie że niemożliwe.

Dwa pierwsze źródła zostały omówione w poprzednim artykule. Obecnie zajmujemy się opisaniem a) mechanizmu rozproszenia w atmosferze pierwiastków radioaktywnych, powstałych w czasie eksplozji jądrowej, b) głównych metod pomiarów skażeń radioaktywnych oraz c) wpływu tych skażeń na organizmy żywe.

MECHANIZM ROZPROSZENIA W ATMOSFERZE PIERWIASTKÓW RADIOAKTYWNYCH, POWSTAŁYCH W CZASIE EKSPLOZJI JĄDROWYCH

W chwili wybuchu bomby jądrowej cała energia wyzwala się w czasie rzędu milionowej części sekundy. Skutkiem tego temperatura eksplozji osiąga niezwykle wysoką wartość w stosunkowo niewielkiej objętości tzw. kuli ognistej i cały materiał rozszczępiony istnieje w niej w postaci gazu. W ciągu kilku pierwszych minut po eksplozji kula ognista rośnie szybko tak długo, dopóki ciśnienie w jej wnętrzu nie wyrówna się z ciśnieniem otaczającego powietrza. W tym momencie temperatura wewnątrz kuli ognistej jest o wiele tysięcy stopni wyższa od temperatury otoczenia, jej gęstość jest więc znacznie mniejsza i parcie atmosfery unosi ją do góry. W większości przypadków rozwija się w jej wnętrzu silna toroidalna cyrkulacja, skutkiem której wznosi się ona w kształcie pierścienia dymu. Gdy pierścień unosi się do góry, jego wewnętrzna cyrkulacja porywa powietrze od spodu i dołącza je do chmury, wskutek czego rośnie ona silnie w swych rozmiarach. W czasie wznoszenia chmura radioaktywna silnie stygnie na skutek promieniowania termicznego, porywania powietrza i adiabatycznego rozprężania. Gdy średnia temperatura chmury zrówna się z temperaturą oto-

* Redakcja bardzo przeprasza mgr Michalinę Massalską i Czytelników za wydrukowanie w poprzednim artykule p. Massalskiej. Jej nazwiska z imieniem Maria.

czenia — chmura przestaje się unosić, przy czym energia kinetyczna cyrkulacji może jeszcze być znaczna. Najlżejsze cząsteczki radioaktywne są unoszone w chmurze pierścieniowej. Większe cząsteczki pozostają w pniu chmury, gdyż istnieją w nim bardzo silne prądy ku górze i wobec tego w pierwszych minutach cały materiał, z wyjątkiem bardzo ciężkich cząstek, unoszony jest ku górze.

Wysokość wznoszenia się chmury bombowej zależy od mocy bomby. Ogólnie można powiedzieć, że bomby atomowe (równoważne kilkunastu lub kilkudziesięciu kilotonom TNT) dają chmury wznoszące się na wysokość do kilkunastu kilometrów, natomiast bomby termojądrowe (równoważne megatonom TNT) do wysokości około 30 km.

W przypadku wybuchu bomby w powietrzu na takiej wysokości, że tworząca się kula ognista nie ma kontaktu z powierzchnią ziemi, ochładzające się produkty rozszczepienia tworzą cząsteczki o bardzo małej średnicy, mniejszej niż 1 mikron. Chmura zawiera wówczas prawie wyłącznie produkty rozszczepienia samej bomby.

Przy wybuchu na powierzchni ziemi istnieje możliwość mieszania się produktów rozszczepienia z pyłem ziemi lub gruzu zburzonych budynków. Jak w poprzednim przypadku w pierwszej fazie kula ognista zaczyna unosić się w górę, a powietrze powracające gwałtownie ku miejscu wybuchu w wyniku wyrównania się ciśnienia, tworzy pionowy strumień cząsteczek materii, unoszących się ku górze i dogania chmurę bombową. W czasie mieszania się i ochładzania, wiele fragmentów rozszczepienia kondensuje się na cząsteczkach materii.

Bomby rzędu kiloton dają produkty rozszczepienia rozproszone w troposferze, bomby rzędu megaton produkty, których znaczna część może dostać się do stratosfery.

Zanieczyszczenia radioaktywne, które dostały się do atmosfery, są na dużych wysokościach przenoszone przez wiatr z bardzo dużą szybkością dochodzącą do 80 km na godzinę, a równocześnie stopniowo opadają ku ziemi.

Opadające zanieczyszczenia można podzielić na 3 kategorie: 1) opad wczesny lub bezpośredni, który zachodzi w pierwszych 10—20 godzinach po eksplozji, 2) pośredni, który trwa kilka tygodni po eksplozji, 3) opóźniony — powolny opad małych cząsteczek, który może trwać miesiącami, a nawet latami, szczególnie przy bardzo energicznej eksplozji jądrowej.

Cząsteczki radioaktywne, znajdujące się w atmosferze dostają się na powierzchnię ziemi głównie wskutek: a) wymywającego działania opadów atmosferycznych, b) opadania pod wpływem siły ciężkości i c) dyfuzji, wynikającej z zawsze obecnych wirów turbulencyjnych w atmosferze. (Referat Kom. Met. 1956).

Np. przy eksplozji w Newadzie w 1954 r. 50% całkowitej radioaktywności zebrano przez sieć stacji w USA. Połowa pyłu radioaktywnego zawartego w troposferze doszła do Wysp Brytyjskich i tam opadła po czasie 22 dni od chwili wybuchu. Po eksplozji termojądrowej na Pacyfiku w 1954 r. obserwowano w troposferze wzrost radioaktywności przez 10 miesięcy po wybuchu.

Kształt i rozmiar powierzchni objętej opadem radioaktywnym zależy od warunków atmosferycznych i meteorologicznych, a także od mocy

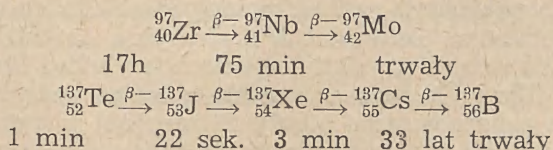
bomby, jak również od własności fizycznych i chemicznych powierzchni, nad którą bomba wybucha. Od wyżej wymienionych czynników zależy również stosunek ilości radioaktywnego pyłu, opadającego w krótkim czasie na powierzchnię ziemi, do tej, która utrzymywać się będzie dłuższy czas w atmosferze.

Zwykle kształt powierzchni skażonej przez opad radioaktywny jest wydłużony, mniej lub więcej regularny, podobny niekiedy do cygara, o osi równoległej do kierunku wiatru. Opad cząsteczek większych odbywa się wzdłuż toru chmury radioaktywnej, przy czym następuje jakby selekcja wielkości cząsteczek, opadających wzdłuż tej drogi. (Ref. Kom. Met. 1956 r. M. Eisenbud, J. H. Harley 1953).

Cząsteczki radioaktywne dostające się na skutek wybuchu do atmosfery mają średnicę od 4-0,001 mikrona. Cząsteczki o średnicy mniejszej, niż jeden mikron, utrzymują się długi czas w atmosferze, podlegając prawom rządzącym ruchami Browna. Z biegiem czasu te pyły przez wzajemne zderzenia zlepiają się w swym chaotycznym ruchu w większe cząsteczki, podlegające działaniu siły ciężkości.

M. H. Wilkening (1952) wykazał, że około 90% radioaktywności atmosfery uwarunkowanej obecnością radioaktywnych aerozoli, związana jest z cząsteczkami o średnicy mniejszej od 0,5 mikrona. Większa część tej radioaktywności przypada na cząsteczki o rozmiarach 0,001—0,04 mikrona, przy stosunkowo małej koncentracji, mniejszej od 100 cząsteczek na 1 cm³.

Ogromna ilość radioaktywności (A) powstającej przy wybuchu nominalnej bomby (równoważnej 20 kilotonom TNT), wynosząca po 1 minucie $8,2 : 10^{11}$ curie, zanika szybko z czasem (t) według wzoru $A = A_0 \cdot t^{-1,2}$ gdzie A_0 jest aktywnością promieniotwórczą po 1 jednostce czasu od chwili wybuchu. Wagowo powstaje w takim wybuchu około 1 kg produktów rozszczepienia. Tworzą one szereg około 100 izotopów, od liczby atomowej 30 (cynk) do liczby atomowej 63 (europ). Jądra produktów rozszczepienia mają nadmiar neutronów, a zatem w konsekwencji są niestabilne. Emitują one promienie beta, którym towarzyszy w wielu przypadkach promieniowanie gamma. Po serii kolejnych emisji cząstek beta ustala się równowaga neutronów oraz protonów i każdy szereg rozszczepień kończy się na trwałym izotopie. Jako typowy przykład rozszczepienia uranu 235 podamy reakcję, w której tworzą się $^{97}_{40}\text{Zr}$ i $^{137}_{52}\text{Te}$ ulegające radioaktywnemu rozpadowi w następujący sposób:



Czasy połowicznego rozpadu tych stu produktów rozszczepienia są bardzo różne i wynoszą od ułamka sekundy do wielu lat.

Ta mieszanina jako całość podlega rozpadowi radioaktywnemu w taki sposób, że mniej więcej po siedmiokrotnym zwiększeniu czasu po eksplozji jej aktywność zmniejsza się 10-krotnie. Tak więc po 7 godzinach od chwili eksplozji maleje ona do 0,1 tej wartości, jaka była po 1 godzinie od

chwili wybuchu, po 49 godzinach (około 2 dni) do 0,01, po 2 tygodniach do 0,001, po 3-ch miesiącach do 0,0001. W tabelce 1 podany jest zanik aktywności promieniowania gamma chmury dla bomby nominalnej (H. L. Andrews 1956 r.).

Tabela 1

Czas po eksplozji	Aktywność (w curie)
1 min	$8,2 \times 10^{11}$
1 godz.	6×10^9
1 dzień	$1,3 \times 10^8$
1 tydzień	$1,3 \times 10^7$
1 miesiąc	$2,3 \times 10^6$
1 rok	$1,1 \times 10^5$
10 lat	8×10^3
100 lat	6×10^2

Największym źródłem zanieczyszczeń atmosfery ciałami promieniotwórczymi jest bomba wodorowa, ponieważ wytwarza 100 do 1000 razy więcej produktów radioaktywnych, niż bomba uranowa. Wytwarzane są tego samego rodzaju produkty rozszczepienia, a ich aktywność zmienia się w analogiczny sposób.

METODY POMIARU AKTYWNOŚCI PROMIENIOTWÓRCZEJ ATMOSFERY

W celu zmierzenia radioaktywności, przypadającej na jednostkę objętości powietrza atmosferycznego, względnie radioaktywności pyłów opadających na jednostkę powierzchni ziemi, w pewnym określonym czasie, stosuje się metody zbierania pyłu, znajdującego się w powietrzu atmosferycznym, względnie pyłu, osiadającego na ziemi i na mierzeniu jego aktywności promieniotwórczej. Opiszemy najczęściej używane metody pomiarowe.

1) Metoda filtrów powietrznych.

Metoda ta polega na przepompowaniu określonej ilości powietrza przez specjalny filtr powietrzny (np. rodzaj bibuły filtracyjnej) i na mierzeniu aktywności promieniotwórczej osadzonego na filtrze pyłu, przy pomocy licznika Geigera-Müllera z okienkiem mikowym, lub licznika scyntylacyjnego.

Urządzenie do pobierania próbek pyłowych składa się z silnika, pompy, oraz samego filtru. Ten ostatni ma zwykle kształt lejka, którego szerszy koniec jest zamknięty siatką drucianą, na którą kładzie się bibułę filtracyjną. Sam filtr umieszcza się zwykle w budce podobnej do meteorologicznej, w celu zabezpieczenia bibuły filtracyjnej przed opadami atmosferycznymi. Pompa ssąca utrzymuje stałą różnicę ciśnień po obu stronach bibuły filtracyjnej. Ilość powietrza przepompowywanego mierzona przy pomocy gazomierza, jest co najmniej rzędu 20—30 m³ na godzinę. Powietrze pompuje się w sposób ciągły całą dobę, a następnie z pomiaru aktywności promieniotwórczej, zebranego na filtrze pyłu, określa się średnią koncentrację radioaktywności atmosferycznej dla danego dnia dla 1 litra powietrza. W najczęściej stosowanej metodzie filtr spala się w temperaturze 600⁰ C i mierzy aktywność uzyskanego popiołu.

Wydajność filtra zwiększa się nieco dla powietrza wilgotnego, dlatego stosuje się czasem urządzenia nawilgacające.

Wydajność filtracji danego filtru zależy od różnych czynników: od własności fizycznych pyłów atmosferycznych (kształt, gęstość, rozmiar, koncentracja, stan fizyczny), od prędkości przechodzenia przez filtr, od wilgotności i własności chemicznych filtru. Istnieją filtry o wydajności bardzo dużej np. powyżej 90% dla pyłów o średnicy większej niż 0,1 mikrona, a o wydajności nieco mniejszej dla pyłów o średnicy mniejszej niż 0,1 mikrona.

2) Metoda lepkich papierów.

Metoda ta polega na rozpinaniu specjalnych arkuszy lepkiego papieru, o powierzchni około 0,1 m² na ramkach umieszczonych poziomo 90 cm nad powierzchnią ziemi. Do lepkiej powierzchni przyczepia się pył, opadający z atmosfery ku powierzchni ziemi. Papier taki nie traci swych własności przyklepnych nawet w bardzo wilgotnym powietrzu atmosferycznym. Papiery zmienia się codziennie i przesyła do laboratorium, gdzie są spalane w temperaturze 550—600° C. Następnie mierzy się aktywność promieniotwórczą, uzyskanego przez spalenie popiołu. Wydajność papierów używanych w USA wynosi około 63%.

Odmianą tej metody jest wystawianie na wolne powietrze płaskich naczyń o dużej powierzchni zbierania, napełnionych cienką warstwą wody destylowanej, do której opadają pyły z atmosfery przez 1 lub kilka dni. Wodę taką odparowuje się do suchości i mierzy radioaktywność uzyskanej w ten sposób próbki. W obu przypadkach wyznacza się aktywność pyłów atmosferycznych, opadających na jednostkę powierzchni ziemi i na jeden dzień zbierania.

3) Metoda opadów atmosferycznych.

Deszcze bardzo wydajnie wyplukują znajdujący się w powietrzu atmosferycznym pył radioaktywny. Efektywność tego zjawiska jest większa w początkowej fazie opadu, dlatego zbiera się przede wszystkim pierwsze porcje deszczu. Zebraną wodę deszczową odparowuje się do suchości i mierzy się aktywność promieniotwórczą tak uzyskanej próbki.

Pomiary aktywności przeprowadza się po odczekaniu co najmniej dwu dni, w celu pozbycia się domieszek promieniotwórczości naturalnej.

Do pomiaru aktywności promieniotwórczej próbek pyłowych czy deszczowych, używa się na ogół liczników Geigera-Müllera z okienkiem mikowym, grubości 2—3 mg/cm², które rejestrują głównie promieniowanie beta. Licznik wraz z naczynkiem pomiarowym zawierającym próbkę są umieszczone w osłonie ołowianej, wyłożonej wewnątrz blachą żelazną, grubości około 5 mm. Licznik jest poprzez wtórnik katodowy połączony z aparaturą liczącą.

Aktywność próbek pyłowych określa się w impulsach na minutę, na litr przepompowanego przez filtr powietrza lub w impulsach na minutę na 1 km² powierzchni zbierającej pył, a następnie dane te przelicza się w jednostkach curie na litr powietrza lub w curie na 1 km².

Dla próbek deszczowych wyznacza się aktywność promieniotwórczą w impulsach na minutę na litr zbieranego opadu i przelicza się w jednostkach curie na litr opadu. Przeliczenia dokonuje się posługując się wzorami, sporządzonymi np. z chemicznie czystego KCl, UX₂ lub RaE.

Wyniki uzyskane metodami 1), 2) i 3) nie są ze sobą porównywalne, ale każda metoda pozwala na wyznaczenie zasięgu i rozmiaru skażenia atmosfery przez pyły radioaktywne i na obserwację zmian natężenia radioaktywności atmosfery z czasem, w zależności od warunków meteorologicznych, od pór roku, dnia itp. Korelacja z warunkami meteorologicznymi nie jest tak wyraźna, jak dla zmian natężenia radioaktywności naturalnej atmosfery, ale prowadzi do wniosków o cyrkulacji górnych warstw powietrza, o istnieniu specjalnych prądów, którymi przedostają się produkty eksplozji jądrowych do miejsc pomiaru, o szybkości wiatrów itp. (H. Wexler i in. *Ref. Gen.* P/276).

Mierząc zanik aktywności promieniotwórczej danej próbki w czasie t można wyznaczyć datę eksplozji, z której pochodzą izotopy promieniotwórcze, zawarte w próbce. Używa się do tego przybliżonego wzoru, o którym była mowa wyżej. $A_t = A_0 t^{-1.2}$ wyprowadzonego przez E. P. Wignera i K. W. W. dla produktów rozpadu, pochodzących z reaktora. Wzór ten przyjmuje się również do wyznaczania zmian czasowych aktywności promieniotwórczej (beta i gamma) produktów rozpadu pochodzących z eksplozji jądrowych, ale dla okresu czasu od $t = 10$ min do $t = 150$ dni po eksplozji. Zanik aktywności promieniotwórczej danej próbki bada się przez dłuższy czas, np. 100 dni, robiąc pomiary co kilka dni. Mając dla danej próbki dwie wartości $A_1 = A_0 t_1^{-1.2}$ i $A_2 = A_0 t_2^{-1.2}$ oraz różnicę $t_1 - t_2$, tzn. czas jaki upłynął od chwili pomiaru aktywności A_1 do chwili pomiaru aktywności A_2 można z dokładnością do kilku dni obliczyć czas, jaki upłynął od chwili eksplozji do chwili pomiaru A_1 czy A_2 , a tym samym czas od eksplozji do momentu zbierania pyłu.

Znając daty eksplozji, można wnioskować o szybkości przemieszczania się pyłów radioaktywnych, pochodzących z danej eksplozji i o drogach jakimi one są przemieszczane w atmosferze.

WPLYW SKAŻEŃ RADIOAKTYWNYCH NA ŻYWE ORGANIZMY

Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP) ustaliła, że maksymalna dopuszczalna dla człowieka koncentracja w powietrzu atmosferycznym mieszaniny pierwiastków z rozszczepienia emitujących promienie beta i gamma wynosi 10^{-9} curie w 1 cm^3 powietrza wdychanego w sposób ciągły, tzn. 1 pC/litr , dla powietrza zawierającego ^{90}Sr $2 \times 10^{-10} \text{ C/litr}$, a dla powietrza zawierającego Pu $2 \times 10^{-12} \text{ C/l}$.

Maksymalna dopuszczalna koncentracja w wodzie do picia mieszaniny produktów rozszczepienia o nieznanym składzie izotopowym, wynosi 100 pC/l .

Pomiary przeprowadzone metodą filtrów powietrznych w wielu miejscowościach na terenie Ameryki w latach od 1950—1956 wykazały, że maksymalna aktywność promieniotwórcza powietrza atmosferycznego wynosiła $0,6 \text{ pC/l}$ (luty 1951 w San Diego w Kalifornii) (I. H. Blifford i in. 1956).

Pomiary przeprowadzone tą samą metodą w Japonii dały w kwietniu 1955 r. aktywność wynoszącą $3 \times 10^3 \text{ pC/l}$ (Eiro Tajima, T. Doke 1956).

Z porównania wyżej podanych wyników pomiarowych z normami wynika, że koncentracja ciał promieniotwórczych w powietrzu atmosferycz-

nym może być w niektórych wypadkach zbliżona do koncentracji dopuszczalnej. Jedynie w Japonii, w niekorzystnych warunkach meteorologicznych zdarzają się aktywności znacznie przekraczające dopuszczalną wartość (3×10^3 do 4×10^4 pC/l w marcu 1955 r. w Tokio). W pomiarach aktywności wody deszczowej znaleziono duże ilości ^{239}Np , ^{237}U , a ponadto stwierdzono obecność ^{140}Ba , ^{140}La , ^{89}Sr , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{91}Y , ^{131}I i ^{129}T (Y. Miyake, Ref. Gen. P/1055).

Średnia roczna z pomiarów aktywności promieniotwórczej wody deszczowej wykonanych przez Sittkusa we Freiburgu w roku 1954 wynosi 200 pC/l wody deszczowej.

Pomiary aktywności promieniotwórczej wody deszczowej w Krakowie prowadzone od lutego 1957 r. do stycznia 1958 r. dają wartość średnią 360 pC/l.

Ta duża stosunkowo aktywność promieniotwórcza próbek wody deszczowej jest groźna dla okolic, w których z powodu braku studni używa się do picia wprost wody deszczowej.

Rośliny pobierają z wody deszczowej tylko mały ułamek zawartych w niej ciał promieniotwórczych, z tego tylko część dostaje się do mleka krowy spasanej na skażonym pastwisku, a następnie tylko część ciał promieniotwórczych zawartych w mleku czy w jarzynach zostaje przyswojona przez organizm ludzki.

W tabeli 2 podane są koncentracje osiadłego ^{90}Sr dla różnych miejscowości na całym świecie, obliczone w milicurie na km^2 . Podane wartości dotyczą aktywności promieniotwórczej nagromadzonej od października 1952 r. do września 1956 roku. W tabeli podane są również analogiczne wartości dla mieszaniny produktów rozszczepienia (Eisenbud i wsp. 1956)

Największe niebezpieczeństwo dla organizmu człowieka stanowią długo żyjące produkty rozszczepienia uranu, które mogą dostać się do organizmu przez spożycie pokarmu, w którym się znajdują, a zwłaszcza te, które są podobne chemicznie do pierwiastków przyswajalnych normalnie przez organizm. Głównymi izotopami, powstającymi z dużą wydajnością w procesie rozszczepienia są:

Tabela 2

Krypton	^{85}Kr	w okresie połowicznego rozpadu	10,3	lat działa na drogi oddechowe
Ksenon	^{133}Xe	"	5,3	dni
Stront	^{90}Sr	"	28	lat działa na kości
Stront	^{89}Sr	"	54,5	dni działa na kości
Technet	^{99}Tc	"	2×10^5	lat działa na kości
Ruten	^{106}Ru	"	1	rok atakuje nerki
Cez	^{137}Cs	"	33	lat atakuje mięśnie
Cer	^{144}Ce	"	282	dni działa na kości
Itr	^{91}Y	"	61	dni działa na kości
Promet	^{147}Pm	"	2,6	lat
Cyrkon	^{96}Zr	"	65	dni
Niob	^{95}Nb	"	35	dni
Ruten	^{103}Ru	"	39	dni atakuje nerki
Cer	^{141}Ce	"	33	dni działa na kości
Jod	^{131}I	"	8,14	dni działa na tarczycę

(R. E. Lapp 1955)

Są one głównie beta aktywne. Czas przebywania tych produktów w stratosferze po eksplozji bomb megatonowych, wynosi według oceny Libby'ego 10 ± 5 lat. Wskutek tego stratosfera staje się magazynem produktów rozszczepienia, pochodzących od poszczególnych eksplozji. Okazuje się, że z nich najniebezpieczniejszy biologicznie jest ^{90}Sr . Po pierwsze jest on długo żyjący, po drugie powstaje z dużą wydajnością w procesie rozszczepienia, po trzecie jego poprzednik (^{90}Kr , $T = 33$ sekund) jest gazem, który dyfunduje poprzez kulę ognistą eksplozji termojądrowej i „pożłaca” cząsteczki pyłu. Poza tym stront wykazuje podobne właściwości chemiczne do wapnia i dlatego łatwo osadza się w kościach, głównie w postaci fosforanu. Promieniowanie beta ^{90}Sr niszczy szpik kostny i może doprowadzić do białaczki oraz raka kości, o ile dawka promieniowania przekroczy dawkę maksymalnie dopuszczalną. Wielkie niebezpieczeństwo stanowi ^{90}Sr dla dzieci, po pierwsze dlatego, że organizm dziecka, będący w okresie rozwoju, pobiera dużo wapnia a po drugie większą część zapotrzebowania na wapń pokrywa właśnie mleko, które zawiera domieszkę ^{90}Sr .

^{89}Sr jest również niebezpieczny, chociaż jego czas połowicznego rozpadu wynosi tylko 56 dni. Jest on 180 razy aktywniejszy, a wydajność powstawania jest niewiele mniejsza niż ^{90}Sr . Ze względu na jego szybki rozpad stanowi dla człowieka mniejszą groźbę niż ^{90}Sr . Stront nie rozkłada się równomiernie w całym układzie kostnym człowieka. Kości kręgowe zawierają 3,8 razy więcej strontu niż pozostały układ kostny, kości żeberowe 1,5 razy więcej, a kości udowe 0,8. Pomiary przeprowadzone na kontynencie Ameryki wykazują zwiększenie ilości strontu w mleku krowim i w kościach ludzi. Niepokojący jest fakt, że dzieci do lat 4 mają obecnie 10 razy więcej strontu niż dorośli. Stwierdzono również obecność strontu w kościach niemowląt.

Maksymalna dopuszczalna koncentracja ^{90}Sr w organizmie człowieka wynosi 0,1 microcurie na 1 kg wapnia (człowiek ważący np. 70 kg ma około 1 kg wapnia w kościach). Obecnie w kościach małych dzieci stwierdzono około 10^{-3} microcurie ^{90}Sr na 1 kg wapnia Ca czyli jeszcze 100 razy mniej niż doza dopuszczalna.

Ciała promieniotwórcze pochodzące z eksplozji jądrowych przyczyniają się więc do 1) zwiększenia zewnętrznego tła promieniowania jądrowego pochodzącego od naturalnych ciał promieniotwórczych oraz 2) mogą prowadzić do znacznego nieraz zwiększenia dawki wewnętrznej tego promieniowania w związku z przyswajaniem przez organizm pewnych pierwiastków promieniotwórczych za pośrednictwem skażonej wody czy skażonego pożywienia oraz z powodu selektywnego gromadzenia się tych pierwiastków w niektórych narządach.

Skutki biologiczne promieniowania działającego na organizmy żywe zależą od jego natężenia tzn. od wielkości dawki pochłoniętej. Działanie jest dwójakiego rodzaju:

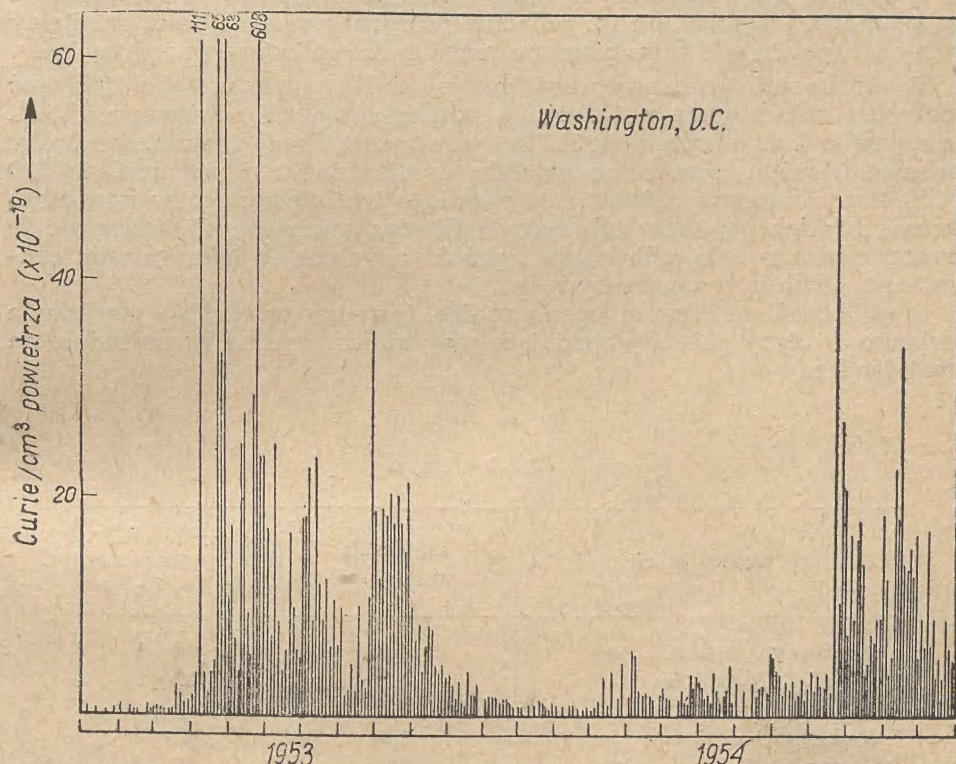
- 1) uszkadzające tkanki, tzn. podobne do działania promieniowania rentgenowskiego na tkanki chore,

- 2) działanie genetyczne, przy którym ulegają uszkodzeniu komórki przekazujące pewne cechy, przy czym zmienione cechy są przekazywane przez następne pokolenia jako cechy stałe.

O tych oddziaływaniach wiemy z doświadczeń robionych na organizmach niższych, myszach czy muchach, gdzie stwierdzono liniowy wzrost

mutacji ze wzrostem dawki promieniowania. Nasz ustrój psychofizyczny jest taki, że wszelkie odstępstwa od natury prowadzą zawsze do degeneracji potomstwa.

Znane są tragiczne skutki działania eksplozji jądrowych na ludzi w miejscu wybuchu czy w jego bliskich okolicach. Nie jest natomiast znane działanie na ludzi promieniowania jądrowego w małych dawkach, a szczególnie jego wpływ na dalsze pokolenia. Faktem jest jednak, że



Rys. 1. — Dzienna koncentracja produktów rozpadu o aktywności beta w powietrzu atmosferycznym w Washingtonie w latach 1953 i 1954

małe dawki ale działające przez dłuższy czas są zawsze szkodliwe. Ponadto poddanie działaniu małych dawek większej liczby osobników jest równie groźne jak poddanie niewielkiej liczby ludzi działaniu dużych dawek.

Obecnie już na całym świecie są robione badania nad ustaleniem skutków działania ciał promieniotwórczych pochodzących z eksplozji jądrowych na organizm człowieka. Są przeprowadzane bardzo skrupulatne pomiary ilościowe co do wielkości skażenia atmosfery tak w pobliżu miejsca wybuchu jak na całej kuli ziemskiej oraz pomiary zawartości ciał promieniotwórczych w organizmie człowieka.

Już prawie we wszystkich państwach na całym świecie istnieje lub jest w stadium organizacji sieć placówek prowadzących systematyczne pomiary radioaktywności powietrza atmosferycznego. Sieć takich stacji

kontrolnych rozciągająca się poza teren U.S.A. zorganizowano w październiku 1952 r. W lutym 1954 r. poszerzono ją do 88 stacji. Obecnie na terenie U.S.A. istnieje takich stacji 26. Rysunek 1 podaje wyniki ciągłych pomiarów stacji w Washingtonie w latach 1953 i 1954 uzyskanych metodą filtrów powietrznych (Blifford i wsp. 1956).

W przypadku doświadczalnych eksplozji jądrowych przeprowadzonych na poligonie, organizuje się dodatkowe stacje pomiarowe rozmieszczone wokół miejsca wybuchu oraz ruchome drużyny zaopatrzone w specjalny sprzęt i odpowiednio zabezpieczone przed promieniowaniem jądrowym.

W czasie serii prób przeprowadzonych w Newadzie w roku 1952 sieć kontrolna składała się z 121 stacji rozmieszczonych na terenie U.S.A. na zewnątrz koła o promieniu 320 km wewnątrz którego prowadzono próby jądrowe. Drużyny kontrolne działały w pierścieniu o promieniach 320 i 800 km. Pobierano próbki pyłu osiadłego i zawieszonego w powietrzu metodą lepkich papierów lub metodą filtrów powietrznych. Czynność tę przeprowadzano w sposób ciągły i próbki odsyłało do laboratorium centralnego, gdzie były opracowywane.

Aby zebrać maksimum opadu radioaktywnego w obrębie pierścienia ruchome drużyny zbierały opadające pyły atmosferyczne bezpośrednio na swej drodze.

T a b e l a 3

Nazwa stacji	Stront 90 w mc/km ²	mieszanina pro- duktów rozszcze- pienia w mc/km ²
Anchorage, Alaska	1,0	24
Winnipeg, Manitoba	1,3	37
Ottawa, Ontario	1,3	42
Montreal	1,5	42
Bermuda	1,8	37
Mexico	2,0	42
Bogota, Colombia	1,0	19
Buenos Aires	1,0	23
Prestwick Szkocja	1,5	33
Oslo	1,0	23
Addis Abeba	1,6	42
Singapore	1,8	36
Tokyo	1,5	38
Hiroshima	1,2	25
Nagasaki	1,9	35
Sydney, Australia	1,3	25
Honolulu	1,3	32
Beirut	1,3	28
Dakar, Afryka	1,4	28
São Paulo, Brazylia	1,0	20
Goose Bay, Labrador	1,5	62

Drużyny te kierowane na miejsca nad którymi według danych meteorologicznych miała przejść chmura radioaktywna, przybywały drogą powietrzną na miejsce pomiarów, przed dotarciem tam chmury.

Pobieranie próbek odbywało się w sposób ciągły, przez okres 36 godzin od chwili detonacji. W związku z wybuchem w Newadzie w 1952 roku zgromadzono w czasie od 1 kwietnia do 4 czerwca ponad 30 000 próbek, których całkowita radioaktywność nie przekraczała dopuszczalnych norm. Według statystyk amerykańskich w dużych odległościach od miejsca wybuchu pyły pochodzące z eksplozji niewiele przyczyniają się do zwiększenia tła zewnętrznego promieniowania jądrowego, ale ilość ciał promieniotwórczych w powietrzu atmosferycznym stale wzrasta i magazynuje się. Nawet gdyby teraz przerwano doświadczenia z bronią jądrową to jeszcze parędziesiąt lat trwać będzie opadanie pyłów promieniotwórczych na powierzchnię ziemi, a maksymalna ilość ^{90}Sr na ziemi będzie osiągnięta dopiero w roku 1970.

Stanisław Bazański

SEMINARIUM POLSKIEJ SZKOŁY WZGLĘDNOŚCIOWEJ W DUBNEJ (ZSRR)

W pierwszej połowie maja br. w siedzibie Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Dubnej pod Moskwą przebywał prof. Leopold Infeld wraz z grupą współpracowników. Polacy przeprowadzili tam trzy seminaria z ogólnej teorii względności. Tematem tych seminariów były wyniki osiągnięte przez warszawską grupę fizyków pracującą pod kierunkiem prof. Infelda nad zagadnieniem ruchu w ogólnej teorii względności. Grupa polska miała do wykonania dość trudne zadanie przedstawienia w ramach trzech tylko seminariów wyników nagromadzonych w ciągu dwu lat pracy. Trzeba było wybrać z posiadanego materiału niektóre tylko zagadnienia reprezentujące jednocześnie całokształt pracy naszej grupy. Zadanie to należało zrealizować dysponując stosunkowo krótkim okresem czasu. Okoliczność ta narzucała również sposób przedstawienia wybranych zagadnień, należało mianowicie zrezygnować ze strony rachunkowo technicznej, nie gubiąc jednocześnie rzeczy istotnych dla całokształtu zagadnień. Na wybór takiego sposobu wykładu wpłynął również skład audytoryum, którego większość stanowili fizycy nie będący specjalistami ogólnej teorii względności.

Taki sposób wykładu wbrew pozorom utrudniał zadanie referentom. Ocena tego co istotne lub nieistotne jest w pewnym stopniu rzeczą subiektywną, a poza tym fizykowi teoretykowi trudno zrezygnować z tak dla niego naturalnego języka, jakim jest formalizm matematyczny, a szczególnie trudne jest to dla młodego fizyka, kiedy mówi o własnych pracach. Prawie każdy wzór matematyczny wydaje się młodemu autorowi czymś ważnym dla całokształtu pracy, tym bardziej że pamięta, ile trudu musiał włożyć na wyprowadzenie go.

