

Wszystkie prawa zastrzeżone  
Biblioteka państwowa  
w Krakowie

# WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

NR 5

MAJ 1973



Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

TREŚĆ ZESZYTU 5 (2115)

Rafiński J. N., Ewolucja storczyków a ich związki ze zwierzętami zapylającymi . . . . .	113
Birkenmajer K., Skamieniałe ślady uderzeń piorunów sprzed 250 milionów lat . . . . .	116
Pagaczewski J., Mikołaj Kopernik w Olsztynie . . . . .	118
Leńkowa A., Żaba goliat . . . . .	120
Jasiński A., Strukturalne przystosowania ssaków do skrajnych temperatur środowiska . . . . .	122
Weiner J., Radiotelemetria w służbie ekologii zwierząt . . . . .	126
Kuchowicz B., Brak antymaterii w pierwotnym promieniowaniu kosmicznym . . . . .	130
Drobiazgi przyrodnicze	
Stanowiska żurawia ( <i>Grus grus</i> L.) w pow. Gorzów Wlkp. (L. Agapow)	131
Wulkany Kamczatki i Ameryki na znaczkach pocztowych. IV (A. Łaskiewicz) . . . . .	132
O możliwościach obserwacyjnego wyznaczenia ruchu kontynentów ziemskich (J. Palowski) . . . . .	133
Wielorybia bramka w Mysłakowicach (K. R. Mazurski) . . . . .	134
Copernicana	
Pierwszy propagator teorii Kopernika (S. R. Brzostkiewicz) . . . . .	135
Recenzje	
The Use of Biological Literature (H. Szarski) . . . . .	136
J. Štelcl, J. Malina: Anwendung der Petrographie in der Archäologie (A. Grodzicki) . . . . .	136
H. Uhlig: Südsee-Paradiese (W. Ch.) . . . . .	137
H. Heinzel, R. Fitter, J. Parslow: The Birds of Britain and Europe (Z. Szymusik) . . . . .	137
W. Puchalski: Na rozlewiskach Biebrzy i Narwi (K. Maślankiewicz)	138
Sprawozdania	
Sprawozdanie z działalności Oddziału Łódzkiego PTP im. Kopernika za drugie półrocze 1972 r. . . . .	139
Ochrona środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce (E. Matusiewicz) .	139
Sesja WRN poświęcona sprawom ochrony przyrody i naturalnego środowiska człowieka (Z. Derfert) . . . . .	140

Spis plansz

- Ia. POTRZOS, *Emberiza schoeniclus* (L.) — wylęgające się pisklęta. Fot. A. Borkowski
- Ib. POTRZOS — pisklę 8-dniowe. Fot. A. Borkowski
- IIa. ŚLUZOWCE, *Leocarpus fragilis* (Dickson) Rost.-Gładysz. Pękające zarodnie. Fot. J. Hereźniak
- I Ib. ŚLUZOWCE, *Stemonitis ferruginea* Ehrb.-Paździorek. Zarodnie. Fot. J. Hereźniak
- III. ŻURAWIE. Fot. W. Puchalski
- IV. SOLIRÓD ZIELNY, *Salicornia patula*. Fot. J. Hereźniak

# WSZECHŚWIAT

## PISMO PRZYRODNICZE ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

(Rok założenia 1875)

MAJ 1973

ZESZYT 5 (2115)

JAN N. RAFIŃSKI (Kraków)

### EWOLUCJA STORCZYKÓW A ICH ZWIĄZKI ZE ZWIERZĘTAMI ZAPYLAJĄCYMI

Rodzina storczykowatych (*Orchidaceae*) przewyższa liczbą gatunków wszystkie pozostałe grupy świata roślinnego. Do dziś opisano przeszło 20 000 gatunków tych roślin. Gdy ogląda się jednak jakąkolwiek większą kolekcję storczyków, uderza małe zróżnicowanie ich części wegetatywnych. Dopiero gdy rośliny zakwitną, można zauważyć całą mnogość form w szczegółach budowy kwiatów. Kwiaty zbudowane są zawsze według jednego planu. Okwiat jest nieróżnicowany na kielich i koronę, dwuokółkowy, osadzony na dolnym słupku. Środkowa działka wewnętrznego okółka przekształcona jest w wyraźną warzkę (*labellum*). Najczęściej jest ona skierowana ku dołowi i służy owadom do siadania. Taka pozycja warzki powstaje dzięki skręceniu zalążni (albo szypułki kwiatowej) o 180°. Zazwyczaj jeden tylko pręcik jest wykształcony, zrasta się on ze szypką słupka i znamionami tworząc charakterystyczną kolumienkę (*gynostemium*) umieszczoną naprzeciw warzki. Pyłek z reguły nie jest sypki, lecz tworzy zwarte maczużki, *pollinia*, po jednym w każdym pylniku, osadzone na trzoneczkach zaopatrzonych w lepkie uczepki (ryc. 1 i 2).

Taka budowa kwiatu wiąże się ściśle ze specjalnym mechanizmem zapylania i ma także

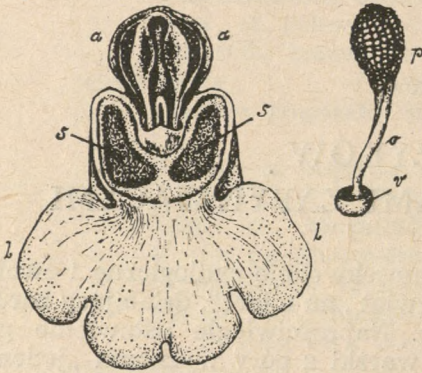
ważne konsekwencje ekologiczne i ewolucyjne. Jest to kwiat „na miarę”, działający bardzo precyzyjnie. Naprzeciwległe ustawienie gynostemium i warzki z góry wyznacza „jeden kierunek ruchu” w kwiecie, a także określa wielkość owada zapylającego. Żeby dokonać zapylenia, owad musi się poruszać w kwiecie w określonym kierunku i dotknąć uczepek polliniów określoną częścią ciała. Kwiat taki działa na zasadzie „wszystko albo nic”. Wystarczy jedna skuteczna wizyta owada zapylającego, ale jeżeli kwiat zostanie zapylony, na znanie dostanie się całe pollinium z ogromną ilością pyłku, a po zapłodnieniu wykształci się olbrzymia ilość nasion. Darwin obliczył, że w jednej torebce *Orchis maculata* znajduje się 6200 nasion, a w torebce epifytycznego storczyka z rodzaju *Maxillaria* 1 756 440 nasion. Pospolicie uprawiane na kwiat cięty storczyki z rodzaju *Cattleya* mają po 3 do 5 milionów nasion w jednym owocu. Proces dojrzewania owocu jest długi. U *Cattleya* trwa 10 do 12 miesięcy, u *Vanda* 15 do 18 miesięcy. Nasiona są bezbielmowe, zbudowane jedynie z zarodka i cienkiej osłonki. Są one niezwykle lekkie: nasienie *Scomburgia undulata* waży 0,30γ, gatunków z rodzaju *Angraecum* 0,70γ. Ogromna ilość nasion i ich lekkość zwią-

zana jest z epifitycznym występowaniem większości gatunków. Gatunki naziemne wykształcają mniejsze ilości cięższych nasion. Na pewno istotna jest też tu mikotroficzność storczyków (również inne rośliny mikotroficzne, na przykład z rodziny *Ericaceae* i *Pirolaceae*, a także rośliny pasożytnicze, wytwarzają duże ilości bardzo małych nasion). Zwiększa to szanse zetknięcia się kiełkującej rośliny z odpowiednim gatunkiem grzyba czy rośliny żywicielskiej.

Tak funkcjonujące kwiaty często długo muszą czekać na zapylenie, stąd ich niezwykła trwałość. Na przykład kwiaty *Phalenopsis amabilis*



Ryc. 1. Przekrój poprzeczny przez kwiat *Orchis mascula*: *l* — warzka, *o* — ostroga, *s* — znamię. Wyraźnie widać skręcenie zalążni. Z Darwina, 1877



Ryc. 2. Kwiat *Orchis mascula*, widok od przodu: *l* — warzka (pozostałe działki odcięto), *s* — znamię, *a* — pręcik, *p* — pollinium, *o* — trzoneczek, *v* — uczepek. Z Darwina, 1877

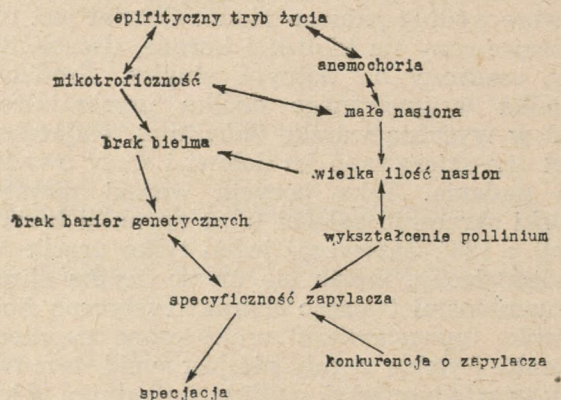
są trwałe do czterech miesięcy. Po zapyleniu kwiaty szybko więdną, a metodą chromatografii gazowej wykazano, że zaraz po zapyleniu zmienia się skład wydzielanych substancji zapachowych. Stosunkowo niewielka liczba kwiatów jest zapylna, szczególnie u gatunków tropikalnych, dlatego też niektóre storczyki wykształcają ogromne liczby kwiatów. Storczyki z rodzaju *Phalenopsis* i *Dendrobium* rozwijają po kilkaset kwiatów na raz.

Większość gatunków storczyków, a szczególnie storczyki tropikalne (stanowią one 4/5 wszystkich gatunków tej rodziny), to rośliny związane najczęściej z jednym gatunkiem owada zapyłającego. Jest to konsekwencja precyzyjnego mechanizmu funkcjonowania kwiatu, a zapewne także dużej konkurencji o zapylaczy w tropikach. Specyficzność zapylacza jest głównym mechanizmem izolującym, odgrywającym istotną

rolę w specjacji storczyków. Jest ona związana z dużą zmiennością budowy, ubarwienia, rysunku, a najprawdopodobniej także zapachu kwiatów. Jeżeli jakaś nowa forma „znajdzie” swego zapylacza, może automatycznie uzyskać izolację rozrodczą względem formy wyjściowej, nawet jeśli formy te występują na tym samym obszarze (sympatrycznie), i stać się odrębnym gatunkiem. Skutkiem takiej specjacji brak jest barier genetycznych między gatunkami a nawet rodzajami, można je bardzo łatwo krzyżować sztucznie. Dzieje się tak zapewne dlatego, że specjacji takiej nie towarzyszy przebudowa całego genotypu („rewolucja genetyczna”), która z reguły wiąże się ze specjacją allopatryczną zapoczątkowaną przez izolację geograficzną. Łatwość krzyżowania jest także skutkiem braku bielma. Jeśli nawet kilka gatunków storczyków zapylnych jest przez ten sam gatunek owada, to pollinia każdego gatunku storczyka umieszczone są na innej części ciała owada (ryc. 3).

Izolacja może być związana ze zróżnicowaniem wymagań siedliskowych owadów w obrębie zasięgu gatunku rośliny a także z różnym czasem pojawu owadów lub ich aktywności. Niektóre gatunki storczyków są tak ściśle przystosowane do rytmiki pojawu gatunku owada zapyłającego, że kwiaty rozwijają się na wszystkich okazach jakiegoś storczyka równocześnie. Sielicki obserwował zjawisko takie na Jawie. Bywa też tak, że kwiaty wydzielają najintensywniej zapach o tej porze dnia, gdy owady zapyłające są najaktywniejsze. Na przykład *Cattleya luteola* pachnie najintensywniej w godzinach rannych między 5.30 a 5.45, wtedy jest też zapylna przez pszczoły z gatunku *Melipona flavipennis*. Taka rytmika dobową jest zresztą powszechna u roślin. Także izolacja rozrodcza związana z owadami zapyłającymi nie jest wyłączna dla storczyków. Nigdzie nie występuje ona jednak na taką skalę jak w tej grupie.

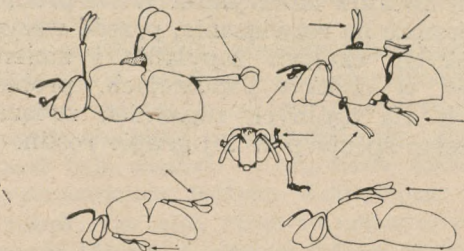
Związki między ekologią zapyłania, wykształceniem specjalnej budowy kwiatu, warunkami środowiska a określonym typem specjacji tworzą skomplikowaną sieć zależności i trudno jednoznacznie określić, co jest skutkiem a co przyczyną. Związki te można by schematycznie przedstawić następująco:



Takie rozgałęzione wielostronnie łańcuchy zależności i sprzężeń są zresztą raczej typowe dla procesów ewolucyjnych.

„Wymagania”, jakie storczyki stawiają swoim

zapyłaczom, są wysokie, dlatego też główną i pierwotną grupą owadów zapylających storczyki są błonkówki (podobnie jak w rodzinach *Labiatae* i *Papilionaceae*, które wykazują pewne cechy konwergentne w budowie kwiatów ze storczykami). Nie są to jednak błonkówki socjalne, lecz bardziej prymitywne grupy, takie jak *Sphegidae*, *Braconidae*, *Ichneumonidae* i samotne pszczoły. Owady te bowiem żyją często w ścisłych związkach z określonym gatunkiem rośliny. Wydaje się, że owady zapylające storczyki zwabiane są głównie zapachem kwiatów. Badania nad pszczołami z grupy *Euglossini* wykazały, że owady te potrafią odróżnić substancje zapachowe różniące się chemicznie podstawieniem jednej grupy metylowej, a także, że każdy gatunek pszczoły reaguje dodatnio tylko na jeden określony zapach. Łączy się to z ogromną różnorodnością zapachów wydzielanych przez storczyki. Ponieważ cały pyłek zawarty jest w pollinium, nie może on być zbierany, jako pokarm przez odwiedzające owady. Dlatego też wiele gatunków storczyków dostarcza owadom głównie nektaru. Należą tu najpierwotniejsze ze

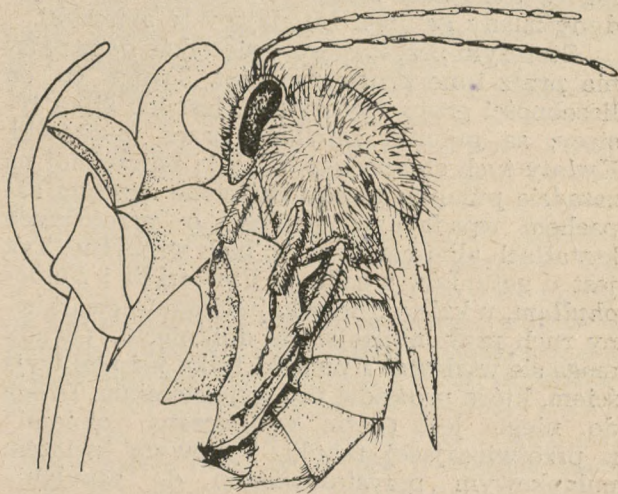


Ryc. 3. Różne miejsca osadzenia polliniów na ciele pszczoł z grupy *Euglossini* (pollinia zaznaczono strzałkami). Z Dresslera, 1968

względu na mechanizm zapylania gatunki z rodzaju *Listera* i *Epipactis* związane z osami. Opisano jednak przeszło 8000 gatunków, które nektaru nie wydzielają. Storczyki te wykształciły różne inne formy „satisfakcjonowania” owadów zapylających. Gatunki z rodzaju *Maxillaria* wytwarzają imitację pyłku w postaci luźnych komórek, zawierających skrobię, produkowanych przez specjalną tkankę. Storczyki z rodzaju *Ornithidium* wydzielają w kwiecie wosk, który jest zbierany przez błonkówki do budowy gniazd.

Najbardziej zadziwiające są jednak te storczyki, które dostarczają odwiedzającym owadom satysfakcji seksualnych. Należy tu dość spora liczba gatunków, ale najlepiej przebadane zostały występujące w południowej Europie i w północnej Afryce gatunki z rodzaju *Ophrys*. Są one związane z samotnymi pszczołami z rodzaju *Eucera* i *Andrena* (w Polsce występuje rzadko jeden gatunek *Ophrys muscifera* zapylany przez osę z rodzaju *Gorytes*). Storczyki te zakwitają przed pojawieniem się samic pszczoł, ale wtedy, gdy samce już latają. Szczegółowe badania wykazały, że samce zwabiane są przez zapach kwiatów, który naśladuje zapachy seksualne samic odpowiedniego gatunku pszczoły. Także rysunek kwiatu przypomina owada i samiec siada na nim w odpowiedniej pozycji, albo głową w kierunku gynostemium albo odwrotnie, zależnie od gatunku. Kwiat dostarcza samcowi także

bodźców dotykowych naśladując teksturą warzki owłosienie samicy, co pobudza samca do wykonywania ruchów kopulacyjnych. Przy tym dotyka on polliniów, które się przyczepiają do jego głowy lub odwłoka (ryc. 4). Ponieważ taka pseudokopulacja nie zaspokaja seksualnie owada, przelatuje on na następny okaz storczyka i dokonuje przy tym zapylenia. Australijskie gatunki z rodzaju *Cryptostylis* zwabiają samce z rodzaju *Lissopimpla* (*Ichneumonidae*), które kopulują z kwiatami aż do ejakulacji, przy tym owady te podobno wolą kopulować z kwiatami



Ryc. 4. Samiec pszczoły z rodzaju *Eucera* na kwiecie storczyka z rodzaju *Ophrys*. Głowa owada dotyka nasady gynostemium. Z Kullenberga, 1961

niż z samicami własnego gatunku. Istnieją także gatunki storczyków naśladujące formę i rysunkiem samice muchówek.

Bardzo duża grupa storczyków licząca około 500 gatunków (całe dwie podrodziny *Catasetinae* i *Stanhopeinae*) zapylana jest przez samce pszczoł z grupy *Euglossini*. Są one zwabione, czasami z wielkich odległości, zapachem wydzielanym przez specjalną luźną tkankę obfitującą w olejki eteryczne, znajdującą się w kwiecie. Jak wykazały badania V o g l a, tkanka ta zbierana jest przez samce, a następnie przerabiana na własne seksualne substancje zapachowe tych owadów (podobnie zwabiają też samce pszczoł niektóre gatunki roślin z rodzin *Araceae* i *Gesneriaceae*). Do grupy tej należy rodzaj *Catasetum* o rozdzielnopłciowych kwiatach. Kwiaty męskie wystrzeliwiają pollinia przy najlżejszym dotknięciu odpowiednich wyrostków i przyklejają je do ciała owada. Tu także należy rodzaj *Coryanthes*, który budową swego olbrzymiego (do 20 cm średnicy) kwiatu zdumiał także Darwina. Kwiaty tego storczyka zwisają w dół, a warzka ma kształt cebrzyka z odpływem. Na gynostemium znajdują się dwa narządy w kształcie kurków, z których stale kapie płyn do cebrzyka. Samce małych gatunków pszczoł z grupy *Euglossini* zwabione zapachem kwiatu siadają na śliskim brzegu warzki i najczęściej wpadają do środka. Jedynym wyjściem z tej pułapki jest odpływ, który znajduje się tuż pod gynostemium, tak że któryś z owadów musi zabrać pollinia.

Jeszcze dwa przykłady możliwości przystosowawczych storczyków. W Australii występują storczyki, o kwiatach przypominających formą i rysunkiem owady, na które polują samotne osy. Naśladownictwo jest tak wierne, że osy atakują kwiaty próbując je nakłuć i zapylają je przy tym. Wreszcie niektóre gatunki z rodzaju *Oncidium* posiadają kwiaty podobne do owadów, osadzone na cienkich, poruszanych przez najłżejsze podmuchy wiatru szypułkach. Kwiaty te są atakowane, i zapylane przy tym, przez samce samotnych pszczół z rodzaju *Centris*, które „bronią” w ten sposób swego terytorium. Jest to jedyny znany gatunek zapylający te storczyki.

Storczyki przystosowały się także do zapylania przez inne grupy zwierząt. Drugą co do liczebności grupą storczyków, jest ich kilka tysięcy, są gatunki zapylane przez muchówki. Kwiaty tych storczyków działają najczęściej na zasadzie pułapki: owady zwabione zgniłym zapachem wpadają w pułapki o przeróżnych kształtach albo nawet są do nich wrzucane. Tak jest u gatunków z rodzaju *Pterostylis* i *Bulbophyllum*, u których warzka wykonuje gwałtowny ruch przy najbliższym dotknięciu. Owady mogą się wydostać z pułapki tylko jednym wyjściem, które prowadzi pod gynostemium. Droga do niego jest często wyznaczana „oknami” z przeświecającej tkanki. Typowym kwiatem pułapkowym przystosowanym do zapylania przez muchówki jest storczyk z rodzaju *Paphio-*

*pedilum* o warzce w kształcie pantofelka, często sprzedawany w kwaciarniach.

Istnieją także gatunki zapylane przez motyle. Ich kwiaty posiadają miłe zapachy, obficie wydzielają nektar i często posiadają główkowate, zbite kwiatostany. Gatunki zapylane przez motyle nocne mają kwiaty białe i silnie nocą pachnące, jak nasz podkolan. Na Madagaskarze występuje storczyk *Angraecum sesquipedale* o kwiatach z ostrogą długości do 30 cm. Jest on zapylany przez motyla o równie długiej trąbce, którego istnienie przepowiedział Darwin.

Stosunkowo nieliczne storczyki zapylane są przez ptaki, mają one typowe „ptasie” kwiaty: jaskrawo czerwone lub pomarańczowe, bez miejsc do siadania, czasami rurkowe, bez zapachu. Należą tu niektóre gatunki z rodzajów *Dendrobium*, *Epidendrum*, *Sobralia* i *Maxillaria*. Trzeba też wspomnieć, że istnieje bardzo nieliczna (około 120 gatunków) grupa storczyków samopylnych. Są one jednak szczególnie interesujące z ewolucyjnego punktu widzenia.

Ten krótki przegląd nie daje wyobrażenia o całym bogactwie form i zróżnicowań funkcjonalnych kwiatów storczyków. Wiele problemów czeka jeszcze na rozwiązanie, przede wszystkim dotyczących ekologii zapylania i zmienności kwiatów w dzikich populacjach, problemów ważnych dla ogólnych zagadnień związanych z procesem specjacji w tej grupie roślin.

