



PISMO PRZYRODNICZE, WYCHODZI 1 i 15 KAŻDEGO MIESIĄCA

Redaktor: RYSZARD BŁĘDOWSKI

Wydawca: T-wo wyd. „WSZECHŚWIAT” sp. z o. o.

Adres Redakcji: Polna 30, tel. 140-53.

Pracownia Zoologiczna Wolnej Wszechnicy Polskiej.
Redaktor przyjmuje codziennie w redakcji od
godz. 14 do 15.

Adres Administracji: Szpitalna 1 m. 3, tel. 295-85.

Administracja otwarta od 9 do 3 i od 17 do 19.

Warunki prenumeraty i ogłoszeń na okładce.

TREŚĆ: Władysław Poliński: Dr. Antoni Wagner i jego działalność naukowa. Konstanty Lisowski: Budowa atmosfery ziemskiej. Sprawozdanie z literatury.

DR. ANTONI J. WAGNER I JEGO DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

napisał

WŁADYSŁAW POLIŃSKI

W osobie dra Antoniego Józefa Wagnera, który zmarł w dn. 12 czerwca b. r., bawiąc chwilowo w Austrii, straciło Państwo Muzeum Zoologiczne swego pierwszego dyrektora, a nauka polska — jednego z najwybitniejszych przedstawicieli. Zmarł Wagner jeszcze w pełni zapału do pracy badawczej, której, mimo trapiących go od wielu lat dolegliwości fizycznych, poświęcał się do ostatniej chwili bez wytchnienia.

Przyszedł na świat dn. 1. II. 1860 r. w Ustroniu na Śląsku Cieszyńskim, gdzie ojciec jego, Jędrzej Wagner, były obywatel ziemski z Podola zachodniego, pełnił urząd inspektora lasów arcyksiążęcych. Jędrzej Wagner, szczerzy miłośnik przyrody, był autorem jednego z pierwszych w literaturze polskiej „Podręcznika dla dozorców la-

sów i gajowych”. (Cieszyn 1875), zawierającego opisy owadów szkodliwych dla leśnictwa.

Odziedziczywszy po ojcu zamiłowanie do przyrody, Antoni Wagner już w latach dzieciennych ześrodkował zainteresowania swe na mięczakach i jeszcze jako uczeń gimnazjum w Cieszynie zgromadził dużą kolekcję ślimaków z śląskich gór i dolin. Uzyskawszy w r. 1879 świadectwo dojrzałości w gimnazjum w Znaimie na Morawach, przeniósł się do Wiednia, gdzie studiował w uniwersytecie nauki przyrodnicze, a równocześnie i lekarskie. Z dyplomem doktora medycyny wstąpił do armji austriackiej, w której w r. 1886 uzyskał stopień porucznika - lekarza.

Służbę wojskowo - lekarską traktował

Wagner jako pracę zarobkową, która zapewniała mu więcej czasu i sposobności do pracy badawczej, niż zwykła praktyka lekarska. Jakoż pobyt swój w Siedmiogrodzie (w Sybinie), w wojskowym gimnazjum w Fischau i w Akademji Wojskowej w Wiener Neustadt, w której przez kilka lat był profesorem nauk biologicznych, wyzyskał Wagner dla nauki doskonale. Niemniej owocne były wyniki wycieczek faunistycznych do różnych górzystych i nadmorskich okolic b. Monarchji Austro - Węgierskiej.

W r. 1905 osiadł Wagner wraz z rodziną w osadzie Diemlach koło Brucku w Styrii. Przez szereg lat pracował tu spokojnie, nawiązując stosunki naukowe z wybitnymi badaczami europejskimi, z których wielu odwiedzało Wagnera osobiście w jego zacisznym naukowym sanctuarium. Wojna światowa utrudniła pracę badawczą Wagnerowi, który objąć musiał ponownie obowiązki wojskowe, najpierw jako lekarz, a następnie jako komendant różnych szpitali etapowych frontu południowo - austriackiego.

Mimo długoletniej służby wojskowej oraz związków rodzinnych w obcym środowisku, zachował Wagner poczucie przynależności swej duchowej do kraju ojczystego. Jeszcze w czasie wojny, w korespondencji z niżej podpisanym, wyrażał prawdopodobieństwo powrotu do Polski. W wyniku tych planów, omówionych dokładniej po upadku Austrii, przybył Wagner w marcu 1920 r. do Warszawy, by zgłosić się niezwłocznie do służby w armji polskiej. W randze podpułkownika - lekarza pełnił służbę tę w okresie wojny bolszewickiej. Pozostawał równocześnie w żywym kontakcie z Narodowym Muzeum Przyrodniczym, utworzonym w r. 1919 z połączenia b. Muzeum Branickich z b. Gabinetem Zoologicznym Uniwersytetu Warszawskiego.

Otrzymałszy bezterminowy urlop wojskowy, objął od dn. 1 stycznia 1921 r. stanowisko dyrektora wspomnianego Muzeum, istniejącego obecnie pod nazwą Państwowego Muzeum Zoologicznego. Niezmiernie cenne swe zbiory, obejmujące około 8.000 gatunków mięczaków w kilkuset tysiącach

okazów oraz bibliotekę zoologiczną, ofiarował wówczas Wagner powierzonej mu instytucji, której odtąd aż do zgonu przewodził.

Umiłowaną dziedziną wiedzy, której Wagner od wczesnych lat poświęcał, z nigdy niesłabnącym zapałem, wszystkie chwile wolne od innych zajęć, była malakozoologia. Gałęź ta zoologii, opierająca studia nad mięczakami na podstawach anatomicznych, pozostaje w ostrem przeciwieństwie do przestarzałych dziś, jednostronnie konchyljologicznych kierunków i metod. I dziś jeszcze ogromna większość pracowników naukowych w zakresie systematyki i faunistyki niższych jednostek systemu mięczaków, ogranicza się do badania skorupy ślimaków i muszli małży. Wielką więc było zasługą Wagnera, że znakomite swe zdolności spostrzegawcze, niepospolity rozmach twórczy, a zarazem wybitnie krytyczny indywidualizm naukowy oddał na usługi nowoczesnej malakozoologii. Przyczynił się przez to w wybitnej mierze do postępów tej dziedziny wiedzy, która odgrywa dziś coraz donioślejszą rolę w ogólnych problemach rozwoju rodowego i rozsiedlenia geograficznego świata zwierzęcego.

Ceniąc nadewszystko pracę nawskroś samodzielną i twórczą w zakresie morfologii systematycznej, okazywał Wagner wielki, pod koniec życia może niekiedy nawet za daleko posunięty krytycyzm w stosunku do literatury fachowej, zwłaszcza faunistycznej. Był zdania, że krytyczne wykazy faunistyczne z danej miejscowości lub kraju powinny być nie zaczątkiem, lecz raczej jednym z wyników gruntownych badań morfologiczno - systematycznych i zoogeograficznych.

Stosując praktykę do teorii, wystąpił Wagner na widowni świata nauki z pierwszą swą publikacją dopiero w r. 1895, czyli w 35 roku życia. Było nią cenne, monograficznie ujęte studjum anatomiczno - systematyczne o rodzaju *D a u d e l a r d a*, ogłoszone w „Denkschriften“ wiedeńskiej Akademji Umiejętn., t. LXII. Następna z kolei monografia rodzaju *D o m a t i a s* stała się podstawą systematyki owej trudnej połud-

niowo europejskiej grupy skrzelodysznych ślimaków lądowych. Wydane w r. 1905 obszerne „*Helicinenstudien*“ oraz kapitalna monografia „*Die Familie der Helicinidae*“, (1911) ozdobiona 70 tablicami rysunków, stanowią dziś jedyne syntetyczne dzieła w zakresie wspomnianej prastarej grupy Prosobranchiów lądowych tropikalnych. Dla badacza europejskiej fauny, nie tylko malakozoologicznej, pierwszorzędą wartość posiadają dwa obszerne dzieła, wydane w 91 tomie (r. 1914—1915) „*Denkschriften*“ wiedeńskiej Akademii pod skromnymi tytułami „*Ueber schalentragende Landmollusken aus Albanien*“ etc. oraz „*Beiträge zur Anatomie und Systematik der Stylomatophoren*“ etc.

Sławę Wagnera, jako jednego z najznakomitszych w świecie malakozoologów utrwaliły liczne monograficzne studia nad świdrzykami (*Clausiliidae*), ogłaszane w „*Ikonografji*“ Kobelta, t. XXI i XXII, w wydawnictwach Akademii wiedeńskiej, w czasopiśmie („*Nachrichtsblatt*“) niemieckiego Towarzystwa Malakozoologicznego i w „*Pracach*“ Państwowego Muzeum Zoologicznego. Zawierają one pierwszą, od razu na wielką skalę zakreśloną, i nader udatną próbę oparcia systematyki owej obszernej grupy Pulmonatów na podstawach anatomicznych.

Ostatnią pracą Wagnera były opublikowane w pracach „*Muzeum*“, zaledwie na kilka tygodni przed śmiercią, podstawowe studia nad mięczakami Bułgarii, oparte na bogatym materiale dostarczonym przez Muzeum w Sofji.

Ogółem opisał Wagner kilkaset nowych dla wiedzy gatunków, rodzajów i rodzin mięczaków, których „typy opisowe“ należą dziś do najcenniejszych zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego.

Obdarzony wybitnym darem obserwacyjnym i wyborną pamięcią, pracował Wagner szybko, wyzyskując doskonale czas przeznaczony na pracę naukową. W drugorzędnych szczegółach się nie gubił, lecz zdążył wprost do raz obranego celu. Nie znosił stylu „wodnistego“ lub sztucznie „ubar-

wionego“. Pisał zwięźle, a mimo to jasno i ściśle. Celował szczególnie w sporządzaniu klasycznych dajnoz systematycznych, które ozdabiał pięknymi, z niezwykłą precyzją wykonanymi rysunkami.