Wydaje się, że grupie polskiej w dużym stopniu udało się osiągnąć cel tak od strony formalnej, jak i merytorycznej. Cykl referatów wygłoszonych w Dubnej zawiera niewątpliwie podsumowanie pewnego etapu rozwoju warszawskiej grupy teorii względności. Dlatego cykl ten może zainteresować szerszy ogół czytelników interesujących się rozwojem fizyki w Polsce. Postaram się podać tu krótkie popularne streszczenie tego cyklu referatów.

W pierwszym referacie prof. Infeld przedstawił historię zagadnienia ruchu w ogólnej teorii względności aż do chwili rozpoczęcia badań przez grupę warszawską.

W ogólnej teorii względności postuluje się następujące równania pola grawitacyjnego

$$(1) \quad G^{\alpha\beta} = -8\pi T^{\alpha\beta},$$

gdzie $G^{\alpha\beta}$ jest wyrażeniem zbudowanym z „potencjałów grawitacyjnych” $g_{\mu\nu}$ oraz ich pierwszych i drugich pochodnych. Potencjały grawitacyjne $g_{\mu\nu}$ są tensorem metrycznym czasoprzestrzeni czyli krótko mówiąc charakteryzują one geometrię czasoprzestrzeni, która w obecności materii jest geometrią nieeuklidesową. Tensor energii pędu $T^{\alpha\beta}$ jest określony przez fizykę materii wywołującej pole grawitacyjne. W pierwszym okresie rozwoju teorii względności zakładano dodatkowo, że w z góry danym polu grawitacyjnym ciała o małych masach tzw. ciała próbne (mogą nimi być, z bardzo dobrym przybliżeniem, np. planety poruszające się w polu Słońca), poruszają się w czasoprzestrzeni po liniach geodezyjnych. W r. 1927 w pracy Einsteina i Grommery pokazano, że równania ruchu ciał próbnych (czyli równania linii geodezyjnej) są już zawarte w równaniach pola (1), nie trzeba więc przyjmować oddzielnego postulatu o ruchu ciał próbnych. Otwartym zagadnieniem było wówczas zagadnienie ruchu dowolnych ciał (np. gwiazd podwójnych) oddziaływających ze sobą za pośrednictwem pola grawitacyjnego. W roku 1938 Einstein, Infeld i Hoffmann wykazali, że równania ruchu dowolnych ciał są również zawarte w równaniach pola (1). Fakt wynikania równań ruchu z równań pola jest związany z nieliniowością równań (1). Nieliniowość tych równań jest warunkiem koniecznym na to, żeby istniało takie wynikanie. Wynikanie równań ruchu z równań pola jest również w sposób istotny związane z tym, że lewa strona równań pola spełnia tzw. tożsamości Bianchi będące konsekwencją ogólnej zasady względności.

Ponieważ do znalezienia ruchu ciał o centralnej symetrii wystarcza znajomość pola na zewnątrz ciał, to zakładano, że rozważane ciała są opisywane przez punktowe osobliwości pola. W obszarze poza ciałami powinny być spełnione równania

$$(1) \quad G^{\alpha\beta} = 0$$

lub równoważne im równania

$$(2) \quad \Phi^{\mu\nu} + \Lambda^{\mu\nu} = 0,$$

gdzie $\Phi^{\mu\nu}$ jest pewnym liniowym wyrażeniem względem $g_{\alpha\beta}$ oraz ich pierwszych i drugich pochodnych. $\Lambda^{\mu\nu}$ zawiera zarówno wyrazy liniowe jak i wyrazy nieliniowe względem $g_{\alpha\beta}$ i ich pochodnych. Z równań (2) można wprowadzić równania

$$(3) \quad \int_S \Lambda^{\mu\nu} n_\nu dS = 0,$$

całkowanie przeprowadza się tu po dowolnej powierzchni dwuwymiarowej $\sum_s$ otaczającej jedną osobliwość oznaczoną numerem s . Całka w powyższym wzorze nie zależy od kształtu powierzchni $\sum_s$. Równań (3) mamy cztery razy więcej niż ciał opisywanych przez osobliwości. Równania te

są związkami pomiędzy współrzednymi osobliwości i ich pochodnymi czasowymi. Równania (3) są więc równaniami ruchu osobliwości.

Aby wypisać równania (3) w sposób jawny należy rozwiązać równania pola (2) i znalezione funkcje $g_{\alpha\beta}$ podstawić do (3). Dotychczas jednak nie udało się rozwiązać w sposób ścisły równań pola w przypadku ogólnym. Einstein, Infeld i Hoffmann zaproponowali przybliżoną metodę rozwiązywania równań pola, zgodnie z którą można krok po kroku zbliżać się do ścisłego rozwiązania równań pola (2). Okazało się, że w zagadnieniu ruchu fizycznie interesujące są tylko dwa pierwsze kroki tej metody, następne kroki dają już poprawki wykraczające poza granice dokładności pomiarów. W najniższym przybliżeniu omawianej metody równania (3) przechodzą w newtonowskie równania ruchu dla wielu punktów materialnych oddziaływających newtonowskimi siłami grawitacyjnymi. Aby znaleźć następne przybliżenie trzeba było wykonać w 1938 r. niesłychanie skomplikowane rachunki, w wyniku których otrzymało się równania ruchu dokładniejsze od równań newtonowskich, tzw. poza-newtonowskie równania ruchu. Równania te zostały następnie zcałkowane przez H. P. Robertsona.

W roku 1939 W. A. Fock niezależnie od Einsteina i współpracowników wyprowadził z równań pola grawitacyjnego równania ruchu ciał. Posługiwał się on metodą przybliżeń podobną do metody Einsteina, podał on jednak tylko równania w przybliżeniu newtonowskim.

W r. 1954 prof. Infeld podał inną metodę wyprowadzenia równań ruchu. Metoda ta okazała się znacznie prostsza od poprzedniej, upraszczała ona przede wszystkim sposób znalezienia równań poza-newtonowskich.

Metoda ta jest związana z innym sposobem matematycznego opisu osobliwości pola. Aby zdać sobie sprawę na czym polega to drugie podejście posłużymy się pewną analogią pomiędzy równaniami teorii potencjału a równaniami ogólnej teorii względności. W teorii potencjału jak wiadomo potencjał źródeł punktowych spełnia w obszarach poza źródłami równanie Laplace'a

$$(4) \quad \Delta\varphi = 0$$

a potencjał źródeł rozciągłych spełnia równanie Poissona

$$(4') \quad \Delta\varphi = -4\pi\rho;$$

ρ jest tu gęstością źródeł. W przypadku źródeł punktowych można potencjał określać za pomocą równania Poissona, jeżeli za gęstość źródeł przyjmiemy się trójwymiarową δ funkcję Diraca, gdyż równanie Poissona

$$(4'') \quad \Delta\varphi = -4\pi\delta_{(3)}$$

ma dokładnie to samo rozwiązanie co równanie Laplace'a. Możemy więc teorię potencjału ująć bardziej jednolicie i uważać, że występuje w niej jedno równanie, równanie Poissona (4'), w którym źródła punktowe opisuje się przez gęstość typu δ funkcji. Jeżeli porównamy równania (1) i (1') z równaniami (4) i (4') to możemy zauważyć pewną ich analogię. Analogia ta rozciąga się dalej. W pracy z 1954 r. prof. Infeld wykazuje, że osobliwości punktowe możemy też opisywać za pomocą równania (1), jeżeli przyjmiemy tensor $T^{\alpha\beta}$ zawierający w odpowiedni sposób

funkcję δ Diraca *). Lewa strona równań pola (1) spełnia, jak już wspominaliśmy, tożsamości Bianchi: $G^{\alpha\beta}{}_{;\beta} = 0$, gdzie przez średnik rozumie się pewną operację zwaną różniczkowaniem kowariantnym. Warunkiem konsystencji równań pola są więc równania $\underline{T}^{\alpha\beta}{}_{;\beta} = 0$. Z równań tych otrzymuje się

$$(5) \quad \int_s \underline{T}^{\alpha\beta}{}_{;\beta} dx = 0.$$

Ω jest tu obszarem trójwymiarowym zawierającym tylko s -tą osobliwość. Równania (5) podobnie jak równania (3) są związkami pomiędzy współrzednymi osobliwości i ich pochodnymi czasowymi, równania te nie zależą od kształtu obszaru Ω , są więc one równaniami ruchu osobliwości. Można pokazać, że równania (5) są równoważne równaniom (3). Jeżeli do (5) zastosuje się metodę EIH (Einsteina, Infelda, Hofmanna) z r. 1938, to po wykonaniu znacznie prostszych rachunków niż w r. 1938 otrzyma się te same newtonowskie i poza-newtonowskie równania ruchu.

Równania (3) i (5) są różnymi postaciami tych samych równań ruchu, różnią się one obszarem całkowania. W pierwszych całkujemy po dowolnej powierzchni otaczającej jedno ciało, interesuje więc nas to co się dzieje na zewnątrz ciała; w drugich całkujemy po obszarze przestrzennym, w którym znajduje się jedno ciało, i interesuje więc nas samo ciało i jego najbliższe otoczenie. W r. 1958 prof. Infeld podał trzecią postać równań ruchu, w której są powiązane oba powyższe punkty widzenia — wewnętrzny i zewnętrzny. Ta trzecia postać równań ruchu jest szczególnie wygodna przy badaniu zagadnienia promieniowania grawitacyjnego. Zagadnień tych jednak nie będziemy rozpatrywać w niniejszym artykule, gdyż do ich zrozumienia potrzebne jest specjalne przygotowanie teoretyczne.

Następne seminarium wypełnił referat doc. k. n. Jerzego Plebańskiego. Referat ten obejmował trzy zagadnienia. Pierwsze z tych zagadnień, to związek równań ruchu z zasadą wariacyjną. Od dawna było wiadomo, że równania pola (1) wynikają z zasady najmniejszego działania. Jeżeli chce się otrzymać równania pola ciał materialnych opisywanych przez osobliwości pola, to do działania należy wprowadzić w odpowiedni sposób funkcję δ . W rezultacie otrzyma się działanie $W[g_{\alpha\beta}, g_{\alpha\beta,\gamma}, \dot{\xi}^\alpha]$ będące funkcjonalem tensora metrycznego, jego pierwszych pochodnych oraz prędkości cząstek $\dot{\xi}^\alpha$. Z zasady najmniejszego działania względem wariacji $\delta g_{\alpha\beta}$ otrzymujemy równania pola

$$\frac{\delta W[g_{\alpha\beta}, g_{\alpha\beta,\gamma}, \dot{\xi}^\alpha]}{\delta g_{\alpha\beta}} = 0$$

identyczne z równaniami (1), a względem wariacji $\delta \dot{\xi}^\alpha$ zwyczajne równania różniczkowe:

*) W pierwszych pracach Infelda posługiwano się zwyczajną funkcją δ Diraca. Otrzymywało się wówczas w równaniach ruchu wyrazy nieskończone, które trzeba było usuwać przez renormalizację masy. Późniejsze badania Infelda i Plebańskiego wykazały, że można uniknąć wyrazów nieskończonych wprowadzając do $T^{\alpha\beta}$ odpowiednio zmodyfikowaną funkcję δ .

$$(6) \quad \frac{\delta W [g_{\alpha\beta}, g_{\alpha\beta, \gamma}, \xi^{\alpha}]}{\delta \xi^{\alpha}} = 0,$$

w których obok współrzędnych osobiowości ξ^{α} występują jeszcze niewiadome $g_{\alpha\beta}$. Dla powyższych równań w pracach Infelda i Plebańskiego została wprowadzona nazwa równań ruchu drugiego rodzaju. Nazwa równania ruchu pierwszego rodzaju została zarezerwowana dla równań ruchu ciała próbnego poruszającego się w danym polu grawitacyjnym (np. dla ruchu planety w polu nieruchomego Słońca), a więc dla równań linii geodezyjnych. Gdybyśmy znali występujące w równaniach (6) pole grawitacyjne $g_{\alpha\beta}$ i podstawili je do tych równań, to otrzymalibyśmy równania zawierające jedynie współrzędne osobiowości ξ^{α} (jako funkcje czasu) ich pochodne czasowe oraz masy ciał. Takie równania nazywamy równaniami ruchu trzeciego rodzaju. Żeby więc przejść od równań ruchu drugiego rodzaju do równań ruchu trzeciego rodzaju należy znać pole grawitacyjne. Trzeba zatem rozwiązać równania pola, jednak warunkiem rozwiązalności równań pola grawitacyjnego jest spełnienie równań ruchu źródeł pola (3) lub (5). Spotykamy się więc tu z dwoma charakterystycznymi faktami. Po pierwsze w teorii grawitacji mamy odmienną sytuację niż np. w elektrodynamice, gdzie równania pola można rozwiązać przy dowolnym ruchu cząstek wytwarzających pole elektromagnetyczne i można następnie wykonać przejście do równań ruchu drugiego rodzaju do równań ruchu trzeciego rodzaju. Natomiast w teorii grawitacji tego rodzaju przejście jest sprawdzeniem wewnętrznej konsystencji teorii, sprawdzeniem czy równania ruchu trzeciego rodzaju wynikające z zasady wariacyjnej są identyczne z równaniami (3) będącymi warunkami całkowalności równań pola. Po drugie występuje tu trudność znalezienia równań ruchu trzeciego rodzaju. Aby je znaleźć należy znać pole, żeby zaś znaleźć pole należy znać ruch. Matematyczne metody pozwalające ominąć tę trudność, to drugie zagadnienie poruszane w omawianym referacie. Metody te zostały podane już we wcześniejszym okresie przez Einsteina i Infelda i zastosowane do znalezienia równań ruchu w postaci (3), obecnie metody te zostały powtórnie dokładnie przeanalizowane pod kątem widzenia równań ruchu w postaci (5) i (6) przez Infelda i Plebańskiego. W zasadzie mamy tu dwie metody. Pierwsza z nich uogólnia równania pola (1) przez dodanie dodatkowych wyrazów tak, że równania te można rozwiązać przy dowolnym ruchu. Otrzymane rozwiązanie nie reprezentuje już pola grawitacyjnego, gdyż jest rozwiązaniem równań ogólniejszych niż równania pola grawitacyjnego. Jeżeli rozwiązanie to ma reprezentować nadal pole grawitacyjne, to muszą być spełnione cztery dodatkowe warunki, które są równoważne równaniom ruchu. Powyższa metoda ma tylko znaczenie teoretyczne. Praktyczne znaczenie ma druga ze wspomnianych metod, metoda przybliżeń *EIH*. W pierwszych pracach Einsteina i Infelda była ona stosowana łącznie z poprzednią metodą, później okazało się, że można stosować ją samodzielnie. W metodzie przybliżeń zakłada się, że wszystkie wielkości występujące w zagadnieniu ruchu są analitycznymi funkcjami względem prędkości światła c i rozwija się je na szeregi potęgowe względem $1/c$. Mechanizm działania tej metody jest tego rodzaju, że w najbliższym jej przybliżeniu można rozwiązać równania pola przy dowolnym ruchu i znając

pole w najniższym rzędzie można wypisać w sposób jawny równania ruchu (5) w tym rzędzie. Okazuje się, że równania ruchu w najniższym rzędzie są równaniami ruchu Newtona, a pole grawitacyjne jest polem newtonowskim. Na to, aby napisać w sposób jawny równania ruchu (5) do następnego poza-newtonowskiego przybliżenia, należy znać rozwiązania równań pola w drugim rzędzie przybliżenia. Okazuje się, że rozwiązania te można znaleźć jako funkcje znalezionego poprzednio ruchu newtonowskiego. Dla potrzeb praktycznych wystarczy znajomość poza-newtonowskich równań ruchu. Pokazano jednak, że przy pomocy wspomnianej metody przybliżeń istnieje możliwość znalezienia równań ruchu z dokładnością do dowolnego rzędu przybliżenia. Do napisania ich bowiem wystarczy znajomość pól jako funkcji ruchu znalezionego w poprzednim niż rozważany kroku metody przybliżeń.

Trzeci temat poruszony w omawianym referacie dotyczył zagadnienia sposobu pomiarów i sposobu interpretowania wyniku pomiarów w ogólnej teorii względności. Jak wiadomo, w einsteinowskiej ogólnej teorii względności twierdzi się, że wyniki pomiarów wielkości fizycznych nie mogą zależeć od tego, w jakim układzie odniesienia wykonało się te pomiary. Innymi słowy wyniki pomiarów wielkości fizycznych muszą być niezmiennikami transformacji układu współrzędnych. Istnieje grupa fizyków reprezentująca odmienne stanowisko, która twierdzi, że w przyrodzie istnieją uprzywilejowane układy lub klasy układów odniesienia, względem których jedynie można odnosić wyniki pomiarów. Dla zwolenników teorii Einsteina (do których zalicza się między innymi również grupa warszawska) tego rodzaju stanowisko jest sztuczne i nieuzasadnione, nie ma bowiem żadnych fizycznych kryteriów, pozwalających wyróżniać takie uprzywilejowane układy odniesienia. Z tego rodzaju stanowiskiem odnośnie układu współrzędnych jest ściśle związane zagadnienie sposobu wykonywania pomiarów w ogólnej teorii względności. Konsekwentna teoria pomiarów jest dotychczas jednym z nierozwiązanych zagadnień ogólnej teorii względności. Podstawowa trudność wynika tu z nieeuklidesowości czasoprzestrzeni w obecności pola grawitacyjnego. Niedawno została opublikowana na powyższy temat bardzo interesująca praca F. A. E. Piraniego. Praca ta zawiera jednak bardzo ogólne sformułowania, mało przydatne jak na razie do stosowania w konkretnych przypadkach.

W celu porównania wniosków wynikających z równań ruchu z doświadczeniem, Infeld i Plebański sformułowali teorię pomiarów nie tak ogólną, jak teoria Piraniego, nadającą się jednak świetnie do zagadnienia ruchu i do zagadnień pokrewnych.

Przedyskutujemy tę teorię na bardzo prostym przykładzie ruchu planety (ciała próbnego) w polu nieruchomego Słońca. Wyobraźmy sobie koło o bardzo dużym promieniu, w którego środku znajduje się Słońce i przez które przechodzą promienie świetlne wychodzące ze Słońca i przechodzące przez planetę w poszczególnych jej położeniach. Okrąg tego koła znajduje się daleko od Słońca i dlatego można w jego otoczeniu zaniedbać pole grawitacyjne Słońca i można przyjąć, że przestrzeń w jego otoczeniu jest przestrzenią euklidesową. Przyjmujemy że na tym okręgu znajdują się obserwatorzy, którzy dysponują newtonowskimi zsynchronizowanymi zegarami (zwraca się uwagę, że nie można tego założyć o ze-

garach w pobliżu Słońca). Obserwatorzy na okręgu mogą otrzymywać informacje o tym, co się dzieje w pobliżu Słońca jedynie za pośrednictwem promieni świetlnych, które rozchodzą się w czasoprzestrzeni według ogólnej teorii względności po tzw. zerowych liniach geodezyjnych określonych w sposób niezależny od układu odniesienia. Niech teraz jeden z obserwatorów wysła w kierunku Słońca sygnał świetlny wtedy gdy sygnał ten powinien przebiec stycznie do powierzchni planety. Na planecie mamy zwierciadło, które odbija część światła z powrotem do obserwatora a część przepuszcza w kierunku Słońca. Część światła przepuszczona odbija się od drugiego zwierciadła na Słońcu i powraca do obserwatora później niż światło odbite od planety. Niech Δt będzie opóźnieniem się promienia odbitego od Słońca względem promienia odbitego od planety, mierzonym przez obserwatora przy pomocy newtonowskiego zegara. Przypuśćmy, że każdy z obserwatorów na dalekim okręgu wykonuje podobny pomiar. Gdyby planeta poruszała się po torze kolistym to każdy z obserwatorów otrzymałby to samo Δt . W przypadku zaś toru eliptycznego każdy z obserwatorów otrzymałby na ogół inne Δt , a jeden najmniejszą wartość Δt , byłby to obserwator znajdujący się na zerowej linii geodezyjnej przechodzącej przez perihelium planety. Gdy obserwatorzy będą dalej kontynuować swe pomiary to spostrzegą, że minimalne Δt będzie otrzymywał kolejno coraz to inny obserwator. Mogą więc wyciągnąć stąd wniosek, że położenie perihelium wędruje wokół Słońca. Obserwatorzy mogą wyznaczyć okres obiegu planety T i okres obiegu perihelium τ przy pomocy swych zegarów newtonowskich. Przypuśćmy teraz że zmieniliśmy układ odniesienia, w którym opisywaliśmy poprzednio ruch planety, nie zmieniając przy tym układu na dalekim okręgu. Wtedy w nowych współrzędnych równania toru planety będą miały inną postać niż poprzednio, zmieniają się też równania zerowych linii geodezyjnych wychodzących ze Słońca. Nie zmieniają się jednak wyniki pomiarów naszych obserwatorów, otrzymają oni to samo Δt , T i τ co poprzednio. Wynika to stąd, że nie zmieniliśmy układu odniesienia na dalekim okręgu i stąd, że równania zerowych linii geodezyjnych są współmiennicze z transformacją układu współrzędnych. Nie można oczywiście powyżej opisanego doświadczenia rozumieć jako projektu doświadczenia rzeczywistego, jest to tylko doświadczenie myślowe wskazujące na możliwość otrzymywania takich samych wyników pomiarów wielkości fizycznych niezależnie od układu współrzędnych. Można podać inne konstrukcje niż powyższa, istotne w nich wszystkich będzie to, że obserwatorzy nie znajdujący się w polu grawitacyjnym mają do dyspozycji przyrządy pomiarowe fizyki newtonowskiej i mogą zbierać informacje o badanym układzie fizycznym w sposób niezależny od układu odniesienia.

Powyższa konstrukcja zilustrowana w przypadku ruchu ciała próbnego nabiera istotnego znaczenia dopiero przy interpretacji wniosków z teorii w znacznie bardziej skomplikowanym przypadku ruchu wielu ciał ciężkich a nie próbnych np. w przypadku gwiazd podwójnych. W przypadku tym podobną konstrukcję wraz z uzupełniającymi obliczeniami przeprowadził J. Plebański.

Na trzecie seminarium w Dubnej złożyły się referaty mgr mgr St. Bażańskiego i W. Tulczyjewa.

W referacie St. B a ż a ń s k i e g o została omówiona nowa metoda otrzymywania równań ruchu znacznie prostsza niż metody poprzednio omówione. Metoda ta opracowana przez P l e b a ń s k i e g o i B a ż a ń s k i e g o pozwala przy znajomości pól już w przybliżeniu newtonowskim na podanie równań poza-newtonowskich; funkcjonuje ona nie tylko dla ruchu punktów materialnych lecz również dla innych układów fizycznych, np. dla ośrodków ciągłych. Punktem wyjścia tej metody jest zasada wariacyjna dla ogólnej teorii względności. Jej działanie, jak już wspominaliśmy, jest funkcjonalem $W[g_{\alpha\beta}, g_{\alpha\beta,\sigma}, \xi^\alpha]$ tensora metrycznego $g_{\alpha\beta}$ i jego pochodnych $g_{\alpha\beta,\sigma}$ oraz zmiennych dynamicznych ξ^α . Powstaje pytanie co otrzymamy jeżeli do powyższego funkcjonala podstawimy na miejsce $g_{\alpha\beta}$ rozwiązanie równań pola (1) będące funkcjami zmiennych ξ^α i ich pochodnych $\dot{\xi}^\alpha$. Okazuje się, że otrzymany w ten sposób funkcjonal $W'[\xi^\alpha, \dot{\xi}^\alpha]$ tylko zmiennych ξ^α i ich czasowych pochodnych $\dot{\xi}^\alpha$ jest działaniem, którego wariacja względem zmiennych ξ^α prowadzi od razu do równań ruchu trzeciego rodzaju. Sytuacja taka jest specyficzna dla ogólnej teorii względności; w innych teoriach polowych eliminacja zmiennych polowych z działania nie musi prowadzić do funkcjonala będącego działaniem dla równań ruchu trzeciego rodzaju. Poza zaoszczędzeniem rachunków powyższa metoda, jako metoda wariacyjna pozwala w prosty sposób wyprowadzać prawa zachowania spełnione w czasie ruchu ciał.

Referat mgr W. T u l c z y j e w a obejmował dwa zagadnienia związane z ruchem ciał wirujących. Pierwsze zagadnienie, to zagadnienie ruchu wirującej planety w polu nieruchomego Słońca. Planetę opisuje się tu jako ciało o bardzo małej masie, czyli jako ciało próbne. Ciało próbne można opisywać za pomocą tensora energii pędu jako ciało rozciągłe szcharakteryzowane przez gęstość, lub w sposób równoważny wprowadzając do tensora tzw. momenty multipolowe. Dokładny opis ciała otrzymalibyśmy podając wszystkie (w nieskończonej ilości) momenty multipolowe, w praktyce zmuszeni więc jesteśmy posługiwać się przybliżeniem, przy czym w większości przypadków wystarczający jest przybliżony opis przy pomocy kilku momentów multipolowych. Ciało opisywane przez momenty multipolowe można opisywać matematycznie jako określonego typu osobliwość pola lub przez wprowadzenie do tensora energii pędu funkcji δ Diraca i jej pochodnych. Ciało opisywane przez samą δ funkcję nazywamy cząstką biegunową lub cząstką typu pol. Ruch takiej cząstki reprezentuje tylko ruch postępowy ciała. Jeżeli chcemy opisać ruch postępowy i obrotowy ciała to musimy wprowadzić do tensora energii pędu dalszy moment (tzw. dipolowy) za pomocą pierwszej pochodnej δ funkcji. Ciało opisywane przez tensor energii pędu zawierający funkcję δ i jej pierwszą pochodną nazywamy cząstką typu pol-dipol. Następnym momentem multipolowym reprezentowanym przez drugą pochodną funkcji δ jest moment kwadrupolowy opisujący odchylenia ciała od symetrii kulistej. Wyższe momenty multipolowe opisują dalsze cechy strukturalne ciała, mają one już nieznaczny wpływ na ruch ciała.

Równania ruchu cząstki typu pol są po prostu równaniami linii geodezyjnej i były znane od chwili powstania ogólnej teorii względności. Równania ruchu cząstki pol-dipol zostały po raz pierwszy wyprowadzone z równań pola ogólnej teorii względności w r. 1926 przez polskiego fizyka

M. Mathissona. Równania ruchu takiej cząstki w płaskiej czasoprzestrzeni szczególnej teorii względności były przedyskutowane przez innego Polaka Lubańskiego. Równania Lubańskiego były zastosowane przez Hönl'a i Papapetrou do ich klasycznej teorii elektronu ze spinem.

W r. 1951 Papapetrou nie znając prawdopodobnie równań Mathissona wyprowadził je po raz drugi z równań Einsteina. Metoda użyta przez Papapetrou była znacznie bardziej skomplikowana niż metoda Mathissona i praca Papapetrou była mniej rozwinięta niż stara praca Polaka pisana wtedy gdy metody matematyczne teorii względności nie stały na tak wysokim poziomie jak obecnie. Metoda Papapetrou nie nadaje się już do wyprowadzenia równań ruchu dla cząstki typu pol-dipol-kwadrupol. W. Tulczyjew rozwiniął i uprościł jeszcze bardziej metodę Mathissona i zastosował ją do wyprowadzenia równań ruchu cząstki typu pol-dipol-kwadrupol. Powstała tu nowa trudność związana z tym, że dla powyższej cząstki w odróżnieniu od poprzednich przypadków mamy znacznie mniej równań niż stopni swobody. Dlatego są tu potrzebne dalsze założenia dotyczące wewnętrznych ruchów w ciele. Najprostszym założeniem byłoby przyjęcie, że rozważane ciała są ciałami sztywnymi. Jednak dotychczas nie udało się wprowadzić do ogólnej teorii względności warunków sztywności ciała w sposób niesprzeczny z teorią. W. Tulczyjew w zaproponował inną niż dotychczasowa, mniej ograniczającą definicję sztywności ciała zakładającą, że wewnętrzny ruch ciała jest sztywny jedynie względem obserwatora znajdującego się w środku ciężkości ciała. Taki warunek sztywności nie jest sprzeczny z teorią względności i usuwa wspomniane powyżej trudności. Związane są z nim jednak żmudne obliczenia, które mgr W. Tulczyjew obecnie wykonuje.

Drugim problemem poruszonym w omawianym referacie i rozwiązanym już do końca jest zagadnienie ruchu gwiazdy podwójnej, której składniki wykonują ruch obrotowy. Ruch taki nie jest już ruchem wyprowadzonym przez Mathissona, gdyż nie można tu zakładać, że mamy do czynienia z ciałami próbnymi. Obydwa ciała opisuje się tu jako ciała typu pol-dipol i wyprowadza się metodą EIH poza-newtonowskie równania ruchu. Równania te zostały rozwiązane przez autora i obok ruchu periastronu (punktu największego zbliżenia się składników gwiazdy podwójnej) otrzymano nowy efekt relatywistyczny polegający na wiekowym ruchu linii węzłów.

Z każdym z seminariów była połączona dyskusja. Szczególne zainteresowanie wywołały zagadnienia interpretacyjne omawiane przez Plebańskiego oraz nowy efekt relatywistyczny znaleziony przez Tulczyjewa.

Pod koniec pobytu Polaków w ZSRR prof. Infeld na zaproszenie prof. Tamma wygłosił w Instytucie Fizyki im. Lebediewa w Moskwie wykład na temat promieniowania grawitacyjnego. Po wykładzie prof. Infelda doc. Plebański zreferował inny punkt widzenia na zagadnienie promieniowania grawitacyjnego reprezentowany przez mgr A. Trautmana a współpracownika grupy warszawskiej przebywającego wtedy chwilowo w Anglii. Temat powyższych wykładów jest już zbyt trudny by omówić go szczegółowo w tym artykule. Po wykładzie odbyła się interesująca dyskusja, w której ze strony radzieckiej brali udział między innymi profesorowie Ginzburg, Landau i Tamm.

Janina Opieńska-Blauth

METODY CHROMATOGRAFII I ELEKTROFOREZY W BADANIACH NAUKOWYCH

HISTORIA ROZWOJU METOD CHROMATOGRAFICZNYCH

W nowoczesnej analityce chemicznej — w rozdzielaniu złożonych mieszanin, metody chromatograficzne zastąpiły częściowo metody klasyczne związane z wielokrotnym strącaniem i sączeniem. Barwność rozdzielanych związków stanowi podstawę dla ich identyfikacji, stąd pochodzi nazwa — chromatografia.

Wprawdzie chromatografia zalicza się w analityce chemicznej do metod bardzo młodych, ponieważ jej właściwy rozwój datuje się dopiero od 1944 roku, od ukazania się historycznej już dziś pracy *Consdena*, *Gordona* i *Martina*, ale właściwie pierwszych początków tej metody można się doszukać w erze starożytnej z zapisków kronikarskich o papyrusie impregnowanym wyciągiem gałusówek, który służył do wykrywania żelaza. Również, chromatograficznymi można by nazwać doświadczenia *Rungego*, praktyka fachu farbiarskiego, który rozdzielał barwniki na różnych adsorbentach.

Na adsorpcji polegały również i badania *Cwieta*, który przeprowadzał rozdzielanie żółtego i zielonego barwnika liści na kolumnach wypełnionych węglanem wapniowym.

Cwiet, Rosjanin z pochodzenia, długie lata spędził w Warszawie pracując początkowo jako asystent, a później jako profesor w jednym z zakładów uniwersyteckich. Już wtedy widział *Cwiet* w swojej metodzie chromatograficznej stosowanej do rozdzielania barwników liścia nie tylko zjawisko adsorpcji, lecz jeszcze i inne procesy połączone z wymianą składników.

Pogląd *Wilstättera*, badacza i teoretyka w dziedzinie barwników, na rozkład chlorofilu w obecności węglanu wapniowego, zakwestionował metodę rozdziału *Cwieta* i spowodował zahamowanie rozwoju metod chromatograficznych na blisko 30 lat.

Kontynuatorem tej metody był badacz niemiecki *Kuhn*, który stosował podobną technikę do rozdzielania karotenów. Proces chromatograficzny wiązano również ze zjawiskami analizy kapilarnej, którą reprezentowali w nauce *Schönbein* i *Göppelsroeder*. *Zechmeister* odnosił te doświadczenia do procesu rozdzielania składników z mieszanin na zasadzie selektywnego osadzania się na bibule przy pomocy przepływającej cieczy.

Długie lata trwał spór formalny o nazwę chromatografii między zwolennikami utrzymania jej dla procesów adsorpcyjnych a zwolennikami zachowania jej dla procesów wyłącznie rozdzielczych. Jeszcze do niedawna bowiem utrzymywano ostrą granicę między chromatografią adsorpcyjną według Cwiete'a a chromatografią rozdzielczą według Schönbeina i Göppelsroedera. W szczególności, dyskusji podlegał mechanizm powodujący rozdzielenie składników mieszanin na bibule.

TEORIA ROZDZIELCZEGO PROCESU CHROMATOGRAFICZNEGO

Nie należy jednakowoż zapominać o tym, że niezależnie od wyboru sposobu rozdziału chromatograficznego każdy proces chromatograficzny jest procesem rozdzielania składników, a każdy układ chromatograficzny składa się z fazy ruchomej, nieruchomej i substancji rozpuszczającej się w obu fazach. Równanie: substancja w fazie nieruchomej $\rightleftharpoons$ substancja w fazie ruchomej, wyraża równowagę dynamiczną. Równowagę statyczną natomiast wyraża stosunek podziału substancji między obu fazami.

Wędrówka składników mieszanin w ośrodkach chromatograficznych regulowana jest działalnością dwu sił przeciwnych, jednej wywołującej ruch, a drugiej hamującej. Pierwsza z nich powoduje ruch substancji przez fazę nieruchomą, a druga wiąże się z sorpcją lub rozpuszczaniem w fazie nieruchomej.

Rozdział składników mieszanin możemy spowodować zarówno przy pomocy sił mechanicznych jak i elektrycznych. Pierwszy z nich nosi nazwę właściwego procesu chromatograficznego, drugi elektroforezy. Zasada rozdziału w procesach chromatograficznych czy elektroforetycznych jest więc jednakowa.

PODZIAŁ METOD CHROMATOGRAFICZNYCH

Jeżeliby przyjąć jako zasadę podziału mechanizm procesu rozdzielającego składniki między fazę ruchomą i nieruchomą, można by wyróżnić następujące metody chromatograficzne:

- a) chromatografię adsorpcyjną
- b) „ jonowymienną
- c) „ rozdzielczą
- d) „ chemiczno-osadową.

Zwykle nie udaje się przeprowadzić ścisłego rozgraniczenia między wyżej wymienionymi metodami chromatograficznymi.

TEORIA CHROMATOGRAFII BIBUŁOWEJ

Próby wyjaśnienia mechanizmów czynnych w technice chromatografii bibułowej dają powód do wielu dyskusji i stanowią problem wciąż jeszcze otwarty. Gdyby przyjąć, że chromatografia bibułowa jest czystym procesem rozdzielczym, w którym odbywa się akcja między cieczami nie mieszającymi się, na które nie działa nosiciel można by zastosować wzór Consdena jak niżej:

$$K = \frac{A_r}{A_n} \left(\frac{1}{R_F} - 1 \right)$$

K jest współczynnikiem rozdziału, a A_r/A_n jest stosunkiem objętości fazy ruchomej do nieruchomej. R_F jest jak wiadomo ilorazem odległości środka plamy od punktu startowego do odległości między czołem (frontem) fazy ruchomej a miejscem startu.

