

# WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

**PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA“.**

W Warszawie: rocznie rb. 8, kwartalnie rb. 2.  
Z przesyłką pocztową rocznie rb. 10, półr. rb. 5.

**PRENUMEROWAĆ MOŻNA:**

W Redakcyi „Wszechświata“ i we wszystkich księgarniach w kraju i za granicą.

Redaktor „Wszechświata“ przyjmuje ze sprawami redakcyjnymi codziennie od godziny 6 do 8 wieczorem w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: WSPÓLNA № 37. Telefonu 83-14.

## TEORYA POLIFILETYZMU I POCZODZENIE ZWIERZĄT SSĄCYCH W JEJ ŚWIETLE.

Naturalną konsekwencją rzuconej przez Darwina idei rozwoju istot organicznych z form niższych w wyższe było dążenie nauki do znalezienia związków pokrewieństwa wśród całego mnóstwa form, w jakich życie przejawia się dzisiaj. Nauki biologiczne najpierw dają się porwać temu prądowi. Z pomocą embriologii i na niej opartego prawa biogenetycznego Heckla tworzą dedukcyjnie wyobrażenia istot pierwotniejszych, z których dziś żyjące miały się rozwinąć. Wiążą i grupują zdobyte w ten sposób gałązki rozwojowe w jedno wielkie drzewo, z którego pnia wszystkie one wyrastają. Tak powstaje ten sławny: „Stammbaum“ heklowski, to drzewo genealogiczne form żywych.

Jakież jednak stanowisko zajmuje paleontologia wobec tych dążeń, które jej przecież dotyczą bezpośrednio?

Młoda ta gałąź nauki dotychczas dostosowywała się tylko skromnie do ram

ustanowionych przez nauki biologiczne. Starając się uporządkować poznane przez siebie formy zaludniające ziemię ongi, a dziś już wymarłe, wtłaczała je do szufladek systematyki. Często jednak, trafiło się, że znalezione zwierzę czy roślina nie odpowiadały warunkom potrzebnym, by się dostać do danej szufladki; łączono wtedy pewną ilość form mających nieco wspólnych cech, a w danej grupie systematycznej się nie mieszczących w jedną, którą oznaczano krzyżkiem jako ród bezpotomnie wymarły.

W ostatnich dopiero czasach uczony niemiecki Steinmann stara się rozwiązać zagadkę pokrewieństwa organizmów żywych, na innym, niż biologowie, stając stanowisku. Wnioski swe opiera głównie na zdobyczach paleontologii.

By zrozumieć ideę i myśli przez niego rzucone przyjrzyjmy się niektórym zjawiskom w paleontologii, stwierdzonym przez geologię. Np. oddawna zauważono, że pewne grupy zwierzęce, przez długi okres czasu żyjące w całym mnóstwie gatunków i rodzajów, nagle zanikają szybko, jak się zwykle wyrażamy—giną. Cóż jednak jest powodem tej nagłej „śmierci“? Różne były hipotezy tłuma-