Dzięki wspomnianej zdolności do szybkiej, intensywnej pracy, dorobek naukowy Wagnera przedstawia się nader pokaźnie nawet i pod względem ilościowym: 1.410 stron druku przeważnie wielkiego formatu oraz 229 tablic z przeszło 7.000 rysunków anatomicznych i konchyljologicznych. Nie wliczono tu licznych opisów, uwag i rysunków, jakie przysyłał Wagner badaczom z różnych krajów, zwracającym się do niego z prośbą o radę lub pomoc w pracy naukowej i jakie wskutek tego rozproszone są dziś w rozmaitych publikacjach innych autorów.

A liczba badaczy owych była niemała. Wagner bowiem był nie tylko znakomitym uczonym, cieszącym się rozgłosem światowym. Był zarazem człowiekiem skromnym i uczynnym, pozbawionym wszelkiej wygórowanej ambicji i przesadnej dbałości o sławę autorską. O tytuły i zaszczyty się nie ubiegał, nie dbając również i uwydatnienie zasług swoich na szerszym forum. Tem się tłumaczy, że po powrocie do Polski, nie przestając odgrywać wybitnej roli w nauce i będąc cytowanym wielokrotnie zarówno w literaturze ściśle fachowej, jak i w ogólniejszych dziełach zoologicznych, pozostał szerszemu ogółowi naszemu nieznany.

Mając charakter żywy, lecz łagodny i dobry, bezbronny był wobec plotki i hipokryzji. Wynikające stąd nieraz konflikty psychiczne oraz walka z przeciwnościami losu podkopywały siły uczonego, który żył więcej w umiłowanej przez siebie sferze wiedzy, niż w świecie realnym.

Ostatnie lata swego pracowitego żywota poświęcił Wagner wyłącznie obowiązkom muzealnym oraz badaniom, stanowiącym zakończenie działalności naukowej. Wyniki działalności tej zapewniają zmarłemu trwałe imię i zaszczytne stanowisko w dziedzinie wiedzy zoologicznej.

BUDOWA ATMOSFERY ZIEMSKIEJ

napisał

KONSTANTY LISOWSKI

Znajomość cech fizycznych, zwłaszcza temperatury wyższych warstw atmosfery została ugruntowana dopiero w końcu ubiegłego i na początku bieżącego stulecia dzięki rozwojowi badań aerologicznych. Szczególnie doniosłe rezultaty były osiągnięte metodą balonów sondowych zapoczątkowaną przez G. Hermite'a i G. Besançon'a w 1892 r., a udoskonaloną później przez Teisserenc de Bort'a. Metoda ta polega na unoszeniu przyrządów samopiszących (meteorografów) do możliwie najwyższych warstw atmosfery, niekiedy do 35 km. Unoszone do góry przyrządy notują ciśnienie, temperaturę i wilgotność powietrza i dostarczają w ten sposób danych co do rozkładu tych czynników w wysokich warstwach atmosfery, zupełnie niedostępnych dla aeronautyki.

Troposfera i stratosfera. Dawniej sądzono, że atmosfera posiada budowę jednolitą, że różnice, zachodzące pomiędzy wyższymi a niższymi warstwami powietrza, posiadają charakter tylko ilościowy, nie jakościowy. Mniemano, że temperatura, zarówno jak i ciśnienie, stale maleją ze wzrostem wysokości w całej atmosferze. Helmholtz, zakładając, że spadek temperatury wynosi średnio 0.6°C na 100 m. wzniesienia, wnioskował, że już na wysokości 40 km. temperatura zbliża się do bezwzględnego zera (-273°C). Tymczasem właśnie obserwacje za pomocą balonów sondowych wykazały, że poczynając mniej więcej od wysokości 11 km., spadek temperatury w miarę dalszego wznoszenia się ustaje i temperatura pozostaje stałą około -55°C lub bardzo nieznacznie wzrasta. Okoliczność ta stała w zupełnej sprzeczności z panującymi wówczas poglądami i dla wielu meteorologów była zupełnie nie do przyjęcia. Sądzono nawet, że tu zachodzą pewne błędy obserwacyj, spowodowane bezpośrednim działaniem promieni słonecznych na przyrządy samopiszące. Jednakże dalsze bada-

nia aerologiczne, zwłaszcza wypuszczanie balonów sondowych w nocy, w godzinach, gdy wpływ promieniowania słonecznego był stanowczo wykluczony, potwierdziły niezbicie istnienie warstwy o stałej temperaturze i wykazały, iż sięga ona do największej wysokości, jaką mogą osiągnąć balony — sondy, to znaczy do 30—35 km. To początkowo zagadkowe zjawisko zostało obecnie dostatecznie wyjaśnione drogą rozważań teoretycznych, według których przyczyną tego jest równowaga promieniowania, czyli równowaga pomiędzy przyływem energii promienistej, pochodzącej od słońca, a odpływem energii cieplnej, którą atmosfera ziemską wypromieniowuje w przestrzeń międzyplanetarną. Równowaga ta właśnie zachodzi w warstwie, gdzie panuje stała temperatura. Można więc dostępną naszym badaniom atmosferę podzielić na dwie części zasadnicze: dolną — „troposferę“ i górną — „stratosferę“. Podział ten i nazwy zostały ustalone przez Teisserenc de Bort'a. Różnica pomiędzy temi piętrami atmosfery polega przede wszystkim na zasadniczym przeciwieństwie w rozkładzie temperatury. W troposferze temperatura średnio zmniejsza się w kierunku pionowym o jakie 0.5°C do 0.7°C co 100 m., zaś w stratosferze ze wzrostem wysokości pozostaje bez zmiany, a nawet nieco wzrasta. W troposferze nieustannie powstają pionowe prądy powietrzne, zarówno wstępujące jak zstępujące, zachodzą wszystkie zjawiska powodujące różne stany pogody: kondensacja pary wodnej, tworzenie się chmur i opadów i t. d. W stratosferze natomiast niema prawie wcale prądów pionowych, ani kondensacji pary wodnej, wskutek której powstają chmury i opady.

Warunki równowagi powietrza. Istnienie prądów pionowych w troposferze dowodzi, że równowaga mas powietrznych często zostaje zakłócona, co właśnie stanowi wybitną cechę tej części atmosfery. Przy-

czyną tego zjawiska polega na niejednakowym ogrzewaniu różnych warstw powietrza.

Promienie słoneczne przebiegają przez atmosferę nie wywierając większego wpływu na jej stan cieplny z powodu znacznej przezroczystości powietrza dla energii promienistej. Wobec tego jedynym prawie źródłem ciepła dla warstw dolnych powietrza jest warstwa insolacyjna powierzchni ziemskiej; a więc w miarę wzrastania wysokości temperatura maleje z powodu wzrastania odległości od tego źródła ciepła.

Równowaga atmosfery jako ciała lotnego jest zawsze uwarunkowana rozkładem gęstości w kierunku pionowym. Gęstość danej masy gazu zależy od jego temperatury i ciśnienia, pod którym się ono znajduje. Ze wzrostem temperatury gęstość maleje, ze wzrostem zaś ciśnienia — zwiększa się i odwrotnie. Zmiany, jakim podlega temperatura w miarę wzrostu wysokości, powodowałyby większą gęstość górnych warstw powietrza, gdyby nie ta okoliczność, że ciśnienie szybko maleje ku górze, a przeto jego wpływ na gęstość powietrza jest wręcz przeciwny działaniu temperatury. Wobec tego górne warstwy powietrza bez naruszenia równowagi mogą być chłodniejsze od dolnych.

Jedną z zasadniczych własności gazów jest dążność do nieograniczonego rozszerzania się. Wszystkie części masy gazowej, najbardziej nawet rozrzedzonej, zachowują się tak, jakby się wzajemnie odpychały. Aby gaz znajdował się w stanie równowagi prężność jego musi być zrównoważona przez siły zewnętrzne. Powietrze ziemskie rozwinęłoby się w przestrzeń międzyplanetarną, gdyby siła ciężkości nie skupiała go dookoła kuli ziemskiej. Prężność atmosfery jest zrównoważona przez działanie siły ciężkości na samo powietrze. Wskutek ciężaru swego powietrze wywiera ciśnienie na powierzchnię ziemi, podobnie uciskana jest każda warstwa powietrza przez ciężar warstw na niej leżących. Następstwem tego jest, że w powietrzu istnieje wszędzie ciśnienie wewnętrzne i że ciśnienie to jest największe w warstwach najniższych, to jest

przy samej ziemi. Gdy unoszące się do góry powietrze trafia w obszar niższego ciśnienia i odpowiednio rozpręża się, wówczas wykonywa pewną pracę. Praca ta jest wykonana kosztem energii cieplnej, zawartej w danej masie powietrza. Wynika stąd, że unoszone do góry powietrze oziębia się, natomiast w zmuszonym do opadania na dół powietrzu zwiększa się prężność, a wskutek tego i temperatura. Tego rodzaju zmiany temperatury powietrza, gdy nie uzyskuje ono ciepła od otoczenia, ani oddaje nazewnątrz, nazywają się zmianami *adjabatycznymi*; wynoszą one przy ruchu pionowym, jak to wynika z dokładnych obliczeń, prawie 1°C na 100 m. wzniesienia.

Teoria pionowych prądów powietrznych daje możliwość ustalenia warunków równowagi w atmosferze.