Wzór powyższy w zasadzie może być tylko wtedy stosowany, gdy nosiciel nie wpływa na zdolność rozpuszczania się substancji w obu fazach, gdy wielkość K nie zależy od stężeń substancji rozdzielającej się i innych składników, jeżeli stosunek A_r/A_n jest stały od miejsca startu aż do czoła, jeżeli skład obu faz pozostaje niezmienny w czasie całego procesu, jeżeli przepływ jest na tyle powolny, aby była zachowana równowaga i w końcu jeżeli w czasie procesu nie zachodzi ani parowanie ani kondensacja cieczy.

Ponieważ w praktyce żaden z tych warunków nie jest zachowany, dlatego wzór ten słuszny jest tylko w przybliżeniu.

Toteż w nowoczesnym ujęciu nie możemy się zgodzić z poglądem, że proces chromatografii bibułowej jest czystym procesem rozdzielczym odpowiadającym rozdziałowi przeciwprądowemu, ani też, że stanowi on proces adsorpcyjny.

Jako kontrargument przeciwko pierwszemu pogładowi można by wysunąć ten fakt, że nawet ciecz całkowicie mieszkające się z sobą, np. etanol z wodą dają dobry rozdział na bibule, dalej, że nie ma zgodności między kolejnością składników według K i R_F w tych samych układach dwuskładnikowych.

Na dowód, że proces rozdziału w chromatografii bibułowej nie jest czystym procesem adsorpcyjnym znajdujemy wiele argumentów, choćby nawet i ten, że faza nieruchoma działa nie tylko na powierzchni lecz w całej swej objętości.

Dlatego w mechanizmie chromatografii bibułowej nie możemy oprzeć się ani wyłącznie na adsorpcji ani na czystym rozdziale. Fazę nieruchomą stanowi system celuloza—woda. Na tym systemie rozgrywają się procesy rozdziału: adsorpcji na powierzchni, i wymiany jonów.

REAKCJE DODATKOWE MIĘDZY SUBSTRATEM A ROZPUSZCZALNIKAMI

W chromatografii bibułowej rolę nieruchomej fazy wodnej może odegrać bibuła impregnowana związkami organicznymi polarnymi, np. formamidem, glikolami lub apolarnymi, np. węglowodorami. W tych przypadkach mamy do czynienia z innymi jeszcze procesami zależnymi od wpływu związków impregnujących na substancje rozdzielane.

Obraz łącznie działającego mechanizmu rozdziału i adsorpcji w chromatografii bibułowej komplikują jeszcze fakty interakcji między substancjami rozdzielanymi a rozpuszczalnikami organicznymi. Wiadomo bowiem ogólnie, że różne grupy funkcyjne, polarne w rozpuszczalnikach organicznych zwiększają rozpuszczalność substancji, przyczyną tego jest tworzenie się mostków wodorowych. Czasem substancje rozdzielające się stanowią denator wodoru dla mostków wodorowych, czasem przeciwnie — są ich akceptorami. Jeszcze bardziej skomplikowane stosunki wynikają przy chro-

matograficznym rozdzielaniu stereoizomerów. Np. w stereoizomerach pierścieniowych (pochodnych cykloheksanu) inaczej będą się zachowywały w rozdziale chromatograficznym na bibule grupy hydroksylowe „axialne” (kierunek wiązań równoległy do osi pierścienia) i „ekwatorialne” (kierunek wiązań prostopadły do osi pierścienia). Hydroksyle ekwatorialne będą zwiększały rozpuszczalność w rozpuszczalnikach polarnych więcej niż hydroksyle axialne. Wyniki chromatograficzne rozdziału izomerycznych steroli potwierdziły teorię.

Przykładem interakcji cząsteczek może być tworzenie się mostków wodorowych wewnątrz cząsteczki, np. u flawonoidów. W takiej postaci grupy hydroksylowe nie będą zwiększały polarności substancji.

A w końcu należy przypomnieć o wpływie pH zarówno w chromatografii jak i elektroforezie. Zmianą pH w układzie chromatograficznym możemy zmienić nie tylko współczynniki R_F , ale często i kolejność plam. Może nastąpić w zmienionych warunkach całkowicie przemieszczenie plam. Występuje to szczególnie wyraźniej w elektroforezie. Również, udaje się zmienić warunki w układach chromatograficznych przez tworzenie kompleksów między składnikami dodanymi do fazy a substancjami rozdzielanymi.

Jako przykład służyć mogą związki kompleksowe boranów z wieloalkoholami, które służyły do rozdzielania monoizomerycznych.

Rozważania te prowadzą do wniosku ogólnego, jak bardzo skomplikowane są stosunki z punktu widzenia teoretycznego w tak prostej technice, jaką przedstawia chromatografia bibułowa. I dlatego trudno jest ująć mechanizm chromatografii bibułowej jednym wzorem ogólnie obowiązującym. Każdy rozdział mieszaniny techniką chromatograficzną może stanowić przykład sam dla siebie pod względem teoretycznego wyjaśnienia działających mechanizmów. Dla interesujących się tymi zagadnieniami służyć może tom piąty w serii Weisbergera opracowany przez Cassidy, poświęcony wyłącznie teoretycznym zagadnieniom z chromatografii. W przeciwieństwie do skomplikowanej teorii procesu chromatografii bibułowej, prostota środków i aparatury czynią z niej niezwykle cenną i interesującą metodę w analizie chemicznej.

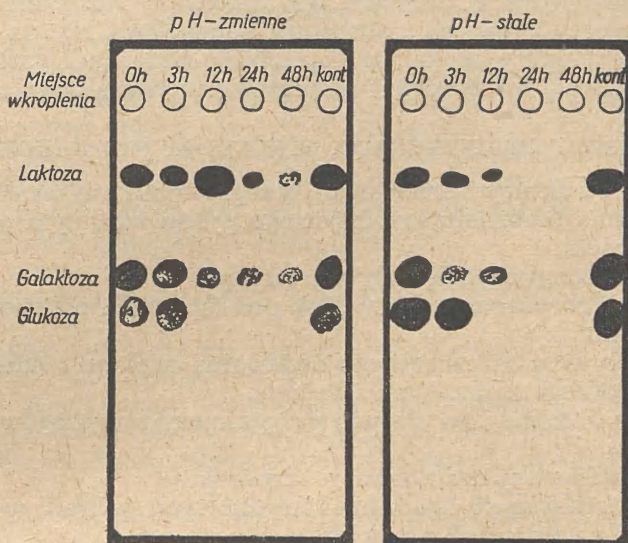
Szczególniej interesująco przedstawia się ona dla biologów, ponieważ żadna z dotychczasowych metod analitycznych nie nadawała się w tym stopniu do rozwiązywania problemów biologicznych jak właśnie technika chromatografii bibułowej.

ZALETY METOD CHROMATOGRAFICZNYCH W ODNIESIENIU DO BADAŃ BIOCHEMICZNYCH

Metody chromatograficzne w zastosowaniu do badań przemian ustrojowych mają tę wyższość nad innymi metodami analitycznymi, że:

a) ilości materiału potrzebne do badań są stosunkowo bardzo nieznaczne. W zależności zresztą od czułości barwnej próby wywoławczej ilości wymagane wahają się w granicach od 0,1 do 10 μg . Połączenie techniki chromatograficznej z techniką izotopową (technika radioautograficzna) pozwoliło jeszcze wielokrotnie zwiększyć czułość wykrywania poszczególnych składników;

b) nadają się do śledzenia zmian zachodzących w czasie przemian, pozwalają utrwalać pośrednie produkty przemian, pozwalają śledzić przemiany kilku nieraz substratów równocześnie (rys. 1). Nieraz na jednym i tym samym materiale przy zastosowaniu odpowiednich testów wywoławczych możemy badać równocześnie przebieg przemiany aminokwasowej, węglowodanowej, fosforanowej i innych.



Rys. 1. Chromatografia cukrowców z hodowli *E. coli* z 48 godz. inkubacji

PROBLEMY BIOCHEMICZNE ROZWIĄZYWANE PRZY POMOCY TECHNIKI CHROMATOGRAFICZNEJ (fot. 1)

Metody chromatograficzne oddały ważne usługi przy oczyszczaniu i wyizolowaniu enzymów, przy badaniach struktury białek i polipeptydów, służą do bezpośredniego śledzenia procesów enzymatycznych, a w szczególności czynności fosfatazy, pepsyny itp., do śledzenia mechanizmu reakcji podczas fotosyntezy, do określania nieznanymi związków w hydrolizatach białkowych, w tkankach, płynach ustrojowych, do badań struktury antybiotyków, do rozdzielania izomerów i stereoisomerów i studiów nad izomerią, do badań czynności enzymów, hormonów i witamin.

PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU BIOLOGICZNEGO DO ANALIZY CHROMATOGRAFICZNEJ

Badania przemian tkankowych przeprowadza się przeważnie na materiale pozbawionym już struktury komórkowej, a więc na homogenizatach lub wyciągach bezkomórkowych. Homogenizaty nadają się szczególnie do badań sprzężonych systemów enzymatycznych i do frakcjonowania poszczególnych grup enzymatycznych. Homogenizaty stanowią złożony układ składający się z delikatnych zawiesin cytoplazmy zawierających mito-

chondria i mikrozomy w roztworach jonów, w obecności koenzymów, innych składników drobnocząsteczkowych i systemów enzymatycznych.

Do badań przemian bakteryjnych stosuje się hodowle bakteryjne na syntetycznych podłożach, wymyte komórki bakteryjne zawieszone w płynach buforowych, najczęściej jednak preparaty bezkomórkowe. Wprawdzie przy prowadzeniu badań w preparatach bezkomórkowych stwarzamy warunki нефизjologiczne, zachodzi też możliwość zniszczenia niektórych enzymów ściślej związanych z strukturą komórkową, ale na korzyść tego typu badań przemawia to, że nie komplikuje badań ani przepuszczalność błony komórkowej, ani wzrost i rozmnażanie w czasie badań.

SPOSOBY DEZINTEGRACJI STRUKTURY KOMÓRKOWEJ

Niszczenie struktury komórkowej przeprowadza się przy pomocy:

- a) rozcierania materiału komórkowego pyłem szklanym o określonych wymiarach oczek,
- b) autolizy komórek pod warstwą toluenu,
- c) lizy czyli rozpuszczania komórek pod wpływem niektórych substancji np. lizozymu,
- d) pod wpływem kilkakrotnego dodawania acetonu i odwirowywaniu,
- e) wielokrotnego zamrażania i tajania,
- f) suszenia komórek, co ułatwia przygotowanie wyciągów np. w drożdżach,
- g) ultradźwiękowej dezintegracji komórek.

Metody dezintegracji struktur komórkowych zebrali w krytycznym przeglądzie Gąsior i Obojska.

Żadna z wyżej wymienionych metod nie jest bynajmniej doskonała, gdyż każda z nich wywołuje pewne nieodwracalne zmiany w strukturze pierwotnych składników komórkowych.

Po przeprowadzeniu dezintegracji jednym z wyżej wymienionych sposobów stosuje się wstępne frakcjonowanie preparatów przy zachowaniu niskiej temperatury w pobliżu zera, przy pomocy wirowania, ultrawirowania, ultrafiltrowania, dializy i elektrodializy.

USUWANIE SUBSTANCJI TOWARZYSZĄCYCH

Przed przystąpieniem do analizy chromatograficznej właściwej należy usunąć jeszcze niektóre substancje towarzyszące, które przeszkadzają w rozwijaniu prawidłowych chromatogramów, jak np. lipidy, białka i sole mineralne.

1. Odtłuszczenie (delipidację) przeprowadza się na drodze:
 - a) ekstrakcji acetonem w niskiej temperaturze
 - b) „ chloroformem
 - c) „ eterem
 - d) adsorpcji materiału na kolumnach wypełnionych silikazelem, tlenkiem glinu, super-celem i elucją rozpuszczalnikami organicznymi.
2. Odbiałczanie przeprowadza się przy pomocy:
 - a) absolutnego etanolu w stosunku 1 : 9
 - b) ogrzewania w wrzącej łaźni wodnej
 - c) potraktowania detergentami
 - d) strąceniem kwasem trójchłoroctowym

- e) dializy
 - f) ultrasączenia
 - g) przepuszczania przez kolumny wypełnione silnie kwaśnym kationitem i elucji wodą,
 - h) wytrąsnięcia materiału z kationitem sproszkowanym odsączeniem i elucji wodą.
3. Dejonizację czyli demineralizację przeprowadza się przy pomocy:
- a) przepuszczeniem badanego roztworu przez kolumny wypełnione żywicami jonowymiennymi kationitami lub anionitami. Na kationicie adsorbują się oprócz kationów, aminokwasy, białka, do wycieku przechodzą kwasy (aniony), białka kwaśne, węglowodany. Na anionicie adsorbują się substancje kwaśne, a do wycieku przechodzą kationy, węglowodany,
 - b) ekstrakcją materiału rozpuszczalnikami organicznymi, np. węglowodany możemy oddzielić od soli mineralnych przy pomocy ekstrakcji pirydyną, aminokwasy absolutnym alkoholem itp.

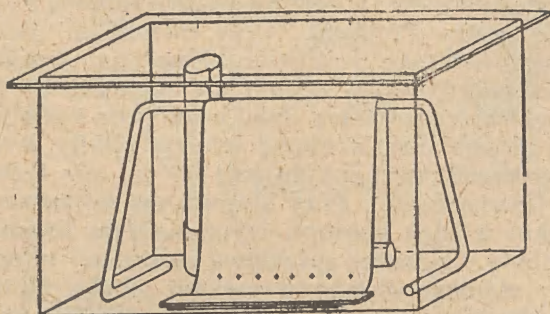
CZYNNOŚCI W TECHNICIE CHROMATOGRAFII BIBUŁOWEJ

Materiał biologiczny przygotowany do analizy chromatograficznej według sposobów wyżej podanych:

- a) nanosi się na bibułę przy pomocy kalibrowanych mikropipet,
- b) rozwija chromatogramy w szczelnych komorach, najlepiej szklanych, przy zastosowaniu odpowiednio dobranych układów rozpuszczalników,
- c) wywołuje się barwne plamy przy pomocy odczynników dobranych do badanych związków i do warunków wywoływania na bibule,
- d) określa się współczynniki R_F rozdzielonych substancji,
- e) identyfikuje się plamy przy pomocy równoległych chromatogramów z substancjami wzorcowymi.

APARATURA I SPRZĘT CHROMATOGRAFICZNY

Na aparaturę — sprzęt i odczynniki w chromatografii bibułowej składają się:



Rys. 2. Komora chromatograficzna

- 1. Komory, najlepiej szklane, dowolnych wymiarów zależnie od długości pasków bibuły, przykryte dotartymi płytami szklanymi, uszczelnione smarem (rys. 2).

2. Bibuły najczęściej Whatmanowskie Nr 1, 4, 3, Schleicher-Schüll Nr 2043-a lub b. i inne. Dobór odpowiedniego gatunku bibuły ustala się w zależności od rodzaju rozdzielanych mieszanin.

3. Mikropipety do nanoszenia. Mogą być różne. Najczęściej stosuje się mieszalniki hematologiczne kalibrowane (rys. 3).

4. Suszarki fryzjerskie, lampy podczerwone (promienniki z podczerwienią do suszenia naniesionych na bibułę roztworów, do odparowywania i zagęszczania roztworów.

5. Płyty i linijki szklane do nanoszenia roztworów.

6. Rynienki dla techniki spływowej (descendante).

7. Suszarki do suszenia chromatogramów.

8. Termostaty do rozwijania chromatogramów.

9. Ramy do suszenia chromatogramów.

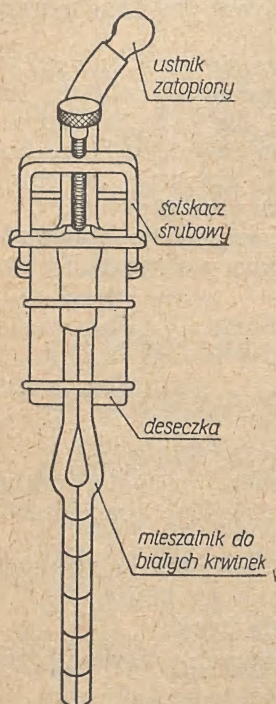
10. Wanienki do wywoływania chromatogramów.

11. Rozpylacze.

12. Rozpuszczalniki organiczne (najczęściej stosowane: fenol, butanole, propanol, pirydyna itp.).

13. Substancje wzorcowe.

14. Odczynniki do wywoływania.



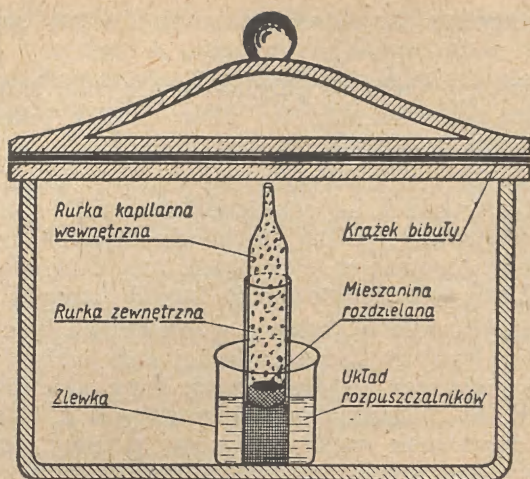
RODZAJE TECHNIKI W CHROMATOGRAFII BIBUŁOWEJ

Rys. 3. Mikropipeta

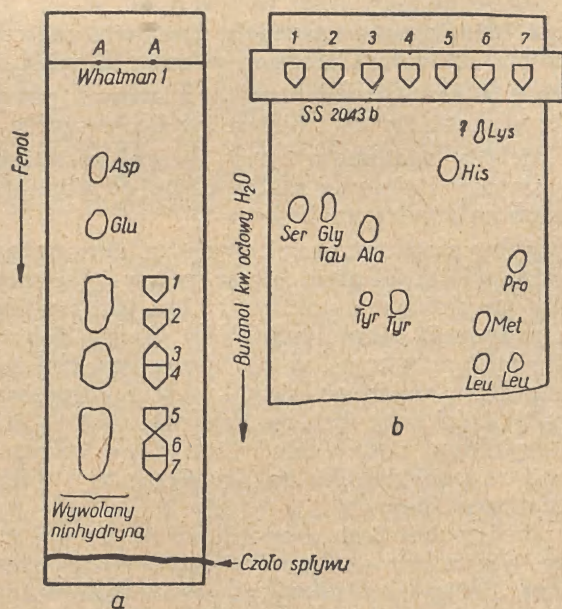
do nanoszenia roztworów.

Do rozdzielania mieszanin o niewielkiej ilości składników stosuje się technikę krążkową (rys. 4), która ma tę wyższość, że zużywa się znacznie mniej bibuły i odczynników, a komorę może stanowić zwykły eksykator, krystalizator lub płytka Petriego. Przy niewielkiej liczbie składników stosujemy również technikę jednokierunkową na paskach bibuły. Do mieszanin wieloskładnikowych stosuje się technikę dwuwymiarową na arkuszach bibuły. Chromatogramy dwukierunkowe rozwija się bądź techniką wstępującą (ascendante) zwijając arkusze bibuły w walce, które zanurza się do fazy organicznej znajdującej się na dnie komory, bądź techniką spływową (descendante). Przy stosowaniu tej ostatniej zakłada się rynienkę (korytko) u góry komory, wypełnia fazą organiczną i zanurza w niej arkusz bibuły. Technikę spływową stosujemy wtedy, gdy rozdzielanie mieszaniny wymaga dłuższych pasków bibuły. Oprócz tych sposobów rozwijania chromatogramów, najczęściej stosowanych, są już liczne modyfikacje. W pewnych wypadkach stosujemy chromatografię wielokrotną przedłużając czas rozwijania chromatogramu na szereg dni.

Dla rozdzielania plam zespołowych stosuje się rechromatografię z wyciętych, nie wywołanych plam albo z eluatów, na nowych paskach lub arkuszach bibuły (rys. 4, 5a, 5b).



Rys. 4. Urządzenie dla rechromatografii.



Rys. 5 a, b. Technika rechromatografii.

METODA IZOTOPOWA W ZASTOSOWANIU DO CHROMATOGRAPHII

Znamy dwa rodzaje techniki chromatograficznej, która służy do badań izotopów, autoradiograficzna dla celów analizy jakościowej i radiochromatograficzna dla celów ilościowych.

Położenie związków radioaktywnych na bibule określa się przez zeknięcie błon rentgenowskich i sporządzenie fotografii zwanych autoradiogramami. Radioaktywność zebraną na bibule oznacza się ilościowo przy pomocy liczników geigerowskich. Połączenie tych dwu sposobów daje nam metodę o największej w porównaniu do innych czułości.

Metoda ta zadecydowała o postępie w badaniach biochemicznych, należy nie tylko do najczulszych, ale najlepiej nadaje się do badań *in vivo*, ponieważ nie daje zaburzeń fizjologicznych przy odpowiednio dobranych dawkach izotopów. W badaniach biochemicznych z izotopami odegrały szczególnie rolę, dwutlenek węglowy, kwas octowy, glicyna, związki pipsylowe, zawierające obok radioaktywnego jodu — radioaktywną siarkę.

Stosowanie piętnowanego dwutlenku węglowego do badań mechanizmu fotosyntezy posłużyło dla nowych hipotez, radioaktywny jod służył do badań nad mechanizmem syntezy hormonu tarczycy — tyroksyny, a piętnowany kwas octowy był wykorzystany dla syntez biologicznych zasad purynowych porfiryn i in.

METODY CHROMATOGRAPHICZNE W ANALIZIE ILOŚCIOWEJ

Metody chromatograficzne w zasadzie stanowią metody jakościowe, które służą tylko dla celów rozdzielania mieszanin wieloskładnikowych.

Przystosowanie klasycznej aparatury pomiarowej pozwala wykorzystać metodykę chromatograficzną i dla celów ilościowych.

Z wyjątkiem metody radiometrycznej, której średni błąd nie przekracza 2%, inne metody ilościowe zastosowane do pomiarów z chromatogramów obarczone są znacznym błędem.

Dawniejsze sposoby oznaczeń ilościowych na chromatogramach bibulowych na podstawie wielkości plam lub intensywności zabarwienia służą już tylko do oceny przybliżonej, ponieważ błąd jest zbyt wielki. Trudno bowiem sądzić o proporcjonalności wielkości plamy lub intensywności zabarwienia do stężenia substancji w tak złożonych pod względem ilości działających parametrów układach. Oryginalną i pomysłową próbą metody chromatografii ilościowej jest analiza retencyjna, która polega na pomiarze planimetrycznym powierzchni bibuły, na której zaznaczyło się opóźnienie migracji rozpuszczalnika na skutek reakcji między substancją na bibule a rozpuszczalnikiem.

Wielkość tej powierzchni jest proporcjonalna do stężenia substancji. Przede wszystkim, dla celów analizy ilościowej służy pomiar natężenia zabarwionych plam. Przeprowadza się go albo bezpośrednio na bibule przy pomocy densytometru, albo w eluatach z plam. Pasek bibuły z plamami przesuwa się przed okienkiem densytometru. Znaczny postęp w densytmetrii stanowią urządzenia autorejestacyjne.

Dla niektórych celów stosuje się metody biologiczne. Do nich zalicza się oznaczanie aktywności niektórych enzymów bezpośrednio na bibule.

Technika bioautograficzna polega na zastosowaniu substancji hamujących lub pobudzających wzrost drobnoustrojów, co znalazło szerokie zastosowanie przy oznaczeniach antybiotyków, witamin i innych czynnych substancji.

Według powszechnie panującej opinii stosowanie metod ilościowych do oznaczeń w eluatach daje dokładniejsze wyniki od bezpośrednich pomiarów densytometrycznych. Dla tych celów znajdują zastosowanie ogólnie znane metody analityczne, jak kolorymetria, fotometria, spektrofotometria, fluorymetria, nefelometria, polarografia, radiometria, analiza miareczkowa, refraktometria itp. Z różnych metod ilościowych stosowanych w chromatografii kolumnowej wysuwa się na pierwszy plan metoda Steina i Moora, którzy rozdzielali i oznaczali na kolumnach skrobiowych lub w żywicach polistyrenowych Dowex, aminokwasy z dokładnością do 98% odzyskanej substancji.

NOWOCZESNE KIERUNKI W ANALIZIE CHROMATOGRAFICZNEJ

W ostatnich latach zaznaczył się nowy okres rozwojowy w metodach chromatograficznych i elektroforetycznych. Elektroforeza, która służyła niedawno prawie wyłącznie do rozdzielania mieszanin wielkocząsteczkowców, w szczególności białek, znalazła zastosowanie i dała dobre wyniki w rozdzielaniu mieszanin aminokwasowych, węglowodanów i innych.

Na uwagę zasługują również połączone metody elektroforezy i chromatografii zwane elektrochromatograficznymi. W technice dwukierunkowej stosujemy np. w jednym kierunku elektroforezę a w drugim chromatografię. Można stosować również kolejność odwrotną. Rozwijamy chromatogram jednokierunkowy, a obszar bibuły środkowy zajęty przez nie rozdzielające się aminokwasy obojętne poddajemy elektroforezie. Ten ostatni sposób nazwano chromatoforezą. Ostatni sukces w rozwoju metod elektro-chromatograficznych stanowi elektroforeza wysokonapięciowa, przeprowadzana przy napięciu kilku tysięcy V., która umożliwia rozdzielenie takich mieszanin, których poprzednio nie udało się rozdzielić.

Dzisiejszy rozwój techniki chromatograficznej każdego typu, jak chromatografii adsorpcyjnej, rozdzielczej (kolumnowej, bibułowej), chromatografii gazów, jonowymiennej, rozpowszechnienie metod elektroforetycznych, kombinacyjne metody elektroforezy i chromatografu znane pod nazwą elektrochromatografii i chromatoforezy, powiązanie chromatografii bibułowej z elektroforezą wysokonapięciową, zadecydowały o znacznym postępie nauk biologicznych w oparciu o biochemię.

AKTUALNE PROBLEMY

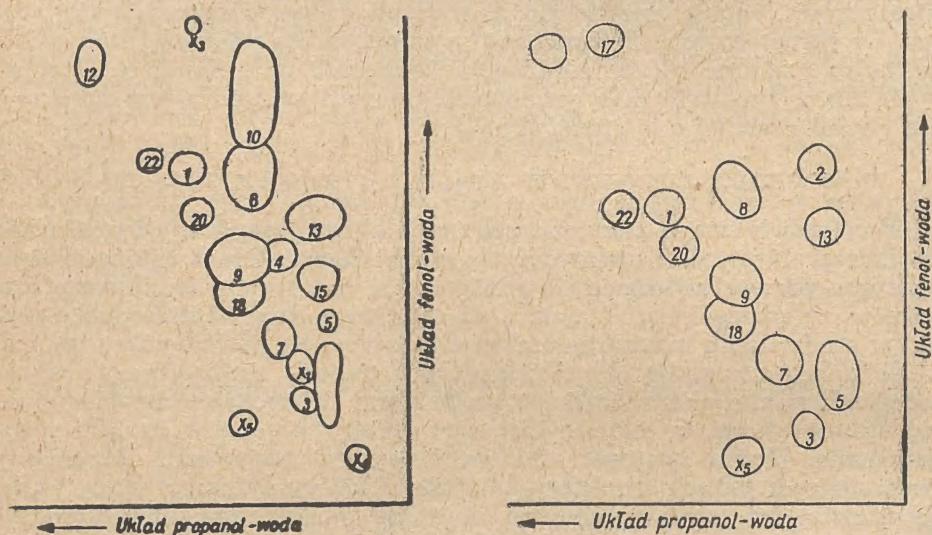
ROZWIĄZYWANE TECHNIKA CHROMATOGRAFICZNA

Na czoło problemów rozwiązywanych techniką chromatograficzną wysuwa się zagadnienie struktury białek i polipeptydów. W szczególności metody oznaczeń ilościowych końcowych grup aminowych i karboksylowych pod postacią pochodnych dwunitrofluorobenzenu i tiohydantoiny posłużyły nie tylko do badań składu aminokwasowego i ilościowego bia-

łek i polipeptydów, ale i dla określenia sekwensów aminokwasowych, długości łańcuchów, struktury cyklicznej w cząsteczkach itp.

Techniką chromatograficzną rozdzielono na bibule pod postacią żółtych plam DNP pochodne aminokwasów, co znalazło dziś już zastosowanie w badaniach składu czystych białek, enzymów, hormonów, antybiotyków.

Również i w dziedzinie badań nad strukturą złożonych białek, jak nukleoproteidów i glikoproteidów, uzyskano przy pomocy metod chromatograficznych doskonałe wyniki. Wykorzystano dla tych celów własności niektórych składników kwasów nukleinowych świecenia w ultra-



Rys. 6. Chromatogramy dwukierunkowe mieszanin aminokwasowych

fiolecie i zastosowano do badań porównawczych nad strukturą i składem kwasów ribo i dezoksyribonukleinowych (metoda Markhama i Smitha), polinukleotydów i mononukleotydów. Techniką chromatograficzną zidentyfikowano poszczególne składniki glikoproteidów, jak mucyn, mukoidów, koenzymów i glikoproteidów występujących w surowicy i w moczu, w tkance łącznej.

Przy pomocy techniki chromatograficznej rozdzielano i identyfikowano poszczególne składniki glikoproteidów jak kwas octowy, ozaminy, kwasy glukuronowe, kwasy sialowe.

Metody chromatograficzne, a w ostatnich latach technika elektroforezy i połączenie obu metod pozwoliły znacznie udoskonalić sposoby wykrywania i oznaczania ilościowego złożonych mieszanin aminokwasowych.

Możliwość równoczesnego wykrywania i identyfikowania w moczu w stanach patologicznych aminoacidurii około 20 aminokwasów stanowi poważne osiągnięcie dla analityki klinicznej.

Techniką żywic jonowymiennych, elektroforezy, chromatografii kibu-

łowej i metod kombinowanych udało się wykryć w moczu kilka nowych, nie znanych dotychczas aminokwasów, jak kwasów beta aminoizomasłowego, gamma aminomasłowego, dwuaminomasłowego, alfa aminoadipinowego, felininy (w moczu kota), metylohistydyny i innych. Powiązanie techniki badań izotopowych z techniką chromatograficzną dało szczególnie interesujące wyniki w badaniach mechanizmu fotosyntezy.

Przy pomocy radioautografii znajdowano już w pierwszej fazie fotosyntezy węgiel izotopowy z piętnowanego dwutlenku węglowego w grupie karboksylowej pochodnych fosforowych kwasów glikolowego, glicerynowego, w fosfodwuhydroksyacetonie, fosforibulozie, fosforibozie i estrach heksozofosforanowych.

Zbadano przemianę aminokwasów aromatycznych w połączeniu z jodem i mechanizm powstawania pochodnych jodowych tyrozyny. Uzyskano znaczne osiągnięcia w badaniach nad biosyntezą aminokwasów endogennych, w śledzeniu przemian fosforowych i syntezie biologicznej poli-fosforanów.

Metody chromatograficzne w oparciu o izotopy radioaktywne pozwalają nam jakby fotografować ustrój od strony chemicznej i spojrzeć na życie jak na zespół wielu reakcji rozkładu i syntezy biegnących w ustroju w pewnym ustalonym porządku i rytmie.

Podczas, gdy przy stosowaniu klasycznych metod analitycznych udaje się nam tylko identyfikować i izolować poszczególne składniki ustroju w sposób statyczny, nowoczesne metody: izotopowa, chromatografia, elektroforeza pozwalają śledzić i identyfikować związki ustroju w stanach ciągłych zmian i przemian. Fizjologię i patologię przemian możemy badać *in vivo* wprowadzając do ustroju piętnowane izotopami substraty i szukać ich produktów przemian we krwi, w moczu i tkankach, albo przeprowadzić badania w podstawie *in vitro* na wyizolowanych układach enzymatycznych z narządów i tkanek w obecności różnych substratów.

Śledzenie procesów przemiany pośredniej substratów w kolejnych stadiach rozwoju embrionalnego, w różnych okresach fizjologicznego rozwoju, w stanach patologicznych, przeprowadzenie badań porównawczych z przemiany pośredniej na różnych gatunkach z świata zwierząt, roślin i bakterii przysporzyło w ostatnim dziesięcioleciu wiele materiału doświadczonego dla biochemii porównawczej.

Sz szczególnie doświadczenia z biochemii bakteryjnej, które pozwalają śledzić krok po kroku syntezę aminokwasów endogennych, peptydów, białek, w hodowlach bakteryjnych na podłożach syntetycznych, w których jedynym źródłem azotu są sole amonowe — zbliżają nas do rozwiązania zagadnienia początku życia w syntezie białka.

Tak jak technika izotopowa pozwala wprowadzić piętnowany dwutlenek węglowy do atmosfery otaczającej badaną roślinę, a znaczone sole amonowe do syntetycznego podłoża w hodowli bakteryjnej, tak przy pomocy metod chromatograficznych i radiochromatograficznych udaje się rozdzielić i wykryć pierwsze produkty reakcji między dwutlenkiem węglowym i wodą z amoniakiem jako kwasy organiczne i aminokwasy endogenne w hodowlach bakteryjnych na syntetycznych podłożach.

Należy przewidywać, że w niedalekiej już przyszłości zarówno mechanizm fotosyntezy, jak i mechanizm syntezy białek nie będą miały dla nas tajemnic.

Kazimierz Kowalski

SPELEOLOGIA

WSTĘP

Jaskinie, jako jedna z form ukształtowania terenu, są przedmiotem zainteresowania geografa-morfologa. Badania morfologiczne nie wyczerpują jednak problematyki związanej z jaskiniami. Osady jaskiniowe zawierają często szczątki zwierzęce, a także ślady kultury ludów pierwotnych, toteż dla paleontologa i archeologa są ważnym terenem badań. Wnętrze jaskiń kryje liczne organizmy zwierzęce, niepozorne, lecz z wielu względów szczególnie ciekawe dla biologa. Zagadnienia geologiczne, paleontologiczne, biologiczne i inne wielokrotnie zazębiają się i wymagają dla ich rozwiązania szczegółowej znajomości morfologii i rozwoju jaskiń. Syntetyczną wiedzę o problemach jaskiniowych nazywamy speleologią, podobnie jak limnologią nazywamy całokształt wiedzy o jeziorach, a pedologią — wiedzy o glebie.

U podstaw wszelkich badań nad jaskiniami musi się oczywiście znajdować ich rejestracja i opis. W zakresie speleologii jesteśmy wciąż jeszcze w stadium, które odpowiada okresowi wielkich odkryć w geografii. Poznawanie jaskiń wymaga często specjalnego sprzętu i umiejętności sportowych, budzi też — podobnie jak wyprawy do gór egzotycznych czy krajów polarnych — szerokie zainteresowanie. Na całym świecie liczne organizacje o charakterze raz bardziej naukowym, kiedy indziej bardziej alpinistyczno-sportowym, grupują amatorów odkrywania i zwiedzania jaskiń, nazywają się zaś zwykle organizacjami speleologicznymi.

Tak więc speleologia ma jak gdyby dwa poziomy: na jednym zajmuje się odkrywaniem eksploracją i opisem jaskiń, niejednokrotnie granicząc z problemami alpinistycznymi. Na wyższym poziomie oznacza ona syntezę wyników poszczególnych nauk zajmujących się badaniami jaskiń.