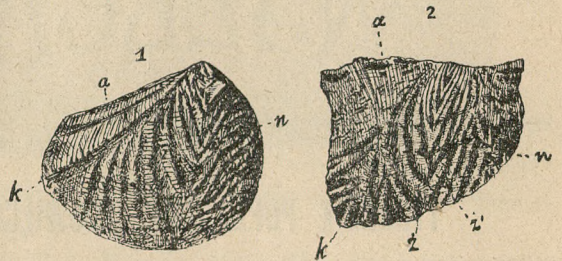


czące ten fakt. Cuvier np. widzi w tem zniszczenie świata organicznego wskutek kataklizmów i później nowe stworzenie. W późniejszych czasach, po Darwinie, stworzono pojęcie „starości gatunku”. W ten sposób przez analogię z życiem osobnika starano się rozwiązać zajmującą nas zagadkę. Steinmann sprawę tę traktuje inaczej. Wiążąc ten fakt ze zjawiskiem prawie bezpośrednio po nim następującego ukazywania się postaci nowych, widzi w nich nie śmierć i nowe stworzenie, lecz powolny, stopniowy rozwój. A fakty?... I te się znalazły. Np. znana była już dawno geologom grupa małży morskich Trigonij. Małże te o charakterystycznym, trójkątnym kształcie skorupy i równie charakterystycznym żeberkowaniu, żyją w morzach ery mezozoicznej, po całej kuli ziemskiej rozprzestrzenione. Maximum ich rozwoju osiąga kredy; później spada gwałtownie tak, że dziś mamy zaledwie dwa czy trzy gatunki żyjące w morzach Australii. Gdzież więc podziła się reszta, jeśli nie zginęła bezpowrotnie?..

Odpowiedź na to pytanie znajdujemy w monografii Trigonii, opracowanej przez Steinmanna. Rozprawa ta podaje nam historię rozwoju grupy Trigoniaceów (czyli Schizodontów) sięgając zamierzchłych czasów, kiedy to pierwsi przedstawiciele tego rodu pojawili się w ciepłych morzach epoki dewońskiej, w postaci małży Myophorii. Od równie zamierzchłych czasów, bo od epoki węglowej i permskiej datuje się występowanie w wodach słodkich rodziny „Skójek”—Unionidów (np. Anthrrosia z karbonu, Carbonicola tak samo). Są to małże o skromnej rzeźbie skorupy, jakby znajdującej się w zaniku, o kształcie mniej lub więcej trójkątnym.

Jakkolwiek należą one do innej grupy systematycznej niż Trigonieae, jednakże Steinmann wykazał, że zachodzi pomiędzy nimi bliskie pokrewieństwo. Widzimy bowiem, że u Unionidów rzeźba skorup, o ile wogóle występuje na starszych okazach, jest ogromnie uproszczona, przeciwnie u okazów młodych jest znacznie zupełniejsza. Podobnie zachowuje się także zamek skorup.

Rzeźba skójek (Unionidów) jest bardzo podobna do rzeźby Trigonii. Często można postrzegać skójkę i Trigonie o zupełnie tym samym typie rzeźby (rys. 1 i 2). Te



(Rys. 1 k i 2).

1) *Trigonia literata* Y i B z górnego liasu z Anglii. Prawa skorupa (według Lycett, z Steinmanna: Geol. Grundl. d. Abstam.). 2) *Hyria rugosissima*. Żyjąca w Brazylii. Prawa skorupa (wedł. Stein. G. g. A. A.). a) Pole zamkowe (area) k) krawędź pola zamkowego, z) opadająca z') wznosząca się gałąź żebra zgiętego w kształt litery V, n) nieregularne żebra na przedniej części skorupy.

fakty stwierdzają wspólność krwi skójek i Trigonii. Jednak zdobyte przez nas linie rodowe Unionidów nie dają się sprowadzić do jakiegoś wspólnego pnia. Z tego wynika, że nie można wyprowadzić Unionidów od jakiejś pra-skójkę. Musiały one powstawać w różnych czasach i różnych miejscach zupełnie od siebie niezależnie. Gdzie tylko znalazły się odpowiednie po temu warunki, np. wystąpienie wody morskiej, tam z różnych gatunków Trigonii, równoległe do siebie, powstawały różne gatunki skójek.

Takie związki możemy obserwować także wśród innych organizmów. Na tych faktach Steinmann opiera swoje twierdzenie o polifiletycznym rozwoju, t. j. że zwierzęta należące do pewnej grupy systematycznej nie rozwinęły się ze wspólnego pnia przez dywergencję, odszczepianie pojedynczych gałęzi, lecz przez równoległy rozwój jakiejś lub jakichś innych grup, niezależnie od siebie. Rozwój taki jednak nie wszędzie odbywa się równie szybko. Stąd pochodzi, że pewne osobniki danej grupy szybko przechodzą przez dane stadyum rozwojowe, inne trwają w niem jeszcze czas kró-



szy lub dłuższy. Są to formy zahamowane w rozwoju — „epistatyczne“. Tem się w części tłumaczy „waryacje“ czyli równoczesna różnorodność form, należących do tego samego gatunku.