KRZYSZTOF BIRKENMAJER (Kraków)

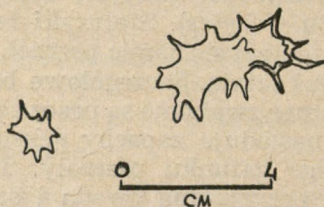
## SKAMIENIAŁE ŚLADY UDERZEŃ PIORUNÓW SPRZED 250 MILIONÓW LAT

Gdy w 1961 r. przebywałem wraz z grupą geologów brytyjskich na wyspie Arran w Szkocji (u ujścia Firth of Clyde, na zachód od Glasgow), mój przyjaciel Walter Brian Harland, słynny badacz geologii Spitsbergenu, pokazał mi osobliwe gwiaździste twory (ryc. 1) w piaskowcach dolnego permu (New Red Sandstone) znalezione przez niego już w 1956 r., a odsłaniające się w czasie odpływu na wschodnim wybrzeżu wyspy, na północ od miejscowości Brodick. Były to przekroje pionowych lub skośnych do warstwowania osadu (ryc. 2.) zeszkliwionych rurek o niewielkiej średnicy, co do których obydwaj zgodziliśmy się, że są pochodzenia nieorganicznego i najbardziej przypominają fulguryty.

Nazwa fulguryt (od łac. *fulgur* — błyskawica, piorun) stosowana jest od dawna do szklistych rurek i skorup, jakie tworzą się w przypadku, gdy piasek lub zwięzła skała zostają lokalnie przetopione pod uderzeniem pioruna. Jak się wydaje, nazwa ta została użyta po raz pierwszy w 1790 r. przez Witheringa, który obserwował burzę z piorunami i bezpośrednio po niej znalazł właśnie taką zeszkloną rurkę w piasku. Podobne rurki były już opisywane wcześniej, w 1711 r. przez Hermanna, ale ich właściwa interpre-

tacja została podana dopiero w sto lat później. Z fulgurytami bywały także mylone rurki cementacyjne (konkrecyjne), jakie często powstają wokół korzeni roślin.

W zależności od tego, czy fulguryty powstają w luźnym piasku, czy też na powierzchni zwięzłej skały, wyróżnia się fulguryty piaskowe i fulguryty naskalne. Pierwsze z nich są długimi rurkami (ryc. 3A), zwykle pojedynczymi, czasem rozgałęzionymi, o średnicy 1—3 cm. W przekroju poprzecznym są one okrągłe lub eliptyczne, lecz bliższa analiza wykazuje z reguły przekrój gwiaździsty, lub zarys w szczegółach nieregularny (ryc. 1, 2, 3B). Fulguryty przecinają piasek pionowo, a w kopankach piasku były one śle-



Ryc. 1. Fulguryty dolnopermskie z wyspy Arran w Szkocji — przekroje poprzeczne widoczne na powierzchni ławicy piaskowca. Rys. autor, 1961 r.

dzone do 20 m w głąb złoża, gdzie kończyły się narzmiem bulwiastym lub nieregularnym.

Lacroix (1931—1932), który przeprowadził badania fulgurytów na Saharze stwierdził, że fulguryty powstające na grzbietach wydm mają małe szanse zachowania się i — jak się wydaje — tworzą się tu raczej rzadko. Znajdował on natomiast grupy fulgu-



Ryc. 2. Fulguryt dolnopermijski z wyspy Arran w Szkocji: przekrój podłużny (rycina górna) i przekrój poprzeczny (rycina dolna). Wg Harlanda i Hacker 1966

rytów w zagłębieniach pomiędzy utrwalonymi wydmami, często w sąsiedztwie skupień roślinności. Wyciągną stąd wniosek, że w tych zagłębieniach, które znajdowały się bliżej zwierciadła wody gruntowej, wilgotność była większa, co oczywiście wpływało na lepsze przewodzenie ładunku elektrycznego pioruna przez piasek. Tak więc, mimo że fulguryty zdają się występować głównie w suchym luźnym piasku, obecność pewnej ilości wilgoci w piasku ma ułatwiać ich tworzenie się, natomiast zbyt duża ilość wilgoci może spowodować eksplozję pary wodnej pod uderzeniem pioruna (jak w przypadku uderzenia pioruna w drzewo) i wówczas typowy fulguryt nie powstanie.

Nasylenie gruntu wodą powoduje lepsze przewodzenie ładunku elektrycznego pioruna, lecz w tym przypadku zwykle nie pozostaje wyraźny ślad tego zdarzenia w skale luźnej. Dlatego też, jak na to wskazują na przykład obserwacje Petty'ego (1936), na atlantyckim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych A.P. fulguryty są pospolite w suchych, luźnych piaskach, a bardzo rzadkie lub zgoła nieobecne w wilgotnych piaskach plaży.

Szklivo fulgurytów zawiera 90—99,5%  $\text{SiO}_2$ . Jest ono często gąbczaste. Rurki fulgurytów są zwykle wewnątrz puste. Jako przyczynę tego podaje się, że stopiony w łuku elektrycznym pioruna słupek piasku przekształca się w bezpostaciową krzemionkę i jest rozdymany od środka przez gazy powstające np. pod wpływem gwałtownego wyparowania zawartej w piasku wilgoci. W ten sposób tworzy się szklista rurka o ściankach wypukłych, która w czasie ochładzania się kurczy i przybiera nieregularny, często gwiaździsty przekrój (por. ryc. 1—3).

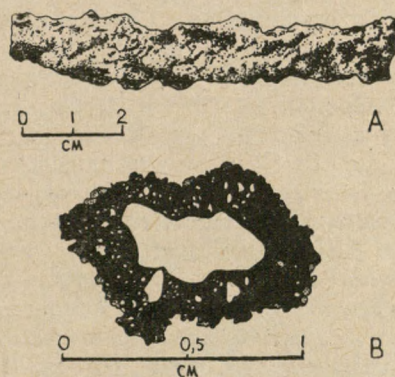
Najpospolitsze są fulguryty proste, bywają jednak i fulguryty spiralne (Hobbs 1899), zaś Graham (1961) badając układ pola magnetycznego na powierzchni skały wywołanego uderzeniem pioruna, wnioskuje w jednym przypadku o horyzontalnym przebiegu fulgurytu.

Fulguryty naskalne występują pospolicie na skałach zwięzłych, zwłaszcza w miejscach wyniosłych, których

kształt (skałki, ostre szczyty) i własności przewodzenia elektryczności predestynują je do uderzeń piorunów. Należą tutaj zwłaszcza niektóre skały lawowe, jak bazalty czy andezyty, zawierające znaczną ilość magnetytu i przez to pobudliwe magnetycznie. Fulguryty naskalne to zeszlone polewy oraz globulki powstałe z zakrzepnięcia kropeł stopionej przez piorun skały. Złuszczą częste są one w wysokich górach, np. na granitach, ale łatwo wietrzeją i dlatego bywają rzadko zauważane. Natomiast śladem po uderzeniu pioruna pozostaje zwykle silna lokalna anomalia magnetyczna, trwała nawet po zniszczeniu czy zwietrzeniu fulgurytu naskalnego. Jest to zjawisko znane zwłaszcza alpinistom czy geologom pracującym w wysokich górach, którzy wiedzą, że nie zawsze mogą polegać na odczytach kompasu na wierzchołkach gór. W Polsce dwie takie anomalie zostały odkryte na dajkach andezytowych gór Wżar w Pieninach (ok. 766 m n. p. m.) — pierwsza przez S. Kozłowskię w 1960 r. i druga przez K. Birkenmajera i A.E.M. Nairna w 1961 r.

Zagadnienie lokalnych silnych anomalii magnetycznych spowodowanych uderzeniami piorunów było w ostatnich latach wszechstronnie analizowane z uwagi na jego znaczenie dla studiów paleomagnetycznych, tj. pomiarów kierunku naturalnego namagnesowania szczątkowego skał, datującego się z okresu ich powstawania. Należy pamiętać, że pioruny czy lawiny elektromagetyczne mogą mieć od 90 m do ponad 3 km długości, przy różnicy napięć rzędu  $10^9$  woltów i natężeniu prądu rzędu  $10^5$  amperów, a ich energia dochodzi do  $10^{12}$  kilowatów w kanale łuku elektrycznego pioruna. Kanał ten ma zwykle około 3 cm średnicy lub mniej, a jest widoczny z tego powodu, że temperatura powietrza podnosi się tu lokalnie do  $30\,000^\circ\text{C}$  dając luminescencję gazów w czasie 100 mikrosekund po wyładowaniu. Gwałtowna eksplozja tak podgrzanych gazów powietrza powoduje powstanie fali głosowej słyszanej jako grzmot, zaś po zjonizowanym torze wyładowania elektrycznego, którym prąd płynął w obu kierunkach, mogą nastąpić jeszcze dalsze wyładowania jedno po drugim.

Wróćmy jednak do fulgurytów z wyspy Arran, gdyż okazuje się, że są one — jak dotychczas — prawdopodobnie jedynym bezspornym przykładem fulgurytów kopalnych (paleofulgurytów), a więc świadectwem uderzeń piorunów w odległych epokach ge-



Ryc. 3. Współczesny fulguryt znaleziony w luźnym piasku w miejscu, gdzie obserwowano uderzenie pioruna, Ipswich (Anglia) — rycina górna (A). Na rycinie dolnej (B), która przedstawia przekrój poprzeczny tego fulgurytu, zaznaczono na czarno szklivo, kropkami ziarna piasku, natomiast białe pola oznaczają pustki. Wg Harlanda i Hacker 1966

ologicznych, w danym przypadku sprzed 250 milionów lat. Taki wiek bowiem przypisywany jest piaskowcom z Corrie, w których występują.

Zarówno stopniem zachowania, jak też sposobem występowania i kształtem, paleofulguryty z Arran różnią się nieco od fulgurytów współczesnych. Występują one pojedynczo (ryc. 2) lub też ulegają rozwidleniu (ryc. 1). W sumie stwierdzono występowanie siedmiu paleofulgurytów. Piaskowiec z Corrie, w którym zostały znalezione jest drobno- lub średnioziarnisty, niekiedy gruboziarnisty, warstwowany skośnie w wielkie zestawy lamin i warstw, typowe dla utworów eolicznych. Kąty pomiędzy poszczególnymi zestawami warstw i lamin skośnych wynoszą 30—40° i mogą częściowo odpowiadać pierwotnemu nachyleniu powierzchni kopalnych permskich wydym. Uwzględniając jeszcze i upad warstw, który wynosi około 20°, staje się zrozumiałe, że na przykład paleofulguryt przedstawiony na ryc. 2 ustawiony jest skośnie do pierwotnej powierzchni wydmy, a więc był prawdopodobnie pionowy w czasie, gdy powstał w dolnym permie.

Piaskowce z Corrie pozbawione są jakichkolwiek szczątków organicznych, a o ich wieku wnioskuje się na podstawie położenia w profilu geologicznym i analogii do odpowiednich utworów Szkocji. Obecna barwa piaskowców z Corrie jest czerwona, co może być częściowo wynikiem infiltracji barwnika hematytowego z wyżej leżących czerwonych osadów triasowych w porowate osady wydymowe dolnego permu, częściowo jednak barwa ta jest chyba pierwotna, gdyż ulega wyblaknięciu w zeszkłonej otoczce fulgurytów.

Średnice permskich fulgurytów z Arran według badań W. B. Harlanda i Jennifer L. F. Hacker (1966) wynoszą od 11 do 35 mm. Pod mikroskopem widać, że ziarna piasku o średnicy od 0,17 do 0,07 mm zostały częściowo obtopione, a drobne ilości powstałego szkliwa spoiły je tworząc bezbarwną (odbarwioną) rurkę gwiazdzistego fulgurytu na tle czerwonego pia-

skowca. Szczególnie interesujący jest fulguryt przedstawiony na ryc. 2, którego ujście na górnej powierzchni ławicy piaskowca tworzy jakby krater. Utworzenie się jego gwiazdzistej formy mogło nastąpić przez skurczenie się rurki fulgurytu przy ochładzaniu, od pierwotnej średnicy około 80 mm do obecnej 20—40 mm.

Pomiary kierunku namagnesowania szczątkowego skał piaskowcowych w sąsiedztwie paleofulgurytów z Arran na orientowanych próbkach pobranych w ich sąsiedztwie wykazały (Harland i Hacker 1966), że tuż przy rurce intensywność namagnesowania jest od 100 do 1000 razy większa niż w próbkach pobranych w odległości 5 m, 6 m i 7 m od fulgurytu. To zjawisko świadczy wymownie o piorunowym pochodzeniu omawianych struktur w piaskowcach z Corrie. Najlepszym natomiast chyba dowodem na permski wiek fulgurytów z Arran okazało się znalezienie otoczaka z fulgurytem w środku w zlepieńcach dolnopermskich odpowiadających nieco wyższej części profilu dolnego permu w północnej części wyspy Arran.

Porównując fulguryty permskie z Arran z fulgurytami współczesnymi stwierdza się pewne drobne różnice. Mianowicie nie posiadają one pustki w środku rurki, która jest wypełniona czerwonym piaskowcem, pierwotnie piaskiem, który został tam zapewne nawiany w dolnym permie. Zeszkłona ścianka fulgurytów z Arran jest bardzo cienka i zawiera mało szkliwa w porównaniu z fulgurytami współczesnymi, jak też pozbawiona jest ona struktury gąbczastej. Te różnice mogą świadczyć o tym, że w przypadku fulgurytów z Arran mamy do czynienia z delikatniejszymi formami powstałymi w wyniku słabszych wyładowań elektrycznych. Takie delikatne fulguryty mogą współcześnie uchodzić uwadze, natomiast w przypadku z Arran zaznaczają się przede wszystkim w wyniku selektywnego wietrzenia partii piaszczystej i cieniutkiej, częściowo zeszkłonej warstewki rurki fulgurytu.

JANUSZ PAGACZEWSKI (Kraków)

## MIKOŁAJ KOPERNIK W OLSZTYNIE

Dnia 8 listopada 1516 r. Mikołaj Kopernik został obrany administratorem dóbr kapitulnych. Siedzibą administratora, któremu podlegały okręgi Olsztyna i Melzaku, był Olsztyn. Według J. Wasiutyńskiego, Kopernik był już tam 11 listopada, a więc w dniu św. Marcina, obejmując swój urząd. Zamieszkał jak wszyscy administratorzy, w największej sali północnego skrzydła zamkowego.

Ponieważ dość nagły wyjazd do Olsztyna, podyktowany zapewne napiętą sytuacją polityczną z Zakonem krzyżackim, stanowił dla naszego Astronoma przykrą przerwę w jego serii obserwacji słonecznych, jakie prowadził przez cały rok 1515/16, postanowił Kopernik prowadzić je w Olsztynie. Celowo nie zabrał ze sobą z Fromborka kwadrantu słonecznego, gdyż wymagał on silnej, masywnej podstawy murowanej, *pavimentum*, której budowa była kosztowna i pracochłonna. Zabrał więc tylko *triquetrum* i sferę armilarną, które łatwiej było ustawić pionowo na jakimś balkonie, tarasie czy

wieży. Mamy dowód, że obserwował w Olsztynie także pozycje planet, gdyż obserwacja pozycji Jowisza w dniu 30 kwietnia 1520 r. tylko o jeden dzień różni się od daty listu, pisanego ręką Kopernika, adresowanego do biskupa Fabiana Luzjańskiego i datowanego dnia 29 kwietnia 1520 r.

I tu okazał się geniusz Kopernika. Wzdłuż południowej ściany północnego skrzydła zamkowego, równoległe do sal zajmowanych przez każdorazowego administratora, ciągnie się kryty, wczesno-gotycki krużganek arkadowy, z którego otwiera się widok na zamkowe podwórze i na zamkową, wysoką wieżę strażniczą (ryc. 1). Ów gotycki krużganek postanowił wyzyskać Kopernik jako zastępcze obserwatorium astronomiczne z braku kwadrantu i murowanej platformy. Ganek od początku swego istnienia był kryty dachem. Słońce tylko niedługo oświetla go przed południem. W samo południe pada nań cień wysokiej wieży strażniczej, stojącej w płd.-wsch. narożniku zamku.





Ia. POTRZOS, *Emberiza schoeniclus* (L.) — wylęgające się pisklęta

Fot. A. Borkowski



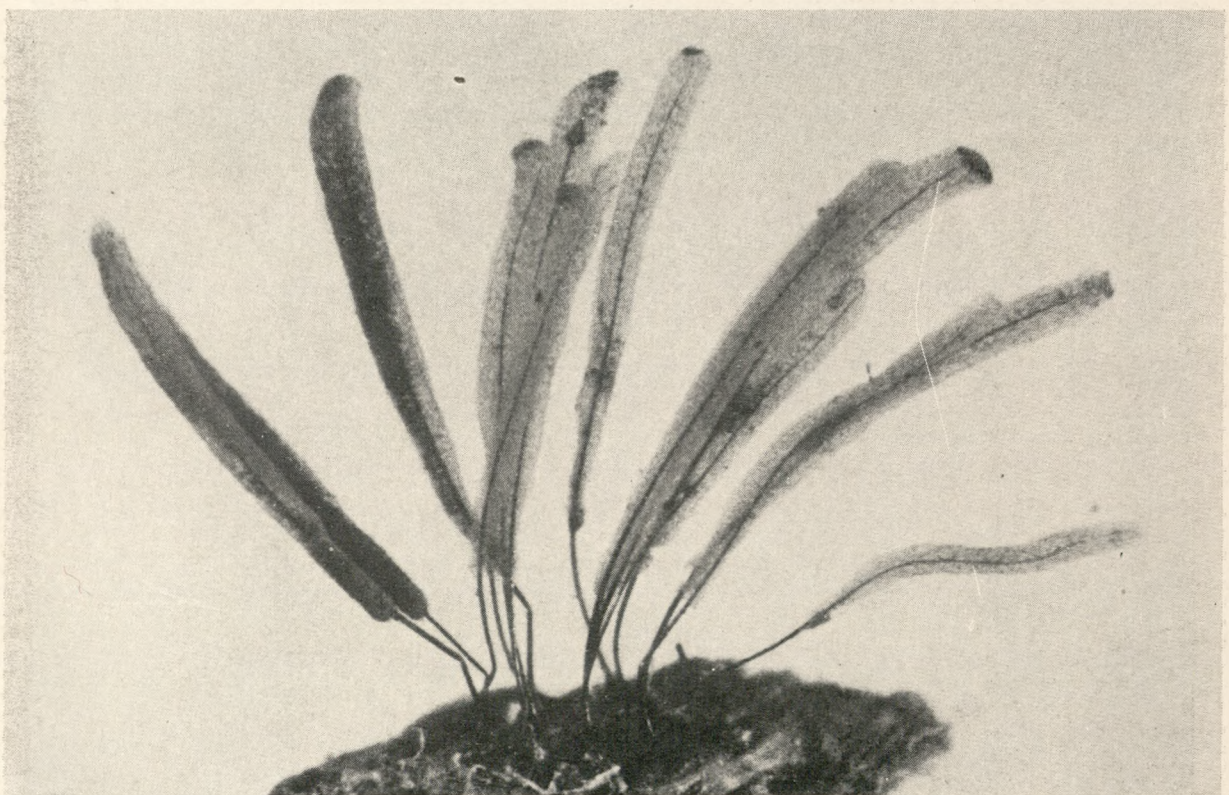
Ib. POTRZOS — pisklę 8-dniowe

Fot. A. Borkowski



IIa. ŚLUZOWCE, *Leocarpus fragilis* (Dickson) Rost.-Gładysz. Pękające zarodnie

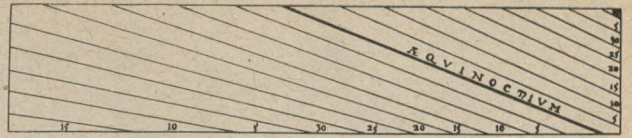
Fot. J. Hereźniak



IIb. ŚLUZOWCE, *Stemonitis ferruginea* Ehrb.-Paździorek. Zarodnie

Fot. J. Hereźniak

Zapewne już wkrótce po przybyciu do Olsztyna, jeszcze jesienią 1516 r., a chyba najpóźniej wczesną wiosną 1517 r., zabrał się Mikołaj do pracy. Najpierw wykonać musiał dwa pomiary: szerokości geograficznej zamku olsztyńskiego, a następnie ustalić kierunek południowy oraz kierunek ściany czyli tzw. azymut. Na ścianie tej wykreślił szczególną tablicę, która miała mu zastąpić pozostawiony we Fromborku kwadrant. Te podstawowe pomiary pozwoliły mu dopiero na sporządzenie obliczenia danych podstawowych tablicy. Trzeba było następnie dużą połąć ściany wewnątrz krużganka, tuż pod powałą, pokryć nowym tynkiem i starannie wygładzić. Mikołaj nakreślił najpierw grafitem, a następnie farbami, szereg linii hiperbolicznych kolorem czerwonym. Tylko jedna z tych linii pociągnięta pierwotnie kolorem niebieskim, stanowiła odcinek prostej; na niej Kopernik umieścił napis: AEQUINOCTIUM, co oznacza równonoc (ryc. 2). W ten sposób musiała powstać „słoneczna tablica obserwacyjna” o rozmiarach 140×705 cm, nie mająca nic wspólnego z jakimkolwiek zegarem słonecznym, jak to do niedawna niektórzy uczeni próbowali wyjaśniać ten niezmiernie ciekawy i autentyczny zabytek po Koperniku. Konstrukcja wykresu zasada się na powszechnie dopiero od XVII wieku stosowanej w gnomonie metodzie wykreślenia tzw. refleksyjnych (odbiciowych) zegarów słonecznych. Należy podziwiać „lwi pazur” naszego wielkiego uczonego, który biorąc asumpt z dzieł starożytnych gnomoników, a którą to naukę znał Kopernik wyśmienicie, potrafił zastosować do swoich naukowych celów znajomość wykreślenia zegarów słonecznych. I nie gnomon stanowił w tym nowym zupełnie przypadku wska-

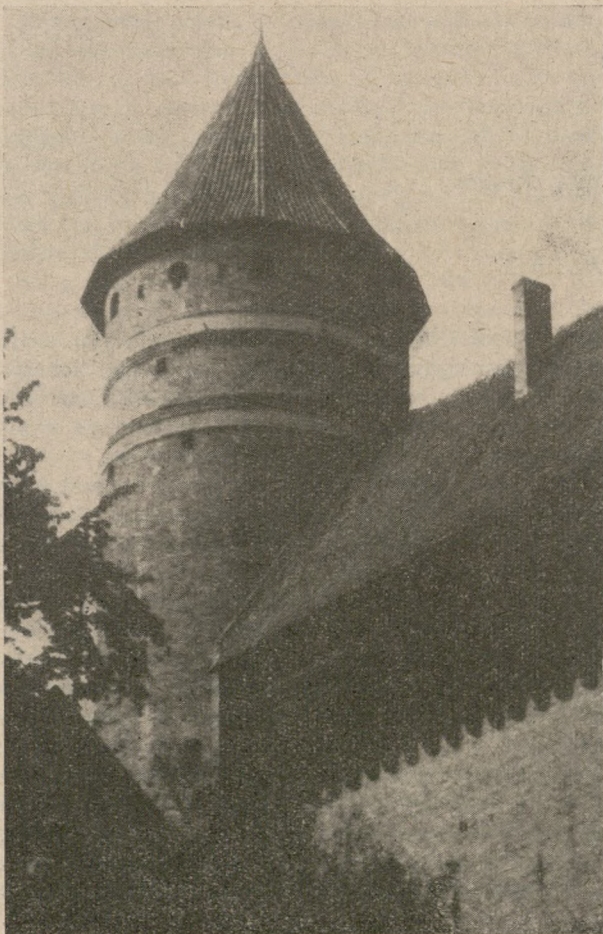


Ryc. 2. Schemat tablicy M. Kopernika w Olsztynie. Linie czerwone (linia grubsza) pod napisem Aequinoctium — niebieska. Fot. J. Pagaczewski

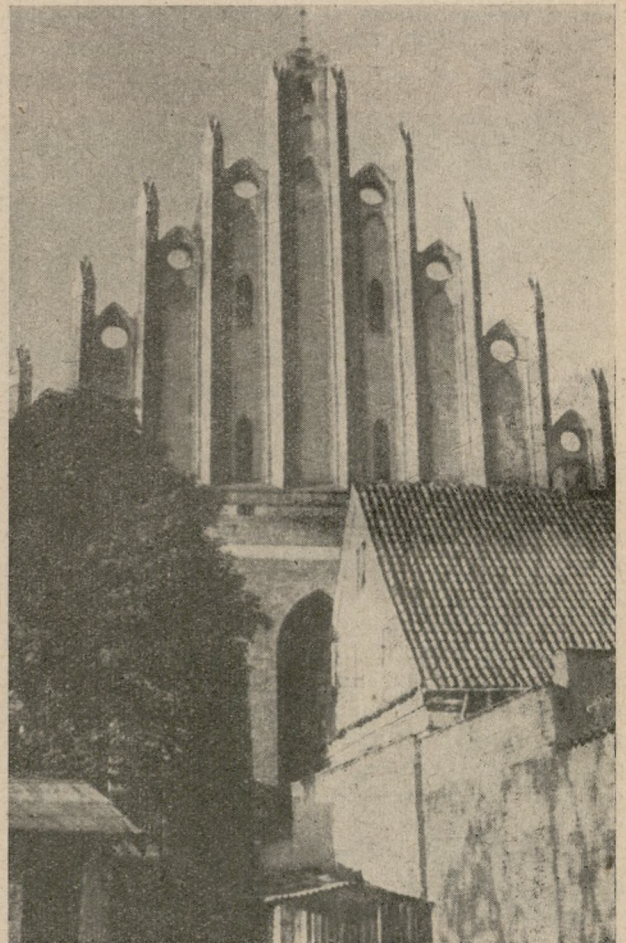
zówkę do odczytów, ale najprawdopodobniej rtęciowe lustro, umieszczone na parapecie otworu okiennego krużganka, wówczas oczywiście nie oszklonego. Odbity od lusterka promień słoneczny wskazywał w postaci okrągłej plamki świetlnej miejsce zajmowane przez Słońce na niebie, a zależne, jak wiadomo, od pory roku. Owe, na oko równoległe linie, wskazywały drogę owego „zajęczka” co pięć dni w okolicy równonocy (wiosennej lub jesiennej) i pozwalały obserwacyjnie ustalić liczbę dni i ich ułamków od najbliższego zrównania dnia z nocą. Istniejące na tablicy linie godzin zostały później nakreślone.