Zanim zajmiemy się omówieniem historii speleologii, jej stanu obecnego i problematyki badawczej na świecie i w Polsce, trzeba przypomnieć pokrótce jaki jest obiekt jej badań. Jaskinie powstają we wszystkich rodzajach skał w wyniku działania różnorodnych czynników, są jednak zazwyczaj zjawiskiem wyjątkowym. Jedynie na obszarach, w których na powierzchni pojawiają się skały ulegające rozwarzaniu przez wody opadowe (są to przede wszystkim wapienie, dolomity i gipsy), tworzenie się próżni we wnętrzu skał jest zjawiskiem regularnym i dominującym w kształtowaniu terenu. Tworzeniu się jaskiń towarzyszy tu pojawianie się specyficznych form powierzchniowych, a także szereg innych zjawisk

(zwłaszcza specyficzne stosunki hydrograficzne), które ujmujemy nazwą zjawisk krasowych. Ponieważ powstawanie i rozwój jaskiń związane są ściśle z całością procesów krasowych, przeto speleologia obejmuje zazwyczaj także badania innych — poza jaskiniami — form i procesów krasowych.

Pokaźna część powierzchni łądów pokryta jest utworami ulegającymi procesom krasowym. Znajdują się one zarówno w obszarach polarnych, jak umiarkowanych i tropikalnych. Jaskinie są więc zjawiskiem częstym i ważnym w morfologii łądów.

O znaczeniu naukowym badań jaskiniowych będziemy mówili w różnych miejscach naszego artykułu. Nie należy sądzić, że chodzi tu o jakieś badania marginesowe. Tak np. znaczna część wiedzy o historii ssaków opiera się na szczątkach znalezionych w osadach współczesnych lub dawnych jaskiń. Większość materiałów do zagadnienia antropogenezy (*Australopithecinae*, *Sinanthropus*, wszystkie prawie resztki *Homo neanderthalensis*) pochodzi z jaskiń. Osady jaskiniowe są głównym źródłem wiedzy o kulturze materialnej społeczeństw paleolitycznych, a malarstwo ściennie w jaskiniach Francji i Hiszpanii rzuca zupełnie nowe światło na kulturę duchową tych ludów i początki sztuki w ogóle. Badania fauny jaskiń przyniosły doniosłe rezultaty dla całości zoologii i stały się podstawą do tworzenia szerokich syntez ewolucyjnych i zoogeograficznych (J e a n n e l, 1942).

Skały ulegające procesom krasowym zajmują znaczną część powierzchni szeregu krajów (np. Austria, Albania, Grecja, Jugosławia, Liban). Ubóstwo gleby, trudności w zalesianiu, brak wody, trudności w budowie zapór wodnych i fundowaniu budynków — oto niektóre z zagadnień ekonomicznych związanych ściśle ze zjawiskami krasowymi. Nic więc dziwnego, że w kilku krajach stworzono dla badań speleologicznych i dla studium form krasowych specjalne instytuty o problematyce zarówno teoretycznej, jak i praktycznej. Zagadnieniom tym poświęcono wiele opracowań o charakterze monograficznym i podręcznikowym, a kilkadziesiąt czasopism i wydawnictw ciągłych publikuje wyłącznie prace speleologiczne. Publikowana w Austrii międzynarodowa bibliografia speleologiczna, daleka zresztą od kompletności, podaje na rok 1951 1072 tytuły prac.

ROZWÓJ SPELEOLOGII

Człowiek zapuszczał się do jaskiń od czasów najdawniejszych powodowany motywami praktycznymi (poszukiwanie schronienia, łowy) i być może religijnymi (malarstwo we wnętrzu jaskiń o charakterze magicznym). Brak pewnego oświetlenia, strach przed ciemnością, powstrzymywały jednak ludzi aż do ostatnich czasów przed wyprawami do głębszych części podziemi. O znajomości niektórych jaskiń świadczą jednak zarówno mity starożytne, jak i legendy średniowieczne, jak wreszcie stopniowo coraz liczniejsze notatki i opisy. Dopiero w XVIII wieku spotykamy liczniejsze wyprawy do jaskiń przedsiębrane z pobudek czysto naukowych. Rosenmüller i Tiselius opublikowali w r. 1779 opis szeregu jaskiń europejskich, a w r. 1768 Laurenti opisał odmienne jaskinio-

wego, pierwsze zwierzę z fauny podziemnej. W XIX stuleciu badania jaskiniowe mnożą się. W drugiej połowie tego stulecia szczególnie wielkie zainteresowanie budzą poszukiwania archeologiczne w jaskiniach. Żywo dyskutowany jest wówczas problem starożytności człowieka i w związku z tym obecności szczątków ludzkich razem z kośćmi wymarłych zwierząt. Polska nie pozostaje wówczas w tyle za innymi krajami. Badania Jana Zawiszy w jaskiniach okolic Ojcowa (1871—1881) i referaty tego badacza na zjazdach archeologicznych w Bolonii i Brukseli, w których wypowiadał się za równoczesnym występowaniem mamuta i człowieka, wzbudziły duże zainteresowanie i spotkały się z uznaniem.

Choć badania archeologiczne w jaskiniach prowadzone są do dziś i nie straciły nic ze swego znaczenia, to jednak z końcem XIX i z początkiem XX wieku najwięcej uwagi zaczynają zwracać jaskiniowe badania hydrograficzne. Pionierem ich był Francuz, Emil Martel, z wykształcenia prawnik. W ciągu kilkudziesięciu lat badał Martel jaskinie całej Francji, a także Anglii, Belgii, Hiszpanii, Jugosławii, Gruzji, Stanów Zjednoczonych, publikując ich opisy a zarazem rozważania na temat hydrografii krasowej (1894, 1921, 1933). Jeśli archeologowie mogli ograniczać się do znajomości przyotworowych części jaskiń, to dla badań hydrologicznych trzeba było śledzić bieg wód podziemnych w oddalonych, trudno dostępnych częściach jaskiń i na dnie głębokich studni naturalnych (awenów). Opisy eksploracji E. Martela wzbudziły wielkie zainteresowanie; zawdzięczamy mu też stworzenie pierwszego francuskiego towarzystwa speleologicznych i pierwszego czasopisma.

Obok badań archeologicznych i hydrograficznych od początków XX wieku wspaniale rozwijają się badania biospeleologiczne. Ich prekursorem był E. Racovitz, który pierwszy wytyczył ich program (1907). Program ten kontynuował głównie R. Jeannel i P. A. Chappuis we Francji i Rumunii, a następnie biologowie wszystkich niemal krajów świata. Badania ich przyniosły poznanie tysięcy gatunków zwierząt żyjących wyłącznie w środowisku podziemnym (troglobiontów). Wiele z nich należy do grup reliktowych, na powierzchni wymarłych. Ich znajomość pozwoliła niejednokrotnie na wyciąganie interesujących wniosków paleogeograficznych i paleoklimatycznych.

Wszystkie omówione kierunki badań speleologicznych są dziś intensywnie kontynuowane: zarówno badania archeologiczne namulisk jaskiniowych jak i studium hydrologii krasowej, jak wreszcie poszukiwania biospeleologiczne. Lata powojenne przyniosły jednak jeden jeszcze, nowy rys w badaniu jaskiń. Mam tu na myśli rozwój kierunku sportowego, alpinizmu podziemnego. W szeregu krajów podejmowane są dziś wyprawy do jaskiń z pobudek sportowych, wyprawy skierowane zwłaszcza do jaskiń szczególnie trudnych i głębokich. Wyprawy te przebywają nieraz wiele dni pod ziemią, pokonując dzięki udoskonalonemu sprzętowi przeszkody do niedawna uważane za nie do przebycia (pionowe progi skalne, zalane wodą syfony). Chociaż cel tych wypraw jest sportowo-odkrywczy, a miarą ich osiągnięć pokonane trudności, w szczególności zaś uzyskana głębokość (Gouffre Berger we Francji — 1130 m, jest obecnym rekordem świata), to jednak nie można pominąć ich znaczenia naukowego. Udostępniły one badaczom cały świat jaskiń dotąd absolutnie niedostępnych. Plany głębokich jaskiń i wykonane w nich obserwacje zmusiły do rewizji wielu dotychczas-

sowych poglądów na genezę jaskiń. Wreszcie rozgłos, jaki miały wielkie wyprawy jaskiniowe pobudził zainteresowanie jaskiniami w krajach, gdzie dotąd nie było żadnych prawie badań speleologicznych. W Libanie, na Nowej Zelandii, w Afryce Południowej, na Kubie, w Wenezueli powstały aktywne kluby badaczy jaskiń publikujące w swych wydawnictwach cenne naukowe spostrzeżenia. Rozszerzenie badań jaskiniowych na całą Ziemię pozwala na szerokie syntezы przedstawiające rozwój zjawisk krasowych w skali światowej (np. Kosack, 1952; Birot, 1954).

Z PROBLEMATYKI SPELEOLOGICZNEJ

Po krótkim omówieniu historii badań jaskiniowych przejdziemy do podania kilku przykładów zagadnień z jakimi spotyka się współczesna speleologia. Wspominano już poprzednio o niezmiernie ważnych materiałach naukowych, jakich dostarczają namuliska jaskiniowe. W dawniejszych badaniach starano się wydobyć z osadów jaskiniowych jak najwięcej zabytków, przede wszystkim wyrobów i szczątków ludzkich. Stosowano wówczas już metodę stratygraficzną, wiedząc o tym, że warstwy ułożone są w porządku chronologicznym i głębsze z nich zawierają zabytki starsze, a płytsze — zabytki młodsze. Dziś badanie namulisk jaskiniowych stało się sprawą o wiele bardziej skomplikowaną i najlepiej nawet wyszkolony badacz-archeolog nie wystarcza do jego przeprowadzenia. Konieczna tu jest bowiem współpraca specjalistów z różnych dziedzin.

Obserwacje w terenach krasowych różnych stref klimatycznych pozwoliły stwierdzić, że typ wietrzenia, a tym samym charakter osadów ulega zmianom zależnie od klimatu. Tak więc w klimacie polarnym dominuje wietrzenie mechaniczne: woda przedostaje się do szczelin skalnych, a następnie zamarzając powoduje kruszenie skały. Wynikiem tego jest tworzenie się na dnie jaskini warstwy ostrokanciastego gruzu. Ponadto w strefie klimatu arktycznego zachodzą procesy zwane periglacialnymi. Należy tu m. in. tworzenie się klinów mrozowych, charakterystyczne ruchy mas glebowych itp. Procesy te nie pozostają bez wpływu i na ukształtowanie namulisk jaskiniowych (Dylik, Chmielewska, Chmielewski, 1954). W klimacie cieplejszym natomiast następuje intensywniejsze wietrzenie chemiczne wapieni, a na dnie jaskini osadza się gliniasta warstwa residuum. Znajomość wyżej wymienionych procesów pozwala — przy starannej obserwacji profilu osadów jaskiniowych, popartej niekiedy analizą granulometryczną — określić jaki klimat panował w czasie tworzenia się poszczególnych warstw. Jeśli zaś znamy, z innych badań, następstwo różnych okresów klimatycznych (szczególnie jaskrawe, jak wiadomo, w epoce lodowej), to możemy również umieścić poszczególne warstwy w geologicznej skali czasu. Jaskinie dają nam ponadto okazję śledzenia zmian ilości opadów. W okresach wilgotnych wzmożone przeciekanie wód opadowych przez strop jaskini powoduje tworzenie się na dnie charakterystycznych skorup naciekowych. Takie skorupy widzimy na przykład w wielu jaskiniach okolic Ojcowa.

Prócz samego charakteru osadu ważnych wskazówek stratygraficznych dostarczają resztki roślinne zawarte w namuliskach jaskiniowych. Węgielki drzewne znajdowane w ogniskach ludzi pierwotnych pozwalają na ozna-

czenie gatunku drzewa używanego na opał, a tym samym mówią wiele o charakterze roślinności i klimacie (K o z ł o w s k a, 1921). W wielu osadach jaskiniowych uzyskano również pozytywne rezultaty przy użyciu metody analizy pyłkowej, to znaczy oznaczając pyłki roślinne w nich zawarte.

Szczególnie dobrze zachowują się w osadach jaskiń kości zwierzęce, najczęściej kości ssaków. Zawdzięczamy to temu, że namuliska zawierają zawsze dużo węgla wapnia konserwującego kości, ponadto zaś brak w jaskiniach szaty roślinnej, która przez działalność korzeni i wytwarzanie kwasów humusowych jest najważniejszym czynnikiem niszczącym kości martwych zwierząt. Temu dobremu zachowywaniu się kości zwierząt w osadach jaskiniowych zawdzięcza wiele wymarłych gatunków ssaków (niedźwiedź, lew, hiena i in.) nazwę „jaskiniowy”. Wymarłe gatunki z wymiennych wyżej rodzajów nie były zapewne bardziej związane ze środowiskiem jaskiniowym niż gatunki współczesne, ale szczątki ich zachowały się do dziś prawie wyłącznie w namuliskach jaskiń i stamtąd je też po raz pierwszy opisano. To właśnie skłoniło pierwszych badaczy do nadania im nazw gatunkowych „*spelaeus*” — jaskiniowy.

Analiza szczątków zwierzęcych znalezionych w jaskiniach pozwala do pewnego stopnia datować warstwę w której występują, a także zrekonstruować klimat i typ wegetacji, nawet jeśli nie znaleziono szczątków roślin. Oczywiście trzeba tu być ostrożnym we wnioskowaniu. Dzisiejsze nosorożce i słonie żyją w strefie gorącej, ale podobne do nich gatunki wymarłe z plejstocenu Europy: nosorożec włochaty i mamut, były zwierzętami klimatu zimnego. Niektóre gatunki, np. wilk, rozmieszczone są szeroko w różnych strefach klimatycznych, tak że ich obecność nie pozwala na żadne wnioski paleoklimatyczne. Wszystkie te zastrzeżenia nie przeczą jednak wielkiemu znaczeniu fauny dla określenia czasu pochodzenia warstwy i panujących w tym czasie warunków. Nie trzeba też zapominać, że podstawą bytu człowieka paleolitycznego było łowiectwo. Zbadanie kości zwierzęcych znajdujących w warstwach kulturowych namulisk jaskiniowych, kości często połączonych dla wydobycia szpiku, opalonych lub poddanych obróbce dla uzyskania narzędzi kościanych, pozwala nam ustalić jakie gatunki były łupem człowieka, czy polował on na zwierzęta młode czy stare, samce czy samice itd. Z kolei zresztą znalezienie rysunków i malowideł z okresu paleolitu pozwoliło poznać wygląd wielu wymarłych gatunków zwierząt i stworzyć sobie dokładniejszy obraz ówczesnej fauny. W ten sposób paleozoologia i archeologia uzupełniają się wzajemnie w badaniach jaskiniowych.

W dawniejszych wykopaliskach w jaskiniach zwracano uwagę przede wszystkim na kości dużych zwierząt. Dopiero ostatnio stwierdzono, że w osadach jaskiń występują też liczne kości drobnych ssaków, owadożer-nych, gryzoni i nietoperzy. Zwierzęta te często w większym stopniu niż duże ssaki uzależnione są od klimatu, niektóre ich grupy (zwłaszcza rodzina *Microtinae* wśród gryzoni) wykazują w plejstocenie szybkie tempo ewolucji, co czyni z nich dobre „skamieliny przewodnie”. J a n o s s y (1955) w jaskiniach Węgier analizował skład fauny drobnych ssaków w próbkach osadu pobieranych co 10 cm głębokości nawet w jednolitych na pozór warstwach. Okazało się, że skład ten ulega wahaniom ilościowym dającym się interpretować jako wynik zmian klimatycznych.

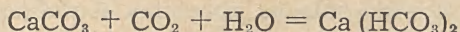
Oczywiście same wyroby ludzkie znajduwane w jaskiniach również pozwalają na określenie wieku względnego warstwy, z której pochodzą, toteż stratygrafia geologiczna, paleontologiczna i archeologiczna wzajemnie się uzupełniają. Zdobyte stratygrafii jaskiniowej mogą być z kolei użyte poza jaskiniami, o ile np. szczątki zwierzęce lub wyroby ludzkie znalezione zostaną w osadach trudnych do datowania na innej drodze, jak żwirry rzeczne lub trawertyny.

Zdarza się często, że dawne jaskinie ulegają zupełnemu zniszczeniu, ale ich namuliska zachowują się wraz z zawartą w nich fauną. Ulegają one zwykle zcementowaniu przez węglan wapnia tworząc twarde brekcje. Te brekcje kostne (u nas np. znane z Węzów i Podlesic na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej) są jednym z najważniejszych źródeł poznania fauny młodszego trzeciorzędu i wczesnego plejstocenu. Wyjaśnienie składu fauny zawartej w brekcjach i sposobu ich powstawania ułatwiły badania nad gromadzeniem się kości zwierząt współczesnych w jaskiniach (Z a p f e, 1954).

Wszystkie wspomniane dotąd metody stratygraficzne pozwalały na datowanie w kategoriach względnych, a więc na określenie epoki czy piętra geologicznego, z którego dana warstwa pochodzi. To datowanie, choć bardzo ważne, nie dla wszystkich celów jest wystarczające. Tak np. klimat w tym samym czasie mógł być różny w różnych terenach i uznanie dwu osadów za równoczesne na podstawie podobnego klimatu może prowadzić do poważnych błędów. Dopiero wyrażenie wieku w jednostkach astronomicznych, w latach, usuwa wszystkie wątpliwości. Pozwala ono także na wyciąganie wniosków co do takich zagadnień jak np. tempo ewolucji zwierząt i roślin, szybkość rozwoju kultury ludzkiej itp. Również i w tej dziedzinie speleologia ma wiele do powiedzenia (S a n d e r s o n, 1951). Można więc w niektórych wypadkach znaleźć w jaskiniach materiały do datowania za pomocą metod chronologii bezwzględnej stosowanej w innych terenach: łań warwowych, pierścieni przyrostu drzew lub zawartości radioaktywnego węgla w szczątkach organicznych. Wyniki tych metod można wówczas nawiązać do chronologii względnej. Jaskinie pozwalają jednak również na użycie specjalnej metody, która może poważnie wzbogacić nasz arsenał „zegarów geologicznych”. Metoda ta, to mierzenie zawartości ^{14}C w naciekach. Warto zapoznać się tu bliżej z jej założeniami.

Atmosfera ziemską ulega nieustannemu działaniu promieni kosmicznych. Powodują one tworzenie się ze zwykłych atomów węgla zawartego w CO_2 atmosfery atomów radioaktywnego ^{14}C . Procent tych atomów w CO_2 atmosfery jest stały i znany. Pod względem chemicznym zachowują się one oczywiście jak zwykłe atomy węgla. Wiadomo, że przy asymilacji roślin radioaktywne atomy dostają się do tkanek roślinnych, a wraz z nimi do ciała zwierząt, w których procentowa zawartość ^{14}C , wskutek stałej wymiany z otoczeniem, jest taka sama jak w atmosferze. Po śmierci rośliny lub zwierzęcia wymiana węgla z atmosferą ustaje i wskutek rozpadu radioaktywnego węgla ilość jego atomów ulega zmniejszeniu. Znajac okres połowicznego rozpadu ^{14}C (5568 ± 30 lat) i zawartość jego w szczątkach rośliny lub zwierzęcia można obliczyć, jaki czas upłynął od jego śmierci. Ta metoda jest znana i stosowana już od kilkunastu lat i dała ona szereg bardzo interesujących wyników.

Jak wiadomo, nacieki w jaskiniach zbudowane są z węglanu wapnia. Węgiel nacieków pochodzi w połowie z atmosfery, gdyż budujący je węgiel wapnia dostaje się do roztworu w wyniku reakcji:



Węgiel CaCO_3 pochodzi ze skały wapiennej i praktycznie pozbawiony jest atomów radioaktywnych, natomiast węgiel CO_2 ma tę samą zawartość ^{14}C co każdy inny węgiel atmosferyczny. Możemy więc przypuszczać, że koncentracja atomów ^{14}C w świeżo utworzonych naciekach odpowiada połowie koncentracji w atmosferycznym CO_2 . W miarę mijania czasu koncentracja ta maleje tak samo szybko jak w szczątkach organicznych.

Na teoretyczną możliwość stosowania metody ^{14}C do datowania nacieków jaskiniowych zwrócił uwagę młody fizyk i speleolog austriacki Herbert Frank (1951). Wg otrzymanych od niego ustnych informacji w ostatnich miesiącach przeprowadzono pierwsze eksperymenty praktyczne w pracowniach niemieckich. Okazało się, że doświadczenia potwierdziły przewidywania teoretyczne i że metoda ta jest technicznie łatwiejsza niż badanie szczątków organicznych. Wskutek względnie krótkiego okresu rozpadu połowicznego ^{14}C datowanie przy jego pomocy sięgać może na razie do około 50 000 lat wstecz. Istnieje jednak możliwość nawiązania wyników uzyskanych tą metodą do badań pierścieni na naciekach, albo do obserwacji wychyleń stalaktytów od pionu wskutek ruchów skorupy ziemskiej. W ten sposób można by przedłużyć wstecz okres stosowalności tych badań.

Trzeba tu jeszcze wspomnieć, że spotykane w dawniejszej literaturze próby datowania nacieków przez obliczenie ilości CaCO_3 osadzającego się w jednostce czasu i pomiar masy nacieku nie mają praktycznego znaczenia, gdyż tempo przeciekania wody, a tym samym tworzenia się nacieku jest zależne w zbyt wielkim stopniu od czynników klimatycznych i lokalnych.

Oznaczenie wieku nacieków ma specjalne znaczenie jeszcze i z tego powodu, że w świetle ostatnich badań skład mineralogiczny nacieków może być świadectwem dawnych temperatur. Wiadomo, że węgiel wapnia występować może w formie dwu różnych minerałów: kalcytu i aragonitu. W wyższych temperaturach tworzy się aragonit, w niższych — kalcyt. G. W. Moore (1956) badając skład mineralogiczny nacieków jaskiń rozrzuconych na wielkich przestrzeniach Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej stwierdził, że w rejonach południowych spotyka się nacieki aragonitowe. Dalej ku północy rozciąga się strefa, w której aragonit nie tworzy się, ale występuje pod warstwą nacieków kalcytowych. Wreszcie jeszcze dalej ku północy aragonitu brak zupełnie. Obecność strefy „kopalnego” aragonitu świadczy o okresie cieplejszego klimatu, przy czym jej szerokość pozwala obliczyć, że ocieplenie to wynosiło około 8°C w stosunku do obecnej średniej rocznej. Niestety, autor nie stosował metody ^{14}C i nie potrafił datować bezpośrednio nacieków aragonitowych. Przypuszcza on tylko, że ich rozprzestrzenienie ku północy przypadło na okres optimum klimatycznego przed około 5000 lat.

W krótkim artykule nie sposób oczywiście przedstawić całej problematyki współczesnej speleologii. Podamy tu jeszcze tylko jeden przykład

wskazujący na niezbędność syntetycznego, wielostronnego badania faktów obserwowanych w jaskiniach.

Najlepiej może znanym ze wszystkich ssaków kopalnych jest niedźwiedź jaskiniowy (*Ursus spelaeus* Rosenm.). Kości tego gatunku spotyka się w licznych jaskiniach środkowej i zachodniej Europy, często w ogromnych ilościach. Dzięki wielkiej liczebności tych szczątków można było szczegółowo zbadać zmienność, rozwój ontogenetyczny, a nawet występowanie chorób pozostawiających ślady na szkielecie u tego gatunku. Niedźwiedzie jaskiniowe szukały schronienia w jaskiniach w ciągu tysiącleci, zapuszczały się one nawet — prawdopodobnie w okresie zimy — do daleko położonych, zupełnie ciemnych chodników. W wielu jaskiniach spotykamy na ścianach, zawsze na wysokości 1—1,5 m nad dnem, pas ogładzonej, wypolerowanej skały (tzw. „Bärenschliffe”). Są to ślady przejścia tysięcy niedźwiedzi, które wędrując w ciemności posuwały się stale wzdłuż ścian ocierając się o nie grzbietem. Często te ślady pokryte są grubą warstwą nacieku świadczącego o ich dawnym wieku. Warto wspomnieć, że ogładzenia te spotykamy i w jaskiniach Polski, np. w jaskini Wierzchowskiej Górnej koło Ojcowa. Rzadsze już są ślady pazurów niedźwiedzi na ścianach lub ślady stóp odcisnięte w glinie. Trupy padłych w jaskini niedźwiedzi były często atakowane przez hieny jaskiniowe, które nie tylko pożerały padlinę, ale i łupały kości. Badania Z a p f e g o (1939) wykazały, że hieny atakują kości w ściśle określony sposób, otwierając je dla wydobycia szpiku. Po rozkładzie ciała pozostałe kości były deptane i rozwlekane przez następne generacje niedźwiedzi, tak że całkowitych szkieletów nie spotyka się prawie nigdy. Czasem też woda przedostająca się do jaskini w okresach wilgotnych, lub wskutek lokalnych zalewów, obtaczała kości wraz z zwierem leżącym na dnie i układała je w nowe warstwy. Wreszcie warto wspomnieć, że odchody i produkty rozkładu trupów niedźwiedzi wzbogacały namuliska jaskini w związki fosforu, tak że niekiedy ich zawartość osiąga wysokość opłacającą eksploatację dla celów nawozowych (np. w Drachenhöhle koło Mixnitz w Austrii).

W niektórych jaskiniach zamieszkałych przez niedźwiedzie, okresowo chronił się również człowiek z okresu paleolitu, być może sporadycznie zabijając te zwierzęta, używając ich mięsa na pokarm, a kości — na narzędzia. Obecność śladów człowieka wraz ze śladami niedźwiedzia jaskiniowego pobudziła niektórych archeologów, słabo obznajomionych z problemami speleologii i paleontologii do stworzenia teorii istnienia w okresie paleolitu specjalnej „kultury łowców niedźwiedzia jaskiniowego”. Ludy należące do plemion tych łowców miały zamieszkiwać specjalnie rejony górskie, odżywiać się głównie niedźwiedziami i sporządzać narzędzia z ich kości (B ä c h l e r, 1940; Z o t z, 1939). Wielką ilość kości niedźwiedzi uważano za ślad polowań ludzi, ogładzone przez wodę lub przechodzące zwierzęta kości uważano za gładziki do obróbki skór. Znajdowano niekiedy czaszki niedźwiedzia wśród bloków kamiennych interpretowano jako pochówek rytualny głów niedźwiedzi dla celów kultowych. U nas A. J u r a (1955) opisał z Jaskini Magurskiej w Tatrach cały szereg stopni rozwoju narzędzi kościanych jakoby używanych przez człowieka paleolitycznego. Niestety, większość z tych dokonanych przez archeologów obserwacji, którym poświęcono całą, liczną literaturę, nie wytrzymuje krytyki.

Tak więc w Jaskini Magurskiej w Tatrach nie znaleziono żadnych śladów ognia ani narzędzi krzemiennych; a nie ulega wątpliwości, że namulisko jaskini wraz z zawartymi w nim kośćmi było powtórnie przebyte przez wodę, przy czym kości uległy ogładzeniu. Sam fakt znalezienia tysięcy „gładzików” bez żadnych innych śladów kultury ludzkiej przemawia zdecydowanie za ich powstaniem na drodze procesów naturalnych (K o w a l s k i, 1957). Rzekome narzędzia z kłów niedźwiedzi okazały się po prostu silnie zużytymi kłami starych zwierząt, a połupanie kości przypisać musimy hienom. Również rzekome „rytualne pochówki” czaszek niedźwiedzi to prawdopodobnie błędna interpretacja czaszek przypadkowo przykrytych przez spadające z góry kamienie. Ostatnio B ä c h l e r (1957) przytacza, jako niewątpliwy dowód, że niedźwiedzie zabijane były przez ludzi, analizę wieku niedźwiedzi jaskiniowych wykopanych w jaskiniach alpejskich. Okazało się, że większość osobników zginęła w wieku młodym, co uważa on za niemożliwe do wytłumaczenia przyczynami naturalnymi. Niestety, wnioski jego polegają na nieznaomości ekologii. Wiadomo już od czasów D a r w i n a, że jeśli ilość jakiegoś gatunku ma pozostawać mniej więcej stała, a nie rosnąć w nieskończoność, to większość osobników musi ginąć przed wydaniem potomstwa. Cenne zresztą badania B ä c h l e r a świadczą więc raczej przeciw jego wnioskowi. Publikacje K o b y e g o (1951, 1953), który szczegółowo analizuje ślady pozostawione przez niedźwiedzie jaskiniowe w jaskiniach, ostatecznie wyjaśniają naturalne pochodzenie całego szeregu rzekomych dowodów istnienia „łowców niedźwiedzia jaskiniowego”. Wskazują one również na konieczność współpracy archeologów ze speleologami, paleontologami, a nawet ekologami.

ORGANIZACJE I WYDAWNICTWA SPELEOLOGICZNE

Przegląd najważniejszych organizacji i wydawnictw speleologicznych zaczniemy od Francji, która jest kolebką współczesnej speleologii. Istnieją tam obecnie liczne organizacje lokalne, grupujące bądź amatorów-badaczy jaskiń, bądź raczej alpinistów-grotołazów. Wydaje one liczne biuletyny, najczęściej jednak mające jedynie lokalne znaczenie. Organizacją centralną jest *Société Spéléologique de France*, z siedzibą w Paryżu. Towarzystwo to, wraz z Klubem Alpejskim (*Comité Scientifique du Club Alpin Français*) wydaje kwartalnie pismo *Annales de Spéléologie*. Istnieje również Narodowy Komitet Speleologiczny, złożony z przewodniczących wszystkich organizacji speleologicznych we Francji. Komitet ten wydaje kwartalnie *Bulletin du Comité National de Spéléologie*. Problemom biospeleologii poświęcone jest wydawnictwo seryjne *Notes Biospéologiques* wydawane przez Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu. Jest ono również organem laboratorium podziemnego w Moulis w Pirenejach. W laboratorium tym, znajdującym się w jaskini, przeprowadzane są głównie prace nad biologią zwierząt jaskiniowych.

Ilość książek poświęconych jaskiniom jest we Francji bardzo duża. Trzeba wśród nich wymienić *Traité de Spéléologie* F. T r o m b e'a (1952), jeden z najnowszych podręczników wiedzy o jaskiniach. Ponieważ sam autor jest profesorem fizyki, przeto szczególnie interesujące są rozdziały dotyczące zjawisk fizycznych, jak ruch wody w jaskiniach, tworzenie się

nacieków, meteorologia podziemna. Dobrym podręcznikiem techniki zwiedzania jaskiń jest książka H. P. Guérin (1944). Popularny charakter ma *Toute la spéléologie* pióra G. de Lavaur (1954). Wielką rolę w popularyzacji speleologii odegrały książki N. Casteret, świetnie napisane, a opisujące samotne przeważnie wyprawy autora w głąb jaskiń Pirenejów.

W Monako, na którego maleńkim terytorium znajduje się kilka interesujących jaskiń, działa *L'association de Préhistoire et de Spéléologie de Monaco*. Przy jego współpracy ukazuje się *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco* z wieloma artykułami poświęconymi stratygrafii i archeologii namulisk jaskiniowych.

Niewielka Belgia posiada sporo jaskiń na terenie Ardenów. Szereg amatorskich grup speleologicznych tworzy razem *Fédération Spéleologique de Belgique*, która wydaje kwartalnie powielany *Bulletin d'Information*. Jeden z założycieli federacji, F. Anciaux, wydał w r. 1950 podręcznik speleologii.

W Anglii speleologia jest bardzo popularna; działa tam kilkadziesiąt organizacji grupujących jej miłośników. Organizacjami o charakterze ogólnonarodowym są: *British Speleologica Association*, wydająca czasopismo *Cave Science* i *The Cave Research Group of Great Britain* wydająca *Transactions*. Całość wiadomości o jaskiniach i ich badaniach w Wielkiej Brytanii i Irlandii zawiera zbiorowe dzieło *British Caving* (1953) będące zarazem najlepszym podręcznikiem speleologii w języku angielskim.

Kraje skandynawskie nie mają wiele jaskiń i brak im własnych organizacji speleologicznych. Warto tu wspomnieć, że opis zjawisk krasowych w Skandynawii, na Spitsbergenie i na Wyspie Niedźwiedziej zawiera obszerna monografia J. Corbela z Uniwersytetu w Lionie (1957).

Szwajcaria ma ciekawe tereny krasowe w Alpach i Jurze. Właśnie na terenie Szwajcarii leży największa znana jaskinia na świecie, Hölloch, której pomierzone korytarze liczą 65 km długości. Speleolodzy szwajcarscy zgrupowani są bądź w Szwajcarskim Klubie Alpejskim, bądź w Towarzystwie Speleologicznym (*Société Suisse de Spéléologie*). To ostatnie wydaje pismo *Stalactite*.

W Niemczech istnieje *Deutsche Gesellschaft für Karstforschung* obejmujące w zasadzie teren obu państw niemieckich, ale mało aktywne. Obok niego działa szereg grup lokalnych. Nie mają one jednak własnych publikacji. Wydawane przed wojną *Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung* nie są obecnie kontynuowane.

Austria była — obok Francji — kolebką speleologii, tym bardziej, że do czasu pierwszej wojny światowej należał do niej teren Krasu w Słowenii (od nazwy tego obszaru pochodzi nazwa zjawisk „krasowych”). Również między wojnami badania jaskiń bardzo silnie rozwijały się w Austrii, po części w związku z eksploatacją namulisk jaskiniowych dla celów nawozowych, krytykowaną zresztą przez czynniki ochrony przyrody. Wydawano wówczas czasopismo *Speläologisches Jahrbuch* (1920—1936) oraz do dziś podstawową serię *Speläologische Monographien*. Obecnie organizacją centralną jest w Austrii *Verband Österreichischer Höhlenforscher* grupujący towarzystwa speleologiczne poszczególnych krajów związkowych. Wydaje on pismo *Die Höhle* oraz ukazujące się sporadycznie *Wissenschaftliche Beihefte*. W tej ostatniej serii wychodzi opracowywana

przez H. Trimmela międzynarodowa bibliografia speleologiczna. *Speläologisches Institut des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft* w Wiedniu prowadzi prace naukowe głównie z zakresu zagospodarowania terenów krasowych: zapobiegania erozji gleby, zalesiania itp.

Na Węgrzech działa kilkanaście grup speleologów i grotolazów, a organizację centralną tworzy sekcja krasowa Węgierskiego Towarzystwa Hydrologicznego. Wydaje ona powielany biuletyn *Karszt-és Barlangkutató-társi Tájékoztató*.

Czechosłowacja ma piękne tereny krasowe, głównie na Morawach i w Słowacji. Szereg jaskiń udostępnionych dla ruchu turystycznego kryje wspaniałe nacieki. Liczne albumy zdjęć z tych jaskiń znane są dobrze i u nas. Spośród prac monograficznych na szczególną uwagę zasługuje A. Dropy (1957) opis jaskiń Demenowskich i J. Sekyry¹ (1954) opracowanie Krasu Tatr Bielskich, gdyż dotyczą one terenów często odwiedzanych przez polskich turystów i badaczy. Podręcznik J. Kunsky'ego *Krás a jeskyne* (1950) wyszedł także w przekładzie polskim (1956). Czasopismem poświęconym zjawiskom krasowym całej republiki jest *Česko-slovenský Kras* (zajmujący się jednak głównie jaskiniami Czech i Moraw). Słowacja ma od niedawna pismo *Slovenský Kras* — organ Muzeum Słowackiego Krasu w Liptowskim Mikulaszu.