Takie pojmowanie rozwoju prowadzi znowu do powątpiewania, czy wogóle istnieje w przyrodzie wymieranie większych grup zwierzęcych. Bo i jakież mogą być przyczyny tego nagłego zmniejszenia się bogactwa postaci świata organicznego? Nie mogą być nimi zjawiska geologiczne natury katastrofalnej, jak np. wybuchy wulkaniczne, te bowiem zawsze ograniczają się do pewnych stosunkowo nieznacznych przestrzeni. Mogą więc zniszczyć tylko życie mniejszej lub większej ilości osobników, ale zupełnie nie wpłyną na zmniejszenie się bogactwa fauny. W wyjątkowych tylko razach mogą one spowodować zagładę jakiegoś rodzaju lub gatunku, ograniczonego ściśle do tego terenu, który ma się stać później teatrem katastrofy, nie zniszczą jednak większych grup zwierzęcych.

Również nie wytłumaczają nam tego nagłego „wymierania“ całego mnóstwa gatunków i rodzajów zwierząt zmiany klimatyczne, jak epoki lodowe lub gorące, pustynne. W tych bowiem przypadkach widzimy cofanie się świata organicznego, przed napierającym wrogiem klimatem. To właśnie powoduje znane w geologii zjawisko zmniejszania się, lub zmian terenów zajmowanych przez pewne zbiorowisko (towarzystwo) zwierząt czy roślin.

Nie możemy również zajmującego nas zjawiska składać na karb zjawisk geologicznych sekularnych (odbywających się bardzo powoli), jak np. zmiana rozmieszczenia mórz i lądów. One bowiem tylko w szczególnie nieszczęśliwym zbiegu okoliczności mogą spowodować zagładę jakiegoś niezbyt wielkiego gatunku lub rodzaju. Gdy wskutek transgresji morskiej zmniejsza się pole zajmowane przez zwierzęta czy rośliny lądowe, to zawsze znajdzie się jakieś połączenie z wynurzającym się gdzieindziej, nowym lądem, które otwiera nowe tereny dla cofającej

się ze starego kontynentu fauny i flory. Wyjątkowo tylko, jeśli dany gatunek zamieszkuje jakąś wyspę, która później stanie się łupem fal, a żadne połączenie się nie utworzy, nastąpi zniszczenie tego gatunku.

Widzimy więc, że rozpatrywane przez nas zjawiska wcale nie tłumaczą naszego zagadnienia. Rozwiążemy je jednak na innej drodze. Oto wystarczy przypomnieć sobie, że zaledwie  $\frac{1}{4}$  powierzchni ziemi jest dostępna naszemu badaniu, gdy tymczasem więcej niż  $\frac{3}{4}$  zamknięte są dla nas na wieki pod pokrywą oceanu. Pamiętajmy również o tem, że granice lądów i mórz wcale nie są czemś stałym i niezmiennym, lecz w ciągu epok geologicznych często zmieniają swe rozmieszczenie. Łatwo teraz zrozumieemy, że większa część żyjących niegdyś organizmów jest niedostępna dla naszego badania.

Jeśli więc pewna grupa zwierząt, której szczątki w postaci skamieniałości spotykamy wśród skał danego wieku geologicznego, w następnej epoce żyła w miejscach, gdzie dziś szumią fale oceanu, to wyda się nam, że grupa ta była ślepą gałęzią drzewa rozwojowego i zginęła bezpowrotnie. Żłudzenie to będzie miało zwłaszcza wtedy wielkie pozory prawdy, gdy badana przez nas grupa, w okresie czasu naszym badaniom niedostępnym, silniejszemu ulegnie rozwojowi. W tym przypadku zobaczymy nagle ukazanie się jakiejś nowej, nam nieznannej grupy zwierząt reprezentowanej przez całe mnóstwo form. Ponieważ nie zdołamy — z poznanych powodów — znaleźć form przejściowych, łączników między obiema grupami, będzie się nam zdawało, że stoimy wobec niewątpliwych faktów: z jednej strony nagłej „śmierci“ — z drugiej równie nagłego pojawienia się „nowej“ fauny czy flory.