Nigdzie, niestety, Kopernik na te olsztyńskie obserwacje Słońca specjalnie nie powołuje się w swym dziele, pomimo to trudno odmówić im jakiegś, nawet poważniejszej roli w pracach teoretycznych Kopernika. Mogły one służyć mu np. do obliczenia dokładniejszej wartości długości roku zwrotnikowego, czym właśnie w tych czasach, jeszcze w Fromborku, zajmował się Kopernik.

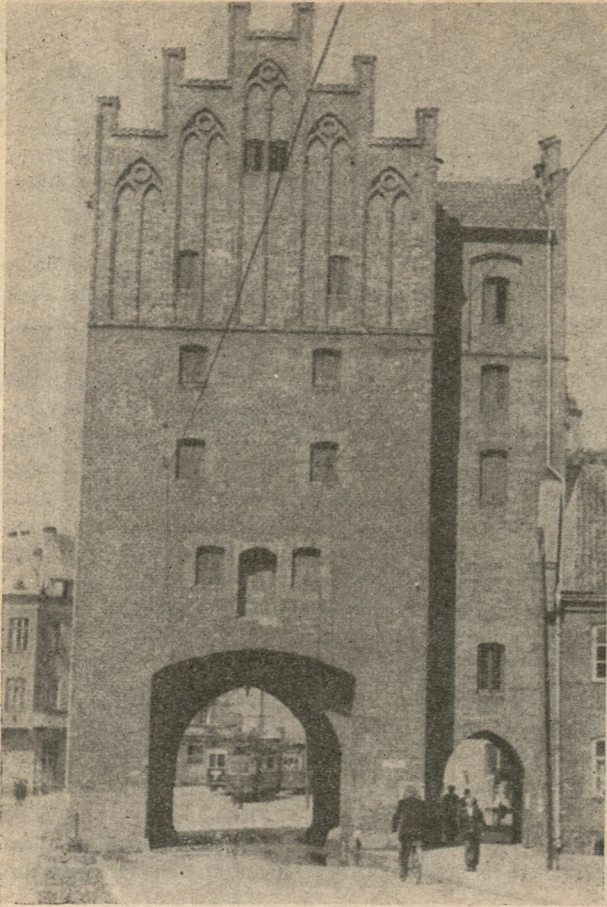
Oprócz tablicy słonecznej musiał Kopernik posiadać w Olsztynie strefę armilarną i zapewne triquetrum,



Ryc. 1. Wieża zamku w Olsztynie. Fot. J. Pagaczewski



Ryc. 3. Wschodni szczyt Katedry w Olsztynie. Fot. J. Pagaczewski



Ryc. 4. Wysoka Brama w Olsztynie, obecnie siedziba PTTK. Fot. J. Pagaczewski

gdyż wykonał także kilka obserwacji pozycyjnych. Należy postawić sobie pytanie, gdzie mógł Kopernik ustawić te narzędzia tak, aby uzyskać trwałą, solidną podstawę z jednej strony, a szeroki i wolny od przeszkód widnokrąg z drugiej strony.

Otóż nasuwa się hipoteza, że tym miejscem był taras na szczycie wieży strażniczej, jedynej, jaka wznosiła się od wieku XIV, a wykończonych na początku wieku XVI. Wieża ta, używana wówczas niewątpliwie do celów wojskowych, nie mogła posiadać takiego dachu, jaki jest obecnie. Dziś jeszcze widoczne resztki sklepień świadczą o istnieniu niegdyś tarasu. Mur dokoła niego mógł być dość wysoki i posiadać szereg okienek służących do wypatrywania wroga. Co czynił strażnik widząc nadciągającego wroga? Bez hałasu zbiegał szybko po schodach. Mniej więcej w połowie wieży istnieją drzwi, przez które dostawał się na prowadzący po murze obronny chodnik. W przeciwnym skrzydle znajdowały się drzwi, a dalej kręcone schody w murze, po których można się było dostać wprost do pokoi administratora. Tę samą drogę musiał przebywać Kopernik wielokrotnie w czasie swojego pobytu w Olsztynie, gdy chciał obserwować ciała niebieskie. Mamy bowiem przekazy, że właśnie na tej wieży Kopernik spędzał noce na badaniach. Ponieważ w całym zamku i jego najbliższym otoczeniu nie ma miejsca, z którego lepiej można by było niebo oglądać, musimy tę wersję uznać za najbardziej prawdopodobną.

Tak to zamek olsztyński stał się pamiętny pobytom i obserwacjami astronomicznymi naszego wielkiego uczonego. Można również przyjąć, że tu zaczął powstawać rękopis dzieła całego życia, *De revolutionibus*.

ANTONINA LEŃKOWA (Kraków)

## ŻABA GOLIAT

W Rio Muni (część Gwinei Równikowej), leżącym w zachodniej Afryce nad zatoką Biafra pomiędzy Kamerunem a Gabonem, żyją przedstawiciele największej żaby świata. Została ona odkryta przez misjonarza i przyrodnika zarazem, G. L. Batesa jeszcze z początku XX w. i opisana w 1906 r. przez znakomitego znawcę płazów G. A. Boulengera, jako nowy gatunek, nazwany *Rana goliath*. Żaden z wspomnianych badaczy nie widział tej żaby w wolnej przyrodzie — okazów dostarczyli im Murzyni — a później nikt się nią bliżej nie interesował. Do tej pory niewiele więc o niej wiadano. Dopiero ostatnio na łamach wrześnieowego numeru czasopisma „Das Tier” z 1972 r. Jorge Sabater Pi, pracownik Ogrodu Zoologicznego w Barcelonie i Ośrodka Badawczego Ikunde, podał nieco szczegółów z biologii tego zwierzęcia.

Mając możliwość obserwowania przedstawicieli tego gatunku w ich naturalnym środowisku oraz w pracowni, Pi stwierdził przede wszystkim, że dawniejsze doniesienia o wielkości tej żaby były nieco przesadzone, chociaż rzeczywiście jest to bardzo duży płaz. Największy okaz, jaki udało mu się zmierzyć, miał

32 cm długości (łączna długość głowy i tułowia), a nie 60 cm, jak niegdyś podawano. Długość tylnej kończyny wynosiła 44 cm, średnica oka 2,3 cm. Okaz ten ważył 3,3 kg, podczas gdy dawniej sądzono, że zwierzęta tego gatunku mogą ważyć około 6 kg.

Żaba goliat podobna jest z kształtu do naszej żaby wodnej. Skóra jej jest nieco pomarszczona, ubarwienie na grzbiecie zielono-brunatne przechodzi na spodniej stronie ciała w biało-żółte. Otwory uszne są małe, pęcherzy rezonacyjnych brak, toteż zwierzęta tego gatunku nie wydają żadnych głosów. Pomiedzy osobnikami odmiennej płci nie ma w wyglądzie zewnętrznym wyraźnej różnicy. Samica jest tylko nieco większa i ma na głowie bardziej pomarszczoną skórę niż samiec.

Żaba goliat jest zwierzęciem płochliwym. Żyje w strefie wilgotnych lasów równikowych w wartko płynących rzekach, tworzących liczne wodospady, o wodach dobrze natlenionych, słabo kwaśnych, których temperatura nigdy nie przekracza 23°C i nie opada poniżej 16—17°C. Przez większą część dnia żaby tego gatunku siedzą w wodzie ukryte między głązami zalegającymi koryto rzeki. Trudno je tam wytropić

i jeszcze trudniej schwytać. Trzeba bowiem wielkiej zręczności, aby przez rwącą wodę dotrzeć po oślizgłych kamieniach do miejsca, gdzie któraś z żab się przyczaiła, nie wspominając już o pośpiechu z jakim trzeba działać, aby schwytać ją w sieć zanim zdąży umknąć. Niektórzy Murzyni potrafią jednak tego dokonać nawet w nocy, przy czym posługują się wtedy latarnią oślepiając żaby światłem.

Na podstawie analizy treści żołądków Pi przekonał się, że żaba goliat żywi się owadami, pajęczakami, mięczakami i innymi drobnymi zwierzętami, a niekiedy także drobnymi gryzoniami. Badacz ten starał się też dociec, w jaki sposób rozmnażają się przedstawiciele tego gatunku. Dotąd było to zupełną zagadką i Pi również przez długi czas nie mógł tego ustalić. Przez przeszło rok poszukiwał na próżno kijanek w okolicy, gdzie obserwował żaby goliaty, to jest w rejonie wodospadów rzeki Mbija, płynącej w północnej części Rio Muni. Później dopomógł mu przypadek. W terrarium w Ikunde bowiem jedna z przetrzymywanych tam żab zaczęła znosić jaja, które miały 5—7 mm średnicy.

Gdy już było wiadomo, jak wygląda skrzek i o jakiej porze roku jest znoszony, Pi natychmiast zorganizował poszukiwania we wspomnianym poprzednio terenie. Z wielkim trudem znaleziono wówczas pierwsze grudki skrzeku w spienionych wodach rzeki Mbija, przyklejone do pędów dość rzadkiej rośliny wodnej z rodzaju *Dicraea* sp. należącej do rodziny *Podostemonaceae*. Listki tej rośliny służą kijankom za pokarm. W małym rozlewisku wody między głazami znaleziono wówczas także same kijanki. Były szare i miały zaledwie 8 mm długości.

Pi stwierdził potem, że kijanki tego gatunku są specjalnie przystosowane do życia w bystrych rzekach, mają bowiem usta postrzępione na brzegach na kształt frędzli i tymi swoistymi wyrostkami przytrzymują się kamieni i roślin. Największe rozmiary, jak to udało się ustalić na stacji Ikunde, kijanki żaby goliat osiągną w 45 dniu życia. Mają one wtedy 4,8 mm długości. Tracą one potem ogon i przeobrażają się w małe żabki, mające 3,5 cm długości.

Jak z tego wynika, okres larwalny trwa u żaby goliat stosunkowo krótko, zwłaszcza w porównaniu z naszymi żabami, które przeobrażają się po 3—4 miesiącach. Nie wiadomo ile czasu potrzeba, aby żaba goliat osiągnęła dojrzałość płciową i ostateczny wzrost. U drugiej co do wielkości żaby świata — żaby byk, zwanej też żabą ryczącą, *Rana catesbeiana*, występującej w Ameryce Północnej, następuje to po 5 latach od chwili pierwszego rozwoju zarodka, a jest ona mniej więcej pięciokrotnie lżejsza i o jedną trzecią mniejsza od żaby goliat.

Czas składania jaj przypada u tej ostatniej na okres pory suchej. Jedna samica znosi wtedy w ciągu 5—6 dni ponad 10 000 jaj. Z wielkiej liczby wyklutych kijanek tylko nieznaczna ilość zdoła się przeobrazić, a jeszcze mniej osobników osiąga pełny wzrost, gdyż większość ich ginie w młodym wieku, stając się pokarmem ryb, a przede wszystkim licznych ptaków siewkowatych i czapli. Dorosłe żaby padają ofiarą krokodyli. Także ludzie chętnie je wylapują, ponieważ mięso tych żab jest białe, delikatne i bardzo smaczne, przy czym najlepsze jest podobno z przednich kończyn.

Pomimo tylu wrogów żaby goliat nie zalicza się na szczęście jeszcze do zwierząt zagrożonych wymarciem. Obszary, na których występuje, zachowały dotąd pier-



Ryc. 1. Wodospady rzeki Mbija — typowe środowisko, w jakim żyje żaba goliat. Wg „Das Tier”

wotny charakter; tubylcy rzadko zapuszczają się w te okolice. Jednakże coraz większe tempo przemian zachodzących ostatnio w Afryce, i wzrost zaludnienia mogą szybko zaburzyć dotychczasowy stan rzeczy. W związku z tym Pi słusznie postuluje utworzenie na terenie Rio Muni lub południowego Kamerunu rezerwatów dla ochrony żaby goliat, która według niego występuje tylko na terenie tych dwu krajów.

Sprawa rozsiedlenia tego gatunku nie jest jednak zupełnie jasna. W publikacjach zawierających krótkie wzmianki o żabie goliat można znaleźć na ten temat różne dane. Pochodzą one z dawnych lat i być może są mylne lub już nieaktualne. Tak np. żaba goliat



Ryc. 2. Żaba goliat (*Rana goliath*) — największa żaba świata. Wg „Das Tier”

wymieniana była z terenu dawnego Konga Belgijskiego, a także z Angoli, nie ma jednak potwierdzenia, że zwierzęta tego gatunku żyją tam obecnie. Pi wspominając o ich zasięgu wymienia jedynie wąski pas lasów, około 250 km długości i 100 km szerokości, który rozciąga się od rzeki Beńito, płynącej przez środek Rio Muni,

i biegnąc równolegle do wybrzeża morskiego wkracza na teren południowego Kamerunu. Gdyby potwierdziła się w przyszłości ta wiadomość i teren występowania żaby goliat okazał się istotnie tak mały, oznaczałoby to, że jest ona gatunkiem endemicznym, a jako taki potrzebowałaby tym bardziej ochrony.

ANDRZEJ JASIŃSKI (Kraków)

## STRUKTURALNE PRZYSTOSOWANIA SSAKÓW DO SKRAJNYCH TEMPERATUR ŚRODOWISKA

Dla większości ssaków różnica kilku stopni w temperaturze ciała jest sprawą życia lub śmierci. Mimo to liczne gatunki ssaków występują na obszarach o krańcowo niskich lub wysokich temperaturach. Najniższe średnie temperatury sięgają w północno-zachodniej Kanadzie  $-50^{\circ}\text{C}$ , a we wschodniej Syberii  $-60^{\circ}\text{C}$ . Ssaki występujące na tych obszarach utrzymują temperaturę ciała na stałym poziomie, w granicach  $38^{\circ}\text{C}$ . W tropiku, średnia temperatura otoczenia może być niższa od temperatury ciała ssaków tylko o około  $8^{\circ}\text{C}$ . Natomiast w warunkach arktycznych różnica między temperaturą ciała i powietrza może osiągać 80, a nawet  $100^{\circ}\text{C}$ .

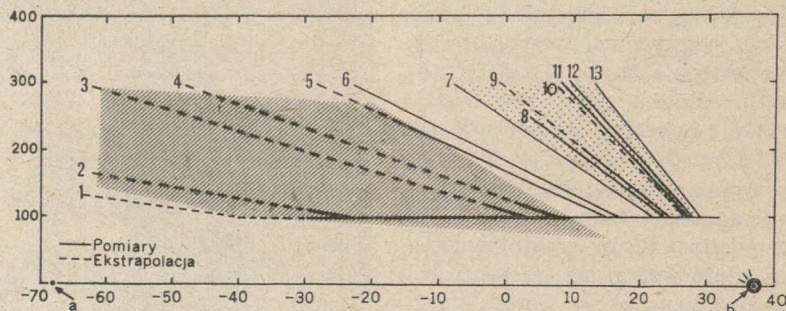
U ssaków arktycznych możliwe są różne sposoby adaptacji termicznej: wzrost produkcji ciepła przez podnoszenie metabolizmu, redukcja utraty ciepła na drodze wydoskonalenia izolacji termicznej ciała, ustalanie takiego gradientu ciepłoty ciała, aby temperatura powierzchni zwierzęcia różniła się od temperatury otoczenia w możliwie najmniejszym stopniu oraz wzrost rozmiarów ciała i redukcja narządów wystających. U zwierząt zamieszkujących tropiki, wysoka temperatura powietrza wywołała adaptacje idące w kierunku przeciwnym. Tym niemniej, w obu tych środowiskach występują ssaki pokryte gęstym futrem, jak i niemal zupełnie nagie.

W warunkach termicznej równowagi ilość traczonego przez zwierzę ciepła równoważona jest jego pro-

dukcją. Najniższą temperaturę powietrza, przy której zwierzę nie musi jeszcze podnosić metabolizmu spoczynkowego, przyjęto określać jako temperaturę krytyczną. W warunkach temperatury krytycznej mechanizmy izolacyjne wykorzystywane są maksymalnie: runo zostaje podniesione, a krążenie w narządach peryferycznych ulega ograniczeniu, pociągając za sobą spadek temperatury w tych narządach. Słowem, uruchomione zostają mechanizmy fizycznej regulacji temperatury ciała. Kiedy jednak temperatura powietrza spadnie poniżej temperatury krytycznej, stała ciepłota ciała może być zachowana dzięki wzrostowi produkcji ciepła, a zatem na drodze regulacji chemicznej (metabolicznej). Zewnętrznym tego objawem może być drżenie zwierzęcia.

Temperatura krytyczna nagich ludzi i ssaków tropikalnych leży w granicach  $25-27^{\circ}\text{C}$ , natomiast u ssaków arktycznych sięga znacznie poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , sięgając w przypadkach krańcowych  $-40^{\circ}$ . Tak wielkie obniżenie temperatury krytycznej mogło nastąpić jedynie dzięki silnemu wzrostowi izolacji ciała oraz przystosowaniu kończyn i innych, słabo owłosionych, organów peryferycznych do tolerowania niskiej temperatury przy zachowaniu pełnej sprawności funkcjonalnej tych narządów (ryc. 1).

Jak powiedzieliśmy, temperatura ciała ssaków arktycznych może przewyższać temperaturę otoczenia o  $80^{\circ}\text{C}$ , lub jeszcze znacznie. Przeto w porównaniu ze ssakami tropikalnymi, u których to przewyższenie



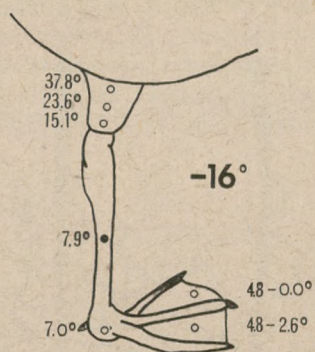
Ryc. 1. Wrażliwość ssaków arktycznych (obszar zakreskowany) i tropikalnych (obszar zakropkowany) na temperaturę otoczenia. Na osi rzędnych zaznaczono stopień nasilenia metabolizmu, przyjmując za sto wartość metabolizmu spoczynkowego. Na osi odciętych naniesiono temperaturę powietrza w skali Celsjusza. Strzałki pokazują najniższą temperaturę na ziemi (a) oraz temperaturę ciała ssaków (b). Jak wynika z wykresu, temperatura krytyczna ssaków tropikalnych i ludzi leży w wąskim zakresie  $20-30^{\circ}\text{C}$ , podczas gdy u ssaków arktycznych sięga ona, w zależności od stopnia rozwoju mechanizmów izolacyjnych, kilkudziesięciu stopni poniżej zera. 1 — lis polarny (*Alopex lagopus*), 2 — pies eskimoski (*Canis familiaris*), 3 — niedźwiedź polarny (*Thalarchos maritimus*), 4 — suseł północny (*Citellus parryii*), 5 — leming (*Dicrostonyx groenlandicus*), 6 — łasica (*Mustela rixosa*), 7 — ostronos meksykański (*Nasua narica*), 8 — szczur dżunglowy (*Proechimys semispinosus*), 9 — małpa (*Leontocebus geoffroyi*), 10 — człowiek, 11 — małpa (*Aotus trivirgatus*), 12 — szop rakojad (*Procyon cancrivorus*), 13 — leniwiec (*Bradypus griseus*)

wynosi zaledwie  $8^{\circ}\text{C}$ , ssaki żyjące w klimacie arktycznym powinny wytwarzać, z grubsza biorąc, dziesięć razy więcej ciepła dla utrzymania stałej temperatury ciała, względnie winny posiadać dziesięciokrotnie efektywniejszą izolację termiczną. Inną możliwością jest stosowanie obu tych mechanizmów równocześnie, w przypadku mniej doskonałego ich rozwoju.