Na terenie Rumunii leży jeden z najstarszych instytutów speleologicznych w Europie. Został on założony w r. 1920 przy uniwersytecie w Cluj przez E. Racovitza, jednego z twórców biospeleologii i do czasu ostatniej wojny wydał 8 tomów prac *Lucrarile Institutului de Speologie din Cluj*. Ostatnio utworzono w Budapeszcie centralny instytut speleologiczny, a placówka w Cluj tworzy jego oddział.

W Bułgarii działało przed wojną towarzystwo speleologiczne, które wydało 2 tomy *Izwiestija na Bułgarskoto Peszczerno Družestwo*. Choć Bułgaria ma wielkie tereny krasowe, zainteresowanie jaskiniami jest tam obecnie dość słabe, brak jest organizacji i czasopism speleologicznych.

Przechodząc do omówienia speleologii w krajach śródlądniomorskich rozpoczniemy nasz przegląd od Hiszpanii. Grupy grotolazów-alpinistów lub amatorów-speleologów są tu bardzo liczne i nie mają organizacji centralnej. Z czasopism wymienić trzeba pięknie wydawany *Speleon* poświęcony głównie morfologii i hydrografii krasowej, a będący organem instytutu geologicznego Uniwersytetu w Oviedo. Portugalia ma również kilka grup speleologicznych.

Włochy zajmują obok Francji przodujące miejsce w speleologii europejskiej. Poza licznymi grupami lokalnymi, często wydającymi własne biuletyny, istnieje centralna *Società Speleologica Italiana* organizująca corocznie kongresy. Czasopismem centralnym jest *Rassegna Speleologica Italiana* wydawana regularnie w bardzo pięknej szacie graficznej. Do r. 1944 utrzymywały Włochy w Postojnie w Istrii, na ówczesnym terytorium Włoch, instytut speleologiczny, którego organem było pismo *Le Grotte d'Italia*. Obecnie siedzibą tego instytutu jest Castellana-Grotte koło Bari, tam też pod redakcją prof. F. Anelli wydawane jest dalej pismo *Le Grotte d'Italia*.

¹ Pierwszy przypadek nazwisk brzmi: Dropa i Sekyra, należy podać więc Dropy i Sekyry.

Dla Jugosławii problemy speleologii mają szczególne znaczenie, albowiem znaczna część tego kraju zajęta jest przez tereny krasowe. W Słowenii najważniejszą placówką naukową dla badań krasu jest *Institut za raziskavanje Krasa* w Postojnie. Obejmuje on również muzeum jaskiniowe i biologiczne laboratorium podziemne, a wydaje rocznik *Acta Carsologica*. W Chorwacji podobną rolę spełnia Laboratorium krasowe i komitet badań krasu (*Stručni savjet za istraživanje krša*) przy Jugosłowiańskiej Akademii Nauk które wydają rocznik *Krš Jugoslavije*. W Serbii *Institut za prouczavanje krsza im. J. Čvijića* zajmuje się w dużym stopniu problemami praktycznymi i publikuje *Zbornik* zawierający prace naukowe. We wszystkich wymienionych republikach, a także w Bośni, Hercegowinie i Macedonii istnieją towarzystwa speleologiczne. Na pierwszym jugosłowiańskim kongresie speleologicznym w Postojnie w r. 1954 utworzono ogólno-krajowy związek speleologiczny, który jednakże nie rozwinął żywszej działalności. W różnych ośrodkach Jugosławii istnieją wreszcie grupy speleologiczne przy towarzystwach alpinistycznych i turystycznych. Jedną z najczynniejszych jest grupa klubu *Željeznica* (kolejarz) w Zagrzebiu, wydająca interesujące pismo *Speleolog*.

Albania ma liczne jaskinie, znane jednak dotąd wyłącznie z relacji badaczy zagranicznych. Bogata w tereny krasowe Grecja ma swoje towarzystwo speleologiczne publikujące kwartalny biuletyn po grecku, ze streszczeniami francuskimi.

Speleologia pozaeuropejska stawia na ogół dopiero pierwsze kroki. W Afryce jaskinie Algieru, Tunisu i Marokka znane są dość dobrze dzięki działalności speleologów francuskich. Na ogromnej części kontynentu afrykańskiego jaskinie nie są znane zupełnie, lub też mamy o nich tylko sporadyczne wiadomości, zebrane przez podróżników, najczęściej badających ich faunę. W Afryce Południowej działa *South African Speleological Association*, której grupa w Cape Town wydaje powielany biuletyn. Jaskinie południowo-afrykańskie znane są szczególnie ze znalezisk kopalnej fauny i szczątków istot przedludzkich, *Australopithecinae*.

W Azji również tylko tu i ówdzie prowadzone były dotąd badania speleologiczne. W Gruzji i Armenii badanie jaskiń ostatnio bardzo się rozwija. Wiadomości o wyprawach do jaskiń zamieszczają często wydawnictwa alpinistyczne np. rocznik *Pobieżdennyje Wersziny*. W wydawnictwach Moskiewskiego Towarzystwa Badaczy Przyrody ukazują się prace objęte wspólnym tytułem *Biospeologica Sovietica* stanowiące cenne źródło wiedzy o faunie jaskiń, głównie Zakaukazia. Książka N. A. G w o z d e c k i e g o pt. *Karst* (1954) jest najnowszym rosyjskim podręcznikiem tej dziedziny geografii fizycznej. Znana jest monografia zbiorowa jaskini Teszik-Tasz w Uzbekistanie (1949), gdzie znaleziono szczątki człowieka neandertalskiego. Badacze sowieccy prowadzą również prace w jaskiniach Uralu i wielu terenów Centralnej Azji, a na terenie Europy głównie na Krymie.

W Libanie powstał przed kilku laty aktywny klub speleologiczny wydający biuletyn w języku francuskim pod tytułem *Al Ouât' Ouate* (po arabsku znaczy to „nietoperz”). W Chinach znane są badania archeologiczne i paleontologiczne w jaskini Choukoutien, gdzie znaleziono słynnego *Sinanthropusa*. Nie ma tam jednak — o ile mi wiadomo — badań speleologicznych, ani poświęconej im organizacji. W Japonii natomiast organizacja taka powstała przed kilku laty i rozwija wszechstronną działalność.

Ogromne tereny krasowe Indii, Azji Centralnej i Zachodniej, Indochin i inne znane są jedynie ze skąpych relacji podróżników.

Australia, Tasmania i Nowa Zelandia obejmują wielkie obszary krasowe, dotąd powierzchownie tylko poznane. Aktywna *Sydney University Speleological Society* wydaje regularnie powielany biuletyn, podobnie jak *New Zealand Speleological Society*. Dalsze grupy czynne są w różnych rejonach Australii i Tasmanii.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej czynna jest *National Speleological Society*, w której skład wchodzi liczne grupy lokalne. Towarzystwo to ma trzy serie wydawnictw: miesięcznik *The News* ogłasza drobne notatki i wiadomości bieżące, rocznik *Bulletin of the National Speleological Society* publikuje większe prace, wreszcie nieregularnie ukazujące się *Occasional Papers* to osobno wydawane rozprawy naukowe o bardziej specjalnym charakterze. Staraniem towarzystwa ukazał się podręcznik speleologii amerykańskiej F. Folsoma (1956).

W Meksyku i na Kubie istnieją towarzystwa speleologiczne, nie mające jednak — o ile mi wiadomo — własnych periodyków. Natomiast nieliczni, lecz bardzo aktywni speleolodzy wenezuelscy wydają własny biuletyn. Także w Peru istnieje już organizacja speleologów; co do innych krajów Ameryki Łacińskiej brak na razie wiadomości.

W r. 1953 odbył się we Francji pierwszy międzynarodowy kongres speleologiczny, a w r. 1958 drugi w Bari, w południowych Włoszech. Również w lecie 1958 miało miejsce międzynarodowe kolokwium w Brukseli poświęcone niektórym zagadnieniom speleologicznym.

SPELEOLOGIA W POLSCE

Jak na naszkicowanym tle rozwoju speleologii w skali światowej przedstawiają się osiągnięcia speleologii polskiej, jej stan obecny i perspektywy na przyszłość? Obszary występowania jaskiń nie są w Polsce wielkie: należą do nich Tatry Zachodnie, Pieniny, niektóre partie Sudetów i Gór Świętokrzyskich, Wyżyna Krakowsko-Wieluńska i partie gipsowe Niecki Nidziańskiej. Zjawiska krasowe mają jednak u nas bez porównania większy zasięg: rozwijają się one w skałach pokrytych sypkimi utworami lodowcowymi w Polsce środkowej i północnej, w utworach kredowych Wyżyny Lubelskiej, w lessach, a nawet w gipsach nad wyładami solnymi pod Inowrocławiem. Z jaskiniami naszymi wiąże się немало ważnych problemów naukowych, a w niektórych rejonach formy krasowe mają doniosłą, niekorzystną rolę w zagospodarowaniu terenu, zaopatrzeniu w wodę, budownictwie, górnictwie.

Pierwsze wzmianki o jaskiniach Polski znajdujemy w dziełach średniowiecznych, ale początek systematycznych badań speleologicznych przypada dopiero na drugą połowę XIX w. W r. 1853 Jastrzębowski ogłosił pierwszy spis jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wspomniano już poprzednio o pionierskich badaniach Jana Zawiszy w jaskiniach okolic Krakowa (1871—1881). Badania te kontynuował na szerszą skalę w następnych latach Gotfryd Ossowski. Robione przez niego plany jaskiń wyróżniają się niezwykłą dokładnością, ale w interpretacji stratygraficznej namulisk był on dalszy od prawdy niż Zawisza: uważał

wszystkie zabytki za holoceny, przyjmując, że kości wymarłych zwierząt znajdują się w namuliskach jaskiń na wtórnym złożu. Ossowski badał również jaskinie Podola, a także odbył wycieczkę w Tatry, które zawdzięczamy pierwsze opisy wielu jaskiń. Pionierem badań jaskiniowych w Tatrach był obok Ossowskiego Jan Gwalbert Pawlikowski, autor pracy „Podziemne Kościeliska” (1887). W późniejszych latach badania archeologiczne prowadzili w jaskiniach okolic Ojcowa i Krakowa również S. J. Czarnowski, S. Krukowski, L. Kozłowski. W r. 1914 K. Demel zbadał faunę współczesną jaskiń Ojcowa. Ludomir Sawicki badał zjawiska krasowe w Polsce i poza jej granicami, na Słowacji, we Francji i w Sjamie. A. Żmuda był jednym z pierwszych badaczy w Europie, którzy zajęli się zielonymi roślinami występującymi w otworach jaskiń i badali ich biologię.

Lata międzywojenne przynoszą spadek zainteresowań jaskiniami. Na terenie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej warto wspomnieć dokonany przez Z. Ciętaka (1935) opis 12 typowych jaskiń. W Tatrach w tym czasie Tadeusz i Stefan Zwolińscy odkrywają wiele nowych jaskiń i publikują ich opisy, a S. Wrzosek (1933) wydaje studium zjawisk krasowych. Prowadzone są również badania na gipsowych terenach Poducia i Podola.

Niezwykły rozwój zainteresowań speleologicznych w Polsce przynosi dopiero lata powojenne. Omówimy tu kolejno poszczególne dziedziny badań jaskiniowych. Tak więc wielkie postępy uzyskano przede wszystkim w zakresie rejestracji jaskiń. Praca K. Kowalskiego (1951 — 1954) zawiera opisy i plany wszystkich jaskiń Polski oraz pełną ich bibliografię. Polska jest dziś jedynym krajem, mającym pełną inwentaryzację jaskiń. Nowe odkrycia uzupełniające stan znajomości jaskiń podany we wspomnianym dziele są stale publikowane w formie artykułów i notatek.

Ostatnie lata przynoszą w Polsce nieustannie nowe odkrycia w jaskiniach znanych już poprzednio, jak też i odkrycia nowych zupełnie jaskiń. Zawdzięczamy je niewątpliwie powstaniu organizacji taternictwa jaskiniowego. Początek tej organizacji dała grupa nazywająca się *Klubem Grotołazów* skupiająca w Krakowie ludzi interesujących się sportowymi i naukowymi problemami jaskiń. Utworzyła ona sekcję w ramach *Polskiego Towarzystwa Turystyczno-Krajoznawczego*, a następnie, z chwilą wyodrębnienia się *Klubu Wysokogórskiego*, weszła w jego skład. Dalsze sekcje „grotołazów” powstały w Toruniu, Zakopanem, Warszawie i Wrocławiu. Pracą ich kieruje *Komisja Taternictwa Jaskiniowego Zarządu Głównego Klubu Wysokogórskiego* z siedzibą w Krakowie. Organizacja speleologiczna w Polsce ma więc charakter alpinistyczno-sportowy. Zasluga jej jest dokonanie całego szeregu odkryć, wśród których na pierwsze miejsce wysuwa się: dotarcie do dna Jaskini Miętusiej, najgłębszej z jaskiń Polski (—200 m) i zbadanie całego systemu Jaskini Zimnej, mierzącej obecnie ok. 3,5 km długości. Sukcesy te zawdzięczać należy zastosowaniu techniki alpinistycznej do zwiedzania jaskiń i wypracowaniu lub przyswojeniu najnowszych zdobyczy technicznych speleologii: biwaków podziemnych, masztu do pokonywania pionowych progów, aparatów nurkowych itp.

Wysoki poziom techniczny polskiego taternictwa jaskiniowego i opieka ze strony Klubu Wysokogórskiego pozwoliły na zorganizowanie szeregu wypraw zagranicznych: do jaskiń Słowacji (w latach 1955—1958), do Bułgarii (1956, 1958), do Francji (1956, 1957). We Francji Polacy wzięli udział w zdobyciu najgłębszej jaskini świata, Gouffre Berger, a następnie przebyli samodzielnie (1957) słynny system jaskiniowy Dent de Crolles. Krakowska Sekcja Taternictwa Jaskiniowego zorganizowała w r. 1957 międzynarodowy obóz grotolazów w Polsce, który zgromadził przedstawicieli 6 krajów. Wydany przez tę sekcję powielany biuletyn *Grotolaz* wymieniany jest za kilkadziesiąt periodyków speleologicznych, w których też coraz częściej ukazują się artykuły mówiące o jaskiniach Polski lub aktywności polskich speleologów.

Obok działalności sportowo-odkrywczej rozwija się w ostatnich latach żywo działalność naukowa. Mamy więc szereg opracowań morfologii krasowej: S. Z. Różyckiego (1946, 1950) dla terenów na północ od Gór Świętokrzyskich, A. Malickiego (1946) dla krasu w lessach, W. Walczaka (1953, 1956) dla Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej, J. Flisa (1954) dla terenów gipsowych nad Nidą, A. Horniga (1956) dla utworów triasowych Górnego Śląska. Pojawiły się pierwsze oryginalne prace na temat utworów naciekowych naszych jaskiń: W. Barczaka (1956) o tzw. perłach jaskiniowych czyli pizolitach i ciekawa rozprawa R. Gradzińskiego i A. Radomskiego (1957) o utworach z „mleka wapniennego”.

Powrócono również do zarzuconych na wiele lat prac wykopaliskowych w namuliskach jaskiniowych Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Prowadził je najpierw L. Sawicki w Jaskini Jasnej, a ostatnio od kilku lat M. i W. Chmielewscy w Jaskini w Dziadowej Skale i Jaskini Nietoperzowej. Współpraca geologów, botaników, zoologów i antropologów czynią z prowadzonych przez Chmielewskich badań pierwsze u nas naprawdę nowoczesne wykopaliska jaskiniowe. Chmielewscy oraz J. Dylik (1954) zajęli się również interesującymi zjawiskami periglacialnymi w namuliskach jaskiniowych.

Szczególne postępy zaznacza się w badaniach nad paleozoologią osadów jaskiniowych. Opracowano w szeregu rozpraw niezwykle interesującą piocieńską faunę ssaków i gadów z brekcji kostnej w Wężach, będącej kopalnym namuliskiem jaskiniowym (Stach, 1951, 1953, 1954, 1957; Młynarski, 1953, 1955, 1956a i b; Czyżewska, 1958). Znalezione i opracowano pierwsze fauny ssaków z wczesnego plejstocenu, zawarte również w wypełnieniach próżni krasowych w Podlesicach i na Kadzielni w Kielcach (Kowalski, 1956, 1958). Kilka prac opisuje ssaki kopalne z namulisk jaskiniowych z młodszego plejstocenu (Wojtusiakówna, 1953; Ryżewicz, 1957; Kowalski, 1958). Prace te mają nie tylko znaczenie dla poznania historii fauny Polski, ale rzucają też światło na wiek powstania form krasowych.

Wśród prac biospeleologicznych mamy interesujące badania nad roślinami zielonymi przy otworach jaskiń Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej prowadzone przez W. Starzeckiego (1958). Opracowana została fauna jaskiń tarzańskich (Kowalski, 1955), specjalne prace poświęcone podziemnemu skorupiakowi *Niphargus tatensis* Wrześn. (Micherdziński, 1956) oraz reliktowym formom chrząszczy z jaskiń w Sokolich Gó-

rach koło Częstochowy (S z y m c z a k o w s k i, 1957). W szeregu prac przedstawiono skład fauny nietoperzy chroniących się w jaskiniach Polski i ich biologię (K o w a l s k i, 1951, 1953).

Wspomnieć też trzeba o rosnącym zainteresowaniu problemami technicznymi związanymi ze zjawiskami krasowymi. Tak np. J. B a ż y ń s k i (1955) zajmuje się cementacją skrasowiałego podłoża.

Jak z tego widać, badania jaskiniowe w Polsce rozwijają się w ostatnich latach wszechstronnie i szybko. Jeśli w zakresie alpinizmu podziemnego mamy już organizację, ujmującą całość działalności w tej dziedzinie, to w zakresie badań naukowych daje się wyraźnie odczuć brak jakiegokolwiek placówki koordynującej podejmowane prace. Nie chodzi tu oczywiście o jakiś duży zakład czy instytut naukowy: badania jaskiniowe muszą być nadal prowadzone przez różne placówki reprezentujące poszczególne dziedziny nauki. Chodzi natomiast o stworzenie placówki, która prowadziłaby dokumentację i bibliografię polskich prac speleologicznych ze wszystkich dziedzin i udzielałaby jej z kolei wszystkim zainteresowanym, która gromadziłaby obserwacje naukowe zbierane przez alpinistów-grotołazów w czasie ich wypraw do jaskiń polskich i zagranicznych, która wreszcie zbierałaby i udostępniała zarówno badaczom jak i zainteresowanym praktykom tak liczne dziś wydawnictwa zagraniczne z zakresu badań jaskiń i form krasowych. Wreszcie placówka taka mogłaby inicjować i organizować niektóre badania kompleksowe jaskiń. Sądzę, że najbardziej powołanymi instytucjami do stworzenia podobnej placówki byłby Instytut Geograficzny P.A.N. lub Muzeum Ziemi, a siedzibą jej powinien być Kraków ze względu na swe położenie blisko terenów krasowych i duże tradycje w tej dziedzinie badań.

Janina Szejn

HISTORIA MIKROPALEONTOLOGII POLSKIEJ

*...położcie na tem wszystkiem, cokolwiek ziemia waszych ojców
w najwyższych górach, w najgłębszych wnętrza zakopach cieka-
wego, użytecznego zawiera, położcie mówię na tem wszystkiem
pracy, dowcipu, wynalazku, umiejętności pierwsze Imię Polaka....".*

Stanisław Staszyc

WSTĘP

Historia mikropaleontologii polskiej powinna ukazać wkład Polaków w tej dziedzinie nauki do ogólnoswiatowego dorobku naukowego i wskazać jakimi drogami szła nauka polska. Mikropaleontologia wyodrębniła się stosunkowo niedawno z paleontologii, dzięki specjalnym metodom pracy. Jakkolwiek jest ona nauką samodzielną to jednak wiąże się ściśle z innymi pokrewnymi naukami. Związek mikropaleontologii z geologią i paleontologią z jednej, a z zoologią z drugiej strony zaznacza się w tym, że pierwsze prace pisali geolodzy lub paleontolodzy, a podwaliny pod polską terminologię mikropaleontologiczną (otwornicową) dali zoologscy. Obecnie wielu mikropaleontologów-stratygrafów publikuje prace stratygraficzne, które są wykorzystywane do celów praktycznych przez geologów. Długoletnia niewola i rozbiecie Państwa Polskiego uniemożliwiało wszechstronny rozwój nauki polskiej, jak również przyczyniły się do tego, że niektórzy Polacy pracowali na obcych placówkach naukowych, pozostawiając innym narodom w spuściznie swój dorobek naukowy. Niektórzy z nich są w Polsce zapomniani.

W niniejszej historii mikropaleontologii polskiej ograniczyłam się tylko do prac Polaków odnoszących się do obszarów dzisiejszego lub dawnego Państwa Polskiego. Pomijam nazwiska uczonych cudzoziemców, którzy opracowali mikrofaunę terenów polskich.

Z prac polskich uwzględniłam tylko te, których tematem jest mikropaleontologia sensu stricto i te, które obszernie zajmują się zagadnieniami mikropaleontologicznymi. Pomięłam natomiast te prace, szczególnie geologiczne, w których mikrofauna jest potraktowana fragmentarycznie, jak również recenzje, podręczników i streszczeń przytoczonych prac. Z podręczników zoologicznych wyjątek stanowią tylko te, które wykorzystałam przy przedstawieniu zmian historycznych terminologii.

Przy zbieraniu literatury kładłam przede wszystkim nacisk na literaturę otwornicową.

Dziękuję za pomoc i wskazówki prof. dr Fr. Biedzie i prof. dr Wł. Pożaryskiemu, oraz tym wszystkim, którzy udzielali mi wiadomości z zakresu historii mikropaleontologii. Również dziękuję dr Reginie Danysz-Fleszarowej za umożliwienie mi korzystania z jej bibliografii.

OGÓLNY ZARYS HISTORII MIKROPALEONTOLOGII W INNYCH KRAJACH

Zanim przejdę do szczegółowego omówienia mikropaleontologii polskiej chcę dać ogólny szkic rozwoju tej nauki w Europie, aby na tym tle uwypuklił się dorobek Polaków w tej dziedzinie nauki.

Odkrycie małych otwornic i ich opracowywanie było możliwe dopiero wówczas, gdy wynaleziono mikroskop.

Pierwszych uczonych, badających otwornice, nie możemy uważać za mikropaleontologów w obecnym znaczeniu tego słowa. Pierwszym z nich w wieku XVII był Alcide d'Orbigny. Prace nad badaniem mikrofauny kontynuował A. E. Reuss, a następnie W. Ehrenberg. Uczenci ci dali podwaliny pod współczesną mikropaleontologię.

Mikroskamieniałościami w tym czasie zajmowali się liczni zoolodzy i biolodzy. Powstaje wówczas dużo cennych prac; badacze ci nie uwzględniają jednak wpływu zmian otoczenia na życie tych drobnych organizmów i starają się usunąć ustaloną już wówczas granicę między pojęciem gatunku i rodzaju. W rezultacie tego przyjmowano zbyt szerokie pojęcie gatunku dla małych otwornic, nie rozróżniając form współczesnych od wcześniejszych. To mylne rozumowanie znalazło swój oddźwięk jeszcze w wiele lat później; w roku 1923 Vaughan, a w r. 1925 Diener zaprzeczali stratygraficznemu znaczeniu małych otwornic. Jednak wśród uczonych była nieliczna grupa osób, która uważała otwornice za formy wartościowe stratygraficznie. Należeli do nich spośród starszych między innymi A. Reuss i F. Chapman, który wyraził się następująco: „...resztki otwornic znalezione w różnych skalnych warstwach skorupy ziemskiej mają często duże znaczenie dla geologa-stratygrafa...”. Myśl tę podjął w Polsce J. Grzybowski, stosując mikropaleontologię do celów stratygraficznych. Prace jego minęły jednak bez echa. Stopniowo mikropaleontologia wyodrębnia się z paleontologii jako nauka samodzielna, posługująca się sobie tylko właściwymi metodami pracy. Mikrofauna do chwili odkrycia jej znaczenia dla stratygrafii była badana ubocznie, dopiero od momentu zastosowania jej przy poszukiwawczych pracach naftowych, datuje się jej gwałtowny rozwój.

W r. 1921 w Texasie a potem w Kalifornii zapoczątkowano po raz drugi badania z dziedziny mikropaleontologii stosowanej. Zaczęły powstawać laboratoria mikropaleontologiczne, publikuje się artykuły i powstawały. Na skutek wielkiej ilości materiału powstaje konieczność zrewidowania i unowocześnienia systematyki; dokonuje tego J. A. Cushman w r. 1928 wydając nowoczesny podręcznik *Foraminifera, their classification and economic use*. Oprócz J. A. Cusmana zagadnieniem systematyki otwornic zajmują się Glaessner M. F., Galloway J. J.

Fakt, że mikroorganizmów kopalnych jest wielokrotnie więcej niż makroorganizmów, spowodował powstanie olbrzymiej literatury facho-

wej, w której zorientowanie się nastęrcza duże trudności. W związku z tym czynione są starania w kierunku stworzenia skoordynowanego dzieła, przy pomocy systemu katalogowania i instytucji bibliograficznej *Catalog of Foraminifera* (Ellis and Messyna, 1940 U.S.A. The American Museum of Natural History, New York).

Mikropaleontologię pobudziły do życia względy natury praktycznej. Początkowo były opracowywane tylko profile lokalne i zajmowano się głównie wyszukiwaniem „poziomów przewodnich” na polach roponośnych. Ostatnio jednak pojawiają się coraz częściej prace z dziedziny morfogenezy otwornic, paleoekologii całych zespołów mikroorganizmów, wpływu temperatury i głębokości na współczesne otwornice i przenoszenie tych badań na zespoły otwornic kopalnych.

Badania te dążą do zbliżenia mikropaleontologii do paleontologii, jako nauki pojętej szeroko, mającej na celu zbadanie całokształtu życia na ziemi.

ROZWÓJ MIKROPALEONTOLOGII W POLSCE

Polska geologia zaczynała stawiać pierwsze kroki w początkach wieku XIX, już po utracie niepodległości. Trudno wówczas mówić o jakimś ośrodku naukowym, mającym jasno i wyraźnie wytknięty zakres i cel badań geologicznych. Jedynie pojedyncze światłe umysły, prekursorzy geologii zajmują się tym zagadnieniem, do nich należy zaliczyć St. Staszycę, który w swym *Ziemioródstwie Karpatów* wspomina o nummulitach tatrzańskich. „...Iapis Numismalis. Pieniążek morski. Tych wielkie mnóstwo bywa razem skupionych. Znajdują się po obu stronach Karpatów, w Polsce z Północnej strony... Między naszymi kopalniami zdaje się być dwa gatunki, jeden zupełnie płaski, drugi z dwu stron wypukły... Skład gór tutejszych pomorskich jest pospolicie: wierzchu płonka: pod nią glinomargiel z Nummalinami; potem cienka warstwa gliny; znowu ławica nummalinow. Takie przemiany uważałem w niektórych miejscach od 4 i do 6 razy. Ławica z samych nummalinów miewa czasem nieprzerwanej miąższości na 6 sążni...”. Jest to najstarsza obserwacja mikropaleontologiczna w Polsce, dokonana przez Polaka. Należy jednak zauważyć, że Staszyc nazwą nummulin obejmuje nie tylko otwornice, lecz prawdopodobnie i poszczególne człony liliowców.

Następnym badaczem, który kontynuował badania geologiczne w Polsce był Bogumił Pusz-Koreński. Pusz w swoich pracach *Polens Paleontologie* i *Geognostische Beschreibung von Polen* wspomina o nummulitach, wymienia ich nazwy gatunkowe i miejsce ich występowania.

Ważnym wydarzeniem w rozwoju historii geologii Polski był fakt ukazania się w r. 1826 podręcznika, napisanego przez N. K um e l s k i e g o — *Rys systematyczny nauki o skamieniałościach czyli petrefaktologii*, w którym jest podany pierwszy morfologiczny opis nummulitów... „Wszystkie skręty, tak są ukryte, iż dwoistowypukłą soczewkę stanowią. Z obu stron szczelnie pokrywa je skorupa... Grubość ich wcale nieznaczną. Liczba skrętów większa niż w amonitach (od 8 do 20). Przegródki są proste lub pół-księżycowate, komórki zaś szczupłe i liczne. Skorupa gładka, chro-

pawa, kropkowana, pomarszczona lub węzłowata. Skrety spółśrodkowe lub spiralne. Od wielkości ziarna prosa do 2 cali średnicy...”.

W zaborze rosyjskim nie istniały dogodne warunki dla rozwoju nauki polskiej, mimo to Polacy opracowują pewne zagadnienia geologiczne. Do nich należy W. Zborzewski, profesor Liceum Krzemienieckiego. W pracy swojej *Observations microscopiques sur quelques fossiles rares de Podolie et de Volhynie*, wydanej w języku francuskim, wspomina o otwornicach, jak również w r. 1843 opisuje już otwornice małe, z rozdz. *Poly-morphinidae*, znalezione w trzeciorzędzie na Wołyniu, dając równocześnie ich rysunki.

W Warszawie i w Wilnie w czasie niewoli nie prowadzi się prac, wiążących się w jakiś sposób z badaniem mikroskamieniałości. Podobna sytuacja ma miejsce w zaborze pruskim.

W zaborze austriackim Polacy mają możliwość prowadzenia badań, szczególnie od chwili spolszczenia uniwersytetu Krakowskiego i Lwowskiego.

Dzięki temu rozwija się geologia i paleontologia (nie istniało wówczas jeszcze pojęcie mikropaleontologii). Prace geologiczne wówczas prowadzone, mają na celu zapoznanie się z budową geologiczną byłego zaboru austriackiego. Wśród opracowanych problemów zwraca uwagę planowość i organizacja pracy, niewątpliwie jako wynik zainteresowania, jakie budzą nauki *O Ziemi* w związku z zagadnieniami o znaczeniu praktycznym.

Równocześnie w rozwoju paleontologii odgrywa dużą rolę fakt utworzenia Komisji Fizjograficznej przy Akademii Umiejętności w Krakowie i Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika we Lwowie. Organizacje te popierają prace naukowe, gromadzą równocześnie zbiory, a dzięki własnym wydawnictwom umożliwiają rozwój nauki polskiej. Prócz tego pierwsze polskie Zjazdy Lekarzy i Przyrodników przyczyniają się do wymiany nowych poglądów i rozwoju nauki. Ośrodkami życia naukowego w Galicji stają się Kraków i Lwów.

W tym czasie nie ma jeszcze mikropaleontologów sensu stricto. W związku z tym nie ma wówczas jeszcze prac rozpatrujących mikrofaunę z punktu widzenia biologicznego, a prowadzone przez nich prace mają tylko charakter stratygraficznych. Tym niemniej można już wówczas zauważyć pewną dążność do wyjaśnienia niektórych zagadnień natury biologicznej.

Przejdziemy obecnie do szczegółowego omówienia zagadnień, opracowanych w byłym zaborze austriackim. St. Olszewski zajął się badaniem mikrofauny. W roku 1875 opracował on otwornice senońskie okolic Lwowa — *Zapiski paleontologiczne*. Praca jego zasługuje na uwagę ze względu na to, że autor podaje już wówczas pewne sugestie co do stratygraficznego znaczenia otwornic „... na podstawie badań skamieniałych skorupiek otwornic, także wiek skały, w której takowe znajdować się zwykły, oznaczyć jesteśmy w stanie... można by i na podstawie otwornic marglu lwowskiego wyprowadzić ten pewnik: że takowy należy do piętra senońskiego, z niego bowiem największa ilość otwornic pochodzi...”. Praca St. Olszewskiego spełnia wymagania stawiane współczesnym pracom stratygraficzno-mikropaleontologicznym. Podaje opisy opracowanych

przez siebie otwornic, ich występowanie w czasie i porównuje omawiany obszar z innymi obszarami.

W Krakowie w latach 1888—1891 publikuje swoje prace Tadeusz Wiśniewski. W pracy *Mikrofauna iłów ornatowych w okolicy Krakowa* daje opis znalezionych przez siebie otwornic i radiolari; jest to pierwsza monograficzna praca tego rodzaju. Dorywczo mikropaleontologią zajmuje się również Alojzy Alth.

Koniec XIX w. jest okresem coraz większego zainteresowania otwornicami fliszu karpackiego; czołowe miejsce w tych pracach zajmuje Józef Grzybowski. Opracowuje on otwornice z Dukli, Wadowic, Krosna, Gorlic. Nie to jednak było zasługą J. Grzybowskiego, że badał mikroorganizmy, lecz to, że on pierwszy na świecie zastosował otwornice do ustalenia wieku warstw. W pracy swojej *Mikroskopowe badania namulów wiertniczych z kopalń naftowych* (Kosmos, 1897) udowodnił słuszność i celowość badań stratygraficznych opartych na otwornicach, jako formach przewodnich. „...Mikrofaunistyczne badania dać nam mogą wskazówki co do ułożenia warstw, mogą uzupełniać, kontrolować, w wypadkach wątpliwych rozjaśniać daty... a przy ściślejszych jeszcze badaniach potrafią nam prawdopodobnie dokładniejsze dać wskazówki niż zapiski wiertnicze...”. Odkrycie to nie znalazło oddźwięku ani wśród naukowców ani u ludzi zainteresowanych eksploatacją ropy naftowej.

Przyczynił się do tego z jednej strony fakt, że rozprawa Grzybowskiego była pisana w języku polskim, mało popularnym za granicą, z drugiej negatywny stosunek do jego osoby oficjalnych czynników naukowych w Wiedniu. Zarzucono mu „zabawę w otwornicę” (Foraminiferen-spiele-rei), nie wierząc w słuszność i celowość stratygrafii opartej na otwornicach, jako formach przewodnich. Prócz tego zainteresowanie otwornicami zmalało jeszcze bardziej, gdy przekonano się, że nafta z nich nie powstaje, o czym wyraźnie pisze sam Grzybowski: „...„Otwornic naftowych nie ma i być nie może... i badania niniejsze nie mają wcale na celu takie «otwornice naftowe» wynaleźć”. Stąd też odkrycie J. Grzybowskiego nie spotkało się z poparciem ani ze strony rządu austriackiego, ani przemysłu naftowego; na skutek tego poszło w zapomnienie. Amerykanie w okresie pierwszej wojny światowej, po raz drugi doszli do tych samych wniosków, jakie ogłosił 25 lat temu przed nimi J. Grzybowski i zastosowali mikropaleontologię do celów praktycznych.

Następcą J. Grzybowskiego na polu badania otwornic fliszu karpackiego jest W. Friedberg, który w r. 1902 publikuje pracę o otwornicach warstw inoceramowych okolic Rzeszowa i Dębicy. W pracy tej zwraca on uwagę na zależność materiału tworzącego skorupki otwornic od składu chemicznego osadu i rozpatruje rozprzestrzenienie geograficzne poszczególnych form. Jest on jednak przeciwnego zdania niż J. Grzybowski co do użyteczności otwornic do celów stratygraficznych, gdyż w omawianej pracy wypowiada następujące zdanie: „...„otwornice do oznaczania wieku warstw, jako formy nader stałe wcale się nie nadają”... Widać z tego, że wśród uczonych istniały wówczas różnice zdań co do znaczenia otwornic dla celów stratygraficznych. Przyczynę tej rozbieżności poglądów można tłumaczyć trudnościami w ustaleniu systematyki otwornic. Istnieją one i dziś jeszcze a przed 50 laty były oczywiście znacznie większe.

T. Wiśniewski, opracowując mikrofaunę iłów ornatowych okolic Krakowa potwierdza znaczenie stratygraficzne otwornic. Na podstawie obserwacji wyprowadza pewne wnioski co do ekologicznych warunków występowania otwornic w jurze, na zbadanych przez siebie terenach. Prócz tego opracowuje dla celów stratygraficznych miocen Podkarpacia i okolic Kołomyji.