Wyobraźmy sobie kolumnę suchego powietrza, w której spadek temperatury w kierunku pionowym wynosi mniej niż 1°C na 100 m. Następnie wyobraźmy sobie, że pewna dowolnie obrana masa powietrza została nagle przesunięta do góry o dowolnie małą odległość. W tym wypadku zmiana temperatury będzie adjabatyczna, ponieważ wskutek nagłego przesunięcia nie było wymiany ciepła z powietrzem otaczającym. W takim razie podniesiona masa powietrza powinna oziębić się o 1°C na każde 100 m. wzniesienia, a więc znajdzie się w otoczeniu cieplejszym od siebie, a przeto i lżejszym. Wskutek tego masa będzie dążyła na dół do stanu początkowego. Mamy tu więc cechy równowagi stałej. W ten sam sposób można się przekonać, że równowaga stała zachodzi w tym przypadku, gdy temperatura ze wzrostem wysokości pozostaje stałą lub wzrasta.

Niech temperatura w takiej samej kolumnie powietrza spada ze wzrostem wysokości dokładnie o 1°C na 100 m. Jeżeli w tym przypadku pewna masa powietrza zostanie w powyższy sposób podniesiona do góry, to odbywający się w niej ze zmianą wysokości spadek temperatury będzie taki sam, jak i w otaczającym powietrzu. W rezultacie podniesienia do góry masa powietrza znajdzie się w otoczeniu o takiej samej temperaturze, gęstość jej więc będzie

równa gęstości otoczenia. Wskutek tego masa ta pozostawiona swobodnie zatrzyma się na tej wysokości, do której została podniesiona. Mamy w tym przypadku cechy równowagi obojętnej.

Weźmiemy teraz wypadek trzeci, gdy temperatura w danym obszarze będzie spadała w miarę wzrostu wysokości więcej niż 1°C na 100 m. W tym przypadku spadek temperatury powietrza podniesionego do góry w sposób poprzedni będzie mniejszy, niż spadek temperatury powietrza otaczającego. Wskutek tego masa podniesiona do pewnej wysokości będzie cieplejsza i przeto lżejsza od otoczenia, a więc pozostawiona samej sobie będzie nadal posuwała się w kierunku pionowym. Są to cechy równowagi chwiejnej.

Z powyższego wynika, że spadek temperatury w atmosferze o 1°C na każde 100 m. wzniesienia jest warunkiem równowagi obojętnej; spadek wynoszący mniej niż 1°C na 100 m. jest warunkiem równowagi stałej; to samo ma miejsce, gdy temperatura ze wzrostem wysokości pozostaje stałą i wreszcie większy niż 1°C na 100 m. jest warunkiem równowagi chwiejnej. Równowaga chwiejna ma swoją granicę. Jeżeli spadek temperatury w atmosferze jest większy niż 1° , to równowaga, jakkolwiek chwiejna, jednak istnieje i powietrze bez przyczyny zewnętrznej ze stanu spoczynku nie wyjdzie. Jednak wystarczy najmniejszy bodziec zewnętrzny, drobne przesunięcie w kierunku pionowym, aby równowaga została naruszona i rozpoczął się ruch powietrza. Otóż skrajnym warunkiem tej równowagi jest spadek temperatury, wynoszący 3.4°C na 100 m.; z dość prostego rachunku wynika, że gdy spadek temperatury tę wielkość przekroczy, wówczas warstwy górne będą miały większą gęstość niż dolne: równowaga staje się niemożliwą i rozpoczyna się przemieszczanie mas powietrznych w kierunku pionowym. W ten sposób powstają pionowe prądy konwekcyjne w troposferze, gdy przyziemne warstwy powietrza w ciągu dnia ogrzewają się znacznie niż warstwy wyższe wskutek bezpośredniego sąsiedztwa z ogrzaną przez słońce powierzchnią ziemi. Przeciwnie

w godzinach nocnych, wskutek znacznego oziębienia dolnych warstw, przylegających do gruntu, spadek temperatury z wysokością znacznie się zmniejsza i otrzymuje się równowaga stała.

W powyższym rozumowaniu zrobiliśmy założenie, że powietrze jest zupełnie suche. Zrobiliśmy to założenie dla uproszczenia rozumowania, aby uniknąć pewnych omówień i zastrzeżeń. W rzeczywistości zaś rozważania te można zastosować do powietrza wilgotnego t. zn. zawierającego parę wodną, byleby nienasyconego. Jeżeli nasycenie jest niezupełne, to można zawsze pomyśleć sobie przesunięcie o tyle małe, że do kondensacji nie dojdzie.

Rozkład temperatury w atmosferze. Spadek temperatury powietrza w kierunku pionowym na każde 100 m. wzniesienia nazywa się pionowym gradientem temperatury. W średnich i wyższych szerokościach geograficznych gradient pionowy osiąga maximum w lecie, minimum w zimie. Szczególnie wielki spadek temperatury ze wzrostem wysokości powinien być w początku lata, gdy dolne warstwy powietrza są już znacznie ogrzane wskutek wzrostu insolacji t. j. dopływu energii cieplnej od słońca do powierzchni ziemskiej, podczas gdy wyższe warstwy są jeszcze bardzo oziębione. W porze zimowej w naszych szerokościach geograficznych wypromieniowanie atmosfery góruje nad insolacją, dolne warstwy powietrza są więcej oziębione, niż górne. Czasem wskutek silnego oziębienia warstw dolnych temperatura ze wzrostem wysokości nie tylko nie spada, lecz wzrasta, czyli gradient pionowy zmienia znak: staje się ujemny. Zjawisko takie nazywa się inwersją temperatury. W porze nocnej, zwłaszcza w zimie, jest ono zupełnie normalnem dla niższych warstw atmosfery, zwłaszcza podczas pogody bezchmurnej sprzyjającej wypromienianiu.

Naogół można powiedzieć, że dla warstw niższych niż 2.5 km. gradient pionowy temperatury jest mniejszy w zimie niż w lecie. Pewne obniżenie tego gradientu można zaobserwować w zimie na wysokości pomiędzy 1.0 i 1.5 km. i w lecie pomiędzy 1.5

i 3,0 km., co tłumaczy się tworzeniem się chmur na tej wysokości wskutek kondensacji pary wodnej, której towarzyszy wydzielanie się ciepła parowania.

Jak już powiedzieliśmy spadek temperatury w prądach wstępujących wynosi 1 °C na 100 m. dla powietrza nienasyconego parą wodną, zaś dla powietrza nasyconego spadek ten będzie tem mniejszy, im większa ilość pary zawartej we wznoszącym się powietrzu przechodzi w stan ciekły lub stały.

że przy wzlotach balonowych przyrządy samopiszące przestają notować zmiany temperatury na pewnej wysokości, wówczas gdy notowany przez nie stały spadek ciśnienia stwierdza dalsze wznoszenie się.

Wybitną cechą warstwy granicznej pomiędzy obydwoma częściami atmosfery jest to, że w miarę przesuwania się od równika ku biegunom wysokość jej zmniejsza się, a temperatura wzrasta, jak to widać z tablicy 1-ej:

Miejscowość	Szerokość geograficzna	Temperatura stratosfery	Wysokość stratosfery
Batawja	7° połudn.	— 85°	17.0 km.
Pas równikowy	30° północ.	— 63°	14.0 „
Kanada	43°	— 61°	11.7 „
Północne Włochy	45°	— 59°	11.1 „
Środkowa Europa	50°	— 56°	10.5 „
Południowa Rosja	60°	— 51°	9.6 „

Ponieważ zawartość pary wodnej w powietrzu ze wzrostem wysokości maleje, przeto gradient pionowy temperatury powinien wzrastać w kierunku pionowym. To też w warstwach wyższych gradient wzrasta z wysokością (w zimie do 7 km., w lecie do 10 km.), jak to wykazują obserwacje aerologiczne za pomocą latawców i balonów sondowych.

Z całokształtu tych obserwacji wynika,

Pomiędzy wysokością stratosfery a jej temperaturą istnieje pewien związek liniowy, mianowicie na każde 1.000 m. wzrostu wysokości temperatura obniża się o 5—8 °C.

Wysokość, od której rozpoczyna się obszar stratosfery zmienia się w ciągu roku. Minimum wysokości zwykle obserwuje się zimą lub wczesną wiosną, potem wysokość ta wzrasta i osiąga maximum w lecie. Np. dla Europy środkowej mamy (tabl. 2-ga):

	Zima	Wiosna	Lato	Jesień	Rok
Wysokość stratosfery	10.3 km.	9.9 km.	11.0 km.	10.7 km.	10.5 km.
Temperatura	— 58.8°	— 55.6°	— 53.0°	— 55.0°	— 55.6°

że już na wysokości około 10 km. gradient pionowy temperatury szybko maleje i spada do zera, czyli spadek temperatury ustaje. Istnieje tu więc t. zw. warstwa izometrii, gdzie nie ma spadku temperatury. Wyżej temperatura zaczyna nawet powoli wzrastać zaraz z wysokością: w ten sposób zaczyna się górna inwersja, czyli obszar stratosfery, która rozciąga się do najwyższych wysokości jeszcze dostępnych dla badań aerologicznych (35 km.).