Jednak podnoszenie metabolizmu spoczynkowego możliwe jest tylko w niewielkim stopniu. Samo zachowanie ssaków arktycznych świadczy, że równowaga bilansu cieplnego osiągana jest na innej drodze. Ssaki arktyczne nie spędzają czasu wyłącznie na jedzeniu, co byłoby nieuniknione, gdyby produkcja ciepła była czynnikiem rozstrzygającym. W rzeczywistości przeznaczają one wiele czasu na eksplorację terenu i innego rodzaju aktywność nie związaną ze zdobywaniem pokarmu, ponadto znaczną część czasu spędzają beczynnie, wypoczywając. Wbrew temu, co można by przypuszczać, w klimacie zimnym aktywność zwierząt jest mniejsza niż w tropiku.

Futro ssaków arktycznych jest rzeczywiście dużo grubsze w porównaniu z gatunkami tropikalnymi i jego zdolności izolacyjne ulegają wielokrotnemu wzrostowi. Toteż lis polarny, pokryty grubym i gęstym futrem zimowym, może wypoczywać w bezruchu lub nawet spać przy temperaturze  $-40^{\circ}\text{C}$ , bez potrzeby podnoszenia metabolizmu. Temperatura pod śpiącym psem zaprzęgowym na Alasce jest niższa od temperatury zamarzania, w wyniku czego końce włosów nie są nawet oblodzone. Podobnie, temperatura nagiej skóry na opuszkach palców jest na tyle niska, że nie topią się na niej płatki śniegu. Duże ssaki arktyczne o doskonale rozwiniętej izolacji termicznej ciała stoją wobec konieczności pozbywania się nadmiaru ciepła podczas wyjątkowo wysokiego fizycznego. W marszu lub w biegu ilość wytwarzanego ciepła rośnie bowiem wielokrotnie.

Ten poważny problem jest rozwiązywany w sposób wieloraki. Niektóre spośród ssaków posiadają zdolność do okresowej akumulacji ciepła i hipertermii. Inne po-

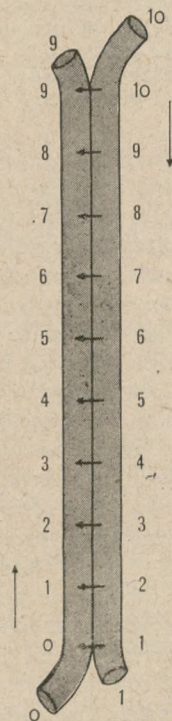


Ryc. 2. Temperatura skóry w różnych miejscach (kółka) nieopierzonej kończyny mewy (*Larus glaucescens*) przy temperaturze powietrza wynoszącej  $-16^{\circ}\text{C}$ . W podobnych warunkach termicznych otoczenia równie stromy gradient temperatury występuje w kończynach ssaków arktycznych, posiadających na tułowie grube i gęste futro. W obu przypadkach brak jest w kończynach naczyniowych wymienników ciepła, gdyż u zwierząt o doskonałej izolacji centralnej części ciała problemem istotniejszym od konserwacji ciepła jest pozbywanie się jego nadmiaru podczas biegu lub w marszu. Słabiej izolowane kończyny stanowią termiczną „kłapę bezpieczeństwa”. W czasie spoczynku (ssaki) lub pobytu w wodzie (ptaki), nadmiernej ucieczce ciepła zapobiega zwolnienie przepływu krwi przez naczynia tych narządów

zbywają się nadmiaru ciepła w miarę jak jest ono wytwarzane, poprzez pocenie się, dyszenie, lub wypromieniowują je przez słabiej izolowane kończyny. W kończynach lisa polarnego i psa husky brak jest specjalnych urządzeń strukturalnych zapobiegających ucieczce ciepła. W czasie spoczynku efekt ochładzania kończyn uzyskiwany jest przez ograniczenie dopływu krwi do tych narządów (ryc. 2). Zachowanie sprawności ruchowej kończyn mimo znacznego ich ochłodzenia, wiąże się z osobliwą właściwością tkanki tłuszczowej. Jak wiadomo, tłuszcz zwierzęcy twardnieje w niskiej temperaturze. Stwierdzono jednak, że np. u reniferów temperatura topnienia tłuszczu w dystalnych odcinkach kończyn jest niższa w stosunku do temperatury topnienia tłuszczu w częściach proksymalnych o całe  $30^{\circ}\text{C}$ . Tym samym, zachowuje on miękkość nawet w kończynach ochłodzonych niemal do  $0^{\circ}\text{C}$ .

Zgola inaczej rzecz ta przedstawia się u ssaków o gorszej izolacji ciała, szczególnie zaś u gatunków wodnych lub ściśle związanych z tym środowiskiem. W ich kończynach i ogonie znajdują się urządzenia redukujące do minimum utratę ciepła bez ograniczania dopływu krwi do tych narządów. Krew tętnicza, płynąca do kończyn i ogona, oziębia się przez oddawanie większości ciepła chłodnej krwi żyłnej, powracającej z dystalnych odcinków tych organów. Przekazywanie ciepła z krwi tętniczej do żyłnej powoduje powstawanie wzdłuż wymienionych narządów gradientu temperatury, którego natężenie maleje w kierunku dystalnych części narządów. Swoistym „narzędziem” pełniącym rolę przeciwprądowego wymiennika ciepła są tętniczo-żyłne „sieci dziwne”.

Ryc. 3 pokazuje dwie rury, leżące na pewnym odcinku obok siebie. Gdybyśmy wprowadzili do jednej



Ryc. 3. Zasada działania przeciwprądów o różnej temperaturze. Gorący strumień cieczy (10) przekazuje większość ciepła strumieniowi chłodnemu (0), zanim ciecz opuści odcinki sąsiadujących ze sobą rur. Analogiczne układy tworzą naczynia krwionośne „sieci dziwnych”

z nich wodę o temperaturze wrzenia, a drugą płynęła by woda lodowato zimna, to strumień wody gorącej przekazałby większość ciepła prądowi wody zimnej. Naturalnie, rury takie powinny się stykać na dostatecznie długim odcinku, a tworzywo, z którego je wykonano, winno swobodnie przewodzić ciepło. Efektywność takiego układu wzrosłaby niewspółmiernie, gdyby stykające się naczynia uległy rozdzieleniu na dużą liczbę naczyń znacznie drobniejszych. Ma to właśnie miejsce w sieciach dziwnych zwierząt, tworzących przeciwpłądowe wymienniki ciepła.

Sieci dziwne powstają na skutek nagłej utraty tożsamości większych naczyń tętniczych i żylnych, które na bardzo krótkim odcinku rozdzielają się na pęk drobnych tętniczek i żyłek, albo kapilar tętniczych i żylnych. Te drobne naczynia biegną równolegle obok siebie na znacznej długości, bez jakichkolwiek zmian w ich średnicy, po czym na powrót odtwarzają tętnice i żyły. Ponieważ naczynia sieci są dokładnie wymieszane ze sobą, zatem w sąsiadujących kapilarach krew płynie w przeciwnych kierunkach (ryc. 4).

Sieci dziwne występują u ssaków głównie na granicy kończyn i tułowia oraz w ogonie. Wskutek tego



Ryc. 4. Sieci dziwne gruczołu gazowego w pęcherzu pławnym ryby, *Pomatomus saltatrix*. Tętnica biegnąca do gruczołu (a) rozpada się na liczne, równoległe ułożone kapilary. Podobnemu przeistoczeniu ulega żyła odprowadzająca krew z tego narządu (b). Powstaje „sieć dziwna” (c), której naczynia łączą się ponownie w większe tętnice i żyły, zanurzają się w tkance gruczołu i znowu rozdzielają się na sieć kapilar (d). Sieci dziwne o podobnej organizacji występują również w kończynach niektórych ssaków arktycznych i tropikalnych

ciepło krąży w tych narządach po krótszym obiegu niż krew, ich dystalne części wykazują znacznie niższą temperaturę w porównaniu z tułowiem, przy czym różnica 10°C nie należy do rzadkości. W niektórych przypadkach temperatura powierzchni skóry pokrywającej dystalne odcinki kończyn zbliża się do 0°C.

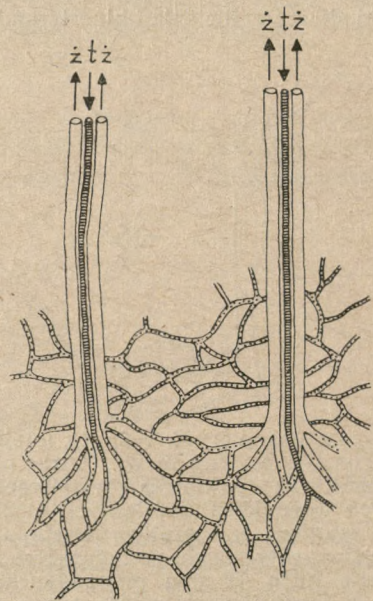
Witalna rola nagiego ogona w termoregulacji niektórych ssaków widoczna jest na przykładzie piżmaka pochodzącego z Alaski (*Ondatra zibethica*). Przy temperaturze otoczenia wynoszącej 20°C, temperatura ogona fluktuuje w granicach 20–30°C, świadcząc o wypromieniowywaniu tą drogą nadmiaru ciepła. Raptowne podniesienie temperatury tułowia wzmaga 400-krotnie przepływ krwi przez naczynia ogona w krótkim czasie 2–3 min. Obłożenie ogona lodem wywołuje radykalne zwolnienie przepływu krwi, przy czym temperatura ogona spada do 1–2°C, ograniczając ucieczkę ciepła. Doniosłość ogona jako narządu termoregulacyjnego można również wykazać przez zaciśnięcie go u nasady, celem zahamowania swobodnego krążenia krwi. Zwierzę ulega hipertermii i wkrótce ginie.

Najlepiej rozwinięte sieci dziwne znaleziono u ssaków wodnych: walenii, płetwonogich i syren. Szczególnie walenie i płetwonogie narażone są na duże straty

ciepła, przebywając w chłodnych wodach arktycznych. Naczyniowe wymienniki ciepła występują również u licznych gryzoni ziemnowodnych, jak nutria, kapibara, piżmak lub bóbr. Stwierdzono je również u innych ssaków związanych ze środowiskiem wodnym, np. u wydry i łosia. Sieci dziwne występują także w kończynach licznych ptaków brodzących. U fok i prawdopodobnie niektórych innych ssaków krew tętnicza może również omijać naczyniowy wymiennik ciepła, dzięki czemu zwierzęta te mają również możliwość szybkiego pozbywania się nadmiaru ciepła podczas długotrwałego wysiłku.

Przykładem najbardziej zdumiewającym są walenie. Mimo braku futra są one zdolne do długotrwałego przebywania w wodzie o temperaturze bliskiej punktu zamarzania, bez potrzeby zwiększania metabolizmu. Sama tylko warstwa tłuszczu podskórnego, pomimo znacznej grubości, nie zapewnia skutecznej izolacji termicznej. Znaczny udział mają w niej naczynia krwionośne.

Tętnice płetwiastego ogona walenii otoczone są pękami żył, co pozwala na przenoszenie ciepła z krwi tętniczej do żylną i zatrzymywanie go w centralnej masie ciała. Osobliwe jest także krążenie peryferyczne w tułowiu. Naczynia krwionośne zmierzające do skóry tworzą charakterystyczne triady, złożone z dwóch żył i biegnącej między nimi tętnicy. Dzięki takiemu układowi, naczynia te mogą funkcjonować jako przeciwpłądowy wymiennik ciepła (ryc. 5). Ponieważ ciepło krwi tętniczej przechwytywane jest przez krew żylną, do naczyń skóry dociera krew chłodna, temperatura skóry przewyższa temperaturę wody tylko o 1°C, redukując do minimum straty ciepła. Temperatura ciała walenii wykazuje zatem znaczną rozpiętość między częścią centralną i powierzchnią, czyli, innymi słowy, stromy gradient termiczny. Określając ssaki jako zwierzęta homeotermiczne nie należy więc zapominać, iż homeostaza termiczna nie odnosi się u tych zwierząt do



Ryc. 5. Prymitywne „sieci dziwne” w postaci triad (żyła — tętnica — żyła) występujące w pęcherzu pławnym sielawy, *Coregonus lavareatus*. U sielawy przeciwpłądowy system triad naczyniowych jest generatorem ciśnienia gazów, natomiast u ssaków wodnych, jak walenie i syreny, analogiczna organizacja naczyń skórnych zatrzymuje ciepło w centralnej masie ciała i ochładza skórę



poszczególnych tkanek, które są najwyraźniej heterotermiczne. Spostrzeżenia tego rodzaju posłużyły L. Irvingowi za podstawę hipotezy, wedle której w ewolucji zwierząt ciepłokrwistych w pierwszym rzędzie ustalony został zróżnicowany gradient temperatury ciała, pełniący początkowo rolę izolatora fizjologicznego. Adaptacje morfologiczne, jak np. włosy ssaków i pióra ptaków, miałyby rozwinać się wtórnie. Przykład waleni potwierdza tezę o większej roli gradientu temperatury ciała u zwierząt ciepłokrwistych, w porównaniu z runem lub piórami.

Naczyniowe wymienniki ciepła występują także w płetwiastych kończynach fok, uszatek i morsów. Dzięki temu nagie kończyny tych ssaków są chłodne podczas pobytu w wodzie i ograniczają utratę ciepła. Poza wodą, na skutek dobrze rozwiniętych mechanizmów naczyniowo-ruchowych, utrzymywane są w wyższej temperaturze i usuwają nadmiar ciepła z organizmu.

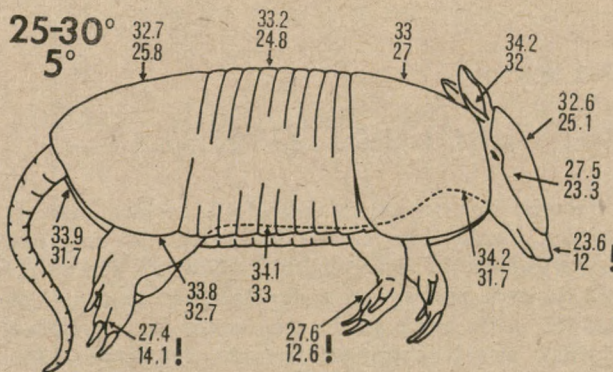
Manat (*Trichechus manatus*), przedstawiciel syren zamieszkujący ciepłe wody oceanu Atlantyckiego u wybrzeży Ameryki, podobnie jak walenie, pozbawiony jest niemal całkowicie uwłosienia. Osobliwy układ naczyń w skórze, podskórnej tkance tłuszczowej i w mięśniach skórnych chroni go jednak przed nadmierną utratą ciepła. U ssaków tętnica wnikająca do mięśnia rozpada się na mniejsze naczynia i wreszcie na kapilary, a rozgałęzienia jej nie wynurzają się na powierzchnię mięśnia. Manat stanowi jednak odstępstwo od tej zasady. Liczne triady naczyniowe, zorganizowane podobnie jak u waleni, przesywają płaskie mięśnie tułowia oraz rozległy mięsień skórny (*panniculus carnosus*). Wprawdzie naczynia te wysyłają odgałęzienia do wymienionych mięśni, ale wynurzają się na ich zewnętrzną powierzchnię niemal zupełnie nie pomniejszone. Krew docierająca do skóry tętniczymi składnikami triad ulega ochłodzeniu na znanej nam zasadzie. Chłodna skóra hamuje ucieczkę ciepła do wody.

Sieci dziwne występują także w kończynach niektórych ssaków tropikalnych. Znalaziono je u leniwców, pancerników (ryc. 6), mrówkojadów i łuskowców oraz u lemura (ryc. 7) i tarsjuszy. Można by przypuszczać, że urządzenia zapobiegające utracie ciepła są zbędne u zwierząt żyjących w klimacie gorącym. I tak też jest w większości przypadków, tym niemniej

niektóre spośród tych zwierząt wykazują dużą wrażliwość na spadek temperatury, wyraźnie odczuwalny podczas nocy. Toteż leniwiec drży z zimna już przy temperaturze  $10^{\circ}\text{C}$ . Skutkiem nocnego chłodu zapobiegają adaptacje krążenia peryferycznego. Kosztem znacznego ochłodzenia kończyn i pyska, zwierzęta te konserwują ciepło centralnej masy ciała. Z nastaniem dnia, leniwiec zużywa aż dwie godziny na ponowne ogrzanie kończyn, podczas gdy zwierzęta nie posiadające sieci dziwnych, jak np. małpy, potrzebują na to zaledwie 10 minut. W kończynach leniwca podskórny



Ryc. 7. Przeciwprądowy wymiennik ciepła w ramieniu lemura lori. Tętnica (a) i żyła (b), obsługujące kończynę, tworzą w jej proksymalnym odcinku sieć dziwną (c), umożliwiającą przepływ ciepła z krwi tętniczej do żylną. Krew tętnicza po przejściu przez sieć dziwną jest chłodna, co ogranicza straty ciepła przez dystalne odcinki kończyn

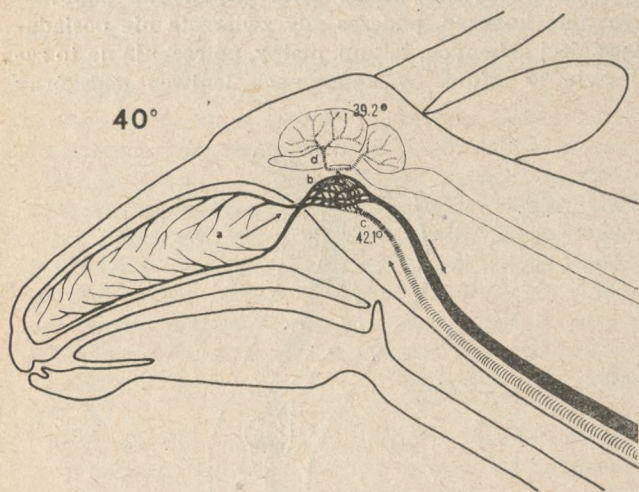


Ryc. 6. Temperatura skóry różnych okolic ciała pancernika (*Dasyypus novemcinctus mexicanus*) przy temperaturze powietrza wynoszącej  $25-30^{\circ}\text{C}$  (liczby górne) i  $5^{\circ}\text{C}$  (liczby dolne). Należy zwrócić uwagę na znaczne ochłodzenie skóry dystalnych części kończyn i pyska przy temperaturze powietrza wynoszącej  $5^{\circ}\text{C}$ . Efekt ten osiągnięty jest dzięki naczyniowym wymiennikom ciepła (sieci dziwne)

gradient temperatury wynosi aż  $0,2^{\circ}\text{C}/1\text{ cm}$  bieżący przy temperaturze otoczenia  $25-27^{\circ}$ . Jest on dziesięciokrotnie bardziej stromy niż w ramieniu człowieka przy tej samej temperaturze powietrza.

Przykład szczerbaków i małpiatek o tyle nie jest typowy dla ssaków tropikalnych, gdyż wiele z nich rzeczywiście jest zagrożonych przegrzaniem ciała, względnie — w obronie przeciwko temu — nie mniej groźnym odwodnieniem. W tropiku ochładzanie ciała osiągnięte jest często przez przebywanie w wodzie. Odnosi się to szczególnie do dużych ssaków, jak słoń, bawół, nosorożec lub hipopotam. Efekt ochładzania osiągnięty jest nie tylko przez samo zanurzenie w wodzie, lecz również przez oblewanie ciała wodą, jak czynią to słonie, lub przez częste wynurzanie się i ochładzanie ciała na skutek parowania. Tego rodzaju biologiczne adaptacje związane z termoregulacją nie mogły się jednak rozwinąć u wszystkich ssaków zamieszkujących obszary gorące, chociażby z tego po-

wodu, że część z nich występuje na terenach pustynnych. Zwierzęta o małych rozmiarach ciała prowadzą często w takich warunkach skryty tryb życia, spędzając skwarną część dnia w podziemnych kryjówkach, jak np. szczurowskoczek (*Dipodomys agilis* Gambell). Ssaki duże nie są do tego zdolne i rozwinęły w procesie ewolucji odmienne sposoby adaptacji. Jednym ze skrajnych



Ryc. 8. Przeciwnieprądowy system naczyń ochładzający krew płynącą do mózgu u antylopy orynksa. W błonie śluzowej jamy nosowych, chłodnej na skutek parowania, następuje oziębienie krwi. Zbierające ją naczynie żyłne (a) rozdziela się w zatoce jamistej czaszki na pęczek drobnych naczyń kapilarnych (b), przemieszczanych dokładnie z podobną siecią kapilar, powstałą z tętnicy szyjnej (c). Dzięki wymianie ciepła między obu prądami krwi, krew tętnicza docierająca do mózgu (d) wykazuje znacznie niższą temperaturę niż w pozostałych narządach zwierzęcia. Przy temperaturze powietrza równej 40°C, temperatura krwi tętniczej wynosi u antylopy orynksa 42,1°C, natomiast w mózgu, dzięki wymiennikowi ciepła, tylko 39,2°C

przykładów przystosowania się do życia na pustyni jest antylopa orynksa. Zwierzę to w ogóle nie pije wody, a podczas południowego upału przebywa w zasięgu promieni słonecznych. To osobliwe zachowanie jest obecnie zrozumiałe dzięki badaniom przeprowadzonym przez C. R. Taylora.

Utrzymanie stałej temperatury ciała w klimacie gorącym i suchym poprzez pocenie się jest bardzo kosztowne z racji związanej z tym utraty wody. Przy niekorzystnych warunkach termicznych, zwierzę może tracić tą drogą 1 l wody/godz. Bardziej ekonomiczne byłoby czasowe zawieszanie termoregulacji i tolerowanie okresowego przegrzewania ciała, co ma właśnie miejsce u orynksa. Jak wykazało doświadczenie, zwierzęta przetrzymywane w pomieszczeniach o temperaturze 45°C podnosiły temperaturę ciała nieco ponad tę granicę i utrzymywały ją przez długi czas na stałej wysokości. Wydaje się to dziwne, gdyż mózg żadnego kręgowca nie może znieść tak wysokiej temperatury. Z chwilą kiedy temperatura ciała przekracza 41°C, antylopa orynksa przestaje się pocić i zaczyna dyszeć. Zahamowanie pocenia się umożliwia utrzymanie w skórze wyższej temperatury w stosunku do otoczenia, natomiast dyszenie pozwala obniżyć temperaturę w centralnej części ciała na drodze parowania oddechowego. Nadzwyczajna zdolność tej antylopy do tolerowania hipertermii pozwala oszczędzać zwierzęciu duże ilości wody oraz pozbywać się ciepła do nieco chłodniejszego powietrza.