Na przełomie XIX i XX wieku małymi i dużymi otwornicami zajmują się M. Łomnicki, Wł. Szajnocha, R. Zuber, St. Hubert i J. Niedźwiedzki, K. Wójcik. Na wyróżnienie zasługuje praca K. Wójcika omawiająca faunę dolnego oligocenu.

W latach poprzedzających pierwszą wojnę światową, w Krakowie pracuje W. Kuźniar. W swoich pracach dotyczących eocenu tatrzańskiego opisuje on prócz innych skamieniałości duże otwornice, będące dobrymi formami przewodnimi.

Pierwsza wojna światowa spowodowała przerwę w pracach paleontologicznych. Zaraz po jej zakończeniu prace te wznowiono. W Krakowie na Uniwersytecie Jagiellońskim powstaje Zakład Geologii, skupiający badaczy, młodszego pokolenia. Należą do nich J. Premik, M. Dylong, Wł. Żelichowski. Prace ich mają różne znaczenie dla stratygrafii, gdyż jedni z autorów zamieszczają tylko spis mikrofauny, inni omawiają badaną przez siebie mikrofaunę dość szczegółowo.

Badacze ci interesują się otwornicami małymi Podkarpacia. Wł. Żelichowski opracowuje małe trzeciorzędowe otwornice, z wiercenia w Lgowie koło Wadowic.

M. Dylong opracowuje otwornice z warstw inoceramowych z łomu w Szymbarku koło Gorlic. W pracy tej daje krótkie opisy otwornic i zamieszcza ich rysunki; prócz tego zwraca ona uwagę na pewne czynniki ekologiczne w życiu otwornic, co wówczas nie było jeszcze szeroko rozpracowane.

Po śmierci Wł. Żelichowskiego w Zakładzie Geologii U. J. przestano się interesować mikropaleontologią. W Zakładzie Paleontologii otwornice duże bada w tym czasie Fr. Bieda, z punktu widzenia biologii, systematyki i stratygrafii.

Jedną z najwcześniejszych prac Fr. Biedy (rok 1928) jest praca: *Nummulity i ortofragminy eocenu z Pasiecznej koło Nadwórny*. W pracy tej autor daje opis licznych nummuliów w spotykanych przez siebie materiałach. Prócz tego zwraca uwagę na zespoły otwornic „...ocenę jedynie mogą dać tylko opracowania całych zespołów faun nummuliowych, zebranych systematycznie...” Fr. Bieda interesuje się również mikropaleontologią Pienin, w roku 1930 ukazuje się jego artykuł na temat nummuliów trzeciorzędu pienińskiego pasa skałkowego. W roku 1931 po swoim powrocie z Francji opublikował on pracę o systematyce i nomenklaturze nummulin. Pracę tę wykonał dzięki możliwości obejrzenia zbiorów porównawczych w École des Mines, oraz w Muzeum d'Histoire Naturelle. Fr. Bieda wspólnie z L. Horwitem opracował w roku 1931 stratygrafię trzeciorzędu Podhala. Zainteresowania Fr. Biedy nie ograniczają się do badań nad otwornicami dużymi. W roku 1936 ukazuje się jego praca *Miocen Brzozowej i Gromika i jego fauna otwornicowa*; omawia on w niej na podstawie małych otwornic wiek badanych przez siebie prób, jak również wyprowadza wnioski co do warunków biologicz-

nych w morzu, z którego pochodził opracowany materiał. W roku 1938 ukazuje się praca o nummulitach z łupków menilitowych. W okresie wojny Fr. Bieda opracował stratygrafię fliszu Karpat Polskich opartą na dużych otwornicach. Praca ta została w roku 1946 wydana przez Polskie Towarzystwo Geologiczne. Autor przedstawia graficznie wyniki opracowań fliszu karpackiego na podstawie dużych otwornic.

Fr. Bieda stwierdza, że „... nawet wprost niemożliwym jest zorientować się co do wieku poszczególnych jednostek stratygraficznych naszego fliszu...”, na podstawie dotychczasowego dorobku naukowego. Praca jego przedstawia rewizję i nowoczesny pogląd na stratygrafię Karpat. „...wiedać z przeglądu fauny dużych otwornic, że nie mamy w tej chwili żadnych faun oligoceńskich we fliszu karpackim wszystkie bowiem dawniej jako oligocen określane odkrywki... ze względu na występowanie w nich dyskocyklin trzeba zaliczyć do górnego eocenu...”. Prócz tego autor zwraca baczną uwagę na zagadnienie paleobiologii: zagadnienie otwornic występujących na wtórnym złożu, omawia prowincje zoogeograficzne i zwraca uwagę na różne facjesy ... „drugą rzeczą... to sprawa facji osadów zawierających nummulity jest bardzo prawdopodobne, że i one dzielą los innych otwornic, to znaczy, że na ich rozmieszczenie ma wpływ facja...”. Ponadto w pracy tej Fr. Bieda zwraca uwagę na duże trudności przy oznaczaniu form makrosferycznych dużych otwornic, częste pomyłki przy oznaczaniu omawianych otwornic powodują błędy w interpretacji poziomów stratygraficznych. W r. 1949 autor (Fr. Bieda) opisuje nowy rodzaj otwornic wapiennych — *Grzybowska Bieda*, które znalazł we fliszu Karpat Polski. Prócz tego w omawianej pracy opisuje dokładnie rodzaj *Bathysiphon* należący do dużych otwornic zlepieńcowatych, mało znanych a zwracających uwagę swym dziwnym stanem zachowania.

W tym samym czasie we Lwowie na Politechnice pracuje O. Warchałowska-Pazdrowa i M. Cizancourt, które opracowują faunę nummulitową, prace ich mają również kierunek biostratygraficzny.

We Lwowie inna jeszcze placówka zajmuje się badaniem otwornic, jest nią Spółka Akcyjna „Pionier”. W r. 1936/37 w wymienionej firmie J. Syniewska a zakłada pracownię mikropaleontologiczną, mającą na celu ustalenie stratygrafii badanych przez pracownię prób na podstawie mikroorganizmów. Prócz J. Syniewskiej pracuje tu T. Chlebowski i J. Czernikowski.

Znaną pracę J. Syniewskiej jest praca *O faunie otwornicowej paleogeńskiego fliszu z Koniuszy koło Dobromila*. Jest rzeczą znaną, że mimo założenia przez nią pracowni stratygraficznej widzi ona dość duże trudności w posługiwaniu się otwornicami, jako formami przewodnimi. „...Otwornice nie są na ogół, jak wiadomo, skamieniałościami przewodnimi i to zarówno jeśli chodzi o rodzaje jak i gatunki. Jeśli zaś wśród jednych jak i drugich spotykamy jednak formy pod tym względem wartościowe, to stanowią one w tej regule wyjątek”... Pracownicy firmy „Pionier” zatrudnieni w pracowni mikropaleontologicznej dokonują pierwszego rozpoziomowania miocenu, na podstawie otwornic.

W okresie międzywojennym Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie w swoim wydawnictwie uwzględnia prace mikropaleontologiczne, drukuje on liczne prace Fr. Biedy, umożliwiając mu w ten sposób pracę naukową. W wydawnictwie P.I.G. ukazuje się również obszerna

praca Zb. Sujkowskiego — *Petrografia Kredy Polskiej*, w której traktuje on radiolarnie ze stanowiska petrograficznego i biostratygraficznego.

Okres wojenny utrudnia prowadzenie prac naukowych Polakom, mimo to pracują oni nadal w Krakowie, np. Fr. Bieda opracowuje nummulty opublikowując wyniki tych badań po wojnie. W roku 1940 w Jasle powstaje niemiecka placówka poszukiwawcza ropy naftowej. Pracują tu T. Czernikowski, R. Strzetelski, St. Dietel, St. Geroch, E. Witwicka przez pewien okres Wł. Pożaryski. Opracowują oni stratygrafię mikropaleontologiczną fliszu Karpat. Z prac wówczas wykonanych należy wspomnieć o mikrostratygraficznym opracowaniu fałdu Biecha przez Wł. Pożaryskiego i K. Guzika. Zagadnienie to zostało po raz drugi opracowane mikropaleontologicznie w r. 1947 a w 1949 r. opublikowane jako praca. Była to pierwsza publikacja polska od r. 1897 omawiająca zagadnienie korelacji osadów fliszowych. Zakres badań stratygraficznych wspomnianej pracy jest większy niż zakres badań pracy J. Grzybowskiego. W r. 1940 Wł. Pożaryski zostaje wysłany do Berlina do pracowni Wichera, gdzie zapoznaje się ze stosowanymi tam metodami pracy.

Również we Lwowie w czasie wojny Polacy przeprowadzają badania stratygraficzne, przy pomocy metody mikropaleontologicznej. Badania te przeprowadzała J. Syniewska i F. Huss.

W Warszawie w Instytucie Geologicznym, prowadzonym przez Niemców, pracuje Wł. Pożaryski, opracowując otwornice górnej kredy.

Ukończenie działań wojennych zapoczątkowuje nowy okres w rozwoju mikropaleontologii. Zaraz po zakończeniu działań wojennych, w pierwszym półroczu 1946 r. w Krakowie powstaje pracownia mikropaleontologiczna pozostająca na usługach przemysłu naftowego. Organizuje ją J. Syniewska, kieruje nią do r. 1949. Od r. 1949 do chwili obecnej kierownikiem pracowni jest Zb. Kirchner. Pracownia ma kierunek wybitnie usługowy, a materiały opracowywane przez nią na ogół nie są publikowane.

Do r. 1954 zajmowano się tam tylko rozpoziomowaniem miocenu Przedgórza oraz fliszu niektórych części Karpat. Miocen opracował Zb. Kirchner, na podstawie statystycznych zestawień oznaczonej mikrofauny i dokładnego przestudiowania jej rozmieszczenia. Wydzielił on charakterystyczne zespoły mikrofaunistyczne. Następnie opracowano teren Gdów — Bochnia. Pierwszą próbę rozpoziomowania tego terenu na podstawie mikrofauny dała E. Łuczowska; wydzielając zespoły mikrofaunistyczne a na ich podstawie poziomy stratygraficzne.

F. Odrzywolska i A. Żychowska kontynuowały dalej badania rozpoczęte przez Zb. Kirchnera i E. Łuczowską a prace ich poszerzyły wiadomości o mikrofaunie badanego terenu, nie dały jednak definitywnego rozwiązania.

Zachodnią część Przedgórza w okolicy Cieszyzny—Dębowca opracowała J. Waśniowska, wydzielając trzy poziomy mikrofaunistyczne tortonu. Ostatnio opracowano interesujący profil Pilzno—Mielec.

Od r. 1954 Pracownia Mikropaleontologiczna Głównego Laboratorium Przemysłu Naftowego zajmuje się również szczegółowym badaniem mikrofauny fliszu Karpat od Cieszyzny na zachodzie po Czarną na wschodzie.

Badaniami tymi zajmowała się E. Łuczowska i H. Janiszewska, opracowując profil Buska nad Wisłokiem, prócz tego H. Janiszewska zbadała również profil Ostawy i częściowo profil Wielopola, na południe od Sanoka. Systematyczne badania mikrofauny z warstw kośnieńskich przeprowadziła Z. Milewska i S. Heller. Na podstawie szczegółowego opracowania mikrofauny z punktu widzenia stratygraficznego, wydzieliły one w badanych warstwach dwa poziomy stratygraficzno-mikropaleontologiczne dolny i górny.

Pracownicy omawianego laboratorium interesują się również zagadnieniem wieku warstw grzybowskich i tzw. „szarej kredy”, badania te przeprowadziła A. Jednorowska. W 1957 r. ukazuje się artykuł A. Jednorowskiej *Mikrofauna warstw inoceramowych regionu skibowego w okolicy Słonnego i Wary*. Autorka przedstawia swoje badania nad warstwami inoceramowymi, zwraca uwagę na zależność mikrofauny od facji, prócz tego stara się wyznaczyć wiek prób na podstawie otwornic. Interesujące i dla przemysłu naftowego ważne określenie wieku piaskowców ciężkowickich za pomocą mikrofauny przeprowadził H. Jurkiewicz. H. Jednorowska opracowała problem ustalenia stratygrafii wieku warstw inoceramowych i pstrego eocenu płaszczowiny magurskiej na południe od Żywca.

F. Huss w swej pracy *Stratygrafia jednostki Węglówki na podstawie mikrofauny* przedstawia stratygrafię mikropaleontologiczną dolnej i górnej kredy, danu i pleistocenu. Przeprowadza ona na podstawie otwornic rewizję i analizę prac J. Czernikowskiego i H. Hiltermanna odnośnie badanych przez nią terenów.

Od r. 1954 przystąpiono do intensywnych badań geologicznych na Niziu Polski. Zainteresowania omawianej pracowni rozszerzyły się i na te tereny.

W Krakowie w roku 1949/50 powstaje jeszcze inna placówka mikropaleontologiczna — jest nią w Stacji Karpackiej Instytutu Geologicznego Pracownia Mikropaleontologiczna, założona w roku 1949 przez J. Syniewską. Charakter prac tej placówki jest naukowo-badawczy, prócz tego są tu wykonywane mikropaleontologiczne opracowania ekspertyz dla geologów. W pracowni mikropaleontologicznej Stacji Karpackiej opracowuje się stratygrafię fliszu Karpat i miocenu Podkarpacia. Kierownikiem pracowni jest od r. 1950 J. Liszkowa, opracowująca serię podśląską, prace jej mają charakter stratygraficzny, przy równoczesnym uwzględnieniu pewnych wniosków paleoekologicznych. Do jej współpracowników należy J. Gajdorska, opracowująca stratygrafię eocenu tatrzańskiego i fliszu podhalańskiego, na podstawie nummulitów. Otwornicami małymi zajmuje się W. Porębska, badająca trzeciorzęd i również prócz wniosków stratygraficznych wprowadzająca pewne dane paleoekologiczne. Serią magurską interesuje się J. Blaichert również ze stratygraficznego punktu widzenia. Janiszewska bada miocen, a J. Mozelowa paleocen i warstwy inoceramowe.

Prócz tego w Stacji zagadnieniem mikropaleontologii miocenu i kredy Wyżyny Śląsko-Krakowskiej zajmuje się S. Alexandrowicz. Interesuje się on również otwornicami z kredy górnej Niziu Polski (okolicie Szczecina). Zajmuje się on jedynie mikrostratygrafią.

W Krakowie interesują się mikropaleontologią również pracownicy, Zakładu Paleontologii Akademii Górniczo-Hutniczej: Fr. Bieda, St. Liszka, E. Łuczowska i T. Szmigielska. Fr. Bieda nadal bada duże otwornice trzeciorzędowe. Jest on paleontologiem-stratygrafem, badającym taksonomię otwornic i ich wartość dla stratygrafii. W roku 1957 wydaje pracę *Z badań nad dużymi otwornicami górnego eocenu Karpat (Polskich, Czechosłowackich i U.S.R.R.)* omawiając kilka nowych gatunków otwornic, a w roku 1955/56 jest współpracownikiem I.G. opracowując duże otwornice eocenu Tatr.

Po drugiej Wojnie Światowej Fr. Bieda zostaje korespondentem amerykańskiego mikropaleontologicznego czasopisma *The Micropaleontologist* a następnie *Micropaleontology*. Przyczynia się w ten sposób do zaznajomienia uczonych całego świata z dorobkiem naukowym Polaków. Prócz tego w swoim artykule — *Polska kolebką mikropaleontologii* Fr. Bieda podkreśla pionierski wkład Polaków w tej dziedzinie nauki. Ponadto w *Historii Paleontologii w Polsce* omawia szeroko wkład Polaków w tej dziedzinie nauki. St. Liszka w r. 1955 wydaje pracę *Otwornice niższego senonu okolic Krakowa*. W pracy tej opisuje i ilustruje szereg otwornic pochodzących z niższego senonu okolic Krakowa. W r. 1957 St. Liszka opublikował *Mikrofauna górnego eocenu Grabna*, w pracy tej autor zwraca uwagę na ekologiczne czynniki w rozmieszczeniu otwornic, stwierdza podobieństwo tej mikrofauny do zespołu z okolic Krakowa i Moraw. Prócz tego w r. 1949 daje krótką notatkę o otwornicach dolnokredowych z Tomaszowa Mazowieckiego. W 1957 roku St. Liszka bada otwornice karbońskie z Wyżyny Lubelskiej jako współpracownik I.G. E. Łuczowska zajmuje się otwornicami trzeciorzędowymi, wydając w r. 1955 pracę: *O tortońskich otwornicach z warstw chodnickich i grabowieckich okolic Bochni*. Prócz tego jako współpracownik I.G. w latach 1955/56 opracowała trzeciorzędowe zespoły otwornic z okolic Sandomierza. E. Łuczowska w roku 1957 w pracy *Stratygrafia ilów dolno tortońskich z Benczyna koło Wadowic na podstawie mikrofauny*, porównuje je z mikrofauną z Kowar koło Wieliczki, Brzozowej koło Tarnowa, Roczyn koło Andrychowa, zaliczanych przez różnych autorów do odmiennych poziomów stratygraficznych. Stwierdziła przy tym mikrofaunistyczne podobieństwo ilów z wymienionych miejscowości. T. Szmigielska opracowała zespół miocenińskich otwornic z Gliwic Starych, charakteryzując tam występujący zespół otwornic, jako otwornice tortońskie, oraz przeprowadza porównanie zespołów otwornic z Gliwic Starych i okolic Bochni. J. Małecki w 1953 r. ogłosił pracę o nowym rodzaju otwornic z doggeru, a w 1954 r. opublikował artykuł o otwornicach miocenińskich.

W Zakładzie Geologii Akademii Górniczo-Hutniczej mikropaleontologią zajmuje się tylko M. Książkiewicz i St. Geroch. M. Książkiewicz stosuje metodę mikropaleontologiczną do rozwiązywania zagadnień stratygraficznych. St. Geroch opracowuje małe otwornice z trzeciorzędu i kredy Karpat Fliszowych, bada on otwornice z punktu widzenia stratygraficznego jak również zajmuje się ich systematyką. W r. 1952 jest współpracownikiem Pracowni Mikropaleontologicznej w Warszawie. W roku 1957 St. Geroch w pracy *Uvigerinamina Jankô i Majzon (Foraminifera) we fliszu Karpat* podaje opis i rysunki małego

znanego gatunku *Uvigerinammina Jankò* Majzon z Paleologu Fliszu Karpat.

Po ukończeniu działań wojennych powstaje w Warszawie w r. 1947 przy Instytucie Geologicznym Pracownia Mikropaleontologiczna. Wł. Pożaryski zakłada pracownię opierając się na swoim doświadczeniu nabytym w kraju i w Niemczech w czasie okupacji.

Do r. 1951 jest jej kierownikiem, następnie przekazuje on to stanowisko W. Bieleckiej, a od r. 1957 O. Styk, pozostając jednak nadal kierownikiem naukowym. Placówka ta zajmuje się rozwiązywaniem lokalnych problemów stratygraficzno-mikropaleontologicznych mezozoiku Polski poza Karpatami. Początkowo do r. 1948 praca ma charakter przygotowawczy, raczej organizacyjny. Do r. 1950 szkoli się pracowników i przygotowuje publikacje na podstawie materiałów opracowanych w czasie okupacji 1939—45 r., a uzupełnionych w pierwszych latach po wojnie. Od r. 1950 ilość pracowników zarówno naukowych jak i pomocniczych stopniowo zwiększa się. Zostają opracowane stratygraficzne profile wzorcowe i dokonywane orzeczenia mikropaleontologiczne na podstawie prób nadsyłanych przez geologów. Dorobek naukowy pracowników i współpracowników Pracowni Mikropaleontologicznej jest duży. W latach 1948—50 Wł. Pożaryski opracował następujące problemy mikropaleontologiczne: kredę górną przełomu Wisły przez Wyżyny Południowe, paleogenu Niżu Polski, antyklinę Biecha, otwornice eemskie Tychrowa spod Kwidzyna. W okresie tym przystępuje wraz z W. Bielecką do opracowania stratygrafii mikropaleontologicznej górnego malmu niecki łódzkiej północno-wschodniego zbocza Gór Świętokrzyskich, niecki Łódzkiej i Wału Kujawsko-Pomorskiego. Wynikiem ich wieloletnich badań jest opublikowana w r. 1954 *Stratygrafia górnego malmu Polski Środkowej*. Jest to pierwsza od czasu publikacji Wiśniewskiego monografia otwornic jurajskich. Autorzy rozpoznają górną malm mikropaleontologicznie na poszczególne piętra, prócz tego poruszają zagadnienie paleoekologii i paleogeografii morza jurajskiego; praca ta oddaje duże usługi przy oznaczaniu prób górno-jurajskich. W r. 1953 zostaje wykonana tablica schematyczna zasięgów otwornic kredy górnej opracowana przez Wł. Pożaryskiego i E. Witwicką. Przeprowadzili oni badania nad rodzajem *Globotruncana*, oraz innymi formami przewodnimi co umożliwiło wyróżnienie poszczególnych pięter kredy górnej. Praca ta pozwoliła na wykorzystanie mikropaleontologii przy badaniach poszukiwawczych. W r. 1954 Wł. Pożaryski, W. Bielecka, J. Sztejn opracowali stratygrafię regionu Przytyk pod Radomiem, wynik ich prac umożliwił rozpoznanie terenów rudonośnych na podstawie mikrofauny. Wł. Pożaryski opracował górną kredę, J. Sztejn kredę dolną, a W. Bielecka górną jurę. W roku 1955 ukazuje się praca Wł. Pożaryskiego i E. Witwickiej *Globotruncany kredy górnej Polski Środkowej*. Jest to praca poruszająca zagadnienia stratygraficzne i paleontologiczne badanego obszaru. K. Pożaryska w r. 1949—51 jest współpracownikiem Pracowni i bada mikrofaunę z Góry Puławskiej, jak również w r. 1954 dokonała ona opracowania rodzajów *Palmula*, *Neoflabellina*, *Fronicularia*, *Bolivinoides*. Praca ta ma na celu przedstawienie stratygrafii górnej kredy Polski Środkowej, prócz wniosków stratygraficznych autorka wprowadziła ciekawe wnioski paleogeograficzne.

W. Bielecka specjalizuje się w opracowaniu otwornic górnojurajskich. Poza pracą monograficzną *Stratygrafia górnego malmu Polski Środkowej*, wykonaną z Wł. Pożaryskim opracowuje dolny malm okolic Chrzanowa, praca ta zapoczątkowana w r. 1953 ukończona została w roku 1957. W latach 1953—54 W. Bielecka bada otwornice triasowe pochodzące z obrzeżenia półn.-zachodniego Gór Świętokrzyskich. Jest to pierwsza w Polsce wzmianka o otwornicach triasowych. Badania udowodniły morski charakter niektórych wkładek osadów triasowych. Badania te od r. 1954 kontynuuje O. Styk, której powierzono opracowanie tego zagadnienia, uzupełniając zbiór mikrofauny materiałami pochodzącymi z okolic Chrzanowa. Badania wskazują że otwornice triasowe mają przede wszystkim znaczenie jako wskaźnik facji. W r. 1954 ukazuje się zbiorowe opracowanie iłów rudonośnych okolic Częstochowy. W tomie II tej publikacji znajduje się artykuł W. Bieleckiej pt. *Próby oznaczania stratygrafii serii iłów rudonośnych między Krzepisami i Rudnikami na podstawie mikrofauny*. Autorka opiera się w nim na tych samych zasadach korelacji i na tych samych wskaźnikach otwornicowych co O. Pazdro, opracowująca zagadnienie rozprzestrzenienia iłów rudonośnych w r. 1954. Praca W. Bieleckiej ma charakter stratygraficzny i umożliwia sporelizowanie pokładów rudonośnych. W r. 1956 W. Bielecka i Z. Dąbrowska opracowały stratygrafię malmu Pomorza Zachodniego. W. Bielecka opracowała część mikropaleontologiczną, wykazując zgodność wyników uzyskanych na tej drodze z wynikami opartymi na podstawie mikrofauny i litologii. O. Pazdro od roku 1950 jako współpracowniczka Pracowni Mikropaleontologicznej opracowuje jurę środkową okolic Częstochowy. Ustaliła ona mikropaleontologiczną stratygrafię doggeru. Wyniki jej prac umożliwiły również paralelizację pokładów rudonośnych. W roku 1954 w zbiorowym opracowaniu iłów rudonośnych okolic Częstochowy ukazuje się praca O. Pazdro — *Próby rozprzestrzenienia iłów rudonośnych na podstawie mikrofauny*. Autorka wykazała użyteczność mikrofauny przy ustalaniu w stratygrafii doggeru. We wzmiankowanej pracy O. Pazdro wyraża się w sposób następujący: „...Należy zaznaczyć, że korelacje (mikropaleontologiczne) ¹ pierwszych opracowań były robione bez znajomości pionowego i poziomego rozmieszczenia otworów, aby uniknąć zasugerowania się jakimś ogólnym prawem budowy geologicznej ... Po naniesieniu wyników ... ujawniła się pewna regularność występowania poziomów wydzielonych uprzednio... dowodzi to (według O. Pazdro) ² słuszności obranej metody” ...” W roku 1955 O. Pazdro oddaje opracowanie Nadrodziny *Miliolidae* doggeru Środkowej Polski. Praca ta ma na celu próbę ilościowego ujęcia gatunków i ich zmienności dla celów stratygraficznych. Prócz tego autorka porusza zagadnienie ewolucji i klasyfikacji miliolidów. O. Pazdro w pracy swojej wprowadza odnośnie otwornic metodę biometryczną. W chwili obecnej O. Pazdro opracowuje metodą mikropaleontologiczną stratygrafię okolic Rawy Mazowieckiej. W roku 1956 O. Pazdro ustaliła przy pomocy metody mikropaleontologicznej profil stratygraficzny batonu i wezulu okolic Łęczycy. W roku 1950 J. Szejn specjalizująca się w opracowaniu mikrofauny dolnej kredy przystąpiła do badania stratygrafii mikropaleontologicznej

^{1,2} Przypisek autora.

Polski Środkowej. Praca ta została ukończona w roku 1954, a opublikowana w roku 1958. Prócz tego od roku 1954 J. Sztejn bada dolną kredę Wału Kujawsko-Pomorskiego. Ta sama autorka publikuje w roku 1955 pierwszą w Polsce popularną książkę na temat mikrofauny.

W roku 1956 J. Sztejn opracowała na podstawie znanych wówczas materiałów klucz do oznaczania otwornic dolnej kredy w Polsce. Od roku 1952 J. Kopik, specjalizujący się w otwornicach doggeru, zajął się badaniem otwornic zlepieńcowatych jury środkowej obszaru częstochowskiego, zebrany materiał okazał się jednak raczej ciekawy biologicznie niż geologicznie i nie wykazał znaczenia stratygraficznego, dlatego też zaniechano dalszego opracowania tego tematu. W latach 1952/3 J. Kopik przystąpił do opracowania na podstawie mikro i makrofauny stratygrafii jury w wierceniu Borucice. Praca wykazała między innymi obecność wezulu w wykształceniu rudonośnym (co zostało również potwierdzone wynikami stratygraficznymi uzyskanymi na podstawie makroskamieniałości). Równocześnie prowadzi on prace mikrofaunistyczne mające na celu mikropaleontologiczne udokumentowanie serii rudonośnej doggeru częstochowskiego w oparciu o schemat O. Pazdro. Od roku 1956 zajmuje się on mikrofauną doggeru i liasu pomorskiego. M. in. w wyniku tych badań udokumentowano mikrofaunistycznie (oraz w oparciu o makrofaunę) obecność morskogo liasu na Pomorzu.

Od roku 1955 O. Styk bada małżoraczki jurajskie i na tej podstawie opracowuje stratygrafię tego okresu. W r. 1956 E. Witwicka, specjalizująca się w otwornicach górnej kredy, opracowała stratygrafię mikropaleontologiczną kredy górnej wiercenia Chełm. Jest to pierwsza praca tego typu w języku polskim. W r. 1957 ukończyła ona opracowanie stratygrafii mikropaleontologicznej wiercenia Ostrów Mazowiecka. E. Bieda, specjalizująca się również w otwornicach górnej kredy napisała w r. 1956 pracę na temat otwornic i wieku kredy piszącej Mielnika. Od r. 1956 opracowuje ona górną kredę w wierceniu Pagórki i wiercenia Magnuszew. Mikrostratygrafia trzeciorzędu Wyżyny Lubelskiej zajmuje się od r. 1955 D. Natusiiewicz, a E. Dudziak bada w tym samym czasie otwornice z doggeru Wału Kujawsko Pomorskiego.

Prócz prac naukowo badawczych w Pracowni Mikropaleontologicznej prowadzone są badania o charakterze metodycznym, mające na celu usprawnienie i przyspieszenie metod maceracji. Zagadnieniami tymi zajmuje się głównie E. Witwicka, ale i inni pracownicy interesują się tymi sprawami, wynikiem czego jest zbiorowe opracowanie wypisów metodologii mikropaleontologicznej wykonane przez E. Witwicką, W. Bielecką, O. Styk, J. Sztejn. Mikropaleontolodzy I.G. wydają ponadto orzeczenie mikropaleontologiczne z nadsyłanych przez geologów prób.

W Warszawie istnieją jeszcze dwie inne placówki, zajmujące się badaniem mikrofauny — jest to Zakład Mikropaleontologii przy Katedrze Paleozoologii U.W. i Zakład Paleontologii P.A.N. Każda z wymienionych instytucji naukowych ma sobie właściwy kierunek pracy. Zakład Mikropaleontologii został utworzony w roku akademickim 1951/52, jako pierwszy tego rodzaju zakład w dziejach szkolnictwa wyższego w Polsce. Prowadzi go Wł. Pożaryski. Od chwili powstania tej placówki naukowej uzyskało dyplomy pięciu magistrów mikropaleontologii a czterech dyplomy

magistrów stratygrafów-mikropaleontologów. Prócz zadań dydaktycznych pracujący tam mikropaleontolodzy H. Wolańska i H. Górka zajmują się pracami naukowymi. H. Wolańska opracowuje od roku 1954 otwornice środkowego oligocenu z okolic Szczecina, a od roku 1956 bada również otwornice permskie Gór Świętokrzyskich i Sudetów. H. Górka bada kokolity i *Hystrichosphaeridae*.

Obecnie zainteresowania mikropaleontologów skupionych przy U.W. sięgają coraz dalej, gdyż nowi magistranci szkolą się nie tylko w badaniu otwornic i małżoraczków ale i konodontów, wprowadzając do swoich badań metodę statystyczną.

Personel Pracowni Paleontologicznej P.A.N. przeprowadza badanie otwornic i małżoraczków z biologicznego punktu widzenia, opierając się na bardzo dużej liczbie okazów. Nie interesują się oni natomiast prawie zupełnie użytecznością mikrofauny do celów stratygraficznych. W Zakładzie Paleozoologii otwornice górnej kredy bada K. Pożaryska prócz już omówionych prac, wykonanych uprzednio dla I.G., zbadała ona grupę otwornic *Lagenidae* w pracy pt. *Lagenidae du Crétacé supérieur de Pologne*. W pracy tej autorka przedstawia związek między facją a fauną otwornicową, podaje spostrzeżenia na temat zasięgu ras badanych przez nią otwornic, plastogami otwornic, form aberantnych, niszczenia skorupiek otwornic przez inne organizmy. Autorka porusza szeroko zagadnienie systematyki rodzaju *Cristellaria*, wreszcie bada wartość stratygraficzną omawianej przez siebie grupy otwornic. Praca ta jest pierwszą tego typu publikacją w Polsce.

Praca *Lagenidae du Crétacé supérieur de Pologne* została przyjęta jako praca kandydacka. W roku 1954 ukazuje się praca K. Pożaryskiej — *O przewodnich otwornicach z górnej kredy Polski Środkowej*, w której omawia stratygrafię górnej kredy (turon—dan) na podstawie otwornic przewodnich. W pracy tej porównuje mikrofaunę omawianego przez nią terenu z kredą górną Niemiec północno-zachodnich; jak również omawia pokrewieństwa i różnice poszczególnych pięter kredy górnej między tymi krajami. Prócz tego zwraca uwagę na podobieństwo mikrofauny przez nią opracowanej z mikrofauną występującą na obszarze płyty rosyjskiej i na przyległych do niej terenach. W roku 1955 K. Pożaryska i A. Urbaneek opublikowali pracę na temat regeneracji skorupki u zwierząt kopalnych. Zagadnienie to porusza K. Pożaryska jeszcze w swojej monograficznej pracy na temat rodzaju *Cristellaria* z górnej kredy Polski. W pracy tej autorka udowadnia, że rodzaj *Tribrachia* został niesłusznie stworzony przez Bartensteina i Branda. K. Pożaryska udowadnia, że otwornice należące do rodzaju *Tribrachi* nie są niczym innym jak nie normalnie regenerującymi otwornicami z rodzaju *Fronicularia*. W roku 1956 w zbiorowej pracy — *Regionalna geologia Polski* — ukazuje się rozdział K. Pożaryskiej, poświęcony stratygrafii mikropaleontologicznej kredy zachodniej Lubelszczyzny. W pracy tej omawia profil stratygraficzny, gdzie panuje specyficzna krzemionkowa facja osadów. W roku 1956 ukazuje się praca K. Pożaryskiej i A. Urbanka — *Ewolucja Lagena sulcatiformis n. sp. z górnej kredy Polski*. Autorzy prześledzili zmiany morfologiczne tego gatunku w czterech poziomach sedymentacyjnych górnej kredy przy pełnej ciągłości profilu. Przy badaniu *Lagena sulcatiformis* autorzy użyli metody sta-

tystycznej. W roku 1957 ukazuje się artykuł K. Pożaryskiej i Fr. Brotzena — *O paleocen w Polsce Środkowej*. K. Pożaryska korzystając ze swego pobytu w Szwecji, gdzie miała możliwość porównania materiałów otwornicowych Polski ze zbiorami szwedzkimi, oznaczyła liczne otwornice z wiercenia w Boryszewie. W ten sposób rozwiązała problem czy w wierceniu tym występuje dan czy paleocen, na korzyść tego ostatniego. Na podstawie badań nad mikrofauną z wiercenia w Boryszewie okazało się, że „...Polski paleocen w ogólności był powiązany z tym samym zbiornikiem sedymentacyjnym, w którym osadzały się osady duńsko-szwedzkiego paleocenu. Ponadto wydaje się, że istniało w paleocenie połączenie tego basenu poprzez Polskę z basenem Tetydy...”. Jak widać z przytoczonych prac dorobek naukowy K. Pożaryskiej składa się z publikacji na tematy biologiczne, na które jest położony duży nacisk jak również z opracowań stratygraficznych. K. Pożaryska dla pogłębienia swej wiedzy wyjeżdżała kilkakrotnie do zagranicznych ośrodków naukowych w Bułgarii, Szwecji, Niemczech i Francji.

W Zakładzie Paleozoologii P.A.N. bada otwornice również St. Duszynska. Interesuje się ona ewolucją otwornic z żywetu Gór Świętokrzyskich. Do pracowników tego Zakładu należą jeszcze Fr. Adamczak, badający ontogenezę małżoraczków żyweckich i J. Błaszczuk opracowujący otwornice jury środkowej.

W Poznaniu również w Pracowni Paleozoologii P.A.N. opracowuje współczesne otwornice bałtyckie I. Brodniewicz.