Jedynym niewątpliwym przykładem zaginięcia całej grupy zwierzęcej są olbrzymie ssawce i ptaki dyluwialne. Jednak odpowiedzialność za ich wyniszczenie, spada na — człowieka. On bowiem jako dziki myśliwy pierwotny, uganianą się ciągle za temi nieszczęsnymi ko-



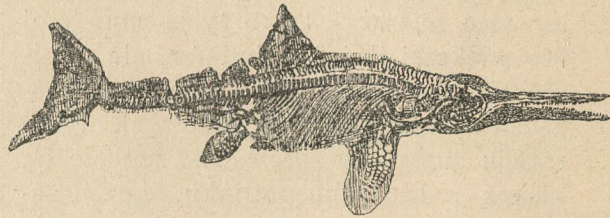
losami, wyniszczył je nie tyle swemi prymitywnymi pociskami, ile ciągłym przesładowaniem i niepokojeniem.

Przejdźmy teraz do innego zagadnienia: jak się przedstawia, w świetle tej teorii, pochodzenie i prawie nagłe zjawienie się odrazu niezwykle bujnie rozwiniętej grupy zwierząt ssących.

Nim zajmiemy się bliżej tem pytaniem, przypatrzmy się pierwej, jak wyglądał świat zwierząt kręgowych w erze mezozoicznej — tem średniowieczu przyrody. Przedewszystkiem prócz wysoko już rozwiniętych ryb i płazów rzucają się nam w oczy olbrzymie gady. Są to nieraz prawdziwe potwory, które zamieszkują ówczesne lądy i morza kuli ziemskiej. Ze swym szerokim zasięgiem geograficznym łączą zadziwiającą mnogość i różnorodność form i kształtów. Widzimy więc wśród nich morskie Plesiosaury, olbrzymy dziesięcio—i więcej — metrowej długości, odbijające wśród innych swą długą szyją i stosunkowo małą głową. Dziwaczne gady, Ichtyosaury, kształtem do ryb zbliżone, tem dziwniejsze, że już w jurajskiej epoce żyworodne, szybują pośród fal ówczesnych oceanów. Ląd i wody słodkie są dziedziną praszczurów dzisiejszych gadów jak żółwie, krokodyle i t. p. Tu również widzimy potworne Dinosauria i dziwną grupę Theromorpha (bliżej poznamy je za chwilę). Cały ten bogaty świat form, z końcem epoki kredowej zaczyna się szybko zmniejszać. Niektóre gatunki znikają, inne przez pewien jeszcze czas się zachowują, lecz wkrótce i one giną zupełnie. Nieliczne tylko grupy jak jaszczurki, żółwie i t. d. przetrwały przez całą epokę trzeciorzędową do dni dzisiejszych. Reszta — „bezpowrotnie zginęła“, jako jedyne świadectwo swego istnienia pozostawiając nieliczne kości, często bardzo niezupełnie zachowane. Te to martwe resztki zdradzają nam tajemnicę zaginięcia tej niezwyklej fauny.

Przyjrząwszy się nieco bliżej tym szkieletom, z niemałym zdziwieniem spostrzeżemy, że niektóre z charakterystycznych cech tych wymarłych zwierząt występują nieco później — w epoce trze-

ciorzędowej, w grupie zwierząt ssących. Na tych podstawach możemy oprzeć, podobnie jakśmy to zrobili u Trigonii, próbę rozwikłania filogenii zwierząt ssących. Sprobujmy np. znaleźć potomków Ichtyosaurów, które, jak wiemy z geologii, nie przetrwały poza epokę kredową. Żyły one przez całą erę mezozoiczną, od tryasu do najwyższej kredy, zaludniając ówczesne morze mnóstwem gatunków. Były to zwierzęta — jak świadczą świetnie nieraz zachowane szkielety — znakomicie przystosowane do życia w wodzie. Dowodem tego jest cała ich budowa (ryc. 3); odnóża w pletwy przemienione,



(Fig. 3).