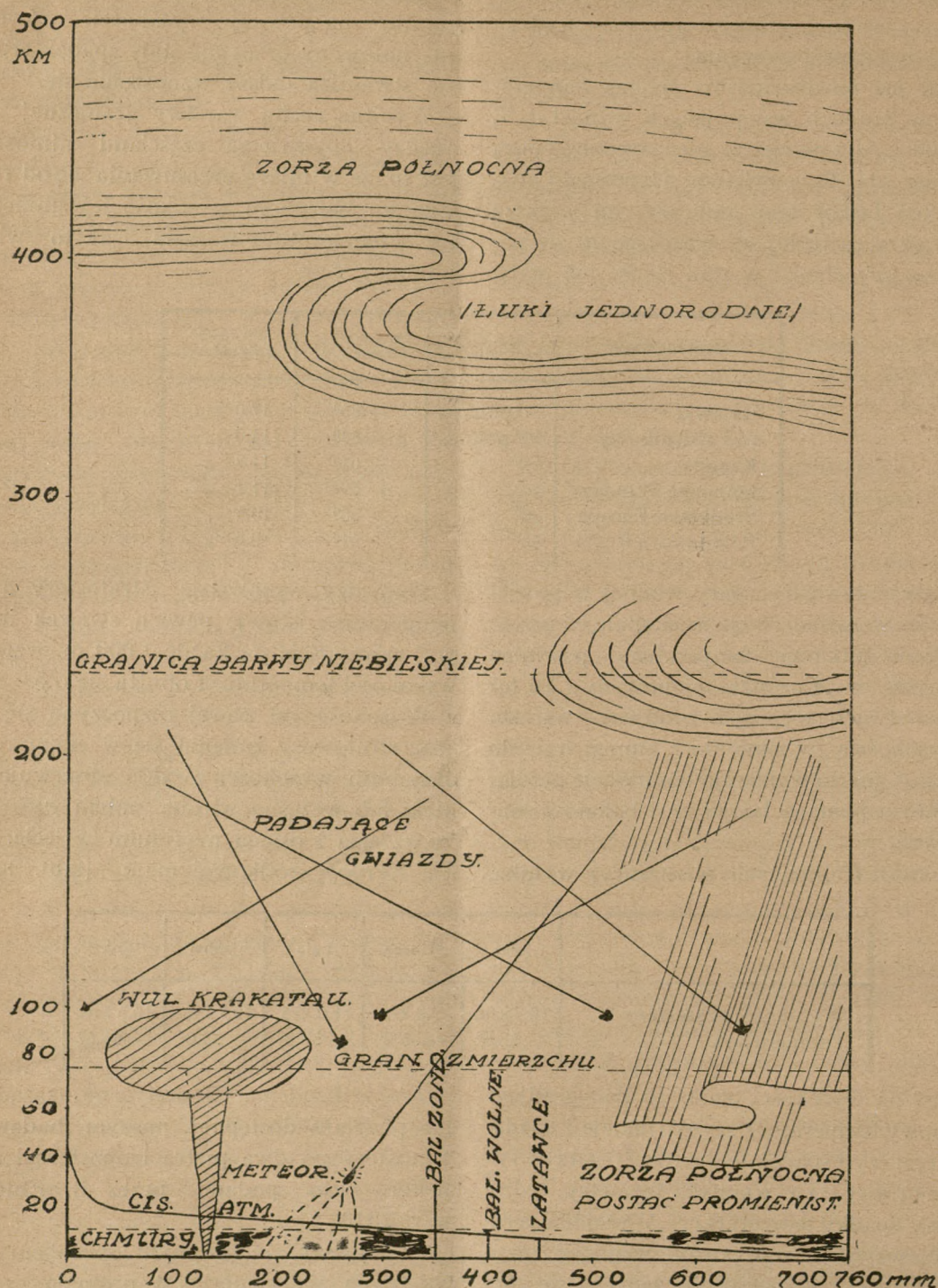
Granica pomiędzy troposferą a stratosferą daje się wyraźnie stwierdzić w ten sposób,

Teoria Emdena. Teoretyczne uzasadnienie podziału dostępnej naszym badaniom atmosfery na dwa piętra troposferę i stratosferę było podane przez R. Emdena w r. 1913.

Założywszy, że jedynym sposobem rozchodzenia się ciepła jest promieniowanie, Emden dowiódł¹⁾, że skoro tylko uwzględnimy odmienną przejrzystość powietrza dla promieniowania ziemskiego i dla promieniowania słonecznego, to warunki rów-

*) Sitzb. der Bayr. Akad. der Wiss. 1913.

Budowa atmosfery podług A. Wegenera:



nowagi termicznej nie dają się pogodzić z warunkami równowagi mechanicznej. Wskutek tego na powierzchni ziemi nieustannie tworzą się prądy wstępujące, co jest właśnie najważniejszą cechą troposfery.

Oprócz tego z teorii E m d e n a wynika pionowy rozkład temperatury, zupełnie podobny do tego, który obserwujemy w naturze.

Wychodząc z założenia, że równowaga termiczna istnieje — bowiem w przeciw-

nym wypadku temperatura powierzchni ziemi musiałaby wciąż wzrastać lub zmniejszać się, *Emden* najpierw rozważa hipotezę, że wszystkie promienie bez względu na długość fali są jednakowo pochłaniane przez atmosferę. Okazuje się wtedy, że równowaga termiczna pomiędzy dopływem energii cieplnej od słońca a wypromieniowaniem tej energii przez atmosferę ziemską jest możliwa tylko przy stałej od góry do dołu temperaturze wynoszącej -19°C . Taki pionowy rozkład temperatury oczywiście doskonale godzi się z warunkiem równowagi mechanicznej, który wymaga tylko, jak widzieliśmy powyżej, aby pionowy gradient temperatury powietrza wynosił mniej niż 1°C na 100 m. Gdyby zatem wszelkie promienie niezależnie od barwy były jednakowo pochłaniane przez atmosferę, to prądy wstępujące byłyby wykluczone. Wykazawszy w ten sposób nieprzydatność powyższej hipotezy jako niezgodnej z rzeczywistością, *Emden* przechodzi do badania warunków równowagi dla promieniowania w którym absorpcja zależy od długości fali, a więc od barwy promieni. Ze względu jednak na to, że wprowadzenie tak zawilego prawa, jakim jest prawo selektywnej absorpcji, dałoby powód do niezmiernych trudności, *Emden* wprowadza upraszczającą hipotezę, że dla wszystkich promieni słonecznych istnieje tylko jeden współczynnik pochłaniania, a dla wszystkich ziemskich też jeden, ale około 23 razy od tamtego większy. Wartość tego stosunku *Emden* wprowadza w pewnych danych empirycznych, zakładając np., że współczynnik absorpcji jest proporcjonalny do wilgotności bezwzględnej.

Ta druga hipoteza doprowadza do wniosku, że dla zachowania równowagi termicznej temperatura powietrza powinna zmieniać się zależnie od wysokości. Mianowicie na powierzchni ziemi powinna wynosić $+15.8^{\circ}\text{C}$ odtąd aż do wysokości mniej więcej 11 km powinna zniżać się i dalej znowu podnosić się, zdążając powoli i asymptotycznie do granicy -19°C . Minimum temperatury na wysokości 11 km wynosi zależnie od okoliczności, od -54°C do

-59.3°C . Taki rozkład temperatury godzi się z warunkami równowagi termicznej od 3130 m w górę, ponieważ od 3130 m. do tej wysokości, w której znajduje się minimum temperatury, gradient pionowy jest mniejszy od 1°C na 100 m, nad tym poziomem spadek ustaje a następuje wzrost. Poniżej poziomu 3130 m gradient pionowy temperatury jest większy niż 1°C na 100 m; stała równowaga mechaniczna jest niemożliwa: muszą powstawać prądy wstępujące, przenoszące masy powietrza w kierunku pionowym.

Jeżeli uwzględnimy kondensację pary wodnej, to przyjdziemy do wniosku, że prądy wstępujące mogą wznosić się daleko ponad poziom 3130 m, niekiedy nawet aż do poziomu minimum temperatury. Na tej wysokości powinnyby według teorii *Emdena* panować temperatura -38°C , w rzeczywistości zaś jest znacznie wyższa właśnie z powodu prądów wstępujących.

Widzimy stąd, że wnioski, wypływające z teorii *Emdena*, w dużym stopniu odpowiadają rzeczywistości.

Największa wysokość osiągnięta przez balony sondowe wynosi około 35 km, jak już powiedzieliśmy powyżej. Wiadomości, jakie otrzymujemy z tych krańcowych dla naszych obserwacji wysokości, przemawiają za tem, że stratosfera rozciąga się ponad 30—35 km. Lecz jaka jest temperatura warstw, znajdujących się powyżej obszaru dostępnego obserwacjom aerologicznym, czy pozostaje ona niezmienną, czy zachodzą w niej jakie zmiany? Kwestja ta, wobec braku obserwacji bezpośrednich, pozostaje niewyjaśnioną i daje pole do stawiania mniej lub więcej prawdopodobnych hipotez, opartych na obserwacji zjawisk związanych z temperaturą najwyższych warstw atmosfery. Natomiast teoria równowagi termicznej, która w sposób zadawalniający tłumaczy fakt istnienia stratosfery, nie jest w stanie wyznaczyć jej górnej granicy ani dalszych zmian temperatury w warstwach najwyższych.

Temperatura najwyższych warstw atmosfery. Wysunięte w czasach ostatnich poglądy naukowe na temperatury, panujące

w najwyższych warstwach atmosfery, są sprzeczne. Badacze angielscy *Lindemann* i *Dobson*¹⁾ przypuszczają, że już na wysokości 50—60 km panuje nader wysoka temperatura, wynosząca około $+30^{\circ}\text{C}$. Znany ze swoich badań nad zorzą północną fizyk norweski *L. Vegard*²⁾ dowodzi, że temperatura warstw powietrznych, gdzie to zjawisko zagadkowe zwykle zachodzi (od 40 km w górę), powinna nanowo spadać i to w sposób gwałtowny, ponieważ na wysokości 100 km ma wynosić tylko 35.5° w skali bezwzględnej, czyli -237.5°C . Znakomity meteorolog niemiecki *A. Wegener*³⁾ sądzi, że temperatura na wysokości 100 km powinna być nie niższa od -110°C .