ROZWÓJ TERMINOLOGII OKREŚLAJĄCEJ OTWORNICE

Historia polskiej mikropaleontologii nie byłaby pełna, gdyby nie omówić rozwoju terminologii pojęć systematycznych. W 2-iej połowie ubiegłego stulecia nie było jeszcze polskich oryginalnych podręczników geologii ani paleontologii. Pierwszą pracą na jaką natrafiłam, jest praca francuska — *Wykład początków mineralogji i geologii napisana przez F. S. Beudant, przełożona i pomnożona przez Łabędzkiego H. t. II Geologja*. W pracy tej tłumacz używa polskiego terminu „otwornica”; „Pokłady mięczaków przedziurawiających skały (foraminifera, otwornice...)”. Niedługo potem bo w r. 1850 Antoni Waga w swojej *Historji naturalnej* używa dla określenia otwornic terminu skruszelki. „...Skruszelki (Rhizopoda) zwane także Foraminifera...”. Terminu tego używa również w 1866 r. Hoffer F. vel Hoefler F. pisząc „...Dujardin nazwał pewny gatunek skruszelków Foraminifères, korzonkonościami...”, w innym miejscu ten sam autor podaje „...żyjątka, które nam zostawiły swoje szczątki, otrzymały nazwę Skruszelków (Foraminifera)”. I znów w r. 1868 w podręczniku zoologii Nowickiego M. czytamy „...Przedzierzgniki czyli otwornice. Rhizopoda s. Foraminifera...”. W r. 1882 spotykamy się u J. Karlińskiego z innym terminem. W artykule *Roślina i zwierzę we wspólnocie, stadium zoologiczne* wyraża się ten autor następująco „...zielone zabarwienie w niższym świecie zwierzęcym dość jest rozpowszechnione, znajdujemy je między otwornicami (Poroza), Niewackami (Foraminifera), Roznożkami (Rhizopoda) wszelkiego rodzaju...”. Widać więc jak wielki chos panował w ówczesnej terminologii.

Terminologia morfologiczna uległa również zmianom. M. Nowicki w *Zoologii obrazowej* w 1876 r. dzieli niewacki (*Foraminijera*) na niezdziurki i zdiurawki. Niezdziurki (*Impertorata*, *Aporosa*): „...Skorupka błonista, wapienna lub rogowa... nie przebita dziurkami; natomiast zaś z jednym większym otworem wolnym lub zamkniętym płytką sitową”. Zdiurawki (otwornice, *Perforata*, *Protoza*): skorupka „...przebita jako sito licznymi dziurkami do wszechstronnego przypuszczania nibynózek...”

St. Olszewski w swojej pracy o otwornicach z marglu lwowskiego uzupełnia podział morfologiczny, wprowadzając pojęcie „Wapniówki” — czyli otwornic o skorupce wapiennej i przeciwstawia im „krzemówki” — czyli otwornice o skorupce z ziarn kwarcu. Należy jeszcze dodać, że do dziś dnia nie ma w języku polskim ustalonego terminu dla określenia otwornic o skorupce zbudowanej z obcego materiału. W użyciu jest termin „zlepieńcowate” i spolszczony termin łaciński „aglutynująca”; dla otwornic o skorupce wapiennej przyjął się ostatecznie termin „wapienne”. Zasluga Nowickiego jest jeszcze próba utworzenia nazw polskich dla niektórych rodzajów otwornic, np. w *Zoologii obrazowej* w r. 1876 podaje dla określenia rodzaju *Rotalia* polski termin Zawirek, dla rodzaju *Globigerina* — Niewacek, dla *Gromia* — Rozpływka. Również N. Kumelski w r. 1826 podaje terminy polskie dla nummulitów — kamyki soczewkowe, fenigowe, cyrklowane, kminkowe.

Terminu „pieniązek morski” na określenie nummulitu używa już St. Staszyc w r. 1815. W gwarze góralskiej określa się nummulity nazwą jarzec lub owies zakamioły.

WYDAWNICTWA

Możność publikowania opracowanych zagadnień naukowych jest niezmienne ważnym zagadnieniem. Mikropaleontolodzy polscy nie mając swojego specjalnego czasopisma publikowali i publikują swoje prace w pismach geologicznych, paleontologicznych, a nawet biologicznych, zależnie od charakteru poruszanych zagadnień. Przed pierwszą wojną światową drukowano prace mikropaleontologiczne w wydawnictwach Akademii Umiejętności w Krakowie, a więc w *Rozprawach Wydziału Mat.-Przyrodniczego*, *Bulletin International* i *Sprawozdaniach Komisji Fizjograficznej*. Prócz tego prace takie ukazywały się w wydawnictwie Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika we Lwowie — w *Kosmosie* — oraz w *Sprawozdaniach* i *Pracach Państwowego Instytutu Geologicznego* w Warszawie.

W latach 1918—1939 wymienione wyżej wydawnictwa trwają dalej, a prócz tego po wojnie drukowano liczne prace w *Roczniku Polskiego Towarzystwa Geologicznego* i w *Kosmosie*. Prace drobniejsze spotyka się często w *Przeglądzie Geologicznym* wydawanym w Warszawie lub *Nafcie*, wydawanej w Katowicach. Prócz tego pojedyncze prace ukazywały się również w czasopismach obcych — austriackich i rosyjskich. Część opracowań mikropaleontologicznych publikuje *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* w Krakowie. Po wojnie w wydawnictwie Instytutu Geologicznego ukazuje się specjalny *Biuletyn Mikropaleontologiczny* poświęcony tylko pracom z tej dziedziny.

Prócz tego w ramach wydawnictw Instytutu Geologicznego ukazują się samodzielne monografie.

Niektóre prace również o charakterze monograficznym są drukowane w *Paleontologia Polonica* w Warszawie.

Prace mikropaleontologiczne ukazują się też w wydawnictwach Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, w *Acta Paleontologica Polonica* i *Acta Geologica Polonica*.

ZAKOŃCZENIE

Przegląd mikropaleontologicznego piśmiennictwa polskiego i całości prac mikropaleontologicznych należy zakończyć ogólnym ujęciem. Daje się to bez trudu zauważyć, że dopiero po wojnie zaczyna się gwałtowny rozwój paleontologii, na skutek prowadzenia licznych prac poszukiwawczych, przy których metoda mikropaleontologiczna jest nieodzowna. Studia uniwersyteckie obejmują wykłady i ćwiczenia z mikropaleontologii toteż młodzi mikropaleontolodzy przystępując do pracy mają systematycznie ugruntowane wiadomości z mikropaleontologii.

W pracach mikropaleontologicznych widać wyraźnie dwa kierunki. — Jedne z nich mają na celu zbadanie biologii poszczególnych grup mikroorganizmów, inne idą w kierunku mikrostratygraficznym. Ten drugi dział badań jest na skutek wymagań życia uprawiany przez znacznie większą ilość osób.

Powojenne badania mikropaleontologiczne, stopniowo zataczają coraz szersze kręgi, prócz otwornic opracowuje się małżoraczki z punktu widzenia zarówno biologicznego, jak i stratygraficznego (z tego ostatniego w niektórych wypadkach małżoraczki są niezastąpione). Przystąpiono też do badań kokolitów i szczątków takich, jak histrychosfery i tym podobne. Widocznym jest również pewny podział zainteresowań, mikropaleontolodzy skupieni w Krakowie opracowują flisz i Karpaty, mikropaleontolodzy z Warszawy i Gdańska pozostałe tereny Polski. Tym niemniej rozpracowany jest zaledwie mezozoik Polski, mikropaleontologiczna stratygrafia paleozoiku nie jest jeszcze badana.

Należy zwrócić uwagę, że niestety wśród licznych prac naukowych nie ma prawie zupełnie opracowań popularnych dostępnych szerokiemu ogółowi czytelników szczególnie młodzieży szkół średnich, dla której ta dziedzina wiedzy jest zupełnie nieznana.

Mikropaleontologia zyskuje z biegiem czasu coraz większe znaczenie, czego dowodem jest choćby utworzenie Zakładu Mikropaleontologii U. W. i wprowadzenie tego przedmiotu w skład obowiązujących studiów uniwersyteckich. Drugim ważnym momentem dowodzącym użyteczności tej nauki jest coraz częstsze zwracanie się geologów do mikropaleontologów w sprawie wydania opinii o wieku prób.

MIEDZYNARODOWA KONFERENCJA SPEKTROSKOPII JĄDROWEJ
I RADIOCHEMII W ZJEDNOCZONYM INSTYTUCIE BADAŃ JĄDROWYCH
W DUBNEJ (ZSRR)

11—14.II.1958 r.

W pierwszej połowie lutego br. odbyła się w siedzibie Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych (ZIBJ) w Dubnej, opodal Moskwy, narada robocza, poświęcona spektroskopii jąder atomowych wykazujących deficyt neutronów oraz zastosowaniu metod radiochemicznych w badaniach reakcji jądrowych.

W godzinach przedpołudniowych odbywały się wykłady plenarne obejmujące odczyty o charakterze ogólnym, a w godzinach popołudniowych jednocześnie dwa kolokwia: jedno z zakresu spektroskopii jądrowej, drugie z dziedziny radiochemii, na których referowano krótkie komunikaty z bieżących prac badawczych, prowadzonych w ZIBJ i w innych radzieckich ośrodkach naukowych, współpracujących z ZIBJ.

W swoim sprawozdaniu pragnę pokrótce scharakteryzować problemy radiochemiczne, jakie poruszano na tej naradzie.

Konferencję otworzył prof. Marian Danysz, Wicedyrektor ZIBJ, który ujął cele narady w trzech punktach: 1. zaznajomienie uczestników z możliwościami i planami prac badawczych, jakie zapewniają laboratoria ZIBJ, 2. zorientowanie dyrekcji w możliwościach i planach prac ośrodków badawczych krajów będących członkami ZIBJ, wreszcie 3. ustalenie sposobów bezpośrednich kontaktów z pracownikami placówek zagranicznych, dla nawiązania ścisłej współpracy na polu naukowym. Prof. Danysz podał, że począwszy od kwietnia br. ZIBJ będzie w stanie zapewnić zainteresowanym krajom członkowskim naświetlanie w synchronocyklotronie tarcz cząstkami wysokich energii, niezbędne w badaniach własności jąder atomowych z deficytem neutronów.

Pierwszy wykład *Wyniki radiochemicznych badań reakcji jądrowych, zachodzących pod działaniem cząstek elementarnych o wysokiej energii* wygłosił prof. A. N. Murin (Leningrad), podkreślając na wstępie swego odczytu, ścisłą więź łączącą fizyków zajmujących się badaniami w dziedzinie spektroskopii jądrowej z radiochemikami, którzy za pomocą najrozmaitszych metod, oddzielają poszczególne izotopy i dostarczają fizykom materiału do pomiarów.

Prace nad chemicznymi efektami reakcji jądrowych, zachodzącymi pod działaniem cząstek elementarnych obdarzonych wysokimi energiami, datują się od 1947 r., kiedy to Gleen Seaborg za pomocą metod radiochemicznych po raz pierwszy stwierdził, że w wyniku bombardowania uranu cząstkami alfa o energii 380 MeV, zachodzi proces głębokiego rozszczepienia jąder, tzn. powstają radioaktywne nuklidy o znacznie mniejszych liczbach porządkowych i masowych, w stosunku do naświetlanego uranu. Rozwój badań nad tym zjawiskiem w wysokim stopniu był uzależniony od postępów w dziedzinie opracowania radiochemicznych metod rozdzielania powstających produktów rozszczepienia oraz metod spektroskopii jądrowej i radiometrii, pozwalających identyfikować poszczególne nuklidy i określać wydajność badanego procesu.

Szczególną rolę odegrały tu metody chromatograficzne z szerokim zastosowaniem żywych jonowymiennych, umożliwiające wydzielanie radioaktywnych izotopów bez nośników, a więc preparatów o wysokiej aktywności właściwej. Dla zilustrowania tej metody prof. Murin przedstawił przykład rozdzielania pierwiastków z grupy ziem rzadkich, powstających w procesie bombardowania wiązką protonów o energii 680 MeV tarczy tantalowej w synchronocyklotronie ZIBJ. Rozdzielanie prowadzi się w kolumnie chromatograficznej za pomocą wymywania danych radioizotopów mle-

czaniem amonowym o różnym stężeniu, przy czym jako pierwszy otrzymuje się lutet, a na samym końcu cer.

Po omówieniu mechanizmu głębokiego rozszczepienia jąder złożonych, referent zobrazował badania radiochemiczne, które obok techniki klisz jądrowych umożliwiają studiowanie reakcji wywołanych mezonami, krótko omówił również zagadnienie

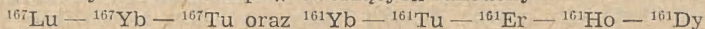


Fot. 1 — Wykład prof. B. S. Dzelepowa

rozpowszechnienia w przyrodzie izotopów, zwracając uwagę na fakt powstawania w procesach głębokiego rozszczepienia pierwiastków ziem rzadkich i konsekwencje wynikające z tego rodzaju badań dla wyjaśnienia problemów kosmochemicznych.

Z kolei przedstawił rozwój prac spektroskopowych, pozwalających dziś badać widma konwersyjne oraz widma promieniowania alfa spotykane wśród pierwiastków ziem rzadkich i wskazał na konieczność posiadania do tych celów separatorów izotopów.

W zakończeniu prof. Murin zobrazował ostatnie osiągnięcia w dziedzinie otrzymywania nowych radioizotopów tworzących łańcuchy:



Następny wykład *Spektroskopia jąder atomowych z deficytem neutronów* wygłosił członek korespondent Akademii Nauk ZSRR prof. B. S. Dzelepowa (Lenin-grad), który obszernie omówił dane doświadczalne i teoretyczne podstawy badania jąder atomowych wykazujących niedobór neutronów, czyli jąder zdeformowanych. Obecnie jądra zdeformowane znane są nie tylko w obszarze pierwiastków ziem rzadkich, ale także występują one w pobliżu glinu, magnezu i osmu. Dotychczas były one mało badane i dlatego stanowią interesującą dziedzinę dla fizyków spektroskopowych, którzy posługując się współczesną techniką oznaczania widm promieniowania gamma i beta, opracowują schematy rozpadu danych izotopów promieniotwórczych. Badania te pozwalają określać poziomy wzbudzone w jądrach atomowych i dają kwantową charakterystykę poziomów energetycznych.

Rozwój tych badań, jak podkreślił wykładowca, zawdzięcza się istnieniu synchrocyclotronu z dostatecznie dużym natężeniem wysokoenergetycznych protonów z jednej strony, a z drugiej, dobrym metodom chromatograficznego rozdzielania pierwiastków ziem rzadkich.

W drugim dniu Konferencji odbyły się również dwa wykłady plenarne, a mianowicie: W. N. Miechiedowa (ZIBJ) *Reakcje jądrowe zachodzące pod działaniem wysokoenergetycznych protonów na pierwiastki chemiczne oraz A. K. Ławruchiny (Moskwa), która wygłosiła odczyt Proces dzielenia i rozszczepienia jąder pierwiastków ciężkich protonami o wysokiej energii.*

Miechiedow scharakteryzował badania prowadzone przez zespół fizyków i radiochemików pracujących w Laboratorium Zagadnień Jądrowych ZIBJ. Prace te obejmują pięć różnych kierunków: 1. badania tzw. wtórnych reakcji jądrowych, 2. badania reakcji typu (p, xn) , $(p, p\ xn)$ i $(p, 2p\ xn)$, gdzie x oznacza zmienną liczbę wylatujących neutronów, 3. studia nad gazowymi produktami reakcji jądrowych, 4. badania reakcji typu $(p, p\pi^+)$ i $(p, p2\pi^+)$ oraz 5. badania widm radionuklidów, otrzymywanych w reakcjach z cząstkami elementarnymi wysokiej energii i poszukiwania nowych izotopów promieniotwórczych.

Z wymienionych kierunków najtrudniejsze okazują się badania reakcji wtórnych, zachodzących pod działaniem protonów wysokiej energii, w wyniku których w naświetlonych tarczach tworzą się nuklidy o liczbie porządkowej większej o 2 lub 3 jednostki, od liczby porządkowej naświetlanego pierwiastka, przy czym przekrój czynny takich reakcji jest bardzo mały, nieraz nie większy od 10^{-32} cm². Naświetlając wysokoenergetycznymi protonami miedź, cynę, ołów i bismut, stwierdzono istnienie takich reakcji na skutek współdziałania produktów rozszczepienia, jak cząstki alfa lub jądra litu z jądrami tarczy.

Badano także wydajność trytu w procesie naświetlania glinu, cyny i ołowiu protonami o energii od 120 do 660 MeV oraz stwierdzono za pomocą metod radiochemicznych powstawanie mezonów π^+ .

Ławruchina omówiła wyniki badań grupy pracowników Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR im. W. I. Wiernadskiego. Zespół ten zajmuje się procesami, zachodzącymi przy współdziałaniu cząstek elementarnych wysokich energii z jądrami atomowymi, w celu ustalenia zależności rodzaju produktów rozszczepienia od liczby porządkowej bombardowanego pierwiastka. Stosując metody radiochemiczne badano produkty rozszczepienia miedzi, hafnu i uranu. W przypadku miedzi badacze zidentyfikowali 40 różnych radioizotopów począwszy od izotopów sodu, a skończywszy na izotopach miedzi, przy czym 40% izotopów wykazywało niedobór neutronów, zaś 20% było izotopami z nadmiarem neutronów.

Drugim kierunkiem prowadzonych badań są studia nad wpływem struktury jądra na efekt procesu rozszczepiania. Szczególną uwagę zwrócono na grupę pierwiastków ziem rzadkich, które rozdzielano chromatograficznie, stosując do identyfikacji poszczególnych maksimów aktywności promieniotwórczej spektrometr gamma.

Posiedzenia przedpołudniowe trzeciego dnia Konferencji, poświęcono technice klisz jądrowych. Wstępny wykład *Badanie reakcji jądrowych wywołanych wysokoenergetycznymi cząstkami za pomocą metody klisz jądrowych* prof. N. A. Pierfiłowa (Leningrad), obejmował wyniki doświadczeń, prowadzonych przez jego współpracowników w Instytucie Radowym, nad zjawiskiem kaskad jądrowych, obserwowanych w czasie naświetlania uranu protonami o energii od 300 do 600 MeV. W laboratorium kierowanym przez Pierfiłowa studiowano również powstawanie wielokrotnie zjonizowanych fragmentów w procesie rozszczepienia jąder srebra, bromu, kadmu, ołowiu i uranu. W doświadczeniach tych badano wpływ energii i liczby masowej na proces fragmentacji.

Inne wykonane prace dotyczyły wydajności poszczególnych fragmentów, w zależności od liczby masowej naświetlanego pierwiastka. Pokrywając kliszę fotograficzną folią badanego pierwiastka, naświetlano ją, po czym liczono ślady wielokrotnie zjonizowanych fragmentów, idące od powierzchni w głąb kliszy. W przypadku kadmu i ołowiu, stwierdzono proporcjonalną zależność wydajności procesu fragmentacji od przekroju czynnego. Studiowano również proces dzielenia się jąder uranu, bismutu i wolframu pod działaniem protonów o wysokiej energii oraz mezonów.

Bardziej szczegółowo referowali te zagadnienia: W. P. Szamow w komunikacie *Proces dzielenia jąder srebra protonami o wysokiej energii*, N. S. Iwa-

nowa Dzielenie jąder uranu i powstawanie wielokrotnie zjonizowanych fragmentów w jądrach emulsji pod działaniem π^+ mezonów o wysokiej energii oraz O. W. Łożkin Dwa szczególne przypadki rozszczepienia wielokrotnie zjonizowanych fragmentów.

Kolokwium radiochemiczne obfitowało w szereg interesujących komunikatów, na podstawie których uczestnicy Konferencji doskonale mogli zorientować się w tematyce i kierunkach badań prowadzonych przede wszystkim w ZIBJ, ale również i w innych placówkach jak np. Instytut Radowy Akademii Nauk ZSRR (Leningrad) czy wspomniany już Instytut Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR.

W. A. Chałkin (ZIBJ) referował wyniki zespołowej pracy (W. N. Miechiedow, M. Ja. Kuzniecowa, W. W. Kuzniecowa) Powstawanie astatu z ołowiu pod działaniem protonów wysokiej energii, w reakcji $Pb(Li, xn)At$. Doświadczenie polegało na bombardowaniu tarczy ołowianej wewnętrzną wiązką protonów



Fot. 2 — W kuluarach. K. n. fiz. T. J. Umazow (Taszkient), prof. B. S. Dzelepowa (Leningrad), prof. A. N. Murin (Leningrad)

w synchrocyclotronie i wydzielenie astatu zwykłymi metodami chemicznymi. Stwierdzono istnienie dwóch izotopów $At-211$ ($T_{1/2} = 7,3$ godz.) oraz $At-210$, na podstawie pomiaru pochodnego izotopu $Po-210$ ($T_{1/2} = 140$ dni). Praca ta należy do cyklu badań nad reakcjami wtórnymi.

Miechiedow przedstawił szczegółowe wyniki badań nad rolą neutronów w rozwoju kaskady jądrowej, w komunikacie: *Reakcje jąder złożonych: (p, xn) , $(p, p xn)$ i $(p, 2p xn)$* . W pracy tej posługiwano się jodem i tellurem, badając promieniotwórcze produkty reakcji.

Pracę wykonaną w Leningradzkim Instytucie Radowym *Masy fragmentów dzielenia $U-235$, $U-238$ i $Pu-239$ neutronami o energii 14,6 MeV* referował A. N. Protopopow. W doświadczeniach autor z licznym zespołem współpracowników, posługiwał się tlenkami poszczególnych pierwiastków i po naświetleniu ich neutronami, za pomocą nośników oddzielał powstałe fragmenty i mierzył ich aktywność.

Ł. P. Moskalewa w komunikacie *Powstawanie izotopów $Na-24$ i $P-32$ w procesie współdziałania protonów o wysokiej energii z jądrami złożonymi* omówiła częściowe wyniki ogólniejszego tematu, dotyczącego powstawania lekkich ją-

der. Po naświetleniu miedzi i złota oraz trójtlenku lantanu protonami o energii od 120 do 660 MeV, zwykłymi metodami chemicznymi oddzielano sód i fosfor. Stwierdzono znaczną zależność wydajności Na i P od liczby porządkowej naświetlanego pierwiastka.

Przyczynek do zagadnienia prawidłowości fragmentacji jąder złożonych stanowiący zespołową pracę B. W. Kurczatowa, W. N. Miechiedowa i innych, przedstawił B. W. Kurczatow. Badacze postanowili stwierdzić, czy wydajności jąder o $Z = 6-19$ w procesie rozszczepienia złota protonami o energii 480 MeV, są takie same jak dla srebra. Na podstawie pomiarów wydajności radioizotopów węgla, sodu, fosforu i potasu oznaczono przekroje czynne dla tych reakcji i porównano je z wynikami naświetlania srebra.

M. Ja. Kuzniecowa przedstawiła pracę W. N. Miechiedowa, W. A. Chałkina, W. N. Rybakowa i swoją *Lekkie izotopy telluru*, zmierzającą do określenia liczby masowej, okresu półtrwania i charakteru promieniowania izotopów telluru o liczbach masowych mniejszych od 118. Lekkie izotopy telluru, powstające w reakcji (p, xn) podczas bombardowania protonami metalicznego antymonu, oznaczano w przeciągu 12 godzin, wydzielając z frakcji telluru co 90 minut pochodne izotopy antymonu. Na podstawie pomiarów autorzy wnioskują o istnieniu izotopów Te-116 ($T^{1/2} = 2,5$ godz.) oraz Te-117 ($T^{1/2} = 1,7$ godz.).

A. A. Pozdniakow (Moskwa) zreferował pracę wykonaną wspólnie z A. K. Ławruchiną *Radiochemiczne badania produktów rozszczepienia hafnu protonami o energii 680 MeV*. Z uwagi na fakt, że produktami rozszczepienia są pierwiastki ziem rzadkich, opracowano chromatograficzną metodę rozdzielania tych izotopów (w przeciągu 3-6 godz.), co pozwoliło badaczom oznaczyć wydajności poszczególnych nuklidów. Stwierdzono, że 67% izotopów wykazuje deficyt neutronów, 23% — to jądra stabilne, a 10% — jądra z nadmiarem neutronów.

W drugim dniu na kolokwium radiochemicznym przedstawiono 6 komunikatów. Pierwszy zabrał głos B. K. Preobrażenski (Instytut Radowy, Leningrad), wygłaszając referat na temat *Zastosowanie metod chromatograficznych w badaniach reakcji jądrowych oraz izotopów promieniotwórczych*. Omówił on, stosowaną w Instytucie Radowym, technikę chromatograficznego rozdzielania pierwiastków, ze szczególnym uwzględnieniem izotopów ziem rzadkich, łącznie z opisem racjonalnej aparatury, która zapewnia liniową zmianę stężenia eluentu. Referent przedstawił wyniki radzieckich badań kationitów, wpływ temperatury na efektywność rozdzielania, przy czym, w niektórych przypadkach czas rozdzielania izotopów wynosił kilka minut.

Z kolei w komunikacie poświęconym rozdzielaniu izotopów jądrowych W. D. Niefiodow (Leningrad), mówił o swoich badaniach zmierzających w kierunku separacji izomerów rtęci.

S. Siekierski (Zakład Radiochemii i Chemii Izotopów, IBJ, Warszawa), przedstawił pracę *Radiochemiczne badania nad reakcją $^{30}\text{Si} (p, \pi^+) ^{31}\text{Si}$ pod działaniem protonów o wysokiej energii*, wykonaną w ZIBJ w 1956 r. Autor naświetlał protonami krzem i po chemicznym oczyszczeniu tarczy, mierzył jej aktywność.

Następnie W. N. Rybakow (ZIBJ), wygłosił komunikat o powstawaniu izotopów Te-127 i Sb-127 w procesie bombardowania protonami jodu, a T. W. Małyshewa o omówiła technikę pomiarów aktywności izotopów wykazujących wychwyty elektronów orbitalnych.

Ostatni komunikat Ł. D. Krasawiny (Moskwa) *Rozszczepienie lantanu protonami wysokich energii* dotyczył badania powstających produktów naświetlania tlenku lantanu protonami; poszczególne izotopy wydzielano kombinując zwykłe metody chemiczne z chromatograficznymi.

Uczestnicy Konferencji zarówno po odczytach plenarnych jak też po komunikatach, bogato ilustrowanych tablicami i wykresami, niezwykle żywo dyskutowali na tematy poszczególnych wystąpień, starając się wyjaśnić zagadnienia, które w niejednym przypadku skłaniały do krytycznych uwag czy polemiki. Konferencja miała więc istotnie, zgodnie z założeniami, charakter „narady roboczej”.

W dyskusji brało udział wielu mówców, by wymienić B. S. Dżelepowa, G. N. Flerowa (Moskwa), W. N. Miechiedowa, A. K. Ławruchinę, B. K. Preobrażenskigo czy W. A. Chałkina. Prof. A. N. Niesmiejjanow (Moskwa) zabierając głos w dyskusji zwrócił uwagę na dający się odczuć brak w referowanych pracach szczegółowszego omówienia radiochemicznej strony doświadczeń, interesującej licznie zgromadzonych radiochemików. Prace najczęściej ograniczały się do przedstawienia ostatecznych wyników w postaci krzywych

zależności przekroju czynnego od energii cząstek, natomiast mało uwagi poświęcono metodom, które doprowadziły do końcowych rezultatów. Inny dyskutant prof. J. M. Tołmaczew (Leningrad), wskazał na całkowite pominięcie w przedstawionych pracach efektów wymiany izotopowej, którą w tego rodzaju badaniach należy brać pod uwagę.

W trzecim dniu narady W. A. Chałkin przedstawił projekt laboratorium radiochemicznego i pawilonu dla pomiarów fizycznych, a G. M. Gorodinski omówił aparaturę, w jaką będą wyposażone nowo projektowane pracownie. Przyszłe Laboratorium Radiochemiczne podług planów, pozwoli na obróbkę naświetlonych tarcz o poziomie aktywności do 0,5 curie i więcej (w przypadku krótkotrwałych izotopów). W budynku radiochemicznym, oprócz pomieszczeń typowych dla prac z preparatami promieniotwórczymi, znajdują się również pracownie chemii analitycznej i preparatywnej, warsztaty, pokoje zaopatrzone w odpowiednią aparaturę elektronową oraz spektrograf mas. Będzie tu pracować przeszło 100 osób. Nad projektem wywiązała się ożywiona dyskusja, przy czym powszechnie uważano, że powierzchnia przewidziana na właściwą radiochemię jest zbyt mała w porównaniu z metrażem innych pracowni w budynku radiochemicznym.

Do chwili oddania do użytku projektowanego budynku radiochemicznego (około 2 lata), trudną sytuację lokalową ma częściowo rozwiązać budujący się obecnie zastępczy pawilon drewniany, w którym znajduje się elektronowa aparatura pomiarowa, zabezpieczająca normalny tok prowadzonych prac badawczych.

Ostatnim punktem programu Konferencji było omówienie planu prac i kooperacji badań radiochemicznych. Jak podkreślił Dyrektor Laboratorium Zagadnień Jądrowych W. P. Dzelepów, który przewodniczył na tym posiedzeniu, wykłady i komunikaty zapoznały uczestników narady z pracami prowadzonymi w ZIBJ, dzięki czemu przedstawiciele państw będących członkami Instytutu, mogą teraz rozważyć ewentualne projekty współpracy. Jak wynikało z wypowiedzi, realne możliwości takiej współpracy istnieją w badaniach z zakresu radiochemii i spektroskopii jądrowej, zwłaszcza w dziedzinie badań nad jądrami atomowymi wykazującymi deficyt neutronów. W przypadku izotopów o stosunkowo dużych okresach półtrwania naświetlone tarcze w synchrociklotronie będzie można przysyłać zainteresowanym pracownikom. Po chemicznej separacji i wydzieleniu z tarczy poszczególnych radionuklidów, uzyska się materiał do pomiarów spektroskopowych. W przypadku izotopów o krótkich okresach półtrwania, badania tego rodzaju mogą być prowadzone jedynie w laboratoriach ZIBJ.

Największe zainteresowanie dla współpracy okazała Polska i Czechosłowacja. W krajach tych istnieją już spektrometry beta i gamma, a więc są możliwości badań nad jądrami z niedoborem neutronów.

Prof. L. Imre (Węgry) oraz S. W. Markiewicz (Białoruska Akademia Nauk), wskazali na konieczność rozwinięcia badań fizykochemicznych, które nie znalazły należytego oddźwięku w planach prac Instytutu. Stan taki tłumaczy się faktem bardzo małej kadry chemików, zatrudnionych w ZIBJ. Podobnie podkreślono brak badań z zakresu chemii radiacyjnej.

Czwarty dzień Konferencji przeznaczono na zwiedzanie laboratoriów. Zagraniczni uczestnicy narady obejrzeli oba podstawowe urządzenia badawcze, jakimi dysponuje ZIBJ, tzn. synchrociklotron, przyspieszający protony do energii 680 MeV oraz synchrofazotron, nadający cząstkom energie 10 BeV. Grupa radiochemików udała się ponadto do pracowni radiochemicznej, gdzie zapoznano się z wyposażeniem tego laboratorium, które w obecnej postaci przedstawia się raczej skromnie i dlatego budowa nowego laboratorium staje się palącą koniecznością.

Dyrektor ZIBJ prof. D. I. Błochincew oraz prof. Marian Danysz, przyjęli przedstawicieli poszczególnych delegacji przybyłych do Dubnej i przeprowadzili z nimi rozmowę na temat wyników narady oraz dalszego rozwoju współpracy w dziedzinie radiochemii i spektroskopii jądrowej pomiędzy Instytutem a placówkami krajów członkowskich.

Organizacja Konferencji, która zgromadziła przeszło 100 uczestników, w tym około 50 z zagranicy, była doskonała. Sama narada, przepojona duchem rzetelnej pracy naukowej, przyniosła wiele pożytku wszystkim uczestnikom i całkowicie spełniła zadania, jakie postawiła przed nią Dyrekcja Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych.

KONFERENCJA ASTROMETRYCZNA W KIJOWIE 27—30 MAJA 1958 R.

W dniach od 27 do 30 maja br. odbywała się w Kijowie czternasta wszechzwiązkowa konferencja astrometryczna, zorganizowana przez Akademię Nauk Z.S.R.R. W konferencji tej prócz astronomów radzieckich, którzy w liczbie około 80 osób przybyli na tę konferencję z różnych obserwatoriów radzieckich, brali udział jako zaproszeni goście spoza Związku Radzieckiego: z Chin prof. Czżań-Ju-j-Czzeń, dyrektor Obserwatorium Astronomicznego na górze Purpurowej koło Nankinu, z Polski zaś — prof. J. Witkowski z Poznania i autor niniejszej notatki.

Astrometria jest działem astronomii obserwacyjnej, obejmującym zagadnienia wyznaczania położenia ciał niebieskich i ich zmian oraz wszystkie te zagadnienia astronomiczne, w których mamy do czynienia z pomiarami kątowymi. Jest to najstarsza dziedzina astronomii, powstała bowiem w zamierzonych epokach, gdy z obserwacji astronomicznych poczęto wyznaczać czas i określać położenie obserwatora na Ziemi. Problemy te są nadal aktualne, zmieniają się jedynie metody i wzrasta dokładność obserwacji. Zasadniczym zagadnieniem nowoczesnej astrometrii jest wyznaczanie położenia gwiazd, od znajomości bowiem dokładnych położenia gwiazd zależy rozwiązywanie takich zagadnień astrometrycznych, jak wyznaczanie dokładnego czasu, wyznaczanie współrzędnych geograficznych, badania wahań biegunów ziemskich itp. Astrometria, będąca częścią tzw. astronomii klasycznej, jest nadal nauką żywą i podstawową w grupie nauk astronomicznych.

Badania astrometryczne mają chlubną tradycję w Związku Radzieckim, w obserwatoriach bowiem rosyjskich, a następnie radzieckich, były wykonane liczne prace o charakterze podstawowym. Szczególnie duże zasługi położyło tu Pułkowskie Obserwatorium Astronomiczne (w pobliżu Leningradu), założone w 1839 roku. Katalogi położenia gwiazd, oparte na obserwacjach pułkowskich, miały najwyższą dokładność i stały się podstawą, na której zostały zbudowane nowoczesne katalogi gwiazdowe.

Konferencje astrometryczne są zwoływane w Związku Radzieckim z reguły co dwa lata. Odbywały się dotychczas w Pułkowie, w bieżącym zaś roku zwołano konferencję do Kijowa z tego powodu, że w pobliżu tego miasta w Gołosiejewie powstaje duże obserwatorium astronomiczne Akademii Nauk Ukraińskiej S.R.R., gdzie już dokonano wielu poważnych prac astronomicznych.

Pierwszy dzień konferencji był przeznaczony na referaty sprawozdawcze. Poprzedzone one były referatem wstępnym wygłoszonym przez prof. M. S. Zwieriewa, zast. dyrektora Obserwatorium Pułkowskiego, na temat wyników badań astrometrycznych w Związku Radzieckim w czasie od grudnia 1955 r. do maja 1958 r. oraz zadań, jakie stoją przed astrometrią radziecką. W referacie między innymi uwydatniono udział astrometrystów radzieckich w Międzynarodowym Roku Geofizycznym, poza tym zaznaczono, że w Z.S.R.R. bardzo rozwinęła się służba szerokościowa (7 stacji obserwacyjnych, wyposażonych w teleskopy zenitalne) oraz że na terenie państwa działa 12 służb czasu. Zorganizowano na przeszło 80 stacjach obserwacje sztucznych satelitów Ziemi za pomocą wykonanych w Związku Radzieckim specjalnych lunetek.