Deficyt wody, który w warunkach doświadczalnego reżimu 12 godz. temperatury dziennej i 12 godz. temperatury nocnej wynosi 5,5 l/100 kg ciała/dobę, antylopa orynksa uzupełnia nocą. Podczas dnia żywi się ona bardzo suchą roślinnością, zawierającą zaledwie 1% wody. Nocą wzrasta jednak względna wilgotność powietrza i suche rośliny chłoną wilgoć. Po upływie 10 godz. nocnych zawartość wody wzrasta w nich do 45%. Przyjmując, że średnia zawartość wody w roślinach zjadanych nocą wynosi 30% wyliczono, iż zaspokaja to w pełni zapotrzebowanie orynksa na wodę.

Hipertermia stwarza poważne niebezpieczeństwo dla organizmu, szczególnie zaś dla mózgu, który jest wyjątkowo wrażliwy na temperaturę. Również i tym razem niebezpieczeństwo zostało zażegnane na drodze anatomicznych adaptacji układu krążenia. Naczynie żyłne odprowadzające chłodną krew z błony śluzowej jamy nosowych przechwytytuje ciepło z krwi tętniczej płynącej do mózgu, obniżając jej temperaturę o 2,9°C. Naczyniowy wymiennik ciepła zapobiega wzrostowi temperatury w mózgu (ryc. 8).

JANUARY WEINER (Kraków)

## RADIOTELEMETRIA W SŁUŻBIE EKOLOGII ZWIERZĄT

W wielu dziedzinach biologii zachodzi potrzeba dokonywania pomiarów i obserwacji w taki sposób, aby wyeliminować zakłócenia spowodowane działaniem aparatury czy też obecnością samego badacza. Często dotyczy to zjawisk przebiegających w warunkach naturalnych, to znaczy w terenie. Niektóre doświadczenia laboratoryjne wykluczają wręcz zastosowanie bezpośrednich obserwacji i pomiarów. Jeszcze do niedawna badania tego rodzaju napotykały trudności nie do przewyżczenia. W ostatnich latach metodyka nauk przyrodniczych została jednak bardzo wzbogacona, co zawdzięczamy gwałtownemu rozwojowi elektroniki. Postępy w tej dziedzinie pozwoliły na pomiar różnych

wielkości fizycznych na odległość, metodą telemetrią. Szczególnie ważne konsekwencje przyniosło zastosowanie do tego celu fal radiowych. Pierwszych skutecznych zastosowań radiotelemetrii dokonano zaledwie 15 lat temu (medyczne radiosondy pigułkowe). Jednak dzięki rozwojowi techniki półprzewodników, postępom miniaturyzacji oraz zwiększeniu niezawodności i trwałości urządzeń radioelektrycznych, zastosowania tej metody są coraz powszechniejsze, wyniki zaś takich badań osiągają już obecnie dużą dokładność. Wiele typów urządzeń radiotelemetrycznych produkuje się już dzisiaj seryjnie dla potrzeb biologii, medycyny czy kosmonautyki.

Łącze radiotelemetryczne nie odbiega w swej zasadzie od powszechnie znanego łącza radiofonicznego, posiadając podobne zalety (bezwzględna łączność na dużą odległość), jak i wady (szumy i zakłócenia większe zazwyczaj niż w transmisji kablowej). Układ radiotelemetryczny składa się z dwóch części: kapsuły nadawczej, związanej z obiektem badań, nazywanej też teletransmiterem, oraz urządzenia odbiorczego. Transmitter zawiera generator wysokiej częstotliwości, będący źródłem fali nośnej oraz przetwornik, dzięki któremu badana wielkość może wpływać na emitowaną częstotliwość. Zmodulowana fala elektromagnetyczna dociera do odbiornika, gdzie po demodulacji przybiera formę czytelną dla badacza: zapis na taśmie rejestratora, krzywa na ekranie oscyloskopu itp. W najprostszyc układach wystarczająca jest informacja jednobitowa (**tak lub nie**). Wykorzystuje się wówczas falę nośną niemodulowaną, która emitowana jest tylko w momencie osiągnięcia przez badany układ jednego z dwóch możliwych stanów.

Zastosowania radiotelemetrii w naukach przyrodniczych mogą być bardzo różnorodne. Obecnie bodaj największe tryumfy święci ta metoda w medycynie. Dzięki różnym „radiosondom” i „radiopigułkom” powszechnie uzyskuje się już dane diagnostyczne, np. o pracy układu pokarmowego, pracy serca itp. Ograniczono w ten sposób liczbę zabiegów uciążliwych lub nawet nieobojętnych dla zdrowia pacjentów. W medycynie sportu i fizjologii pracy telemetria także oddaje nieocenione usługi.

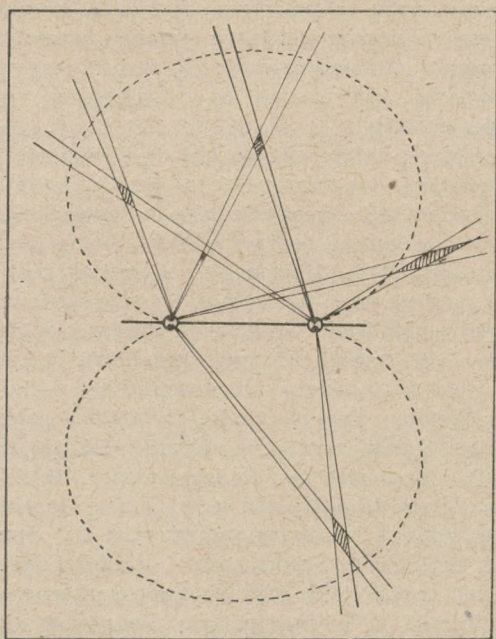
Rozwój metod teletransmisyjnych otworzył szerokie perspektywy przed współczesną ekologią. Nauka ta wymaga bardzo różnorodnych informacji, dotyczących zarówno samego środowiska jak i żyjących w nim organizmów. Złożoność procesów ekologicznych powoduje, iż są one szczególnie wrażliwe na zakłócenia wywołane przez niedoskonałą metodykę. Zainteresowania ekologów ogniskują się przy tym na dwóch grupach zjawisk: 1) populacyjno-behawioralnych i 2) fizjolo-

gicznych. Parametry populacyjno-behawioralne dotyczą np. zagęszczenia populacji, terytorializmu, przeżywania, śmiertelności, aktywności, drapieżnictwa, migracji i wielu innych. Dane fizjologiczne, które informują o funkcjonowaniu osobnika w naturalnej populacji, są praktycznie nieosiągalne metodami konwencjonalnymi.

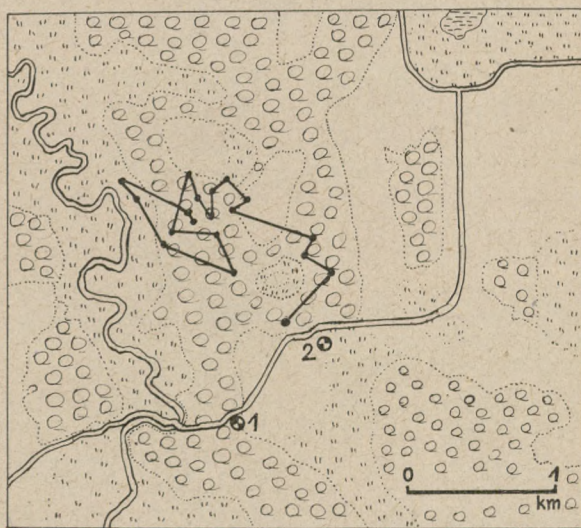
W badaniach populacyjnych jedną z najpowszechniej stosowanych metod jest odławianie osobników, znakowanie ich i kontrola przy ponownym schwytaniu lub kolejnej obserwacji. Postępowanie takie jest dogodne dzięki swojej prostocie, nie zawsze jednak wyniki są zadowalające. Znakowanie może niekorzystnie wyróżniać same zaznakowane zwierzęta, a obserwacja takich osobników może zakłócać ich naturalne zachowanie. Ma to miejsce np. u wyższych kręgowców, które często są bystrzejszymi obserwatorami niż badacz. Poza tym w stosunku do niektórych grup zwierząt szansa ponownego odłowienia znakowanych osobników jest zbyt mała. Jak widać, wiele zjawisk populacyjnych wymyka się w ogóle poza możliwości, które oferują tradycyjne metody.

Idealnym rozwiązaniem jest tutaj radiopelengacja. Metoda ta polega na „znakowaniu” miniaturowymi nadajnikami radiowymi, z których każdy może być niezawodnie rozpoznany dzięki dostrojeniu do indywidualnej częstotliwości. Kształt i wymiary transponderów można tak dostosować, aby nie zaburzały naturalnego trybu życia badanych osobników. Najczęściej nadajniki zawieszają się na obrozach lub szorach, zaś u małych ruchliwych zwierząt (zwłaszcza żyjących pod ziemią) kapsuły implantuje się pod skórę. Odbiornik zaopatrzony w antenę kierunkową pozwala na ustalenie pozycji przestrzennej badanego osobnika w dowolnej chwili. Przez namiar pelengacyjny z co najmniej dwóch ustalonych punktów łatwo wykreślić aktualne położenie zwierzęcia (ryc. 1).

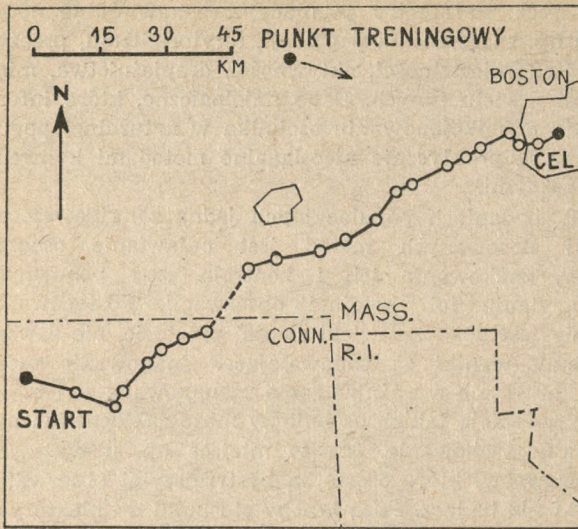
Znane są różne rozwiązania tej procedury. Grupa badaczy z Uniwersytetu Minnesota od szeregu lat stosuje wysoce zautomatyzowany system radiopelengacji dla badań różnych zwierząt łownych. Na terenie badań zbudowano dwie wieże o wysokości 20 i 30 m, zaopatrzone w obrotowe anteny. Odległość między wieża-



Ryc. 1. Układ do radiopelengacji. Linia przerywaną obwiedziono obszar wystarczająco dokładnych pomiarów



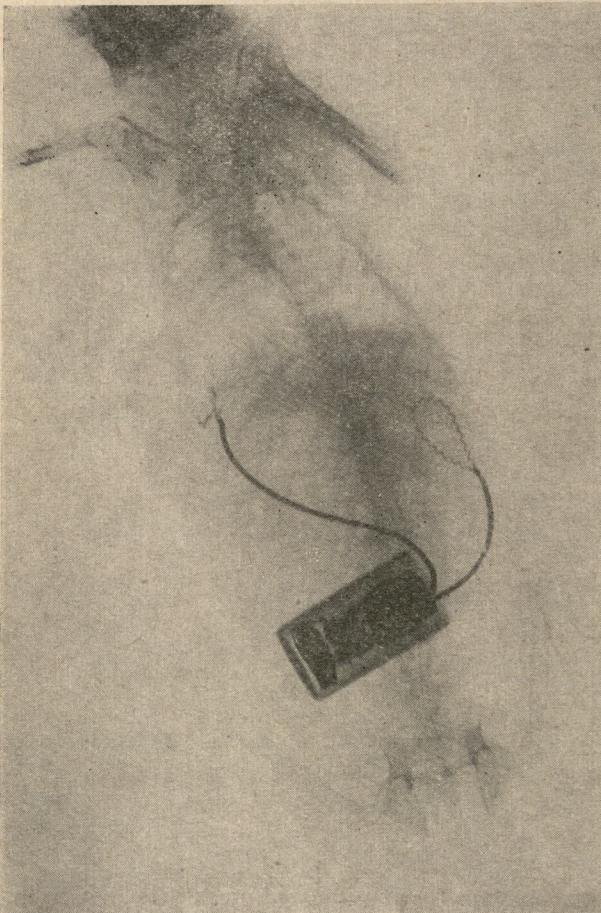
Ryc. 2. Mapa dziennych wędrówek jelenia wirginijskiego (*Odocoileus virginianus*) wykreślona na podstawie namiarów telemetrycznych z dwóch wież antenowych (1, 2). Wg Testera i Heezena, 1965



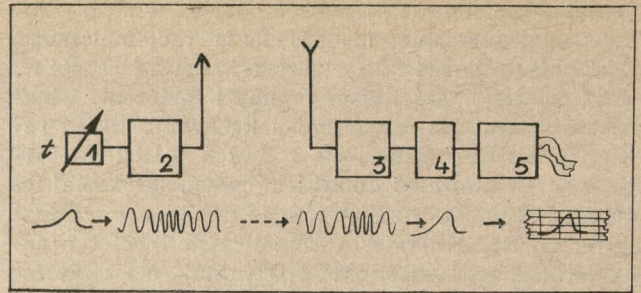
Ryc. 3. Trasa przelotu gołębia zaopatrzonego w transponder. Początkowy kierunek lotu był taki, jak podczas przelotów treningowych z innego punktu startowego. Wg Michenera i Walcotta, 1966

mi wynosi około 800 m. Wielokanałowe urządzenie odbiorcze pozwala na równoczesny zapis współrzędnych kątowych dla 52 zwierząt, które są zaopatrzone w transpondery. Na podstawie tych namiarów maszyna matematyczna nanosi na mapę pozycję wszystkich badanych osobników w każdej minucie (ryc. 2).

W ten sposób przebadano ruchliwość, terytorializm, reakcję na różne czynniki środowiskowe, a także drażliwość w populacjach kilku ssaków leśnych.



Ryc. 4. Rentgenogram chomika zwyczajnego (*Cricetus cricetus*), z implantowanym transponderem EKG (oryg.)

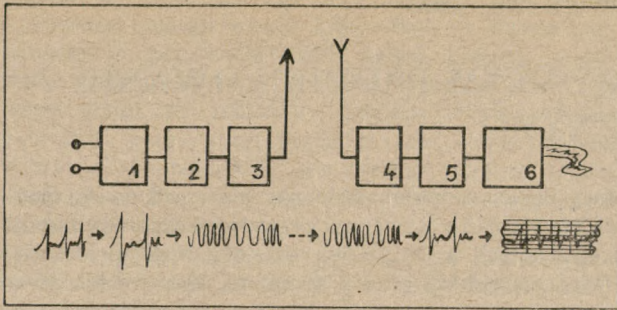


Ryc. 5. Zasada działania układu do teletransmisji temperatury. 1 — element termoczuły, 2 — generator w. cz., 3 — odbiornik, 4 — demodulator, 5 — rejestrator (oryg.). Wykres ilustruje przebieg zmian elektrycznych i falowych

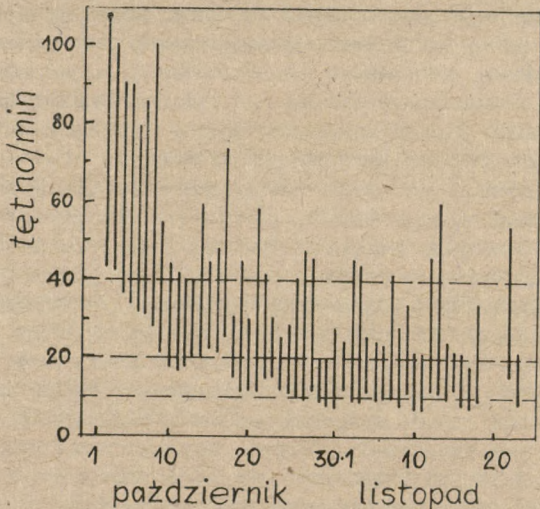
Objektami tych studiów były m. in. jelenie wirginijskie, króliki, oposy, skunksy i lisy płowe. W kilku ośrodkach amerykańskich i europejskich podobne zjawiska badano u bażantów, zajęcy, łasic, drobnych gryzoni, a nawet gadów i ryb. Przy badaniu dalekodystansowych wędrówek ptaków namiarów można dokonywać z samolotu. W ten sposób właśnie udało się prześledzić całą trasę przelotu gołębi pocztowych i wyciągnięto interesujące wnioski co do ich orientacji przestrzennej (ryc. 3).

Jeszcze większe możliwości kryje w sobie zastosowanie radiotelemetrii do potrzeb ekologii fizjologicznej i bioenergetyki. W warunkach naturalnych przy użyciu metod konwencjonalnych nie można uzyskać danych o stanie fizjologicznym zwierząt. Ekstrapolowanie do terenu wyników pochodzących z pomiarów laboratoryjnych może prowadzić do znacznych błędów. Telemetria pozwala na uzyskanie parametrów pracy serca, układu oddechowego, aktywności układu nerwowego, temperatury ciała i metabolizmu, bez niepokojenia zwierząt. Transpondery muszą być w tym wypadku znacznie bardziej skomplikowane i przeważnie konieczne jest implatowanie ich pod skórę lub do jamy ciała (ryc. 4). Kapsuły takie powinny pracować przez długi okres czasu (nawet przez szereg lat) bez wymiany baterii, konieczna jest także staranna hermetyzacja ich obudowy. Niekiedy stosuje się transpondery wieloczynnościowe, pozwalające na równoczesny pomiar kilku parametrów.

Stosunkowo najprostsze są układy służące do zdalnego pomiaru temperatury (ryc. 5). Działanie teletransponderów tego rodzaju polega na modulacji częstotliwości nadajnika poprzez element termoelektryczny (np. termistor). Urządzenie odbiorcze rejestruje zmiany częstotliwości fali nośnej. Po odpowiednim skalowaniu układ taki pozwala na pomiar z dokładnością do 0,05°C, a wielkość transpondera może być zredukowana do 2–3 g przy utrzymaniu jego kilkudziesięciometrowego zasięgu. Znane są także konstrukcje emitujące impulsy o niskiej częstotliwości (rzędu 20–100/min), proporcjonalnej do temperatury. Takie pulsacje są łatwe do policzenia przy pomocy stopera, co pozwala ominąć kosztowne urządzenia do demodulacji i rejestracji. Zastosowanie radiotransponderów umożliwia także ciągły pomiar temperatury wnętrza ciała zwierząt nawet podczas tak intensywnej aktywności jak lot u ptaków. Unikalnych danych dostarczyły zdalne pomiary temperatury ciała u ssaków hibernujących w naturalnych warunkach. Teletransmisja temperatury może być również przydatna w badaniach



Ryc. 6. Zasada telemetrycznego pomiaru potencjałów bioelektrycznych serca (EKG), mięśni (EMG) lub mózgu (EEG). 1 — wzmacniacz biopotencjałów, 2 — modulator, 3 — generator w. cz., 4 — odbiornik, 5 — demodulator, 6 — rejestrator (oryg.)

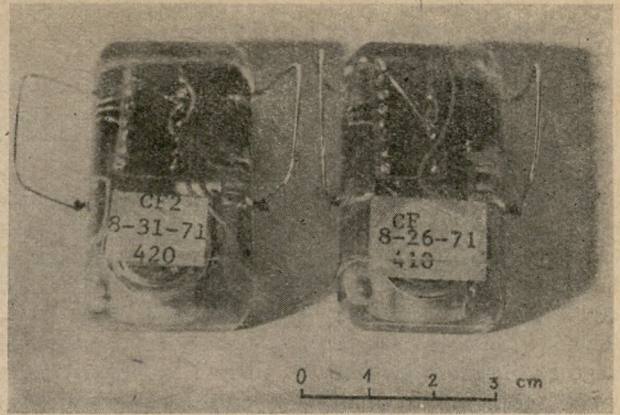


Ryc. 7. Zmiany tętna serca u niedźwiedzia grizzly (*Ursus horribilis*) podczas zapadania w „sen zimowy”. Linie pionowe reprezentują dzienne zakresy tętna. Wg Baker, Folka i Ashlocka, 1966

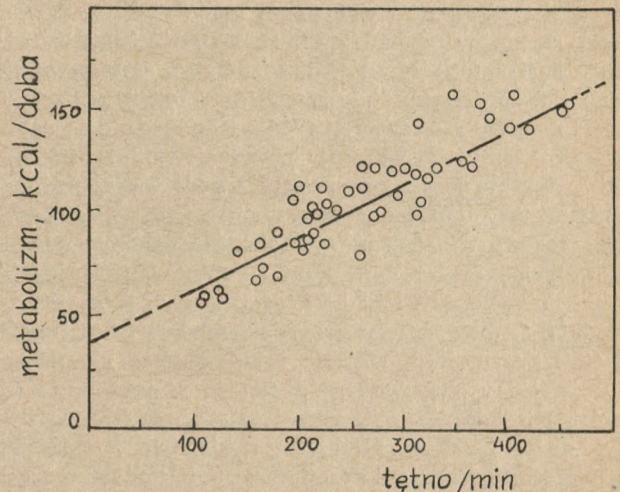
bioklimatycznych (klimat gniazd, nor) miejsc trudno dostępnych.

Na nieco innych zasadach opiera się telemetryczny pomiar parametrów fizjologicznych związanych z występowaniem zmiennych potencjałów bioelektrycznych (ryc. 6). Przykładem konstrukcji tego rodzaju jest układ do zdalnego monitorowania pracy serca. Odpowiednio implantowane elektrody doprowadzają potencjał elektryczny do jedno- lub dwustopniowego wzmacniacza, wzmacniony zaś prąd przez odpowiedni układ moduluje emitowaną przez nadajnik częstotliwość. Sygnał po dotarciu do odbiornika jest demodulowany, wzmacniany i przetwarzany na ton akustyczny bądź też wykres na ekranie oscyloskopu lub na taśmie rejestratora. Można w ten sposób badać nie tylko szybkość tętna, ale nawet kształt krzywej EKG. Dzięki zastosowaniu tej metody można było sprawdzić dotychczas znane pomiary tętna dzikich zwierząt w spoczynku. Okazało się, że zawsze były one zawyżane o 30–50%. Transmisery tego rodzaju zastosowano z wielkim powodzeniem do badania rytmiki dobowej i rocznej, stresu, hibernacji (ryc. 7) itp. Współczesne konstrukcje kapsuł EKG osiągają wielkości zaledwie kilkunastogramowe przy paromiesięcznym czasie pracy i zasięgu rzędu kilkuset metrów (ryc. 8).