Przypuszczenia powyższe opierają się na badaniu pewnych zjawisk, zachodzących w atmosferze na wielkich wysokościach (przeważnie powyżej 50 km). Do zjawisk tych możemy zaliczyć przede wszystkim meteoryty. Są to ciała twarde, które wpadają do atmosfery ziemskiej z przestrzeni międzyplanetarnej; niektóre z nich docierają aż do powierzchni ziemskiej i dają w ten sposób możliwość badania ich składu chemicznego. Największą część składową meteorytów stanowią żelazo i pewne związki chemiczne krzemu. Nader liczne pomiary wykazują, że świecące się meteoryty ukazują się przeciętnie na wysokości od 80 do 150 km. Szybkość ruchu ich jest bardzo wielka: wynosi przeciętnie około 40 km/sek. Opór powietrza i tarcie hamujące bieg meteorytu, powodują całkowitą przemianę energii kinetycznej ciała na energię promieniowania.

Z natężenia blasku oraz jego trwania, a również z odległości i szybkości meteorytów można wyznaczyć dolną granicę ich masy. Masa ta okazuje się niezmiernie małą, mniej więcej w granicach jednego miligrama. Odrazu wydaje się rzeczą niezrozu-

miałą, że promieniowanie tak nikłej ilości materji może być widziane z odległości wynoszących kilkaset kilometrów. To dziwne zjawisko tłumaczy się wielką szybkością, z jaką meteoryty wpadają do atmosfery. Ta wielka szybkość powoduje zupełne rozpylanie się twardego ciała wmiarę przenikania do warstw gęstszych i coraz częstsze zderzanie się jego cząsteczek z drobinami gazów. W powstającej przy tem nader wysokiej temperaturze części składowe meteorytu przechodzą w stan lotny — parują. W ten sposób dokoła niego powstaje obłok żarzących się gazów, który można obserwować z bardzo wielkich odległości jako t. zw. pospolicie „gwiazdę spadającą“.

Na rozważaniach powyższych *Lindemann* i *Dobson* oparli swoją teorię temperatury najwyższych warstw atmosfery. Wychodzą oni z założenia, że całkowita energia ruchu meteorytów przemienia się na ciepło parowania i żarzenia ich części składowych oraz że gaśnięcie na pewnej wysokości jest skutkiem całkowitego ich ulatniania się. Na podstawie danych, dotyczących wielkości tej energii oraz wysokości, na których zapalają się i gasną meteoryty, obliczają oni gęstość powietrza dla tych wysokości. Otóż gęstość ta wypada od 100 do 1000 razy większa dla 100 km, niż można byłoby się spodziewać, gdyby temperatura powyżej 10 km wysokości pozostawała niezmienną -50°C (czyli 223° w skali bezwzględnej).

Do tego samego rezultatu *Lindemann* i *Dobson* dochodzą inną drogą¹⁾. Obliczają oni mianowicie dolną granicę temperatury powietrza, która ulega zmianom adyabatycznym skutek parcia na nie poruszających się cząstek meteorytu. Obliczenia powyższe dokonywują zapomocą wzoru:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{3v^2}{2V^2} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

gdzie V jest szybkością drobin gazu, v — szybkość meteorytu, T — temperatura pa-

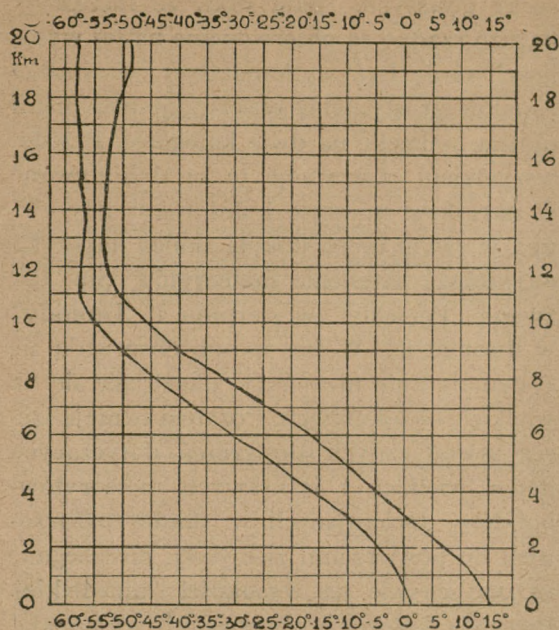
rowania, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$. Ponieważ wielkości wymienione są znane, można z wzoru przytzonego obliczyć T_0 — dolną granicę tem-

*) Proc. Roy. Soc. 102, 1922.

**) *L. Vegard*. Das Nordlicht und die höheren Atmosphärenschichten. Die Naturwis. 13, 541, 1925.

***) *A. Wegener*. Die Temperatur der obersten Atmosphärenschichten, Met. Zeit. B 42, Heft 10, 1925.

*) Met. Zeit. 1926 Heft 3. S. 102.



Rozkład temperatury w atmosferze

peratury powietrza. Otrzymany rezultat doskonale zgadza się z wynikami metody poprzedniej, gdyż według obliczeń $T_0 = 309^\circ$ skali bezwzględnej czyli $+27^\circ\text{C}$ (mniej więcej na wysokości 50 km).

Te paradoksalne na pierwszy rzut oka wyniki swoich badań Lindemanna i Dobsona popierają jeszcze innemi rozważaniami. Liczne pomiary wykazują, że świecące się meteoryty ukazują się najczęściej w warstwie od 80 do 150 km, natomiast gasną zawsze albo powyżej tej warstwy, lub poniżej 50 km. W warstwie pośredniej, to znaczy na wysokości mniej więcej 50 km, gaśnięcie prawdopodobnie nie zachodzi wcale. Zjawisko to staje się zrozumiałe, jeżeli przypuścić, że właśnie w tej warstwie następuje silny spadek temperatury z góry w dół aż do dolnej granicy stratosfery (od $+30^\circ\text{C}$ do -50°C). Wskutek tego meteoryty, wpadając do tej przestrzeni, napotyka ją na swej drodze warstwy coraz zimniejsze, przeto wymieniony powyżej proces żarzenia się i ulatniania się ich części składowych zostaje wstrzymany.

Inny dowód Lindemanna i Dobsona opierają na danych radjotelegrafji, dotyczących rozchodzenia się fal elektromagnetycz-

nych w wyższych warstwach atmosfery. Z danych tych wynika, że na bardzo wielkiej wysokości nad powierzchnią ziemską istnieje warstwa przewodząca, której wysokość w ciągu dnia aż do zachodu słońca wynosi 50 km, natomiast, w ciągu nocy podnosi się do 80 km. Istnienie tej warstwy tłumaczy się jonizacją powietrza pod wpływem promieniowania słonecznego i wytwarzania się ozonu z tlenu. Po zachodzie rozpoczyna się proces odwrotny: ozon zaczyna się rozpadać. Rozpad ten odbywa się tem prędzej, im wyższa jest temperatura danej warstwy powietrza. W ten sposób warstwa na wysokości 50 km, tworząca dolną podstawę obszaru wysokiej temperatury, będzie w ciągu dnia warstwą przewodzącą, zaś po zachodzie słońca zaczyna rozpadać się, a dolna granica warstw przewodzących przesuwają się do wysokości 80 km. Jednak tu należy zaznaczyć, że materiał obserwacyjny, dotyczący tych zjawisk, jest stosunkowo niewielki, wobec czego samo zjawisko nie jest jeszcze dokładnie zbadane, przeto dowód powyższy nie może być przekonywujący.

Poglądy Lindemanna i Dobsona nie pozostały odosobnione w nauce. Fizyk rosyjski Fesenkow, badając rozproszenie promieni słonecznych przez wyższe warstwy atmosfery dochodzi do wniosków analogicznych. Stosując prawa rozpraszania światła do obserwacji za pomocą specjalnie skonstruowanego fotometru, otrzymuje wyniki, przemawiające za tem, że temperatura najwyższych warstw powietrza powinna wzrastać z wysokością i być wyższą od temperatury stratosfery.

Hipoteza Vegarda co do istoty zorzy północnej i wypływających z niej wniosków o niskiej temperaturze najwyższych warstw atmosfery napotyka zbyt wielkie trudności, by mogła się utrzymać. Otóż według tej hipotezy zjawisko zorzy polega na fosforescencji kryształków azotu wskutek działania na nich promieni katodowych; dlatego, aby na tej wysokości (od 40 km) mógł istnieć azot w stanie steżonym, temperatura powinna wynosić 50° w skali bezwzględnej, czyli -220°C . Przypuszczenia Vegarda są

oparte na badaniach widma zorzy północnej oraz na danych, otrzymanych drogą eksperymentalną.

Oddawna stwierdzono, że w widmie zorzy przeważają prążki azotu, nie występują natomiast wcale prążki wodoru i helu, co wskazuje na brak tych gazów w najwyższych warstwach atmosfery; może to wydawać się nader dziwne, gdyż właśnie na tych wysokościach powinny, według wszelkiego prawdopodobieństwa, przeważać gazy najlżejsze. Lecz szczególnie zagadkowym zjawiskiem jest pewien prążek w zielonej części widma zorzy, którego nie można utożsamiać z linią widmową żadnego ze znanych na ziemi pierwiastków. Z dokładnych badań wynika, że długość fali odpowiadającej temu prążkowi wynosi $5577.350 \pm 0.001 \text{ \AA}$ ¹⁾.