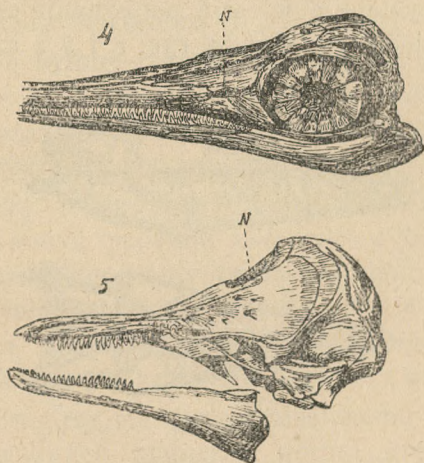
*Ichtyosaurus quadriscissus* An. Górny lias (warstwy posidoniove. Boll. Wirtembergia. (Według Steinmanna. Einf. in d. Pal.).

pletwa ogonowa i grzbietowa silnie rozwinięte, skóra naga, wydłużony kształt paszczy i t. d. Wielkość ich rozmaita; średnio 2 — 5 metrów długości, w rzadkich tylko razach dochodzą znacznie-szych wymiarów. Zamieszkiwały morza całej kuli ziemskiej, prowadząc życie drapieżne — żywiąc się rybami, mięczakami i t. p. jak świadczą o tem łuski ryb i szczątki sepii znajduwane w ich koprolitach. Szkielety Ichtyosaurów odznaczają się następującymi cechami: Czaszka wydłużona, o profilu zaokrąglonym, z długą paszczą, opatrzoną bardzo licznymi, stożkowymi zębami, umieszczonymi we wspólnej brózdzie. Kręgosłup zbudowany z typowych dla gadów, dwukłęsłych kręgów, w części ogonowej przegina się ku dołowi, robiąc miejsce dla — jakbyśmy ją u ryb nazwali — heterocerkalnej pletwy ogonowej. Odnóża wykształcone w pletwy, przednie większe od tylnych, wykazują często nadliczność palców i członów palca.



Prawie wszystkie te cechy spotykamy później w grupie delfinów. Nie występują jednak wszystkie one na tych samych gatunkach; często jedne ukazują się na tym, inne na innym gatunku; często nawet występują tylko w stanie embryonalnym. Pomimo jednak tego są ważnym szczegółem w sprawie rodowodu delfinów.

Uderzające jest podobieństwo dwu tych grup, Ichtyosaurów i delfinów, tak w wyglądzie zewnętrznym, jak i w wykształceniu szkieletu. Widzimy więc u delfinów (ryc. 5)—jak i u Ichtyosaurów (ryc. 4)—paszczę silnie ku przodowi wycią-



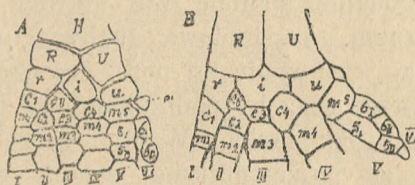
(Rys. 4 i 5).

4. Czaszka Ichtyosaura (Iias) (ze Steinmanna—Döderl., Elem. d. Pal.). 5. Czaszka Delfina (według Boasa ze Steinm. E. g. d. A.).

gniętą, odnóża w pletwy przemienione, grzbietową pletwę z pomiędzy wszystkich waleni tutaj tylko rozwiniętą (np. rodzaj Orca) i t. p. Szkielet jeszcze więcej dostarcza nam podobieństw. Czaszka o profilu w tyle zaokrąglonym, dźwiga paszczę wydłużoną, jak u Ichtyosaurów. Zęby przeważnie liczne—choć nie u wszystkich—osadzone są np. w rodzinie Platanistidów, żyjących w słodkich wodach epoki miocenijskiej, we wspólnej bródzcie. U innych oddzielone są od siebie tylko cienką blaszką kostną. Wspomniana Podzina Platanistidów najwięcej przechowała dotychczas cech starożytnych, wspólnych z gadami. Tu spotykamy wspólną rynienkę zębową, tu

biegnie po zewnętrznej stronie szczęk rynienka, którą spotykamy tylko u Ichtyosaurów.