Radiotelemetryczny pomiar pracy serca, a także — oparty o te same zasady — pomiar oddechu, umożliwiły wnioskowanie o poziomie metabolizmu zwierząt w warunkach naturalnych. Bezpośredni pomiar za-



Ryc. 8. Teletransmisery EKG produkcji Esslera i Folka (Uniwersytet Iowa, USA), przeznaczone dla zwierząt średniej wielkości



Ryc. 9. Wzajemna zależność metabolizmu i szybkości tętna u dzikiej kaczki (*Anas discors*). Wg Owena, 1969

potrzebowania energetycznego zwierząt w warunkach naturalnych jest zgoła niemożliwy. Takie parametry bioenergetyczne są jednak ważne dla określenia przepływu energii przez populację. Poziom przemian energetycznych (tempo metabolizmu) można jednak ocenić dość dokładnie na podstawie mierzalnych telemetrycznie danych o pracy serca i układu oddechowego. Przed tym jednak w warunkach laboratoryjnych musi się określić wzajemną współzależność tych parametrów. Tą drogą zmierzono zapotrzebowanie energetyczne dzikich kaczek (*Anas discors*) w warunkach naturalnej aktywności życiowej, podczas pływania, a nawet w locie (ryc. 9). Ścisłe korelacje pomiędzy pracą serca a poziomem metabolizmu znaleziono także u jeleni wirginijskich i niektórych innych ssaków, co być może pozwoli na dobre określenie bilansu energetycznego ich naturalnych populacji.

Mimo wszystkich zalet radiotelemetrii, zastosowanie jej w biologii napotyka szereg trudności. Tendencje do miniaturyzacji, przedłużenia czasu działania i zwiększenia zasięgu są wzajemnie sprzeczne. Wiąże się to z ograniczoną pojemnością źródeł zasilania (baterie, akumulatory).

Badania radiotelemetryczne muszą opierać się o silny potencjał przemysłu elektronicznego. Dlatego też w naszym kraju dopiero od niedawna możemy liczyć na rozwój radiotelemetrii w służbie biologii i ekologii zwierząt.

## BRAK ANTYMATERII W PIERWOTNYM PROMIENIOWANIU KOSMICZNYM

Fizycy jak też i astrofizycy interesują się od dawna możliwością występowania antymaterii we Wszechświecie. Na Ziemi wytwarzamy antymaterię w znikomej ilości w sposób sztuczny. I tak na przykład niedawno doniesiono o wytworzeniu antyjąderek helu-3 przez grupę fizyków radzieckich pracujących przy użyciu ogromnego akceleratora protonów w Instytucie Fizyki Wysokich Energii w Sierpuchowie w pobliżu Moskwy. Cząstki antymaterii, które udaje się nam wytworzyć na Ziemi, nie są jednak w naszych warunkach trwałe: spotkanie ich ze znacznie obficie występującymi cząstkami materii prowadzi do wzajemnej anihilacji. Nic dziwnego, że fizycy rozglądają się za takimi źródłami cząstek antymaterii (czyli krótko mówiąc: antycząstek), które dostarczałyby stale sporych strumieni tych cząstek. Jednym z możliwych źródeł tego rodzaju są promienie kosmiczne. Wszak w promieniowaniu kosmicznym odkryto przed czterdziestu z górą laty pierwszą antycząstkę: pozyton (jest to antycząstka względem elektronu, o takiej samej jak elektron masie spoczynkowej, ale o przeciwnym znaku ładunku elektrycznego). Istnieją także dziś modele kosmologiczne, które przewidują, że Wszechświat zawiera jednakowe ilości materii i antymaterii. Materia i antymateria nie mogą oczywiście występować jednocześnie w tych samych obiektach kosmicznych, przebiegałaby bowiem wtedy ich nader gwałtowna anihilacja. Możliwe jest za to istnienie w przestrzeni kosmicznej rozdzielonych obszarów, z których jedno zawiera materię, drugie zaś — antymaterię. W pierwszego typu obszarze leży np. nasz układ słoneczny, w hipotetycznych zaś obszarach drugiego typu mogą np. występować antygwiazdy. Jest wprawdzie w świetle współczesnych danych dość wątpliwe, by obszary wypełnione antymaterią mogły się znajdować w naszej Galaktyce, nie można jednak w pełni możliwości tej wykluczyć. Choć brak przekonujących dowodów natury astronomicznej na rzecz tej tezy, rozmaici fizycy (np. laureat Nagrody Nobla — *Alfvén*) opierają się na symetrii cząstka-antycząstka, znanej z fizyki cząstek elementarnych, ekstrapolując tę symetrię na Wszechświat jako całość.

Ważnym dowodem obserwacyjnym na rzecz tezy o symetrycznym Wszechświecie (symetrię rozumie się tu jako symetrię między materią i antymaterią) byłoby stwierdzenie, że antymateria jest dostatecznie rozpowszechniona w przestrzeni kosmicznej. Główny kłopot sprawia nam tu ten fakt, że tak gwiazdy jak i antygwiazdy emitować będą to samo promieniowanie elektromagnetyczne, są więc nieodróżnialne dla obserwacji przy użyciu teleskopów optycznych lub radiowych. Na wzór naszego Słońca możemy sobie wyobrazić jakieś odległe Antysłońce, w którym podstawowym źródłem energii będzie przemiana antywodoru w antyhel. Wszystkie jego charakterystyki optyczne będą identyczne z analogicznymi charakterystykami dla Słońca. Jedyną szansę odróżnienia obu tych obiektów stanowi badanie innych cząstek, emitowanych przez nie. Słońce jest źródłem promieniowania neutrinowego, Antysłońce byłoby więc źródłem antyneutrin. Budując detektory neutrin i antyneutrin kosmicznych moglibyśmy spraw-

dzić, ile ich z kosmosu do nas dociera i na tej podstawie wnosić o względnym rozpowszechnieniu materii i antymaterii w kosmosie. Jest to jednak sprawa odległej przyszłości, a to z uwagi na słabe oddziaływania neutrina z materią w detektorach. Mamy wystarczająco wiele kłopotów z wykrywaniem promieniowania neutrinowego pochodzącego z najbliższej gwiazdy — Słońca. Co dopiero zaś mówić o neutrinach z odległych gwiazd czy też o antyneutrinach z antygwiazd. Detekcja ich jest na razie nierealna. Pozostaje wobec tego tylko jedna jeszcze grupa cząstek: tzw. jądrowa składowa pierwotnego promieniowania kosmicznego. Aby zrozumieć, co badania nad promieniowaniem kosmicznym mogą tu wnieść, odwołajmy się znowu do przykładów związanych z naszym Słońcem.

Z górnych warstw atmosfery słonecznej płynie stale strumień cząstek, złożony głównie z elektronów, protonów, a także i cząstek alfa (czyli jąder helu-4). Jest to tzw. wiatr słoneczny, o prędkości rzędu kilkuset kilometrów nasekundę. Z powierzchni  $1 \text{ cm}^2$  wypływa średnio ok.  $10^8$  cząstek różnego rodzaju w ciągu sekundy. Obok tego podczas rozbłysków Słońce staje się źródłem silniejszych strumieni cząstek. Także inne gwiazdy, równie spokojne jak nasze Słońce, stają się nieustannym źródłem wzbogacania przestrzeni kosmicznej w cząstki promieniowania korpuskularnego. Jeśli wziąć jeszcze pod uwagę fakt istnienia różnych typów gwiazd, które bądź to okresowo, bądź też jednorazowo eksplodują, wyrzucając w przestrzeń kosmiczną z ogromnymi szybkościami cząstki materii, która wchodziła w ich skład, łatwo dostrzegamy rolę gwiazd w procesie powstawania promieniowania kosmicznego. Gdyby w naszej Galaktyce było tyle gwiazd co i antygwiazd, wtedy promieniowanie kosmiczne docierające spoza układu słonecznego do powierzchni Ziemi zawierałoby jednakowe w przybliżeniu ilości materii i antymaterii. Miałoby to ogromne znaczenie dla potwierdzenia modelu symetrycznego Wszechświata. Aby uwolnić się w tego rodzaju badaniach od wpływu promieniowania korpuskularnego ze Słońca, które może nam, w wyniku swej bliskości, przesłaniać znaczenie promieniowania pochodzącego z dalszych obszarów, warto zająć się tylko wysokoenergetyczną składową pierwotnego promieniowania kosmicznego, tj. tylko takimi cząstkami i antycząstkami, których wysoka energia czyni nader nieprawdopodobnym przypuszczenie, by mogły one pochodzić z naszego pocziwego, spokojnego Słońca.

Informację o wysokoenergetycznych cząstkach z pierwotnego promieniowania kosmicznego uzyskuje się dziś na dwóch przede wszystkim drogach: poprzez wykorzystanie sztucznych satelitów i dzięki lotom balonowym. W obu tych przypadkach, na pokładzie satelity albo balonu umieszcza się aparaturę jądrową, przeznaczoną do detekcji odpowiedniego rodzaju promieniowania (protonów, cząstek alfa albo też antyprotonów i antycząstek alfa). Można wybrać detektory uczulone na składową protonową (tj. na protony i antyprotony), ale trzeba się wtedy liczyć z poważną trudnością w interpretacji wyników. Trudność ta wiąże się z możliwością tzw. tworzenia par przez

cząstki wysokiej energii. Jeśli bowiem np. proton o wysokiej energii (rzędu kilku GeV — gigaelektronowoltów)\* przechodzi obok innej cząstki, wtedy może wytworzyć parę proton-antyproton, sam zaś poleci dalej ze znacznie mniejszą energią. Takie tworzenie pary, stwierdzone zresztą laboratoryjnie w warunkach ziemskich, nie przeczy prawom zachowania (energii, pędu, ładunku elektrycznego itp.). Zliczanie antyprotonów, powstałych na tej drodze, może w sposób istotny wpłynąć na oszacowania średniego stosunku liczby protonów do antyprotonów we Wszechświecie. Przy założeniu, że pierwotne promieniowanie kosmiczne w naszej Galaktyce nie zawiera wcale antyprotonów, obliczono ile ich się może tworzyć poprzez opisane wyżej oddziaływanie. Zdaniem optymistów, domieszka wtórnych antyprotonów do pierwotnych protonów może być rzędu jednej stutysięcznej procenta, zdaniem natomiast pesymistów — rzędu jednej dziesiątej procenta. Oszacowania te dotyczą promieniowania kosmicznego w niemal pustej przestrzeni. Należy się spodziewać, że gdy promienie kosmiczne wejdą do górnych warstw atmosfery, wtedy domieszka wtórnie wytwarzanych antyprotonów zwiększy się. Nic zatem dziwnego, że fizycy zajmujący się promieniowaniem kosmicznym w Instytucie im. Enrico Fermiego przy Uniwersytecie w Chicago postanowili skoncentrować swą uwagę na składowej alfowej promieniowania kosmicznego. Wiadomo bowiem (choćby w oparciu o dane z różnych laboratoriów ziemskich), że nieporównanie trudniej jest wytworzyć złożone antyjądra niż zwykłe antyprotony. Warto tu dodać, że dotychczas nikt jeszcze nie wytworzył sztucznie antyjądra o liczbie masowej 4, a więc takiej, jaką powinno mieć hipo-

tetyczne jądro antyhelu-4. Najcięższe antyjądra, jakie znamy, to antyjądra o liczbie masowej 3, np. wspomniany na początku antyhel-3. Jeśli zatem za pomocą aparatury jądrowej, umieszczonej na pokładzie balonów, badać strumień jąder o liczbie masowej cztery, wtedy praktycznie nie będzie wśród nich ani jednego wtórnie wytworzonego antyjądra.

Doświadczenie wspomnianego rodzaju przeprowadzono latem 1970 roku. Aparatura jądrowa składająca się z układu komór iskrowych umieszczonych w polu silnego magnesu, znalazła się na pokładzie balonu w ciągu ok. 43,5 godzin na wysokości, która odpowiadała ciśnieniu ok. 2,5 torra. Było to w pobliżu Fort Churchill w północnej Kanadzie; jak wiadomo, w pobliżu biegunów magnetycznych znacznie więcej promieni kosmicznych dochodzi do Ziemi niż w okolicach równika. Wyniki analizy ok. 1200 zdjęć śladów cząstek alfa (i antycząstek) o energii w zakresie od 0,3 do 3 GeV na nukleon przedstawiono w 1971 roku na międzynarodowej konferencji dotyczącej promieniowania kosmicznego, z której materiały niedawno stały się dostępne u nas w kraju. Wynik powyższy przedstawia się prosto: nie zauważono żadnego śladu, który można by było przypisać antycząstce alfa (odchylenie antycząstki w polu magnetycznym zachodzi w przeciwnym kierunku niż odchylenie cząstki alfa). Autorzy analizy, Evenson i Meyer, wnoszą stąd, że na poziomie ufności 95% antycząstki alfa stanowią co najwyżej 0,24% strumienia wszystkich jąder o liczbie masowej 4. Jest to dalsze kolejne obniżenie górnej granicy dla możliwej domieszki antyjądra w pierwotnym promieniowaniu kosmicznym. Widać stąd, że antyjądra helu-4, które mogłyby jedynie pochodzić z eksplozji antygwiazd, mogą wcale nie występować i antimaterii w naszej Galaktyce może i nie ma.

\* GeV =  $10^9$  eV =  $1,6 \cdot 10^{-10}$  J.

## DROBIAZGI PRZYRODNICZE

### Stanowiska żurawia (*Grus grus* L.) w powiecie Gorzów Wlkp.

W dotychczas znanej mi literaturze znalazłem wzmiankę o stanowisku żurawia (*Grus grus* L.) w powiecie gorzowskim. Podaje je Wł. Korsak w notatkach ornitologicznych z Ziemi Zachodnich (Chr. Przyr. Ojcz. nr 2, 1968 s. 37—41). Jest ono położone w Leśnictwie Mszaniec, Nadl. Kłodawa, a więc na skraju Puszczy Barlineckiej. Tumiałojć (1972) podaje tylko ogólną liczbę 41 par dla województwa zielonogórskiego. Dane te pochodzą jeszcze z roku 1964 (Bednorz).

Przy okazji prowadzonych badań faunistycznych udało mi się stwierdzić dwa inne miejsca występowania, po 1 parze w każdym (ryc. 1).

1. W miejscowości Mironice, gromada Kłodawa. Idąc od strony Kłodawy mijamy wioskę Mironice, po prawej stronie drogi przylegają podmokłe łąki do sztucznego stawu z odpływem. Na łąkach rosną skupiska krzaków doskonale izolując teren od drogi. Jest to siedlisko żurawia zauważone przeze mnie pod koniec lipca 1972 roku. Zostało ono potwierdzone w rozmowie z miejscowymi rolnikami jako stałe miejsce lęgowe od kilku lat.

2. Leśnictwo Jezierce, w Puszczy Nadnoteckiej, Nadl. Lipki Wielkie. Obserwacje prowadziłem od 1968 roku, kiedy po raz pierwszy zauważyłem występowanie tego ptaka. W 1969 udało mi się spotkać parę żurawi z dwójką młodych. Spłoszone moim widokiem kryły się w pobliskim lesie sosnowym. Stanowisko usytuowane jest około 3 km w kierunku zachodnim od leśniczówki Jezierce. Jest to podmokła łąka zwana bagnem, leżącym w obniżeniu terenu wśród lasów sosnowych. Po dwu upalnych latach, w 1972 roku poziom wody w jeziorze koło leśniczówki uległ znacznemu obniżeniu, mocno też podesechło bagno. Stwierdziłem wędrówkę



Stanowiska żurawia (*Grus grus* L.) w pow. Gorzów Wlkp. 1 — Mironice, 2 — Jezierce

żurawi na inne bagno w obrębie tego leśnictwa, młodych nie widziałem.

Obserwacja obydwu stanowisk wskazuje na dogodnie warunki środowiskowe i być może i w następnych latach będzie można potwierdzić wyprowadzanie młodych.

L. Agapow

## Wulkany Kamczatki i Ameryki na znaczkach pocztowych (IV) \*

Nie mamy znaczków z wulkanami leżących w pobliżu Japonii, wysp Kurylskich i Aleuckich. Jedyne wulkany Kamczatki zostały przedstawione na znaczkach radzieckich. Na serii znaczków wydanych 30 XI 1965 r. przedstawiony jest wulkan Koriacki

(3456 m) na znaczku wartości 16 kop. (ryc. 42), wybuch wulkanu Karymskiego (1486 m, wartości 12 kop., rys. 43) oraz kluczewska grupa wulkanów z Klučzewskim (4750 m) na pierwszym planie wartości 4 kop. (rys. 44). Ten wulkan należy do największych w świecie. Inny znaczek wydany 25 XII 1966 r. wartości 6 kop. przedstawia Dolinę Gejzerów na Kamczatce (rys. 45).

Centralne położenie na Pacyfiku zajmują Wyspy Hawajskie z czterema czynnymi oraz wygasłym wulkanem Diamond Head na wyspie Oahu w pobliżu Honolulu. Krater jego jest utworzony w skałach osadowych, przykrytych tufem i dawną lawą, znacznie zerodowany. Przedstawiony został na znaczku lotniczym USA wartości 80 c. wydanym 26 III 1952 r. (rys. 46).

W zachodnich stanach USA nie brak śladów minionej działalności wulkanicznej. Z szeregu wygasłych

\* Por. Wszechświat, z. 4/1973, s. 102.





wulkanów Mt Hood (3427 m) jest przedstawiony na znaczku wartości 4 c. (rys. 47), wydanym z okazji stulecia stanu Oregon. Ostatni wybuch tego wulkanu nastąpił w 1854 r.; jest silnie zerodowany przez potoki i lodowce. Jezioro kraterowe (Crater Lake, Cascade Mts, Oregon) zostało przedstawione na znaczku wartości 6 c. wydanym w 1934 r. (rys. 48). Jest to wielka kaldera  $7,2 \times 10,5$  km wypełniona wodą do poziomu 2400 m n. p. m., tworzącą najgłębsze, do 600 m, jezioro w Stanach Zjednoczonych. Kaldera stanowi pozostałość po dawnym wulkanie Mazama, przypuszczalnej wysokości 4000 m, który parę tysięcy lat temu został zniszczony przez silny wybuch. Niewielka wyspa Wizard jest dokładnie zachowanym stożkiem krateru, wypełnionym zastygłą lawą. Dwa inne stożki znajdują się pod wodą jeziora. Wśród dawnych law przeważają dacyty i ryodacyty, przechodzące czasem w andezyty i latyty kwarcowe.

Również wygasłym wulkanem jest Mt Rainier (4391 m) w stanie Washington z kraterem średnicy 400 m. Ostatnie jego wybuchy nastąpiły przed przeszło 105 laty. Jest również zerodowany przez potoki i lodowce. Umieszczony został na znaczku wartości 3 c. wydanym w 1934 r.

Pozostałością dawnego wulkanu jest stożek fonolityowy Devil's Tower w stanie Wyoming, przedstawiony na znaczku wartości 3 c. wydanym 24 IX 1956 r. z okazji 50-lecia uznania tego stożka za zabytek przyrody (rys. 49).

W Górach Skalistych jest czynna duża grupa gejzerów, które przed stu laty zostały objęte parkiem narodowym „Yellowstone”. Dużą regularnością wybuchów odznacza się gejzer Old Faithful (=stary sługa), przedstawiony na znaczku wartości 5 c. wydanym w 1934 r. (rys. 50) oraz na znaczku wartości 8 c. wydanym 1 III 1972 w stulecie parku narodowego.

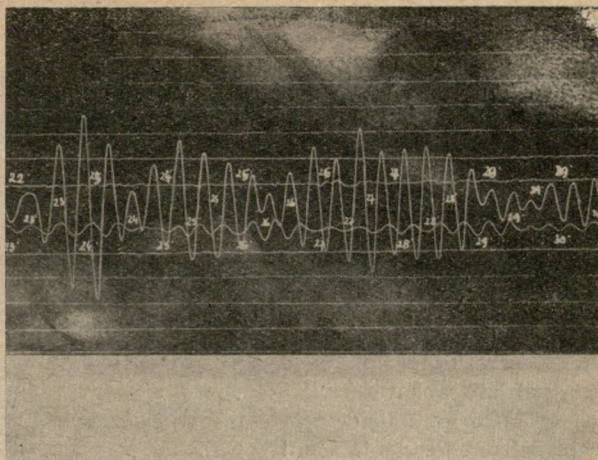
Z licznych wulkanów Meksyku znalazły się na znaczkach: Popocatepetl (5470 m) na wartości 1 peso z 1899 r. i lotniczym 75 c. wydanym 1 IX 1934; Orizaba (5580 m) na znaczkach lotniczych 10 p. z 1 IX 1934 i 15 c. z 1935 r., wszakże najbardziej interesujący jest znaczek wartości 50 c. z 5 IX 1956 r. wydany z okazji XX Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w Mexico, a przedstawiający wulkan Paricutin (2743 m), który powstał w lutym 1943 r. na polu kukurydzy. Jego działalność trwała do 1954 r. (rys. 51). Kościelna wieża po lewej stronie znaczka została pogrzebana przez wybuchy wulkanu.

Salwador już na pierwszych znaczkach wydanych w 1867 r. umieścił wulkan San Miguel (2132 m). Powtarza się on na wydaniach następnych, np. na znaczku wartości 5 c. wydanym w 1896 r. (rys. 52). Widok miasta San Salvador i wulkanu Salvador (1950 m) został umieszczony na znaczkach serii okolicznościowej, wydanej w 400. rocznicę założenia miasta i na znaczkach serii lotniczej wydanej 15 IX 1930.

A. Łaszkiwicz

## O możliwościach obserwacyjnego wyznaczenia ruchu kontynentów ziemskich

Długość geograficzną punktów na kuli ziemskiej wyznaczano do niedawna jedynie z obserwacji astronomicznych takich zjawisk jak np. zakrycia gwiazd



Fragment sejsmogramu, z sejsmografu Wiecherta, składowa E — W, przedstawiający zapis trzęsienia ziemi w Chile 22 maja 1960 r. Trzęsienie ziemi rejestrowane było przez stację Planetarium w Chorzowie przez 3 godziny i 44 minuty

przez Księżyc, przejścia planet przed tarczą Słońca, czy też zaćmienie Księżyca. Od kilkunastu lat w celu wyznaczenia długości geograficznej wykonuje się również obserwacje sztucznych satelitów Ziemi.

Zastosowanie od 1956 r. zegarów atomowych dla potrzeb służby czasu pozwoliło na wyznaczenie  $\lambda$ , z taką dokładnością, że możliwe jest wykrycie minimalnych zmian długości geograficznej uwarunkowanych ruchami kontynentów.

N. N. Pawłow w pracy swojej z 1970 r. stwierdza, że prawdopodobne ruchy kontynentów ziemskich w okresie od maja 1960 r. były ściśle związane z chilijskim trzęsieniem ziemi, które miało miejsce 22 maja 1960 r. Począwszy od 21 maja do 22 czerwca 1960 r. na terytorium Chile zanotowano aż 225 podziemnych wstrząsów, przy czym 10 z nich miało magnitudę\* większą od 7, a samo katastrofalne trzęsienie ziemi miało magnitudę sięgającą 9. Z oceny specjalistów wynika, że chilijskie trzęsienie ziemi było jednym z większych kataklizmów sejsmicznych ostatnich lat. Zostało ono zarejestrowane przez wszystkie prawie stacje sejsmiczne na kuli ziemskiej, w tym również przez stację znajdującą się w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Chorzowie.