Vegard wykonał w słynnym laboratorium kryogenicznym Kammerlingh Ohnes'a w Lejdzie szereg doświadczeń, które wydawały się przemawiać na korzyść jego teorii, i w których, jak sądził, udało się mu otrzymać sztucznie zjawisko analogiczne do świecenia zorzy północnej. W ostatnich czasach jednak doświadczenia te spotkały się z krytyką, która obaliła wyciągane z nich przez Vegarda wnioski. Szczególnie uderzającą sprzeczność z teorią Vegarda stanowią wyniki badań Mac-Lennana²⁾ nad widmem wodoru, helu, azotu i argonu w niskich temperaturach. Otóż z tych badań wynika, że słynna linia żółto-zielona (5577.35°A) otrzymuje się przez wyładowanie elektryczne w mieszaninie gazów, składającej się z helu oraz z niewielkiej ilości tlenu.

A. Wegener³⁾ obie hipotezy, zarówno wysokich jak i niskich temperatur, uważa za nader sztuczne i mało uzasadnione. Gaśnięcie meteorytów na wysokości poniżej 60 km zdaniem jego jest skutkiem zmniejszania się ich szybkości w miarę wpadania do warstw

coraz gęstszych. Sam fakt, że meteoryty bardzo rzadko są obserwowane na tej wysokości, może być wytłomaczony w sposób zupełnie prosty. Otóż obserwacje nad nimi można podzielić na dwie kategorie. Przede wszystkim obserwacje te są dokonywane w określone miesiące i dni roku, gdy ziemia w swym biegu dokoła słońca napotyka największe skupienie meteorytów (np. tak zwane „Perseidy“ w sierpniu i „Leonidy“ w listopadzie). W ten sposób obserwują się systematycznie meteoryty, ukazujące się na wielkich wysokościach. Poza tym istnieje szereg sporadycznych spostrzeżeń, dotyczących nader wielkich i jaskrawych meteorytów-bolidów, docierających w stanie rozżarzonego do powierzchni ziemskiej; dostrzegane są one zwykle na wysokości niewielkiej. Pierwsza kategoria obserwacji, wymagająca metod specjalnych, prowadzona jest przez fachowych astronomów i dotyczy zwykle najwyższych warstw atmosfery, zaś druga najczęściej bywa dokonywana przez obserwatorów przygodnych, ponieważ takie rzucające się w oczy zjawisko zwraca uwagę ogółu ludności. Natomiast wysokości średnie w ogólnej statystyce nie są przeważnie brane pod uwagę; stąd, zdaniem Wegenera otrzymuje się rzekome minimum dla tych wysokości.

Według A. Wegenera do sądu o temperaturze najwyższych warstw atmosfery znacznie pewniejszą podstawą, aniżeli zjawisko meteorytów lub zorzy północnej, są świecące się obłoki, zaobserwowane pierwszy raz w r. 1885. Zagadkowość tego zjawiska polega na tem, że, jak stwierdzono dotychczas, występuje ono najczęściej na wysokości 70—80 km. Jak wiadomo, powstawanie obłoków jest skutkiem kondensacji pary unoszonej do wyższych warstw dzięki konwekcyjnym prądom pionowym. Jak wyżej wskazaliśmy, warstwa, w której przeważnie zachodzi kondensacja pary wodnej, znajduje się na wysokości 1500—4000 m. Jednakże prądy wstępujące istnieją i w warstwach wyższych, aczkolwiek są daleko mniej intensywne. Wskutek tego para wodna unoszona przez te prądy może przenikać aż do granic troposfery t. j. wysokości 10—

¹⁾ A — Angström jest to jednostka długości = ± 0.1 milimikrona ($\mu\mu$). W tych jednostkach zwykle mierzy się długość fali świetlnej.

²⁾ Nature, march, 1925.

³⁾ A. Wegener, Die Temperatur der obersten Atmosphärenschichten. Met. Zeit B. 42, Heft 10

11 km. gdzie powstają chmury najwyższe t. zw. „pierzaste“ (cirrus), składające się z kryształków lodu. W stratosferze według poglądów spółczesnych niema prądów wstępujących, a wskutek tego i kondensacji pary wodnej. Wobec tego istnienie zagadkowych świecących się obłoków na tak wielkiej wysokości, wielokrotnie wyższej od dolnej granicy stratosfery, wydawało się zupełnie niezrozumiałem. To też początkowo powstała teoria, iż obłoki powyższe pochodzą z pary wodnej, gazów i twardych cząsteczek, które zostały wyrzucone do atmosfery na znaczną wysokość przez wybuchy wulkaniczne. To tłumaczenie wydawało się bardzo prawdopodobne, ponieważ odkrycie obłoków świecących się nastąpiło w 2 lata po słynnym wybuchu Krakatau na wyspach Sundajskich. Wówczas wszystkie wybuchy zostały wyrzucone na wysokość 35 km i, pozostając przez czas dłuższy w atmosferze, spowodowały szereg efektownych zjawisk optycznych. Jednakże teoria pochodzenia wulkanicznego nie mogła się utrzymać wobec faktu, że obłoki świecące ukazują się nie tylko w okresach wybuchów wulkanicznych, lub najbliższych po nich. Według innych przypuszczeń, na wysokości 70—80 istnieje obszar dalszego spadku temperatury („troposfera górna“ według *Wegenera*) wskutek czego nader nikle ilości pary wodnej na tej wysokości kondensują się w kryształki lodu.

W czasach ostatnich zostało wysunięte nowe przypuszczenie co do pochodzenia świecących się obłoków, według którego powstają one wskutek działania promieniowania słonecznego na gaz piorunujący, t. j. mieszaninę wodoru i tlenu w stosunku objętościowym 2 : 1. Według obliczeń na wysokości 70—80 km wypada największy stosunek procentowy (w przybliżeniu 19 % gazu piorunującego) a więc na tej wysokości istnieją najodpowiedniejsze warunki dla powstawania wody drogą chemiczną. Zwykle powstawanie wody tą drogą odbywa się przez eksplozję, jednakże badania ostatnie wykazują, że pod wpływem promieniowania połączenie wodoru z tlenem może odbywać się powoli bez eksplozji. Obłoki te

nie są samoświecące lecz świecą światłem odbitem, pochodzącem od słońca. Dowodem tego fakt, że światło ich jest spolaryzowane i że ukazują się one o zmierzchu lub przed wschodem słońca. Według wszelkiego prawdopodobieństwa składają się one z kryształków lodu a przeto co do swej budowy są zupełnie podobne do chmur pierzastych — „cirrusów“.

A. *Wegener* nazywa je „górnymi cirrusami“ (Hochcirrus), które, zdaniem jego, jakkolwiek rzadko, lecz regularnie ukazują się na wysokości od 70 do 80 km nad powierzchnią ziemską. Pozatem uważa on, że w nich można zaobserwować pewne zjawiska optyczne analogiczne do zjawiska „halo“, występującego w chmurach pierzastych. Powstaje pytanie, w jaki sposób na tak wielkiej wysokości mogą tworzyć się chmury. Ponieważ ilość pary wodnej w atmosferze powinna naogół zmniejszać się w miarę wzrostu wysokości, więc w całym obszarze stratosfery, gdzie panuje stała temperatura, wilgotność względna, im wyżej, tem powinna być mniejsza, przeto para wodna coraz więcej oddalać się będzie od stanu nasylenia¹⁾. Zgodnie z tem powyżej górnej granicy troposfery i dolnej granicy stratosfery obłoków niema. Jeżeli zaś na wysokości 70—80 km para wodna może ulegać kondensacji, to należy przypuścić, że w tych warstwach następuje ponowny spadek temperatury ze wzrostem wysokości.

A. *Wegener* wykonał rachunek następujący. Zakłada on mianowicie, że temperatura na wysokości 11 km. t. zn. na granicy troposfery i stratosfery wynosi — 55 °C, wilgotność względna 50 % względem wody, co dla lodu daje stan nasylenia. Ponieważ ciśnienie pary wodnej nad wodą przechłodzoną o temperaturze — 55 °C wynosi 0.026 mm²), to rzeczywista prężność pary na granicy stratosfery posiada wielkość

$$e_0 = 0.013 \text{ mm.}$$

Spadek prężności pary ze wzrostem wysokości oblicza się za pomocą wzoru:

¹⁾ A. *Wegener*. Obere Temperaturinversionen. Beitr. z. Phys. d. fr. Atmosphäre IV, S. 62.

²⁾ A. *Wegener*. Thermodynamik der Atmosphäre. S. 79.

$$\lg e = \lg e_0 - \frac{h}{29540 \cdot \frac{218}{273}}$$

gdzie h — wysokość w metrach liczona od granicy stratosfery. Aby otrzymać prężność pary dla wysokości 80 km należy przyjąć $h = 69000$, wówczas z rachunku wypada:

$$e_{80} = 1.5 \times 10^{-5} \text{ mm}$$

Jest to ciśnienie pary wodnej nad lodem w temperaturze -100°C . Zdaniem A. Wegenera taka temperatura powinna panować na poziomie „górnych cirrusów” t. zn. w warstwie 70—80 km¹⁾.

Nie trudno przekonać się, że otrzymana w ten sposób wielkość temperatury ma charakter wartości granicznej. Rzeczywiście, jeżeli w warstwie, leżącej ponad izotermiczną stratosferą, temperatura obniża się ze wzrostem wysokości oraz zachodzi kondensacja pary wodnej i w związku z tem tworzą się obłoki, jakkolwiek w ilości nader ograniczonej, to warstwa ta posiada zasadnicze cechy troposfery; to też A. Wegener nazywa ją „troposferą górną” (Hochtroposphäre). Z tego wynika również, że warunki równowagi w tej części atmosfery naogół nie mogą być spełnione, podobnie jak i w troposferze. W tej ostatniej, jak wiadomo, prężność pary wodnej maleje w miarę wzrostu wysokości znacznie prędzej, niż tego wymaga prawo dyfuzji. Przyczyną tego jest stale odbywająca się kondensacja pary i wydzielanie jej w formie opadów. Już na wysokości 8 km znajduje się tylko $\frac{1}{50}$ wartości niezbędnej dla zachowania równowagi dyfuzyjnej. W troposferze górnej proces ten powinien zachodzić w stopniu daleko mniejszym, jednakże zakłócenie równowagi odbywa się w tym samym sensie. Rzeczywiste ciśnienie pary wodnej na wysokości 80 km powinno wynosić niewiele więcej niż 10^{-5} mm, możliwe nawet, że tylko 10^{-6} mm. Według Nernsta maksymalne ciśnienie pary nad lodem w temperaturze -113°C spada do 5.8×10^{-7} mm, wobec tego temperatura atmosfery na tej wysokości może wahać się w granicach od -100°C — -110°C .