Odnóża delfinów wykształcone w pletwy, wykazują w dojrzałym stanie liczbę palców i członów palca zupełnie normalną. Tymczasem u embryonów widzimy pewną nadliczbowość. Zrozumiemy ją, wyprowadzając odnóżę delfina od pletwy Ichtyosaura, który, jak wiemy, miał taką właśnie budowę odnóży. Zresztą układ pojedynczych kości odnóży jest wprost uderzająco podobny (rys. 6).



(Fig. 6).

Schemat odnóży Ichtyosaurus communis (A) i delfina Beluga (Delfinapterus) leucas (B) (według Zittla i Kükenthala w St. g. d. A.). H) humerus, R) radius, U) ulna, r) radiale, i) intermedium, u) ulnare, pi) pisiforme, c1) centrale, c1—c4) carpalia, m1—m5) metacarpalia 5I, 5II, 6I, 6II pierwsze 2 człony 5 i 6 palca.

Możemy tu także zauważyć ciekawy szczegół, rzucający pewne światło na zajmującą nas kwestyę. Oto widzimy u niektórych delfinów w przedniej okolicy pletwy piersiowej i grzbietowej, a z boku ogonowej, płytki lub gruzełki mniej lub więcej wapniste. Nie spotykamy ich zresztą nigdzie, ani w żadnej grupie zwierząt ssących, ani gadów, z wyjątkiem pewnych gatunków—ichtyoosaurów. Zęby trzonowe delfinów, również zbliżają się bardziej do zębów ichtyoosaurów, niż do jakiegokolwiek innej grupy zwierząt czy gadów.

Tak daleko sięgająca wspólność cech, nie daje się wytłumaczyć zbieżnością powierzchowną tylko; przyczyna jej musi leżeć głębiej, w rzeczywistości pokrewieństwie obu grup.

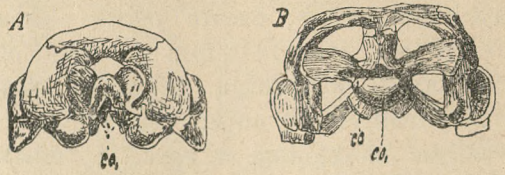
Przejdźmy teraz do innej grupy gadów, do t. zw. przez Steinmanna Talatosaurów i zobaczymy, czy i te przypadkiem nie wykazują pokrewieństwa z ja-



kiemi ssawcami. Były to gady olbrzymiej nieraz wielkości, bo dochodzące przeszło 12 metrów. W systematyce paleontologicznej zaliczamy je do rzędu Pythonomorpha. Żyły w górnej kredzie. Charakterystyczna budowa szkieletu wyróżnia je od innych ówczesnych gadów morskich. Głowa o profilu zaokrąglonym w tyle, paszcza wydłużona, szczęki opatrzone niezbyt licznymi zębami, zęby na kości podniebieniowej, to wszystko cechy właściwe Talattosaurów. Niezwykła jest budowa ich szczęki dolnej. Widzimy tu mianowicie w połowie żuchwy przełamanie spojone nie stawem, lecz ścięgnem. Ta budowa żuchwy umożliwiała wysuwanie jej poza szczękę górną, przez co zęby podniebieniowe mogły działać jak tarka. Wzdłuż szczęk ciągnie się po zewnętrznej stronie szereg kanałów. Charakterystyczny jest dla Talattosaurów kształt kości kwadratowej. Kość ta silnie rozwinięta, haczykowato się przegina ku dołowi.