Wnioski o ruchach kontynentów uwydatniające się w zmianach długości geograficznej wynikają z analizy obserwacji służb czasu na całej kuli ziemskiej, a konkretnie z porównania wyników obserwacyjnych z roku 1960 z wynikami z lat od 1956 do 1961. Takie porównania można było przeprowadzić, ponieważ od roku 1956 datuje się działalność atomowej służby czasu, prócz tego do 1961 roku wszystkie służby czasu prowadziły obserwacje astronomiczne w oparciu o ten sam katalog gwiazd, a mianowicie katalog FK-3. Opierając się na takim modelu można było wyeliminować błędy systematyczne, powtarzające się z roku na rok i otrzymać dokładny obraz tego interesującego zjawiska. Na podstawie materiałów obserwacyjnych opublikowanych przez Międzynarodowe Biuro Czasu

\* Energię trzęsienia ziemi podaje się w magnitudach korzystając z 9-stopniowej logarytmicznej skali Richtera, wprowadzonej w latach trzydziestych naszego stulecia. Obliczenia magnitudy przeprowadza się w oparciu o dane instrumentalne, a konkretnie o zapisy uzyskane przez sejsmografy.

obliczono miesięczne i roczne poprawki długości geograficznej za lata od 1956 do 1961.

Dla zmniejszenia błędów przypadkowych wszystkie służby czasu podzielono na 17 grup terytorialnych. Otrzymane poprawki od stycznia do maja 1960 roku we wszystkich grupach wskazywały wartości dodatnie. To oznaczałoby, że albo Ziemia zmniejszyła okres obrotu wokół osi, albo też określone punkty na Ziemi przemieściły się w kierunku zachodnim, przy czym zmiany te były różne w zależności od położenia na Ziemi.

To ostatnie spostrzeżenie dowodzi, że zmiany długości geograficznej nie nastąpiły na skutek zmian okresu obrotu wokół osi kuli ziemskiej. I tak największe, bo aż 16 m, zmiany położenia obserwowane były w epicentrum trzęsienia ziemi w Chile.

W samym Chile począwszy od lutego do marca, a więc w okresie jednego miesiąca długość geograficzna chilijskiego obserwatorium zmieniła się o 0,036, co w przeliczeniu daje około 14 m.

Nieco mniejsze zmiany zaobserwowano: na wschodnim brzegu Ameryki Południowej — 12 m, Japonii — 10 m, Australii — 9 m, Północnej Ameryki — 8,5 m, Afryki — 5,6 m, Zachodniej Europy — 2,4 m, Eurazji — 1,2.

Na podstawie otrzymanych wyników można wysunąć wnioski, że bezpośrednio przed chilijskim trzęsieniem ziemi potężne siły deformowały skorupę ziemską, powodując przemieszczanie się w kierunku zachodnim kontynentów znajdujących się dookoła Oceanu Spokojnego. Na terytorium Eurazji i Europy Zachodniej obserwowane zmiany były odpowiednio mniejsze.

Przyczyn tych zmian należy szukać, jak się wydaje, w samej skorupie ziemskiej na głębokości 50—400 km. Na tej to głębokości znajduje się falowód — astenosfera,\*\* która charakteryzuje się zmniejszonymi prędkościami fal sejsmicznych oraz mniejszą lepkością, aniżeli warstwa podścielająca ją i nakrywająca. Niewykluczona jest tu możliwość poślizgu w niewielkich granicach w rejonach okalających Ocean Spokojny wzdłuż falowodu, co prawdopodobnie miało miejsce w rozpatrywanym przypadku.

Na koniec zauważyć wypada, iż niezwykle interesujący jest fakt, że na podstawie określonych obserwacji astronomicznych, o należytej dokładności, można wnioskować o pewnych zjawiskach zachodzących we wnętrzu Ziemi.

J. Palowski

## Wielorybia bramka w Mysłakowicach

Rzesze turystów przejeżdżające przez Mysłakowice, osiedle położone 8 km na południowy wschód od Jeleniej Góry, w drodze do Karpacza czy Kowar, nie wiedzą z reguły, że znajduje się tu duża ciekawostka przyrodnicza.

Jest to tzw. bramka wielorybia w dużym parku

\*\* W sejsmologii falowodem nazywamy koncentryczną warstwę kuli ziemskiej, w której — jak gdyby w kanale — rozchodzą się horyzontalne fale sejsmiczne. Przykładem falowodu jest astenosfera, hipotetyczna strefa ziemi o większej plastyczności, leżąca pod oceanami na głębokości około 50 km, a pod kontynentami na głębokościach 2—3 razy większych.

w stylu angielskim, który został urządzony przez francuskiego ogrodnika Lenné w 1838 r. Otacza on pałac, zakupiony na letnią rezydencję przez pruskiego króla Fryderyka Wilhelma III w 1832 r. Swój dzisiejszy pseudogotycki wygląd zawdzięcza przebudowie z lat 1842 - 1844. Warto dodać, że przebywało w nim wiele koronowanych głów Europy. W parku tym znajdują się trzy stawki, z których największy, posiadający małą wysepkę, ma ok. 1,8 ha powierzchni. Pozostałe są znacznie mniejsze. Nad północnym krańcem tego pierwszego ustawiono w latach czterdziestych XIX w. ową bramkę. Dojść do niej można krótkim szlakiem czarnym od stacji kolejowej nad brzegiem stawu lub od zachodu, od szosy. Stąd bowiem od klasycystycznego kościoła poewangelickiego z lat 1838 - 1840 (w portyku dwie oryginalne kolumny marmurowe z Pompei, sprowadzone na życzenie króla!) prowadzi w głąb parku ścieżka przez mostek do stawu, gdzie stoi bramka.

Wiele osób niesłusznie mówi o ustawionych tu dużych kościach jako o mamucich żebrach. W rzeczywistości są to kości szczęki dolnej stojące pionowo. Mają one 4,61 m długości każda, tworząc jakby łukowatą bramkę tuż nad wodą, o wysokości 4,5 m. Ich szerokość na dole osiąga maksymalnie 38,3 cm, zaś góra dochodzi do 15 cm. Rozmiary te wskazują na pochodzenie ich od płetwala błękitnego z podrzędu fiszbinowców (*Mystacoceti*), rzędu waleni (*Cetacea*). Osiąga on do 33 m długości i 120 ton masy, z czego samo serce to 600 - 700 kg! Inne cechy morfologiczne są mocno zatarte ze względu na silne zniszczenie



Mysłakowice. „Wielorybia Bramka” od północy



III. ŻURAWIE

Fot. W. Puchalski

IV. SOLIRÓD ZIELNY, *Salicornia patula*



Fot. J. Herezniak

szczęki. Na taki stan zachowania wpłynęły zarówno surowe warunki klimatu podgórskiego, jak też i bezmyślność ludzi, którzy odłupują od niego fragmenty lub wycinają podpisy.

Stąd warto odwiedzić tę bramkę jeszcze przed jej

całkowitym zniszczeniem. Swoją drogą przydałaby się jakaś tablica informacyjna ustawiona np. przez Konserwatora Przyrody czy może Oddział PTTK w Jenleńiej Górze.

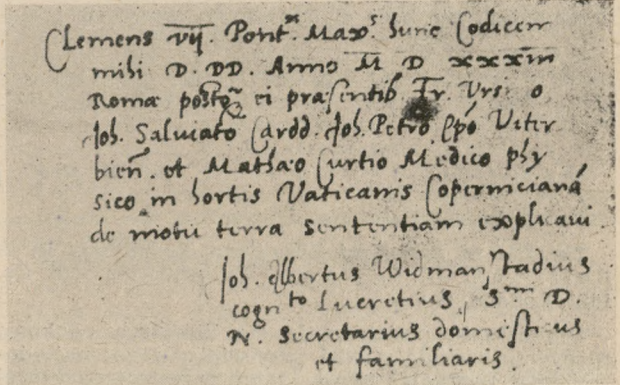
K. R. Mazurski

## C O P E R N I C A N A

### Pierwszy propagator teorii Kopernika

Dopiero po długim wahaniu Mikołaj Kopernik zdecydował się wydać swe genialne dzieło *O obrotach*. Przeleżało ono w ukryciu „nie dziewięć, ale prawie cztery dziesięćlecia” — jak sam pisze w liście dedykacyjnym do papieża Pawła III. Wielki astronom zastanawiał się nawet, czy nie pójść śladem pitagorejczyków i nie przekazać swej nauki jedynie wąskiemu gronu przyjaciół. Główną przyczyną tej niechęci Kopernika do ogłoszenia drukiem dzieła swego życia była obawa przed szyderstwami i szykanami, na jakie przecież narażona była heliocentryczna teoria.

A jednak wieści o niej rozeszły się szeroko po Europie już na wiele lat przed wydaniem *Obrotów* drukiem. Dowodzi tego notatka, jaką prawnik i orientalista niemiecki Jan Albert Widmanstadt (ok. 1506—1559) pozostawił na jednej z kart greckiego rękopisu, który obecnie jest własnością Bawarskiej Biblioteki Państwowej w Monachium. Dowiadujemy się z niej co następuje: „Papież Klemens VII dał mi



Ryc. 2. Notatka Jana Alberta Widmanstadta na pierwszej karcie rękopisu greckiego, który otrzymał od papieża Klemensa VII jako nagrodę za objaśnienie teorii Kopernika



Ryc. 1. Dwie karty z rękopisu greckiego, który dziś znajduje się w Bawarskiej Bibliotece Państwowej w Monachium (na pierwszej karcie jest notatka Jana Alberta Widmanstadta)

ten kodeks w darze w roku 1533 w Rzymie, gdy mu w obecności kardynałów Franciszka Orsiniego i Jana Salviata oraz biskupa Viterbo Jana Petra i lekarza Mateusza Curtiusa w ogrodach watykańskich zdanie Kopernika o ruchu Ziemi wytłumaczył”.

Zapewne także od Widmanstadta o nowej teorii budowy systemu planetarnego dowiedział się kardynał kapuański Mikołaj Schonberg (1472—1537), który w r. 1536 wysłał przez specjalnego posłańca list z Rzymu do Fromborka. Podnosi w nim i chwali odkrycie Kopernika, prosząc go jednocześnie o udzielenie na piśmie dokładniejszych danych na temat teorii heliocentrycznej. Nie wiemy wprawdzie, czy prośba kardynała została spełniona, ale jego list wielki astronom polecił umieścić w swym dziele. Czytamy w nim między innymi takie oto słowa: „Mężu głęboko uczony, jeśli nie będę ci natrętnym, proszę cię i bła-

gam jak najusilniej, ażebyś całe twoje odkrycie miłośnikom nauki udzielił...”

Niestety, nie są nam znane okoliczności, w jakich Widmanstadt zapoznał się z teorią Kopernika. Być może, pewne wiadomości miał o niej od Jana Dantyszka (1485—1548), ówczesnego biskupa chełmińskiego, który przez jakiś czas — podobnie jak Widmanstadt — przebywał na dworze cesarza Karola V. A może wieści o nowej teorii budowy systemu planetarnego przekazał mu Aleksander Sculeti (zmarł ok. 1564), kanonik warmiński i jeden z przyjaciół Kopernika. W tym bowiem czasie przebywał w Rzymie i mógł wówczas zetknąć się z Widmanstadtem. W każdym razie notatka z rękopisu greckiego świadczy, że teoria heliocentryczna była znana w Rzymie już w 1533 r.

S. R. Brzostkiewicz

## RECENZJE

**The Use of Biological Literature.** Redaktorzy R. T. Bottle and H. V. Wyatt. Butterworths and Co. 1971, London, £ 6.—

Umiejętność posługiwania się literaturą naukową zdobywają zwykle młodzi przyrodnicy przez naśladowanie. Włączając się do zajęć pracowni naukowej opanowują stopniowo nie tylko sposoby używania aparatury, zdobywania materiału, ale także metody korzystania z monografii i czasopism naukowych. Zapewne jest to droga najłatwiejsza, można też wątpić, czy miałoby sens opanowywanie tej umiejętności samodzielnie, w oparciu o lekturę. Dobrze jednak zdawać sobie sprawę, że zwyczaj każdego laboratorium mają swe jasne i ciemne strony, związane z lokalnymi tradycjami i dobrze jest zapoznać się z szerszym przeglądem zagadnienia. Możliwość taką dawał polski wielotomowy „poradnik dla samouków”, dziś niestety już bezużyteczny. W nieco podobny sposób ułożono recenzowaną książkę, składającą się z rozdziałów napisanych przez szesnastu autorów. Najważniejsze rozdziały omawiają następujące zagadnienia: biblioteki, czasopisma, tłumaczenia wydawnictw obcojęzycznych na angielski, publikacje organizacji międzynarodowych i rządów, streszczenia, przeglądy i bibliografie, podręczne źródła informacji (słowniki, encyklopedie), wreszcie poszczególne dyscypliny biologiczne. Zamykają książkę cztery dodatki: słownik skrótów, spis brytyjskich bibliotek biologicznych, spis kolekcji kultur drobnoustrojów, program ćwiczeń praktycznych. Książka zawiera też parę dogodnych indeksów.

Autorzy zwracają się przede wszystkim do czytelników brytyjskich, dla nich też książka jest zapewne najużyteczniejsza. Nie jest to oczywiście lektura „do czytania”, lecz każdy biolog, także polski, byłby zadowolony mając ją w podręcznej bibliotece. Łatwo w niej znaleźć np. zasady uniwersalnej klasyfikacji dziesiętnej druków naukowych, tytuły najnowszych monografii systematycznych, czy odnoszących się do historii biologii. Poza specjalistami mało kto wie o takich publikacjach bibliograficznych jak *Dean Bibliography of Fishes*, o których wspomina rozdział poświęcony bibliografom. Interesujące są charakterystyki niektórych znanych periodyków, jak „Current Contents” i „Science Citation Index”. Pierwsze z nich uznano za znakomite źródło odnośnie do biologii doświadczalnej, lecz niewystarczającej dla ekologa. O drugim autorzy wyrażają się z przekąsem, podejrzewając, że jego istnienie jest oparte głównie na próżności badaczy poszukujących cytatów własnego dorobku. Oczywiście wiele opinii jest kontrowersyjnych. Wymieniono pewne czasopisma mniej znane od pominiętych. Śmieszna pomyłka zakradła się do wzmianki o wydawnictwie Fauna SSSR — nazwano je Pauha SSSR. Polaka zainteresuje, że wśród bardzo ważnych czasopism wymieniono „Ekologię Polską” (z błędem ortograficznym) i „Acta Biochimica Polona”,

oraz w Polsce prawie nie znane wydawnictwo PAN Polish Scientific Periodicals — Current Contents. Można też się dowiedzieć, że dziewięć polskich czasopism naukowych jest tłumaczonych w całości na język angielski.

H. Szarski

Jindřich Štelcl — Jaroslav Malina. **Anwendung der Petrographie in der Archäologie.** Folia XI, 5, 1970, str. 111, tab. 9, ryc. 10, pl. 43.

Obszerna rozprawa jest owocem wieloletniej współpracy dwóch wybitnych uczonych — petrografa: prof. dr J. Štelcla i archeologa — dr J. Maliny pracujących na Uniwersytecie J. E. Purkyného w Brnie.

Współdziałanie badaczy reprezentujących różne dziedziny nauki tworzyło często nowe kierunki specjalizacji (np. geochemia czy geofizyka), podobnie współpraca archeologów z petrografami i mineralogami doprowadziła do powstania dyscypliny wiedzy, która autorzy nazywają — „petroarcheologią”. Kamień stał się podstawą kultury człowieka i w dalszym ciągu jest on niezastąpionym przewodnikiem w procesie wytyczania jej śladów. W związku z tym badania petroarcheologiczne wzbudzają coraz większe zainteresowanie na świecie, a kompleksowa współpraca specjalistów z różnych dyscyplin wiedzy przyczynia się do pełniejszego poznania początków historii ludzkości.

Autorzy wyróżniają trzy okresy w rozwoju petroarcheologii, które różnią się charakterem studiowanych obiektów i metodami stosowanymi w badaniach. 1. Pierwszy okres (1863—1905 r.) rozpoczynają prace mineraloga francuskiego A. D a m o u r a, który zajmował się badaniem przedmiotów wykonanych z nefrytu, jadytytu i chloromelanitytu. Skały te przez długi okres czasu stały się głównym przedmiotem prac archeologów i współpracujących z nimi petrografów i mineralogów. W mniejszym stopniu interesowano się analizą wyrobów przemysłu kamienia łupanego i gładzonego wykonanych z innego materiału. 2. Drugi okres obejmuje lata 1905—1936. W tym czasie przycicha dyskusja nad tak zwanym „problemem nefrytowym i jadytowym”, natomiast zwraca się uwagę na badanie artefaktów paleolitu i neolitu, a także petrografię znajdowanej ceramiki. W programach naukowych instytutów uwzględnia się wykorzystywanie udoskonalonych metod petrograficznych do systematycznych badań poszczególnych znalezisk archeologicznych. 3. Trzeci — współczesny okres rozwoju petroarcheologii rozpoczęła się w latach 1936—1937. W tym czasie zaczynają się na dużą skalę badania przemysłów kamiennych różnych okresów, ceramiki, źródeł pochodzenia materiałów budowlanych itp. Zorganizowana współpraca archeologów i petrografów najlepiej rozwija się w Anglii i w Niemczech. W okresie późniejszym

tego rodzaju badania kontynuowane są we Francji, ZSRR i w Czechosłowacji. Liczne artykuły na temat badań petroarcheologicznych ogłaszają: F. Schmitt, A. Keiller, S. Piggot, F. S. Wallis, P. R. Giot, a w Związku Radzieckim — B. A. Kolcin i V. F. Petruń. W Czechosłowacji długotrwała współpraca petrograficzno-archeologiczna między Katedrą Prehistorii Wydziału Filozoficznego Uniwersytetu J. E. Purkyného w Brnie a Katedrą Mineralogii i Petrografii tego Uniwersytetu doprowadziła do powstania „sekcji badań petrograficznych materiałów archeologicznych”, w której pracują: prof. dr J. Štelcl i dr J. Malina. Według autorów, rozwój petroarcheologii przechodzi przez trzy charakterystyczne stadia. Pierwsze to stadium opisowe, w czasie którego wykonuje się prace typologiczne opierające się na opisach cech morfologicznych, technologicznych, funkcji materiału kamiennego itp. Drugie jest stadium wyjaśniające, które określa i interpretuje zależności oraz powiązania między zjawiskami analizowanymi, typizowanymi, i klasyfikowanymi w pierwszym stadium. Trzecie to stadium rekonstrukcji minionych zdarzeń, sytuacji, konstelacji itp., które wykonujemy opierając się na wnioskach wyciągniętych z analizy dwóch pierwszych stadiów rozwojowych.

W dalszej części pracy autorzy dokonują przeglądu metodyki badań stosowanych w petroarcheologii. Już H. Fischer w 1878 roku — to jest na początku rozwoju mikroskopowych metod w petrografii — podkreślał ich duże znaczenie także dla archeologii. Obecnie do badań materiału archeologicznego stosuje się precyzyjne metody analizy chemicznej i spektralnej, rentgenografii, badanie wieku bezwzględnego przedmiotów, dokładne opisy mikroskopowe struktur, tekstur, i składu mineralnego skały, analizy morfometryczne, typologiczne i technologiczne. Obszerny rozdział pracy poświęcony jest licznym przykładom zastosowań metod petrograficznych w archeologii. Wyniki badań autorów pokazane są na 9 tabelach, i 10 rycinach przedstawiających wykresy, mapy i plany obszarów, na których prowadzono prace archeologiczne. Cennym uzupełnieniem rozprawy są umieszczone na 43 planszach liczne fotografie mikroskopowe szlifów różnych typów skał, przedmiotów i narzędzi kamiennych, a także przykłady ich przypuszczalnego zastosowania.

Między petroarcheologami różnych narodowości rozwija się obecnie ożywiona współpraca. O dużym uznaniu dla prac prof. dr J. Štelcla i dr J. Maliny świadczy fakt, że na wniosek uczonych radzieckich centrum koordynacji międzynarodowej współpracy w zakresie petroarcheologii ma znajdować się na Uniwersytecie w Brnie\*.

Praca prof. dr J. Štelcla i dr J. Maliny stanowi bardzo ważną pozycję, która niewątpliwie zainteresuje polskich archeologów, petrografów i mineralogów.

A. Grodzicki

Helmut Uhlig: *Südsee-Paradiese*. Berlin 1971, Safari-Verlag, s. 206, fot. 44+8, map 6.

Autor odbył wiele podróży badawczych, studiując kulturę ludów różnych części świata. Ostatnio zajmuje się głównie mieszkańcami Azji i Oceanii, toteż przemierzył m. in. Melanezję. Trasa podróży opisanej w *Rajach mórz południowych* wiodła jesienią 1968 — po przelocie Zurych-Manila — z Nowej Gwinej przez Wyspy Salomona, Nowe Hebrydy i Wyspy Fidżi na Wyspy Samoa.

Uhlig relacjonuje przebieg podróży chronologicznie, lecz w postaci luźnego zbioru krótkich, interesujących

\* Zakład Mineralogii i Petrografii Instytutu Geologicznego Uniwersytetu Wrocławskiego od szeregu lat współpracuje z archeologami. W tym czasie wykonano tu pod kierunkiem prof. dr Kazimierza Maślankiewicza szereg badań i oznaczeń petroarcheologicznych. Wrocławską placówką nawiązała także kontakty z sekcją petroarcheologiczną Uniwersytetu w Brnie, a szczególnie z Jej kierownikiem prof. dr J. Štelclem.

impresji przyrodniczo-etnograficznych. Parustronicowe fragmenty tworzą całości, które mogłyby się ukazywać jako oddzielne reportaże. Można je czytać w dowolnej kolejności, opartej na wyborze najbardziej w danej chwili pociągających tytułów. Zresztą w spisie rzeczy poza tytułem rozdziału czytelnik znajduje w większości przypadków również bliższe informacje o jego zawartości.

Autor przeplata wspomnienia z podróży celowo zbieranymi lub przypadkowo zasłyszczanymi wiadomościami o badanych kulturach. Przytacza np. mity papuaskie, dotyczące początków ludzkości, streszcza zasady tajnych związków, istniejących wśród tubylców, itd. Dużo miejsca zajmują w książce zagadnienia religioznawcze — włącznie z budownictwem i sztuką sakralną. Będąc nie tylko badaczem, lecz także zbieraczem tego rodzaju rzeźb i masek, poświęca tym sprawom również znaczną część materiału ilustracyjnego. Siłą rzeczy rozważa też problem wpływu cywilizacji białego człowieka na mieszkańców mórz południowych, a szczególnie skutków działalności misji chrześcijańskich. Np. niszczenie przez misjonarzy „pogańskich bożków” uważa za podwójnie szkodliwe, gdyż oprócz utraty unikalnych najczęściej dzieł sztuki spowodowało ono zachwianie zaufania ludności miejscowej do białych.