Reasumując powyższe, można powiedzieć,

że zjawisko świecących się obłoków doprowadza, zdaniem A. Wegenera, do wniosków następujących:

1) *Górna część atmosfery, poczynając od wysokości 80 km tworzy „górną troposferę”, w której temperatura ze wzrostem wysokości maleje.*

2) *Temperatura na wysokości 80 km wynosi około -100 do -110°C .*

O wysokości „górnej troposfery” można wnioskować, zakładając, że w niej, na wzór troposfery dolnej, pionowy spadek temperatury wynosi połowę tej wielkości, która odpowiada warunkom równowagi mechanicznej; pozatem należy uwzględnić zupełnie inny skład powietrza na tej wysokości. Wychodząc z tych założeń A. Wegener twierdzi, że całkowita grubość warstwy „górnej troposfery” powinna wynosić około 20 km, dolna jej podstawa znajduje się na wysokości 60 km.

Spadek temperatury w kierunku pionowym w warstwach powyżej 80 km zależy od składu tych warstw. Jest to bowiem kwestja sporna, czy składają się one z gazów lekkich, wodoru lub helu, czy też azotu. O ile na tej wysokości atmosfera składa się z wodoru, co jest najwięcej prawdopodobne, wówczas warunkiem równowagi jest spadek 0.7°C na km. W tym wypadku temperatura na wysokości 120 km. ma być w granicach od -130°C do -140°C .

Słabą stroną teorii A. Wegenera jest przede wszystkim to, że kwestja pochodzenia obłoków świecących pozostaje sporną, a liczba pomiarów ich wysokości jest niewielka. Pozatem Lindemann i Dobson wysuwają zarzut następujący. Dla istnienia troposfery zarówno górnej jak i dolnej jest niezbędnym warunkiem odpływ ciepła od jej granicy górnej. W schemacie podanym przez A. Wegenera zjawisko takie jest trudne do pomyślenia. Istotnie, nie może ono odbywać się ani przez konwekcję, ani przez przewodnictwo. Pozostaje tylko wypromieniowanie. Lecz zachodzi pytanie, jaka substancja w tych warstwach wydziela promieniowanie długofalowe, powodujące spadek temperatury. Jest to niemożliwe dla azotu i tlenu; inne gazy w tych warstwach znaj-

¹⁾ Met. Zeit. Band. 42. Heft 10, S. 405, 1925.

dują się w ilości znikomo małej, pozostaje tylko ozon, który posiada pasmo absorpcyjne 9.5 μ i przypuszczalnie może tworzyć się w wyższych warstwach tlenu pod wpływem promieni słonecznych o fali większej niż 185 μ . Jednak obecność ozonu powinna raczej przyczyniać się do podniesienia temperatury niż do jej spadku, ponieważ ozon absorbuje nie tylko znaczną część obszaru widzialnego widma słonecznego, lecz również wszystkie promienie poniżej 300 μ ; przeto, zdaniem Lindemanna i Dobsona wydaje się nie do pomyślenia pro-

ces, który prowadzi do oziębienia najwyższych warstw atmosfery, a bez tego „troposfera górna“ istnieć nie może.

Z przytoczonych powyżej nader pomysłowych, lecz rozbieżnych hipotez i wniosków, ogłoszonych przez wybitnych badaczy współczesnych, wynika, że zagadnienie temperatury najwyższych warstw atmosfery pozostaje kwestją sporną, która może będzie rozstrzygnięta w przyszłości jedynie drogą doskonalenia metod badania i gromadzenia coraz liczniejszych spostrzeżeń zjawisk z tem zagadnieniem związanych.

SPRAWOZDANIA Z LITERATURY

DR. ZYGMUNT FEDOROWICZ. *Krajowe Zwierzęta Ssące*. Ze 108 rysunkami w tekście. Nakładem i Drukiem Józefa Zawadzkiego. Wilno 1928.

W przedmowie autor pisze: „Zadaniem niniejszej książki jest krótkie zestawienie wiadomości, dotyczących całości fauny zwierząt ssących, zamieszkujących w stanie dzikim ziemie polskie w obecnych granicach“. Zapoznając się jednak z pracą Dr. Fedorowicza, widzimy, że przekroczył on znacznie ten program. Stusnie zresztą, gdyż jeśli książka taka ma zainteresować szerokie warstwy miłośników przyrody i myśliwych, o co głównie chodzi autorowi, musi ona zawierać coś więcej prócz faktycznego materiału naukowego. — Autor podzielił książkę na dwie części: ogólną i szczegółową. W części szczegółowej w porządku systematycznym omówione są krajowe zwierzęta ssące. Część ogólna obejmuje cztery następujące rozdziały: 1) Ogólna charakterystyka zwierząt ssących, 2) Pochodzenie i rozwój ssaków, 3) Rozmieszczenie geograficzne zwierząt ssących, 4) Stan badań nad fauną ssaków w Polsce. Dzięki treści tych rozdziałów, oraz dzięki temu, że przy każdym gatunku w części szczegółowej, autor podaje garść wiadomości biologicznych, książka nabiera dużej wartości popularyzacyjnej. Wypełnia ona lukę, panującą pod tym względem w naszej literaturze, lub lepiej mówiąc, jest kamieniem węgielnym, położonym pod gmach współczesnej literatury polskiej tego typu. Z prawdziwą więc przyjemnością podkreślamy tu zasługę księgarni Zawadzkiego, która przez wydanie tej książki godnie podtrzymuje tradycje firmy. Życzyłby sobie należało, aby pojawienie się tej pracy pociągnęło za sobą opublikowanie podobnych monografij, obejmujących inne grupy systematyczne naszej fauny. Niemniej jednak i pod względem naukowym praca ta wykazuje pewne wartości. Przedewszystkiem więc znajdujemy w niej sporo danych fizjograficznych, zebranych przez au-

tora w Wileńszczyźnie. Poza tem zawiera ona zestawienie wiadomości o geograficznem rozmieszczeniu ssaków w Polsce.

Bezwątpienia książka ta, tak bardzo potrzebna, znajdzie licznych czytelników. Należy też sądzić, że nakład jej szybko się wyczerpie. Z tego też względu przedewszystkiem i z obowiązku krytyka również, chciałbym zwrócić uwagę autora na pewne szczegóły, które, zdaniem mojem, przy następnej wydaniu należałoby uzupełnić, lub też nieco inaczej potraktować.

A więc pierwszy rozdział książki jest raczej nieco za krótki, a niektóre kwestje w nim zawarte przedstawione może nazbyt popularnie. Dotyczy to np. ustępu, w którym autor omawia sprawę systematyki i jednostek taksonomicznych. W schematyzowaniu tych rzeczy Dr. Fedorowicz posunął się zbyt daleko. Bezwątpienia nazwisko Johna Raya zasługuje na wspomnienie, że jednak od końca wieku XVII w naszych pojęciach o gatunku posunęliśmy się znacznie naprzód, więc to lapidarne określenie gatunku, na którym poprzestaje autor, nie wystarcza nawet w tak popularnej pracy. Nie wystarcza przedewszystkiem dlatego, że praca ta ma jednak charakter systematyczny. A jeśli książka popularno-naukowa ma być odbiciem tego, co się dzieje w danej chwili w nauce, to muszą w niej być, przynajmniej w miejscach ważniejszych, stworzone pewne punkty zaczepienia o naukę. A wszak dzisiaj tyle się pisze o jednostkach systematycznych, tych właśnie, które Ray i jego bezpośredni następcy obejmowali pojęciem gatunku. Jeśli już tylko o kręgowce chodzi, to można było wspomnieć o tem, co powiedzieli na ten temat choćby tacy autorowie jak: Osborn, Chapman, Sumner, Stresemann, Grunel, Boulenger, Osgood, Seyr v. Schveppenburg, Allen, Berg, Suszkin, Hartet, v. Jordans. Pomijam szereg innych. Nie mówiąc już o tem, że nad samem poję-

ciem gatunku należało się zastanowić, jestem zdania, że sprawę „form geograficznych“ trzeba było bezwarunkowo poruszyć.

Rozdział drugi „Pochodzenie i rozwój ssaków“ jest stanowczo zbyt popularny. Dotyczy to również rozdziału o geograficznym rozmieszczeniu zwierząt ssących. Obydwa te rozdziały, zarówno pod względem treści w nich zawartej, jak i wypowiedzianych w nich uogólnień, należałoby poddać gruntownej rewizji. Nie miejsce tu na wdawanie się w szczegóły. Zaznaczyć jednak trzeba, że zbyt wielkie rozmiłowanie się w klasycznych, starych autorach na niekorzyść nowszej literatury ma stanowczo swoje złe strony. Tak więc np. autor pisze: „Klasycznym przykładem wędrówek jest często cytowany przykład przesiedlenia się do Europy szczura wędrownego (*Mus decumanus*), który dopiero w r. 1727 — według świadectwa Pallas — ruszył z krain nadkaspjskich ku zachodowi i począł wypierać szczura domowego (*Mus rattus*)“. Otóż już 15 lat temu Kaszyczko dowiódł, że szczur wędrowny do Europy środkowej i wschodniej, a następnie poza Ural, dostał się z Europy zachodniej, dokąd został zawleczony przez okręty.