I znowu spotykamy te cechy w mniej lub więcej zmienionej postaci u dzisiejszych wielorybów. (Niektóre jednak z tych cech nie występują już u form dojrzałych, podobnie jak to widzieliśmy u delfinów, widzimy je tylko u osobników młodych i embryonów). Czaszka wielorybów zaokrąglona w tyle—jak u Talattosaurów—nozdrza skośnie ustawione, szereg kanałów nerwowych na zewnętrznej stronie szczęk, wszystko to przemawia za łącznością dwu tych skupień. Jednym z dowodów pierwszej wagi, jest znaleziony przez uczonego portugalskiego Lahilla u młodego okazu wieloryba (*Balaenoptera acutirostrata*) trójdzielny kłykiec (rys. 7). Liście boczne tego kłykcia opierają się o boczne kości potyliczne (*occipitalia lateralia*), środkowy, nieparzysty liść leży na kości potylicznej podstawowej (*basioccipitale*). Otóż wiemy, że u ssawców tego rodzaju budowa kłykcia nie występuje. U nich mamy tylko dwa kłykcie. Również i u gadów, znanych nam dzisiaj, nic podobnego nie widzimy. Podobną zaś budowę, jakkolwiek słabo tylko zaznaczoną, spotykamy właśnie u Talattosaurów, np. u Plate-

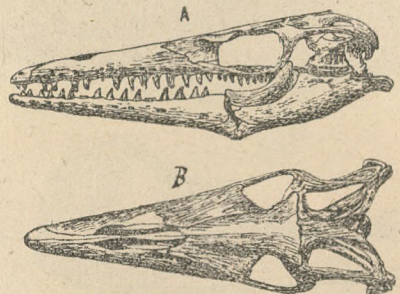
carpusa z górnej kredy. Gdy się jeszcze dołączy do tego także zgodność, ja-



(Fig. 7).

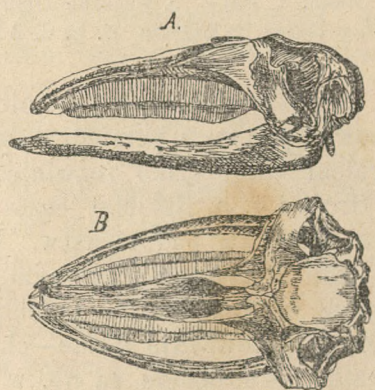
A) Widok tylnej części głowy młodego okazu wieloryba *Balaenoptera acutirostrata* Lac. (według Lahilla z St. Zur Abstamm. d. S.) B) Widok tylnej części głowy gada *Platycarpus coryphaeus* Cope. Turon. Kansas (według Willistona z St. Z. A. d. S.).  $CO_1$   $CO_2$  Liście stawu głowowego, (kłykcie, condylus).

ka występuje w razie porównania czaszki młodego wieloryba ryc. 8 i 9 z czasz-



(Fig. 8).

Czaszka *Thalattosaura* (*Clidastes*) (wedł. Willistona z St. E. g. d. A). A) z boku, B) z góry.



(Fig. 9).

Czaszka młodego okazu wieloryba *Balaena*. A) widok z boku, B) z góry (według Cuviera z St. E. d. Abst.).

ką *Talattosaura*, to zdaje się, że nic prostszego, jak uznać ich wspólność krwi. Liczne różnice, jakie między nimi wy-



stępują, łatwo zrozumiemy, uważając je za zmiany spowodowane rozwojem. Do takich różnic należą np. płyty fiszbinowe wielorybów, które jak wiadomo rozwinięte są także na podniebieniu. U *Talattosaurów* nie mamy wprawdzie fiszbinów, mamy natomiast na podniebieniu zęby, co u żadnej innej grupy nie występuje. Z tych to zębów w ciągu rozwoju rodowego mogły się wytworzyć fiszbiny wielorybów. Trudniej byłoby nam wytłumaczyć pochodzenie takich cech i zrozumieć budowę wielorybów, wyprowadzając je od lądowych zwierząt mięsożernych czy kopytkowych — jak chcą tego niektórzy autorowie. Podobnie ma się rzecz także z innymi zwierzętami morskimi <sup>1)</sup>.