Podtytuł książki (*Samolotem w epokę kamienną*) odnosi się głównie do plemion zamieszkujących Nową Gwineę. Dalsze etapy tej „podróży przez wieki” stopniowo przybliżały autora do obecnego stadium rozwoju ludzkości. Zdaniem Uhliga, najłatwiej zatem będzie przystosować się do życia w ramach dzisiejszego międzynarodowego społeczeństwa konsumpcyjnego mieszkańcom Wysp Samoa i Fidżi. Jednym z wniosków autora, wynikających z badań Melanezji, jest stwierdzenie, że „biali uczynili wiele, by zniszczyć kultury miejscowe, lecz mało, by je czymś zastąpić”.

Książkę uzupełnia bardzo obszerny spis piśmiennictwa. Wśród 265 pozycji bibliograficznych, sięgających wstecz aż po rok 1770, figurują m. in. 3 książki Malinowskiego.

W. CH.

H. Heinzel, R. Fitter, J. Parslow: *The Birds of Britain and Europe*. Wyd. W. Collins Sons Ltd, London 1972, ss 320+240 dod. mapek

Atlas obejmuje nie tylko ptaki europejskie, ale również północnej Afryki i Bliskiego Wschodu. Format kieszonkowy (115×190) na pięknym papierze, z doskonałymi kolorowymi ilustracjami i kolorowymi mapkami przedstawiającymi rozmieszczenie danego gatunku: tylko w okresie lęgu, przez cały rok, tylko w zimie, podczas przelotów, sporadycznie nawiedzanie okolicy, trasy wędrówek. Jako dodatek załączono 240 mapek wysp brytyjskich, obrazujących rozmieszczenie ptaków w Wielkiej Brytanii, z zaznaczeniem głównych obszarów żerowania, rzadszych, odwiedzanych okresowo i odwiedzanych rzadko.

Już sam spis rzeczy jest oryginalny, przy każdej rodzinie umieszczono kolorową sylwetkę reprezentanta, następnie wprowadzenie, objaśnienie skrótów i znaków, wskazówki ułatwiające identyfikację ptaka, rozdział o dokarmianiu, sztucznych gniazdach i o obserwacjach w naturze. Właściwy tekst mieści się zawsze na 2 sąsiednich stronach: po lewej krótkie opisy ptaków, z mapką, po prawej — kolorowe reprodukcje, przy czym dla każdej rodziny zastosowano inne tło, w odcieniach pastelowych. Uwzględniono również podgatunki, załączono listę rzadkości ornitologicznych. Na końcu indeks obejmujący nazwy łacińskie i angielskie.

Może jedyną wadą tego atlasu jest brak reprodukcji jaj ptasich, których nie posiadał wprawdzie początkowo i atlas Petersona, ale w IV wydaniu z 1961 r. — już je umieścił.

Ciekawostka z III str. okładki: autor ilustracji H. Heinzel urodził się w 1939 w Polsce, jako małe dziecko wyemigrował do Niemiec.

Z. Szymusik

Włodzimierz Puchalski: **Na rozlewiskach Biebrzy i Narwi**. Wyd. Sport i Turystyka, Warszawa 1972, cena zł 65.—

Piękny album fotograficzny znakomitego fotografa, specjalizującego się w fotografii przyrody Włodzimierza Puchalskiego jest już z kolei dziewiątą jego książką\* wydaną przez wyd. „Sport i Turystyka”. Tym razem obejmuje on część ziem białostockiej, a mianowicie stosunkowo mało znane turystom i krajoznawcom obszary między rzekami Narwią i Biebrzą. Jak autor pisze we wprowadzającym wstępie ziemie te mało mają sobie równych w naszym kraju. Jest tu pięknie w każdej porze roku, lecz niewątpliwie najciekawszym okresem jest na tych terenach wiosna, kiedy okolice, gdzie Biebrza wpada do Narwi, zamieniają się w ogromne rozlewiska (ryc. 1).

Pośród wysp, wysepek, kęp oraz zarosli łąkowych i zapełniających rozliczne stawki i bajora, roi się od przeróżnego ptactwa zarówno lęgowego, jak i przelotnego. Świat też ptaków, w dużej mierze rzadko już tylko spotykanych u nas, jest tematem pięknych fotografii, przeważnie całostronicowych, zawartych w liczbie ponad sto. Mają one zarówno wysoką wartość artystyczną, jak i naukowo-dokumentalną. Są one wynikiem nie tylko wielkiego doświadczenia, lecz i pracowitości oraz niezwykłej cierpliwości autora. Zawarty w omawianej książce albumowej zestaw fotografii, wybrany — jak pisze autor — z kilku tysięcy zdjęć, jest owocem ponad dwudziestu lat pracy bardzo trudnej, ale i bardzo pasjonującej. Okolice nad Narwią i Biebrzę przemierzał autor w różnych okresach czasu, najczęściej jednak wiosną starając się zarejestrować za pomocą obiektywu to wszystko, co wydawało się najciekawsze i najpiękniejsze.

Wiele zdjęć fotograficznych — to zdjęcia bojowni-

\* Nakładem tego wydawnictwa ukazały się następujące książki mgr inż. Włodzimierza Puchalskiego: *Rok w puszczy*, *W świecie zwierząt*, *Przyroda Arktyki*, *Mieszkańcy lasów*, *W krainie łowów*, *W skrzydlatym świecie*, *Gady i płazy*, *Zwierzęta z dalekich stron*.



Ryc. 2. Bąk (*Botaurus stellaris*). Fot. W. Puchalski



Ryc. 1. Rozlewisko Narwi. Fot. W. Puchalski

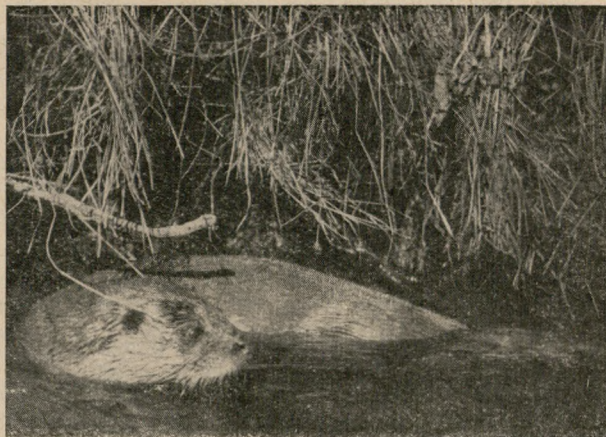


Ryc. 3. Sokół wędrowny (*Falco peregrinus*). Fot. W. Puchalski





Ryc. 4. Łoś. Fot. W. Puchalski



Ryc. 5. Wydra. Fot. W. Puchalski

ków (*Philomachus pugnax*), spotykanych w Polsce nie-licznie, głównie na przelotach. Poświęca im też dość uwagi we wstępie, cytując również opisy ich życia z *Atlasu ptaków* J. Sokołowskiego.

Wśród licznych bardzo pięknych zdjęć fotograficznych na szczególną uwagę zasługują zdjęcia żurawi (por. okładka „Wszehświata” i plansza III), zdjęcie perkoza dwuczubego, *Podiceps cristatus*, bąka *Botaurus stellaris* (ryc. 2) czy sokoła wędrownego, *Falco peregrinus* (ryc. 3). Świat ssaków reprezentują

m. in. fotografie łosia (ryc. 4) i wydry (ryc. 5). Nie brak również pięknych i nastrojowych zdjęć krajo- obrazowych. Indeks nazw polsko-łacińskich stanowi pożyteczne uzupełnienie omawianej książki.

Na szczególnie podkreślenie tej pięknej i wartościowej książki zasługuje jej wysoce artystyczny układ graficzny autora oraz szata edytorska, która cechuje liczne książki wydawnictwa „Sport i Turystyka”.

K. Maślankiewicz

## SPRAWOZDANIA

### Sprawozdanie z działalności Oddziału Łódzkiego PTP im. Kopernika za II półrocze 1972 r.

Po przerwie wakacyjnej Zarząd Oddziału wznowił swoją działalność statutową w dziedzinie popularyzacji wiedzy przyrodniczej. Polegała ona na organizowaniu zebrań referatowych i wyświetlaniu filmów przyrodniczych.

W okresie sprawozdawczym odbyły się następujące zebrań referatowe:

29. 10. 1972 — prof. dr Stanisław Zych *Biometeorologia i współczesna technizacja*

26. 11. 1972 — doc. dr Emil Łoza *Wrażenia z czteroletniego pobytu w Afryce*. Referat był bogato ilustrowany barwnymi przeźroczeniami, wśród których przeważały piękne zdjęcia roślinności z obszarów Konga

17. 12. 1972 — dr Edward Tranda — zoolog, dr Dobiesław Krzywański — botanik, dr Henryk Stolarczyk — antropolog i dr Jan Ziomek — geolog, *Wycieczka naukowa do Egiptu*. Referat był ilustrowany licznymi barwnymi przeźroczeniami, a nawet nagraniami. Przeźrocza obejmowały zabytki starożytnego Egiptu, sceny z życia współczesnych miast egipskich, środowisko geograficzne, a także florę i faunę delty i doliny Nilu oraz terenów przypustynnych i pustynnych.

W ramach popularyzacji wiedzy przyrodniczej wyświetlono następujące filmy:

13. 11. 1972 — *Kojot, Komórki świata roślinnego, Komórki zwierzęce, Nasze zwierzęta stepowe*

11. 12. 1972 — *Ryby roślinożerne, Henry Larsen, Dlaczego krew krzepnie, Stopniowe różnicowanie się roślin*.

W okresie sprawozdawczym odbyło się 1 posiedzenie zarządu, na którym omówiono plan pracy na następny okres oraz sprawy organizacyjne. Liczba członków Oddziału na 31. 12. 1972 r. wynosiła 320.

### Ochrona środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce

Ochrona środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce — pod takim hasłem w dniu 17 października 1972 r. w Sali Czerwonej Pałacu Działyńskich w Poznaniu odbyła się sesja naukowa, zorganizowana przez Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk i Instytut Biologii Stosowanej Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Sesja miała na celu ukazanie niektórych ważniejszych problemów, związanych ze stanem i potrzebami ochrony środowiska przyrodniczego Wielkopolski. Program sesji obejmował 13 referatów. Niektóre z nich dotyczyły zagadnień natury ogólnej; większość dotyczyła ochrony przyrody, gleby, wód i powietrza w regionie. W zastępstwie prof. dr Gerarda Labudy, prezesa Oddziału PAN w Poznaniu, sesję otworzył członek PAN prof. dr Władysław Węgorek. Zostały wygłoszone następujące referaty:

1. Prof. dr Antoni Horst *Fizjologiczne podstawy współzycia człowieka ze środowiskiem*
2. Prof. dr Karol Mańka *Nowa mikrobiologiczna metoda badania środowiska przyrodniczego*
3. Prof. dr Halina Ryffert *Znaczenie środowiska przyrodniczego dla ochrony człowieka przed szkodliwym działaniem hałasu*
4. Doc. dr Izabela Dąmbaska *Ochrona przyrody w Wielkopolsce*
5. Dr inż. Henryk Ginel *Zmiany w użytkowaniu gruntów w województwie poznańskim w latach 1956—1970*
6. Prof. dr Władysław Węgorek *Stan skażenia pestycydami środowiska rolniczego Wielkopolski*
7. Prof. dr Witold Mucha *Kumulacja fluoru w glebie w związku z emisją przemysłową w regionie Konina*
8. Prof. dr Stanisław Kołaczkowski *Zanieczyszczenia wód Wielkopolski*
9. Prof. mgr Bolesław Dąbrowski *Szkody wywo-*

- lane przez zanieczyszczenie wód na przykładzie ciągu jezior dorzecza rzeki Wełny
10. Doc. dr Michał Iwaszkiewicz *Zmiany biologiczne naturalnych zbiorników wodnych okolic Koni na skutek podwyższonych temperatur*
  11. Mgr Kazimierz Nowakowski *Stan zanieczyszczenia atmosfery w Wielkopolsce*
  12. Prof. dr Maria Szmyt, mgr Michał Umbreit *Wyniki okresowych badań zanieczyszczeń powietrza w południowo-zachodnich dzielnicach miasta Poznania*
  13. Doc. dr Tadeusz Dziubek *Fluor jako czynnik destrukcyjny w środowisku przyrodniczym.*

W sesji wzięło udział 142 osoby: pracowników nauki z wyższych uczelni Poznania i innych ośrodków akademickich, władz terenowych oraz przedstawicieli większych zakładów przemysłowych z całego województwa. W ożywionej i bardzo obszernej dyskusji poruszone zostały liczne problemy, wiążące się z skażeniami środowiska przyrodniczego w wyniku działalności gospodarczej człowieka. Dyskutowane były również środki zaradcze, zmierzające do likwidacji czy też zmniejszenia ujemnych skutków omawianych skażeń. Wymienione wyżej referaty wraz z dyskusją są w druku i będą udostępnione osobom interesującym się tą problematyką.

E. Matusiewicz

## Sesja WRN poświęcona sprawom ochrony przyrody i naturalnego środowiska człowieka

Jedna z ubiegłorocznych Sesji WRN w Bydgoszczy (XVIII) poświęcona została zagadnieniom ochrony przyrody i naturalnego środowiska człowieka.

Uczestniczący w Sesji dr L. Ochocki — wice-minister Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska poinformował zebranych, że na resorty zostały nałożone obowiązki dotyczące uruchomienia produkcji urządzeń zmierzających do poprawy stanu środowiska. Dotyczy to zwłaszcza elektrofiltrów i urządzeń neutralizujących ścieki, jak również urządzeń potrzebnych do poprawy stanu czystości miast. Program obejmujący w bież. pięcioletciu budowę 800 oczyszczalni został opracowany, następnie zostanie wprowadzony do planów rocznych poszczególnych resortów. Zwiększy się ilość zakładów objętych systematyczną kontrolą w tych regionach kraju, które są szczególnie zagrożone z tytułu emisji pyłów i gazów do powietrza atmosferycznego.

Wszystkie zamierzenia i ustalenia powinny w najbliższych latach przynieść konkretne rezultaty i odczuwalną poprawę.

„Prezydium WRN — powiedział na zakończenie inż. T. Nowiński, zastępca przewodniczącego Prezydium WRN — wysoko ocenia działalność wielu organizacji społecznych, młodzieżowych i stowarzyszeń na rzecz ochrony środowiska\* człowieka i wspiera ich działanie we wszystkich formach, mając na uwadze swoich mieszkańców”.

Z kolei Wojewódzka Rada Narodowa podjęła uchwałę w sprawie ochrony środowiska człowieka i kierunków działania dla rekultywacji oraz zachowania jego walorów w województwie bydgoskim. Warto chociażby pobieżnie zapoznać się z niektórymi postanowieniami tak istotnej uchwały.

Dla realizacji kierunków działania w zakresie ochrony i rekultywacji środowiska człowieka w województwie bydgoskim, postanowiono m. in. do 1985 r.:

W zakresie ochrony powietrza: doprowadzić do dyslokacji z centrum miasta uciążliwych dla otoczenia zakładów, rozszerzyć zasięg sieci ciepłowniczej i zlikwidować najbardziej uciążliwe kotłownie.

W zakresie ochrony wód zaostrzyć rygory w stosunku do użytkowników wody ze szczególnym zwróceniem uwagi na czystość wód stanowiących źródło zaopatrzenia miast i osiedli w wodę, wód stanowiących rezerwy przyrody oraz miejsc rekreacji, wprowadzić w zakładach odzysk wód zużytych.

W zakresie ochrony gleby i lasów: przeprowadzić szczegółową inwentaryzację wszystkich powierzchni nadających się do zagospodarowania, a następnie opracować program zmierzający do rekultywacji tych gruntów, zapobiegać procesom degradacji gleb poprzez planowe nawożenie wapnem, zlikwidowanie niedoboru składników mineralnych.

W zakresie ochrony zieleni i walki z hałasem: objąć ochroną istniejące obiekty zieleni celem niedopuszczenia traktowania ich jako rezerwy budowlanej, wprowadzić obowiązek zabezpieczenia ziemi urodzajnej przed rozpoczęciem robót inwestycyjnych.

W zakresie ochrony przyrody: prowadzić specjalne badania mające na celu uzyskanie wyczerpujących danych dla określenia rozmieszczenia i charakteru koniecznych dalszych rezerwatów przyrody i krajobrazu oraz skuteczności ochrony gatunkowej roślin i zwierząt.

Z. Derfert

\* Rady Narodowe powinny w maksymalnym stopniu udzielać pomocy wszystkim organizacjom podejmującym inicjatywę na rzecz ochrony środowiska.

# WSZECHŚWIAT

Redaktor Naczelny: Kazimierz Maślankiewicz, Komitet Redakcyjny: Franciszek Górski,

Halina Krzanowska (z-ca nac. red.), Kazimierz Maroń (sekretarz redakcji)

Adres redakcji: 31-118 Kraków, ul. Podwale 1 parter, tel. 229-24

**ADRESY I KONTA BANKOWE ODDZIAŁÓW POL. TOW. PRZYRODNIKÓW  
IM. KOPERNIKA**

- 15-089 Białystok, ul. Kilińskiego 1  
 85-072 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Państwowy Instytut Nauk Gospodarstwa  
 Wiejskiego **PKO O/Bydgoszcz nr 6-9-370**  
 80-227 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c, Instytut Medycyny Morskiej **PKO O/Gdańsk  
 nr 52-9-54377**  
 40-956 Katowice 2, Skryt, poczt. 489, **PKO I O/M Katowice nr 3-9-337**  
 31-118 Kraków, ul. Podwale 1 **PKO O/Kraków nr 4-9-5623**  
 20-033 Lublin ul. Akademicka 15, pok. 312 Inst. Przyr. Podst. Prod. Rośl. **PKO I O/M  
 Lublin nr 2-9-6518**  
 90-011 Łódź, Park Sienkiewicza **PKO O/Łódź nr 7-9-1021**  
 Olsztyn-Kortowo, Wyższa Szkoła Rolnicza, Zakład Chemii Ogólnej, blok 26  
 10-722 **PKO I O/M Olsztyn nr 13-9-498**  
 60-814 Poznań, ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny **PKO O/Poznań nr  
 5-9-21689**  
 24-100 Puławy, Osada Pałacowa **PKO O/Puławy 9-Lb 1210337**  
 76-200 Słupsk ul. Arciszewskiego 22b, Dziekanat Wydz. Mat.-Przyr. WSN **PKO  
 O/Słupsk nr 51-9-81**  
 71-434 Szczecin, ul. Słowackiego 17, Inst. Biologii Roślin (Botanika) **PKO I O/M Szcze-  
 cin nr 10-9-644**  
 87-100 Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32 **PKO O/M Toruń nr 24-9-140**  
 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 1916 **PKO O/M Warszawa  
 nr 1-9-120670**  
 50-205 Wrocław, ul. Cybulskiego 30, I p. **PKO I O/M Wrocław nr 8-9-663**

**ZAWIADOMIENIE**

Redakcja posiada niżej wyszczególnione numery czasopisma „Wszechświat” do sprzedaży.

rok	nr	nr	3	po 0.72	za egzemplarz
1945	nr	nr	3	po 0.72	za egzemplarz
1946	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6,	po 0.72	za egzemplarz (komplet)
1947	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 0.72	za egzemplarz (komplet)
1948	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 0.72	za egzemplarz (komplet)
1949	„	„	5, 7, 8, 9, 10	po 0.72	za egzemplarz
1950	„	„	6	po 0.72	za egzemplarz
1951	„	„	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 0.72	za egzemplarz
1952	„	„	3-6, 7-10	(łączone po 4 egz.)	po 4.80 za egzemplarz
1954	„	„	9-10	(łączone po 2 egz.)	po 8.— za egzemplarz
1955	„	„	3, 4, 5, 6, 7, 12	po 4.—	za egzemplarz
1956	„	„	8-9, 10-11	(łączone)	po 8.— za egzemplarz
1957	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	po 4.—	za egzemplarz
1958	„	„	11-12	(łączony)	po 8.— za egzemplarz (komplet)
1959	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1960	„	„	8-9	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1961	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1962	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1963	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1964	„	„	2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1965	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz
1966	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1967	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1968	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1969	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1970	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1971	„	„	5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1972	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz
1973	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1974	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1975	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1976	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1977	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1978	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1979	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1980	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1981	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1982	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1983	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1984	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1985	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1986	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1987	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1988	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1989	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1990	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1991	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1992	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1993	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1994	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1995	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1996	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1997	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
1998	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
1999	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2000	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2001	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2002	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2003	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2004	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2005	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2006	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2007	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2008	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2009	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2010	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2011	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2012	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2013	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2014	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2015	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2016	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2017	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2018	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2019	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2020	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2021	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2022	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2023	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2024	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2025	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2026	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2027	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2028	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2029	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2030	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2031	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2032	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2033	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2034	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2035	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2036	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2037	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2038	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2039	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2040	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2041	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2042	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2043	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2044	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2045	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2046	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2047	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2048	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)
2049	„	„	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	po 6.—	za egzemplarz
2050	„	„	7-8	(łączony)	po 12.— za egzemplarz (komplet)

WARUNKI PRENUMERATY  
MIESIĘCZNIKA

## WSZECHŚWIAT

Instytucje państwowe, społeczne, zakłady pracy, szkoły itp. mogą zamówić prenumeratę wyłącznie w miejscowych Oddziałach i Delegaturach RSW „Prasa—Książka—Ruch”.

Prenumeratorzy indywidualni mogą wpłacać w urzędach pocztowych i u listonoszy lub dokonywać wpłat na konto PKO 4-6-777 RSW „Prasa—Książka—Ruch”, Przedsiębiorstwo Upowszechniania Prasy i Książki, 31-548 Kraków, Al. Pokoju 5 w terminie do 10 dnia miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

Cena prenumeraty:

kwartalnie	zł 18.—
półrocznie	zł 36.—
rocznie	zł 72.—

Prenumeratę na zagranicę, która jest o 40% droższa — przyjmuje RSW „Prasa—Książka—Ruch”, Biuro Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych, 00-840 Warszawa, ul. Wronia 23, tel. 20-46-88, konto PKO nr 1-6-100024.

Egzemplarze numerów zdezaktualizowanych można nabywać w RSW „Prasa—Książka—Ruch”, Przedsiębiorstwo Upowszechniania Prasy i Książki w Krakowie, 31-584 Kraków, Al. Pokoju 5, konto PKO nr 4-6-777.

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić w księgarniach naukowych „Domu Książki” oraz w Ośrodku Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych Polskiej Akademii Nauk — Wzorcownia Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

ADRES REDAKCJI: Redakcja czasopisma WSZECHŚWIAT, 31-118 Kraków 4, ul. Podwale 1, tel. 229-24, nr konta PKO Kraków 4-9-1876.

ADRES WYDAWNICTWA: Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Oddział 31-112 Kraków, ul. Smoleńsk 14, tel. 596-76, 267-85.