O stanie badań nad fauną ssaków w Polsce, autor pisze tak: „pozostali autorzy dawali spisy gatunków zebranych wprowadzić na niewielkim stosunkowo obszarze, natomiast materiał ten był wszędzie zebrany osobiście i opracowany krytycznie, co nadaje szczególną wartość ich pracom, stanowiącym trwałe fundament dla wszystkich faunistów“. Nie mogę się na to zgodzić. Bowiem, z licznymi wyjątkami, wszyscy niemal autorzy, którzy pisali o ssakach polskich, zebrane przez się wiadomości podawali bezkrytycznie, a specjalnie dotyczy to opracowania materiału pod względem systematycznym. Był on opracowywany bez znajomości literatury, poprostu „określany“ ze znajdujących się pod ręką kluczy, czy monografij. Na tem się kończyło. I dlatego właśnie większość z tych prac posiada wartość bardzo względną i przeważnie nie nowego do nauki nie wnosi.

Przechodząc do części systematycznej, zaznaczyć

przedewszystkiem muszę, że autor, niestety, nie trzyma się przyjętych reguł nomenklatury. Nazwy, które podaje, są stosowane najzupełniej przygodnie. Poniżej podajemy kilka przykładów *)

Nadmienić zresztą trzeba, że w ogromnej większości autor te nazwy właściwe podaje w synonimach. Dlaczego jednak autor nie użył od razu nazw właściwych?

Przy sposobności podkreślę, że w grupowaniu gatunków w rodzaje autor nie jest konsekwentny. W żadnym razie gatunków: *putorius*, *lutreola* i *nivalis* nie można łączyć w jeden rodzaj. Toż samo dotyczy królika i zająca, rysia i żbika, lisa i wilka. Nie należy też *Sicista subtilis* (Pall.) zaliczać do rodziny *Muridae*, skoro należy ona do rodziny *Jaculidae*.

Autor naogół nie wdaje się w rozpatrywanie jednostek taksonomicznych niższych od gatunku. Być może w książce tego typu jest to racjonalne, jakkolwiek ja osobiście jestem odmiennego zdania. W każdym jednak razie należy być konsekwentnym i albo nic nie mówić o zmienności w obrębie gatunku, albo omawiać ją u tych wszystkich gatunków, u których ona występuje. Pozatem konieczną jest dokładność podawanych wiadomości, którego to warunku w książce dra Fedorowicza brak. Tak np. kończąc opis jelenia dodaje autor na końcu: „Większość polskich przyrodników uważa jelenia karpackiego za odrębną odmianę i odróżnia go od jelenia nizinnego“. Przechodząc do porządku dziennego nad zdaniem polskich przyrodników, z których bodaj nikt ściślej tą sprawą się nie zajmował, pozwolę sobie zacytować tu kilku autorów obcych. Otóż dawno już Lydekker wyróżnił jelenia karpackiego i nadał mu nazwę *C. elaphus carpathicus*. Niedawno Bolezat poszedł dalej, bo wyróżnił w Karpatach dwie formy: *Cervus elaphus carpathicus* var. *campestris* i *Cervus elaphus carpathicus* var. *montana*. Wspomnieć tu też trzeba, że według niektórych autorów jeleni karpacki zbliża się do marała. O ile znów chodzi o naszego jelenia równinowego, to w żadnym razie nie jest to *Cervus elaphus* Linn., gdyż ten jest prawdopodobnie

*) Zamiast:

Sorex vulgaris Linn.
Sorex pygmaeus Pall.
Crossopus fodiens Pall.
Crocidura araneus Schreb.
Crocidura leucodon Bonap.
Mus decumanus Pall.
Lepus variabilis Pall.
Lepus cuniculus Linn.
Sminthus vagus Blas.
Felis catus Linn.
Felis lynx Linn.
Foetorius putorius Linn.
Foetorius vulgaris Rich.

Winno być:

Sorex araneus Linn.
Sorex minutus Linn.
Neomys fodiens (Pall.)
Crocidura russula (Herm.)
Crocidura leucodon (Herm.)
Epimys norvegicus (Erx.)
Lepus timidus Linn.
Oryctolagus cuniculus (Linn.)
Sicista subtilis (Pall.)
Felis silvestris Schreb.
Lynx lynx (Linn.)
Putorius putorius (Linn.)
Mustela nivalis Linn.

ograniczony tylko do Szwecji; w pozostałych częściach Europy występują inne formy. Co do Polski wchodzi w rachubę: *Cervus balticus* Mtsch., *Cervus neglectus* Mtsch. i *Cervus albicus* Mtsch. Że te formy zostały wyróżnione przez tak bezkrytycznego badacza, jakim był Matschie, nie znaczy to jeszcze, by bez słowa przechodzić nad nimi do porządku dziennego. W każdym bądź razie *Cervus elaphus germanicus* Desm., jest pod gatunkiem dobrym i o nim by wspomnieć należało. To samo co z jeleniem robi autor z wiewiórką. Cytuje on *Sciurus vulgaris* var. *carpathicus* Pietr., a nie cytuje szeregu innych form, mogących wchodzić w grę. A przecież wzięwszy do ręki chociażby Trouessarta, widzimy, że w Polsce występuje nie *Sciurus vulgaris*, a prawdopodobnie *Sciurus vulgaris varius* Kerr.; bezwątpienia zresztą w różnych okolicach Polski występują różne formy. Dotyczy to również lisa. Dr. Fedorowicz cytuje szereg odmian lisa, czem jednak mają być te odmiany nie wiadomo. Jako naukową nazwę naszych lisów podaje autor *Canis vulpes* Linn.; wystarcza zaś wziąć do rąk Satunina, by się przekonać, że w Polsce występuje nie *Vulpes vulpes* (Linn.), a inne formy. Toż samo wynika z ostatniej pracy Ogniewa.

Naturalnie, że to, co poruszyłem w stosunku do powyższych trzech gatunków, należałoby omówić i w stosunku do pozostałych, a to mianowicie tych,

które wytwarzają również formy geograficzne.

Najbardziej wartościową część książki stanowią dane o rozmieszczeniu geograficznym zwierząt ssących w Polsce. Niestety jednak dane te nie są pełne i niezawsze są ściśle. Tak np. ze słów autora wynika, że w Poznańskim niema dzików. Nie mogę się też zgodzić na twierdzenie, że dzik na Polesiu jest rzadki; w niektórych okolicach jest on tam wręcz liczny. W Tatrach ryś naturalnie jest. Nieściśle są też dane o niedźwiedziu, wilku, norce, grońostaju i niektórych innych gatunkach. Wprawdzie nieścisłości te dotyczą niekiedy szczegółów, niemniej jednak można ich było uniknąć.

W końcu książki podaje autor bibliografię. A więc „Spis prac, dotyczących ssaków ziem polskich“ i „Inne dzieła w pracy niniejszej uwzględnione“. Bibliografia, dotycząca Polski, jest bardzo niepełna. Co się tyczy ogólnej literatury mammalogicznej, to spis wykazuje wyraźnie, że autor nie tylko nie uwzględnił prac specjalnych, naukowych, z tej dziedziny, ale nawet nie zapoznał się z takimi kluczami, względnie podręcznikami do określania, jakimi są Brohmer, Trouessart, Satunin i inne.

Na usprawiedliwienie autora zaznaczyć zresztą trzeba, że nasze środowiska naukowe są w literaturę uposażone nader skąpo i że w Wilnie np. o taką literaturę było bezwątpienia trudno.

Janusz Domaniewski. (Zakopane)

Do Prenumeratorów „WSZECHŚWIATA”

*Uprzejmie prosimy Szanownych Pre-
numeratorów o wpłacenie należności
za „Wszechświat” do końca r. b.*

Modele anatomiczne (z masy papierowej)
Preparaty zoologiczne (mokre)
Szkielety zwierząt
Tablice poglądowe z dziedziny anatomji, higjeny,
zoologji, botaniki, geografji i geologji

p o l e c a :

SP. AKC.

SP. AKC.

Polska Składnica Pomocy Szkolnych
(O T U S)

WARSZAWA, NOWY-ŚWIAT 33

DO NAUKI HISTORJI

POSIADAMY NA SKŁADZIE

OBRAZY ILUSTRUJĄCE ROZWÓJ KUL-
TURALNY I CYWILIZACYJNY POLSKI

1. Mieszkanie nawodne 2. Wiek IX Wrózenie z włóźni. 4. Wiek XIII. Pasowanie
na rycerza. 5. Wiek XIV. Klasztor. 6. Wiek XVII. Wnętrze dworu szlacheckiego.
7. Wiek XVII. Rynek Starego Miasta w Warszawie. 8. Wiek XVIII. Posiedzenie sejmu.
9 Wiek XVIII. Król Stanisław August w Łazienkach. 10. Wiek XIX. Rządy rosyjskie
w Kongresówce.

CENA TABLICY PODKLEJANEJ ZŁ. 5.75.

MAPA HISTORYCZNA POLSKI od końca XVI w. do r. 1772 opracowana przez
J. Dąbkowicza. Wymiar 130×126 cm.

PODKLEJANA PŁÓTNEM NA WALKACH ZŁ. 5.75

OBRAZY DO HISTORJI POWSZECHNEJ: Lehmana, Hofmanna, Cybulskiego
i innych.

MAPY DO HISTORJI POWSZECHNEJ: Kampena, Kieperta i Sprunnera.

Sp. Akc. Polska Składnica Pomocy Szkolnych
(O T U S)

WARSZAWA, NOWY-ŚWIAT. Nr. 33.