Od wielu lat podstawowym problemem astrometrii radzieckiej jest Katalog Słabych Gwiazd. Wielkie to przedsięwzięcie astronomii radzieckiej ma na celu utworzenie podstawowego katalogu położenia około 20 000 gwiazd 8^m, a więc o słabym blasku w porównaniu z gwiazdami, których pozycje wyznaczano dotychczas za pomocą instrumentów południkowych. Pozycje tych gwiazd będą nawiązane do układu położenia bardzo odległych galaktyk, wskutek czego kierunki ku gwiazdom Katalogu Słabych Gwiazd utworzą nową sieć geometryczną wszechświata, wolną od zasadniczych błędów systematycznych stosowanych dotychczas w astrometrii systemów fundamentalnych.

Pragnę zauważyć, że w tej międzynarodowej pracy bierze udział od 1950 r. Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Wrocławskiego. Opracowane w tym obserwatorium dwa katalogi względne z obserwacji wykonanych we Wrocławiu w latach 1950—1953 (obserwatorowie P. Rybka i J. Kubikowski) weszły w skład katalogu zbiorczego fundamentalnych gwiazd, opracowanego niedawno w Obserwatorium Pułkowskim.

Z innych aktualnych zagadnień astrometrii radzieckiej należy wymienić wyposażenie obserwatoriów radzieckich w nowe instrumenty astrometryczne, wyko-

nywane całkowicie w Związku Radzieckim. Przewiduje się wykonanie instrumentów południkowych dla obserwatoriów w Gołosiejewie, Taszkencie i Nikołajewie, wykonanie szerokokątnych astrografów, instrumentów do fotoelektrycznych obserwacji przejść gwiazd przez południk, zegarów kwarcowych itp.

Po referacie prof. Zwieriewa nastąpiły sprawozdania czterech podkomisji, które istnieją w Komisji Astrometrycznej Akademii Nauk Z.S.R.R., a mianowicie podkomisji astrometrii fotograficznej, podkomisji szerokościowej, podkomisji wyznaczania czasu i podkomisji ruchu i figury Księżyca. Głównym problemem, opracowywanym obecnie przez podkomisję astrometrii fotograficznej jest nawiązywanie położenia gwiazd do położenia galaktyk. Poza tym obserwowane są fotograficzne pozycje małych planet, planet wielkich i sztucznych satelitów Ziemi. Podkomisja szerokościowa za główne zadanie wybrała sprowadzenie zaobserwowanych wahań biegunów ziemskich do jednorodnego systemu.

Duże ożywienie występuje w dziedzinie badań Księżyca. Referent podkomisji ruchu i figury Księżyca, prof. A. A. Jakowkin, dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Ukr. Ak. N. w Gołosiejewie, mówił o pracach nad określaniem figury Księżyca, o nierównościach brzegu tarczy Księżyca itp. Należy tu wspomnieć, że tego rodzaju badaniami zajmował się w drugim dziesięciu lat bieżącego stulecia Tadeusz Banachiewicz podczas swej pracy w Obserwatorium im. Engelhardta pod Kazaniem. Badania te kontynuował wraz ze współpracownikami w Krakowie, obecnie zaś tego rodzaju prace prowadzi w Krakowie prof. Kozieł. Z nierozwiązanych zagadnień z powyższego zakresu należałoby wspomnieć problem wyznaczenia środka masy Księżyca. Otóż prof. Jakowkin wysunął sugestię wyrzucenia sztucznego satelity, którego droga byłaby tak obliczona, aby stał się on satelitą Księżyca. Obserwacje położenia tego satelity, który obiegałby nasz Księżyc, pozwoliłyby na dokładne wyznaczenie środka masy Księżyca.

Po referatach przewodniczących podkomisji nastąpiły sprawozdania z 19 obserwatoriów radzieckich, w których są wykonywane obserwacje astrometryczne. W najszerszym zakresie jest to czynione w Pułkowskim Obserwatorium, gdzie astrometria jest uprawiana w czterech działach: 1) astrometria fundamentalna, 2) służba szerokości, 3) służba czasu, 4) astrometria fotograficzna. Każdy z tych działów liczy wielu pracowników i w każdym z nich wykonywane są poważne prace obserwacyjne. Byłoby zbyt trudno i zajęłoby to zbyt wiele miejsca, by omawiać sprawozdania poszczególnych obserwatoriów, sprawozdania bardzo treściwe, z których widać było dążenie do maksymalnego wykorzystania posiadanej aparatury i do doskonalenia metod obserwacyjnych. Na wzmiance tej więc poprzestane.

Następne trzy dni były przeznaczone na referowanie indywidualnych prac z różnych dziedzin astrometrii. Zgłoszono aż 53 referaty z sześciu zasadniczych grup zagadnień astrometrycznych: 1) Ruch i figura Księżyca, 2) Astrometria południkowa, 3) Fotograficzne obserwacje Księżyca, 4) Wyznaczanie wahań szerokości geograficznych i ruchu biegunów ziemskich, 5) Astrometria fotograficzna i nowe programy obserwacji południkowych, 6) Wyznaczenie czasu. Wyczerpie tytułów wszystkich referatów, a nawet poruszonych problemów, zajęłoby zbyt wiele miejsca, ograniczę się więc tylko do wybranych zagadnień, które mnie osobiście bardziej interesowały.

Z zagadnień pierwszej grupy należałoby wymienić przede wszystkim opracowywanie mapy hipsometrycznej pasa brzegowego Księżyca. W pasie tym przy różnych kątach libracji przypada brzeg tarczy Księżyca. A. A. Niefiediew, dyrektor obserwatorium im. Engelhardta w pobliżu Kazania, referował o wykonaniu map reliefu powierzchni Księżyca w strefie brzegowej na podstawie heliometrycznych obserwacji, wykonanych we wspomnianym obserwatorium w ciągu 50 lat (1895—1945) przez Krasnowa, Michajłowskiego, Banachiewicza, Jakowkina, Belkowicza i Niefiediewa. Obserwacje tego rodzaju są kontynuowane przez Niefiediewa. Mapa radziecka z 1958 r. ma zastąpić stosowaną dotychczas mapę sporządzoną przez Hayna (początek bieżącego stulecia).

Należy tu zaznaczyć, że w referatach i w dyskusji wymieniano często nazwisko Banachiewicza w związku z jego pracami obserwacyjnymi w obserwatorium Engelhardta jak i w związku z pracami późniejszymi, wykonywanymi w Krakowie. Tak więc Sz. T. Chabibullin (Obserwatorium Engelhardta) mówiąc o ponownym opracowywaniu dorpacckich heliometrycznych obserwacji Księżyca, zakomunikował, że stosuje przy tym opracowywaniu rachunek krakowianowy. Wspomniał przy tym z dużym uznaniem o dokładnej pracy prof. Kozieła z Krakowa na podobny temat.

W kilku obserwatoriach radzieckich zorganizowano fotograficzne obserwacje Księżyca za pomocą metody opracowanej przez amerykańskiego astronoma Mar-

kowitza. W szczególności kamerę Markowitza ustawiono w Obserwatorium Engelhardta na teleskopie horyzontalnym, przy czym gwiazdy i Księżyc są fotografowane przy różnych czasach ekspozycji, Księżyc 2—4 sek.; gwiazdy 6—8 minut.

W referatach drugiej grupy, dotyczącej astrometrii południkowej, zajmowano się Katalogiem Słabych Gwiazd. Jeden z referatów zawierał tymczasowe wyniki zbiorczego fundamentalnego katalogu gwiazd, w skład którego weszły również obserwacje wrocławskie z lat 1950—1953. Inne prace dotyczyły badania systematycznych błędów w różnych seriach katalogów gwiazdowych. Wiele uwagi poświęca się nadal badaniom stałych instrumentalnych, jak gięcie lunet, nowym metodom odczytywania kół podzielonych, konstrukcji nowych instrumentów, które pozwoliłyby na unikanie błędów systematycznych występujących przy obserwacjach instrumentami klasycznymi itp.

Bardzo ożywiony przebieg miały posiedzenia poświęcone zagadnieniom zmian szerokości geograficznej i ruchów biegunów ziemskich. Zjawisko to zostało wykryte w końcu XIX w. i od samego początku astronomowie rosyjscy wzięli aktywny udział w jego badaniu. Obecnie głównym ośrodkiem badań tego rodzaju jest Gravitometryczne Obserwatorium Ukraińskiej Akademii Nauk. Mieści się ono w Połtawie, jednym zaś z najwybitniejszych badaczy w zakresie prac szerokościowych jest E. P. Fiodorow, przewodniczący Komisji zmian szerokości geograficznej Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Referaty szerokościowe dotyczyły takich zagadnień, jak związanie obserwowanych ruchów biegunów w jednorodny system, oddzielenie zmian szerokości wynikających z przesunięć lądów od zmian wywołanych ruchami biegunów, ścisłe określenie średniej szerokości geograficznej itp.

Na jednym z posiedzeń, poświęconych zagadnieniom szerokościowym, prof. J. Witkowski z Poznania wygłosił referat o stacji szerokościowo-długościowej pod Poznaniem w miejscowości Borowiec. Referat był ilustrowany filmem, obrazującym wyposażenie instrumentalne stacji i prace tam prowadzone.

Nieco na uboczu zasadniczych referatów astrometrycznych stały referaty Kołczyńskiego i Własowa z obserwatorium w Gołossejewie, dotyczące niepokojów atmosfery i wynikających stąd błędów w określaniu położenia ciał niebieskich.

Posiedzenia, odbywające się od rana do późnych godzin wieczornych, wymagały dużego napięcia uwagi, tym bardziej, że wtedy panowała upalna pogoda. Ostatniego dnia konferencji posiedzenia (w dwóch sekcjach) były w obserwatorium w Gołossejewie. Przy tej sposobności uczestnicy konferencji zwiedzili to nowe budujące się obserwatorium. Powstało ono już po drugiej wojnie światowej w malowniczej lesistej okolicy na południowo-zachodnich kresach wielkiego Kijowa. Mimo, że od założenia obserwatorium w Gołossejewie upłynęło zaledwie około 12 lat, obserwatorium to prowadzi już bardzo ożywioną działalność obserwacyjną. Czynnym jest tam 8 instrumentów, wśród nich duże koło wertykalne do absolutnego wyznaczania deklinacji gwiazd, duży podwójny astrograf 40-cm, słoneczny teleskop horyzontalny, mniejszy astrograf itp. W budowie zaś jest kopuła pod duży teleskop zwierciadlany i szereg pawilonów pod mniejsze instrumenty. Obserwatorium Astronomiczne w Gołossejewie jest jednym z przykładów, jak duże znaczenie przywiązuje rząd Związku Radzieckiego do rozwoju astronomii. A przecież należy mieć na uwadze to, że obserwatorium w Gołossejewie jest jednym z kilku dużych obserwatoriów astronomicznych, które powstały w Związku Radzieckim po drugiej wojnie światowej.

Konferencja tyle czasu pochłaniała uczestnikom, że nie pozostawało wiele chwil wolnych na zwiedzanie tego pięknego miasta, jakim jest Kijów. Jak wiadomo, uległ on dużemu zniszczeniu podczas drugiej wojny światowej, został jednak już całkowicie odbudowany. Szczególnie ładnie odbudowano główną ulicę miasta, Chreszczatyki. Przybysza z Polski, której miasta nie grzeszą czystością, uderza porządek i czystość na ulicach i licznych zieleńcach miasta. Szczególnie efektowny jest park na wysokim zachodnim brzegu Dniepru, skąd roztacza się piękny widok na rzekę, zielone wyspy na niej z plażami i obszary położone na wschód od rzeki.

Po skończonej konferencji nie powróciłem zaraz do Polski, lecz na kilka dni udałem się na Krym do Obserwatorium Astrofizycznego. Była to już moja druga podróż na Krym (pierwsza odbyła się w październiku 1957 r.) w związku z pracami z fundamentalnej fotometrii gwiazdowej, kierowanymi tam przeze mnie. Jest to już temat wymagający odrębnego omówienia i nie wiąże się z konferencją astrometryczną, dalszych więc szczegółów na temat prac prowadzonych w Krymskim Obserwatorium Astrofizycznym i o samym obserwatorium nie podaję.

VI OGÓLNOPOLSKI ZJAZD POLSKIEGO TOWARZYSTWA GEOGRAFICZNEGO
W KRAKOWIE I ZAKOPANEM

Polskie Towarzystwo Geograficzne obchodzi w bieżącym roku 40-lecie swego istnienia. Dla uczczenia tej rocznicy odbył się w Krakowie i Zakopanem VI zjazd geografów przy udziale 350 uczestników oraz około 100 gości. Zjazd zaszczytliwi swą obecnością: Przewodniczący MRN prof. dr W. Boniecki, Rektor Uniwersytetu Jagiellońskiego reprezentował prof. dr A. Gaweł, Rektora Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie — Prorektor doc. dr S. Jodłowski, władze szkolne — Kurator dr Dominik Gnoiński, geografów wojskowych — Teodor Naumienko, pokrewne towarzystwa naukowe — prof. dr H. Świdziński, prezes Polskiego Towarzystwa Geologicznego i wielu innych. Spośród zagranicznych gości wymienimy dra A. Frencha z Londynu, prof. dra J. Gellerta z Poczdamu, prof. dra S. Kaleśnika z Leningradu, prof. M. Lukniša z Bratysławy, prof. dra E. Neefa z Lipska, R. H. Osborne'a z Edynburga, doc. dra P. Plešnika z Bratysławy, asp. L. Sretonowicia z Lublany, I. Velcea z Bukaresztu oraz prof. dra F. Vitaska z Brna (ČSR). Szczególne zainteresowanie obudził zjazd u geografów czeskich i słowackich ze względu na problematykę tatrzańską; wielu z nich wzięło w nim udział przybywszy do Zakopanego na graniczne przepustki turystyczne.

W pierwszym dniu Zjazdu po uroczystym jego otwarciu przez Przewodniczącego PTG, prof. dra G. Galona i wygłoszeniu przemówień powitalnych nastąpiły wykłady inauguracyjne. Prof. dr R. Galon omówił czterdziestoletnią działalność Polskiego Towarzystwa Geograficznego podkreślając jego osiągnięcia i wyrażając nadzieję, że Towarzystwo, przez pewien czas ograniczone w swej działalności do popularyzacji geografii, wznowiwszy niedawno działalność naukową stanie się jedynym reprezentantem polskiej geografii, ponieważ skupia ogół geografów, zarówno nauczycieli wszystkich szczebli szkolnictwa jak również samodzielnych i pomocniczych pracowników nauki oraz geografów zatrudnionych w biurach planowania i różnych placówkach gospodarczych. Prof. Leszczycki wygłosił referat na temat *Nowsze kierunki badawcze geografii*. Po tych referatach nastąpiły wykłady dotyczące Tatr, dające w sumie niemal pełny geograficzny obraz tych gór. Pominęto tylko zagadnienie klimatyczne. Program obejmował wykłady: doc. dr A. Michalik — *Budowa geologiczna*, prof. dr M. Klimaszewski — *Rozwój geomorfologiczny*, mgr Z. Ziemońska — *Stosunki hydrograficzne*, dr I. Geysztorowa — *Próby obliczenia intensywności erozji chemicznej*, dr Z. Radwańska-Paryska — *Pietra roślinności*, prof. dr A. Wrzosek — *Z problematyki geograficzno-gospodarczej Tatr i Podtatrza*, prof. dr S. Berezowski — *Wędrówki pasterskie*. Zbyt wielka liczba referatów wygłoszonych w tak krótkim czasie nie pozwoliła na prowadzenie dyskusji, którą odłożono na czas wycieczek.

W drugim dniu uczestnicy obradowali w sekcjach: geografii fizycznej, geografii gospodarczej i dydaktyki geografii. W każdej sekcji wygłoszono referaty o charakterze metodycznym mające na celu zapoznanie uczestników z metodami współcześnie stosowanymi w badaniach geograficznych. Następnie wygłaszano referaty zgłoszone na zjazd przez geografów nauczycieli. W poprzednich zjazdach tego nie praktykowano. Wskrzeszenie tej dawnej tradycji zjazdów towarzystw naukowych należy powitać z uznaniem. Dopuszczenie do głosu pracowników z małych miast prowincjonalnych niewątpliwie zachęci nauczycieli do podejmowania bodaj skromnych opracowań naukowych, co przy ich dużej liczebności stwarza nowe możliwości rozwoju nauki, a przede wszystkim wpłynie na ożywienie naukowych zainteresowań członków towarzystwa. Dodatkową pobudką do tego były nagrody pieniężne ustanowione przez Towarzystwo na najlepsze referaty wygłoszone na zjeździe przez tych członków Towarzystwa, którzy nie są etatowymi pracownikami nauki, w pierwszym więc rzędzie nauczycieli. Nagrody przyznano mgrowi S. Kopczyńskiemu z Grudziądza za pracę *Badania nad jeziorami Pojezierza Dobrzyńskiego*, M. Jeśmianowi z Opola za pracę *Z zagadnień transportu na Śląsku Opolskim* oraz Węgólną nagrodę mgrowi R. Konstankiewiczowi z Lublina i drowi T. Prus-Wiśniowskiemu za referaty dotyczące zagadnień dydaktycznych.

W czasie pierwszych dwu dni obrad w Krakowie zwiedzano wystawy przedstawiające dorobek naukowy katedr geograficznych Uniwersytetu Jagiellońskiego i Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie oraz Pracowni Fizjograficznej IG PAN

w Krakowie¹, a także bardzo starannie przygotowaną i estetycznie urządzoną wystawę pomocy dydaktycznych, zorganizowaną przez Zakład Dydaktyki Geografii WSP w Krakowie. Oglądnięto wieczorem kilka nowych szkolnych filmów geograficznych.

W drugim dniu zjazdu po przejeździe autobusami z Krakowa do Zakopanego odbyło się tam Zwyczajne Walne Zgromadzenie Delegatów PTG, na którym przyjęto sprawozdania Zarządu Głównego za okres od ostatniego zjazdu w Olsztynie (1956 r.), dokonano wyborów uzupełniających, omówiono program działalności Towarzystwa na przyszłość oraz mianowano nowych członków honorowych Towarzystwa w osobach b. wizytatora Konstantego Bzowskiego, prof. dra Jerzego Lotha prof. dra Hansa Ahlmana ze Stockholmu oraz prof. dra W. Szafera z Krakowa.

Ostatnie dwa dni zjazdu poświęcone były wycieczkom naukowym w Tatry, Pieniny, na Orawę i Podtatrze. Każda z dziesięciu przygotowanych tras wycieczkowych powtarzana była dwukrotnie, uniknięto się w ten sposób zbyt licznych grup wycieczkowych, a uczestnicy mieli do wyboru dwie spośród przewidzianych wycieczek. Największym powodzeniem cieszyła się wycieczka prowadzona przez prof. M. Klimaszewskiego do Morskiego Oka i Doliny Pięciu Stawów. Uzasadniał on na niej swe poglądy o istnieniu w Tatrach fragmentów neogeńskiej rzeźby preglacialnej wykształconej w kilku epicyklach, o braku w głębi gór śladów zlodowaceń starszych od ostatniego, które zdaniem prelegenta było w Tatrach zlodowaceniem maksymalnym, o słabej działalności niszczącej w okresach interglacialnych itd. Inne wycieczki prowadzone przez prof. A. Wrzoska, doc. Flisa, doc. A. Michalika, dra K. Bromka, dra W. Medveckiego, dra M. Gotkiewicza, mgr. M. Drzałównę, mgr. T. Gerlacha, mgr. inż. S. Myczkowskiego, mgr. J. Pokornego, mgr. K. Witównę, mgr. Z. Ziemińską i mgr. T. Ziętareę zwiedziły niemal wszystkie doliny tatrzańskie, polską część Orawy, Pieniny i letniskowe miejscowości Podhala.

Trwała pamiątką ze zjazdu jest Przewodnik zawierający w części I (drukowanej) referaty na temat Tatr, w części II (powielanej) opisy tras wycieczkowych. Pożądane było wydanie po zjeździe bodaj bardzo krótkich streszczeń innych referatów wygłoszonych na zjeździe.

Jan Flis

II MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA POKOJOWEGO WYKORZYSTANIA ENERGII ATOMOWEJ ONZ W GENEWIE

W dniach od 1 do 13 września br. odbyła się w Genewie II Międzynarodowa Konferencja na temat Pokojowego Wykorzystania Energii Atomowej zorganizowana pod egidą Organizacji Narodów Zjednoczonych. Polska reprezentowana była przez 5-cio osobową delegację w składzie: prof. dr Leopold Infeld — przewodniczący Delegacji, min. Wilhelm Billig, Pełnomocnik Rządu do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej, prof. dr Paweł Nowacki, Dyrektor Instytutu Badań Jądrowych w Warszawie, prof. dr. Andrzej Sołtan, prof. dr Henryk Niewodniczański. Delegacji towarzyszyła grupa ekspertów i doradców: min. Adam Meller Conrad, stały przedstawiciel PRL przy Europejskim Biurze ONZ, min. Bolesław Jaszczyk, z-ca Przew. Państwowej Komisji Planowania, Bronisław Lisowski, dyrektor departamentu w MSZ, prof. dr Stefan Minc, prof. dr Józef Hurwic, prof. Bogusława Trzebiatowska, doc. Tadeusz Adamski, doc. Stanisław Andrzejewski, doc. Bronisław Buras, dr Edward Kowalski, doc. Jerzy Minczewski, doc. Józef Werle, doc. Zdzisław Wilhelmi, doc. Jerzy Janik, doc. Władysław Ney, doc. Maciej Radwan, mgr inż. Jerzy Aleksandrowicz, mgr. Cyryl Dąbrowski, mgr. Michał Gryziński, dr Włodzimierz Ostrowski, dr Sławomir Siekierski, k. n. Zdzisław Szymański, mgr inż. Mieczysław Taube, k. n. Roman Żelazny, mgr inż. Janusz Kiełbasiński, mgr inż. Władysław Krawczyk, dr Rudolf Pomerski, mgr Mirosław Kruczyk.

Obszerne sprawozdania z Konferencji oraz artykuły omawiające jej węzłowe problemy ukażą się w następnych numerach Kosmosu.

¹ Obecnie pracownia ta rozrosła się do dwóch pracowni: geomorfologicznej i hydrograficznej.



Retrospektywna bibliografia geologiczna Polski oraz prac Polaków z zakresu Nauk o Ziemi. Zebrała i opracowała Regina Fleszarowa. Część I 1900—1950. Zeszyt 1 (A—L), stron 478. Zeszyt 2 (Ł—Z), stron 624. Warszawa 1957. Wydawnictwa Geologiczne.

Tak wielkiego zamierzenia podjąć się mógł tylko tak doświadczony i znany z prac na polu bibliografii geologicznej Polski pracownik naukowy, jak Dr Regina Danysz-Fleszarowa. Podobnej bibliografii nie ma dotychczas żadna z nauk przyrodniczych polskich, a niewiele podobnych jest w literaturze światowej.

Każda wielka bibliografia z konieczności musi opierać się na wydanych już poprzednio pracach bibliograficznych, a to zarówno na bibliografiach podstawowych, jak i pomocniczych. W wyjątkowo niełatwym położeniu znalazła się Autorka pod tym względem, ponieważ mogła korzystać tylko z nielicznych i fragmentarycznych opracowań bibliograficznych z omawianego zakresu.

Z opracowań typu bibliografii podstawowej ukazało się zaledwie kilka. Są to (w porządku chronologicznym):

1862. Majer J.: *Literatura fizjografii Ziemi Polskiej*. Rocznik c.-kr. Tow. Nauk. Krakowskiego, poczet trzeci T. 7(30) s. 49—234. Bibliografia ta obejmuje prace z lat 1581—1861.
1891. Siemiradzki J.: *Opis bibliograficzny dzieł i artykułów dotyczących geologii Królestwa Polskiego, Galicji i krajów przyległych*. Pam. fizjograf. R. 11(1891), s. 107—133. Prace z lat 1806—1891.
- 1893—1911. R o m e r E.: *Spis prac odnoszących się do fizjografii Ziemi Polskich*. „Kosmos” T. 22—31 (1898—1906). Bibliografia ta kontynuowana następnie była przez W. Pokornego pt: *P o k o r n y W.: Spis prac odnoszących się do fizjografii Ziemi Polskich*. „Kosmos” T. 32—36 (1907—1911). Bibliografie te obejmowały prace z lat 1891—1909.
1902. Lewiński J.: *Dopełnienie do „Spisu bibliograficznego dzieł i artykułów dotyczących geologii Królestwa Polskiego, Galicji i krajów przyległych”*. Pam. fizjogr. R. 17(1902), T. 2, s. 35—62. Prace z lat 1645—1890.
- 1922—1939. Danysz-Fleszarowa R.: *Bibliografia geologiczna Polski* Nr. 1 (1922) — Nr. 18 (1947). Prace z lat 1914—1939.
1947. Rühle E.: *Bibliografia geologiczna Polski* Nr 19. Prace z lat 1940—1944.
- 1949—1950. Wardęska C.: *Bibliografia geologiczna Polski*. Nr 20 (1949) — Nr. 21 (1950). Prace z lat 1945—1948.

Z bibliografii pomocniczych o charakterze ogólnym należy wymienić *Prace z zakresu mineralogii, petrografii, i geologii*, stanowiące dział VI *Sprawozdań z piśmiennictwa naukowego polskiego w dziedzinie nauk matematycznych i przyrodniczych*, wydawanych przez Kasę im. Mianowskiego w latach 1885—1887. Bibliografia ta obejmuje prace drukowane w Polsce w języku polskim w latach 1883—1885. Następną bibliografią tego typu jest *Katalog Literatury Naukowej Polskiej*, wydawany przez Polską Akademię Umiejętności. Tom 1 (1901) do T. 19 (1939) obejmuje prace za lata 1901—1934.

Do najważniejszych bibliografii o charakterze specjalnym należą prace:

Łabęcki H.: *Wiadomość bibliograficzna o górnictwie w Polsce i naukach przyrodzonych ściśle związek z nim mających*. Bibl. warsz. 1841. T. 4, s. 99—136. Powyższa pierwsza w Polsce bibliografia geologiczna adnotowana obejmuje prace z lat 1554—1840, tyżące się „kamienioznawstwa” i „ziemioznawstwa”.

Morożewicz J.: *Przegląd historyczny podręczników mineralogii w Polsce* w tłum. polskim podręcznika mineralogii G. Tschermaka¹ (I wyd. polskie 1900, drugie wyd. 1931).

Zglinicka A.: *Niektóre zagadnienia dyluwium niżowego w Polsce w świetle najnowszej literatury*. Czasop. Geogr. T. 9 (1931), z. 1, s. 32—47. (Ta bibliografia polskiej literatury plejstoceńskiej obejmuje lata 1918—1929).

Hagerowa Z.: *Bibliografia polskiego przemysłu naftowego*. Przemysł Naftowy 14 (1939). Obejmuje prace od czasów najdawniejszych do r. 1918.

Brzozowski J.: *Bibliografia polskiego czasopiśmiennictwa górniczo-hutniczego*. Przegląd Górn.-Hutn. 26 (1934), s. 455—493. Obejmuje prace za lata 1900—1933.

Kowalska A.: *Niektóre zagadnienia dyluwium Polski w świetle polskiej literatury za okres 1938—1948*. Czasop. Geogr. 21/22 (1950/51, wyd. w r. 1952), s. 103—216. Zawarta w tej pracy Polska bibliografia dyluwialna za lata 1930—1948 obejmuje 676 pozycji.

Zamieszczane w kolejnych tomach *Archiwum Mineralogicznego* wykazy prac i komunikatów treści krystalograficznej, mineralogicznej i petrograficznej obejmują polskie prace za lata 1925—1939.

Dział regionalnych bibliografii dotyczących geologii Polski obejmuje również tylko nieliczne pozycje:

Chłapowski F.: *Spis i streszczenie prac dotyczących fizjografii W. Ks. Poznańskiego*. Reczn. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu 19 (1892), s. 549—571 (Geologia — 562—564). Prace z lat 1850—1891.

Halicki B.: *Spis prac geologicznych, dotyczących obszaru woj. łódzkiego*. Czasop. Przyr. 3 (1929), zesz. 3—4. Prace z lat 1904—1928.

Danysz-Fleszarowa R.: *Współczesne badania geologiczne na G. Śląsku 1920—1931*. Roczn. Tow. Przyj. Nauk na Śląsku, T. 3 (1931), s. 356—368.

Cehak A.: *Polska bibliografia regionalna Pomorza, W. M. Gdańska i morza polskiego*. Czasop. Geograf. T. 9 (1931), z. 2, s. 125—163. Obejmuje lata 1919—1930 (prace geologiczne z lat 1922—1929).

Strzemiński M.: *Bibliografia Świętokrzyska geologiczno-gleboznawcza*. Prace oddz. Puławskiego. I. U. N. G. 25 (1950). Prace z lat 1900—1950.²

Ponadto korzystano przy opracowywaniu omawianej bibliografii geologicznej Polski z rękopiśmiennych materiałów bibliograficznych T. Wiśniowskiego, przechowywanych w Muzeum Ziemi (za lata 1549—1920) oraz z obcych bibliografii geologicznych, zwłaszcza niemieckich.

Zbieranie materiałów do obecnie wydanej bibliografii trwało przez lat trzydzieści kilka; w r. 1922 bowiem ukazała się praca R. Fleszarowej, obejmująca lata 1914—1920. Systematyczna praca i opracowanie materiału zostało rozpoczęte w r. 1951 w ramach prac Muzeum Ziemi, związanego obecnie z Instytutem Geologicznym dzięki zainteresowaniu się i poparciu tej pracy przez Prof. A. Halicką, dyr. Muzeum Ziemi. W postaci kartotek kartkowych praca została zakończona w r. 1955. Część materiału obejmującego działy: *historia nauk geologicznych, mineralogia, petrografia, paleolit, paleobotanika, paleozoologia, plejstocen* została przejrzana krytycznie przez członków powołanego w ramach Muzeum Ziemi Komitetu do spraw bibliografii: H. Czeczottową, H. Z. Gąsiorowską, Br. Halickiego, St. Karczewskiego, R. Kozłowskiego, St. Małkowskiego, J. Samsonowicza i L. Sawickiego.

Obok geologicznych prac regionalnych uwzględniono również i prace teoretyczne, oparte na materiałach pochodzących z terenu Polski. Znajdują się tu również publikacje, omawiające potrzeby i stan nauk geologicznych w Polsce oraz działalność muzeów, instytucji i organizacji, poświęconych naukom o ziemi, z zakresu

¹ Autorka omyłkowo wymieniła *Dzieje Ziemi* M. Neymayra, gdzie w przedmowie J. Morożewicz dał przegląd polskich podręczników geologicznych. (W wyd. I z r. 1905 — za wiek XIX, w wyd. II z r. 1912, również kilka dzieł z pocz. wieku XX).

² W czasie druku ukazała się ponadto *Bibliografia geologiczno-gleboznawcza Tatr* w opracowaniu J. Pirożek, obejmująca prace za okres 1639—1953. (Warszawa 1956. Wydawnictwa Geologiczne).

ochrony zabytków przyrody nieożywionej oraz z zakresu kartografii, ponadto prace dydaktyczne, metodyczne i popularne.

Zawarty w Bibliografii materiał został uszeregowany alfabetycznie, podobnie i prace anonimowe i podpisane kryptonimami, których nie dało się rozwiązać.

Praca R. Fleszarowej obejmuje nie tylko druki zwarte, lecz i prace zamieszczane w czasopismach, a nawet wiele pozycji powielanych np. skrypty o charakterze podręczników akademickich.

Bibliografia geologiczna Polski jest bibliografią adnotowaną, która prócz rejestracyjnego opisu bibliograficznego podaje również wiadomości uzupełniające, jak treść pracy, recenzje o niej, dyskusje itp. Dla wypełnienia tego wielkiego zadania Autorka musiała każdą przytoczoną pracę mieć w ręku i zapoznać się z jej treścią, a także przejrzeć znaczną liczbę wydawnictw recenzyjnych. Z przedmowy widać, że na przeszło uwzględnionych ponad 10 000 tytułów Autorka nie widziała tylko paruset wobec niemożności znalezienia ich w księgozbiorach polskich.

O wielkości prawdziwie benedyktyńskiej pracy świadczy zamieszczony wykaz przepracowanych czasopism oraz wydawnictw ciągłych, obejmujący prawie 250 pozycji.

Bibliografia Geologiczna Polski została opracowana niezwykle starannie. Przeglądając nawet znaczną liczbę pozycji trudno znaleźć jakąś pomyłkę czy brak nieumieszczonej pracy (co zresztą musi zdarzać się w każdej bibliografii). Na szczególne podkreślenie zasługuje lapidarne, co jest rzeczą najtrudniejszą, i właściwe podanie treści prac.

Ukazanie się pracy Dr Reginy Fleszarowej wita świat geologiczny Polski z wielką radością i pełnym uznaniem dla jej pracy. Na długie lata stanowić ona będzie niezbędną pomoc w pracy naukowej, tym ważniejszą, że wskutek wypadków wojennych większość polskich księgozbiorów geologicznych została zniszczona lub zdekompletowana.

Kazimierz Maślankiewicz



SPIS TREŚCI

<i>Leopold Infeld</i> — Fryderyk Joliot	271
<i>Leopold Infeld</i> — Wrażenia z Drugiej Konferencji Atomowej w Genewie	273
<i>Michalina Massalska, Tadeusz Kowalski</i> — Skażenia radioaktywne atmosfery pochodzące od eksploatacji jądrowych	277
<i>Stanisław Bazański</i> — Seminarium polskiej szkoły względnościowej w Dubnej (ZSRR)	289
<i>Janina Opieńska-Blauth</i> — Metody chromatografii i elektroforezy w badaniach naukowych	299
<i>Kazimierz Kowalski</i> — Speleologia	313
<i>Janina Szejn</i> — Historia mikropaleontologii polskiej	329

KRONIKA NAUKOWA

<i>Ignacy Stroński</i> — Międzynarodowa Konferencja Spektroskopii Jądrowej i Radiochemii w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej (ZSRR) 11—14.II.1958 r.	347
<i>Eugeniusz Rybka</i> — Konferencja astrometryczna w Kijowie 27—30 maja 1958 r.	353
<i>Jan Flis</i> — VI Ogólnopolski Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego w Krakowie i Zakopanem	356
II Międzynarodowa Konferencja Pokojowego Wykorzystania Energii Atomowej w ONZ w Genewie	357

RECENZJE

<i>Kazimierz Maślankiewicz</i> — Regina Fleszarowa: Retrospektywna bibliografia geologiczna Polski oraz prac Polaków z zakresu Nauk o Ziemi	359
---	-----

WARUNKI PRENUMERATY CZASOPISMA

Kosmos B

Cena w prenumeracie zł 60.— rocznie, zł 30.— półrocznie.

Zamówienia i wpłaty przyjmują:

1. Centrala Kolportażu Prasy i Książki „Ruch” Warszawa, ul. Srebrna 12, konto PKO Nr 1-6-100.020.
2. Urzędy pocztowe

Prenumerata za zaliczeniem wysyłki zagranicę 40% drożej.

Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Przedsiębiorstwo Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch” Warszawa, ul. Wilcza 40, konto PKO Nr 1-6-100.024.

Bieżące numery do nabycia w księgarniach naukowych „Domu Książki”, we Wzorcowni PWN, Warszawa, ul. Miodowa 10, oraz we Wzorcowni PAN, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki.

Informacji w sprawie sprzedaży egzemplarzy z poprzednich lat udziela Centrala Kolportażu „Ruch”. Sprzedaż Prasy Zdeaktualizowanej, Warszawa, ul. Srebrna 12 oraz Wzorcownia PWN, ul. Miodowa 10.

Cena zł 15.-