To byłoby rozwiązanie zagadki pochodzenia dzisiejszych ssawców morskich i katastroficznie nagłego zaniku gadów morskich z końcem kredy.

Czy i dla ssawców lądowych można zauważyć podobną zbieżność z gadami? Wprawdzie mamy tu do czynienia z materiałem daleko gorszym, niż w poprzednich grupach, jednakże i tu możemy wskazać pewne cechy wspólne z gadami.

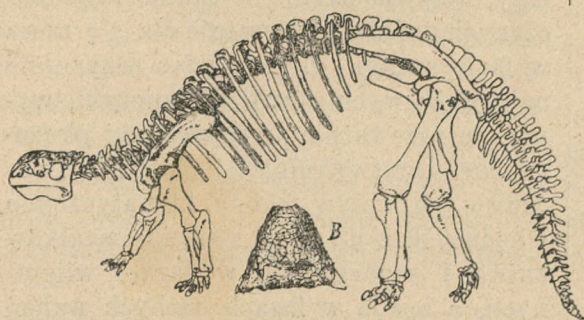
Przyjrzyjmy się np. znalezionemu w słodkowodnych utworach górnej kredy w Ameryce północnej, gadowi t. zw. *Ankylosaurusowi* ryc. 10. Pomimo, że szkiele-

let jego jest bardzo niezupełny, to jednak już na nim zauważyć można pewne cechy wspólne z kopalnym szczerbakiem *Glyptodontem*. Grzbiet *Ankylosaura* pokrywał pancerz, złożony z tarcz kostnych. Nie były one jednak jeszcze ze sobą zrosnięte. To następuje dopiero u *Glyptodontów*. Trójkątnego kształtu, u góry płaska, opatrzona pancerzem głowa *Ankylosaura* zupełnie się zgadza w formie ze wspomnianym szczerbakiem. Szyja krótka, silna i ilość kręgów u obu prawie identyczna — wszystko to przemawia za ich pokrewieństwem.

Tych kilka przykładów wystarczy nam do zaznajomienia się z nowym poglądem na kwestyę pochodzenia ssawców. Widzimy więc, że nagły zanik wielkich gadów kredowych, a później bujny rozkwit ssawców, pozostają ze sobą w związku. Wśród fauny bowiem gadów wymarłych można odnaleźć praszczurów późniejszych ssawców.

Jakiegokolwiek jeszcze odkrycia nastąpią i jakiegokolwiek dostarczą nam nowych materiałów, jakkolwiek się jeszcze zapatrywania na tę kwestyę zmieniają, to jedno zostanie w każdym razie pewnym, że przodków zwierząt ssących szukać nam należy wśród gadów. W badaniu filogenii bowiem nie należy krępować się przynależnością porównywanych ze sobą form do różnych grup systematycznych, lecz dążyć tam, dokąd nas prowadzą zdobycze paleontologii.

B. B.



(Fig. 10).

A. *Ankylosaurus magniventris* Brown. Szkielet uzupełniony (według Browna z *El. zur A. d. S.*). B. czaszka pokryta pancerzem. Brakujące części szkieletu nie są cieniowane.

<sup>1)</sup> Porówn. *Wszechśw.* z r. 1910, str. 161 art. Wieloryby i ich pochodzenie.

## WAHANIA KLIMATYCZNE I WĘDRÓWKI LUDÓW.

(Dokończenie).

Przypuszczamy, że wahania *Brücknerowskie* mają niemały wpływ na biosferę wogóle, na człowieka w szczególności, ale niestety mało dotychczas pod tym względem wiemy pewnego. Zmiany te klimatyczne odczuwamy nawet bezpośrednio, starsi dobrze pamiętają czasy



mroźnych zim czy peryody zim lekkich wilgotnych, a sędzę, że społeczeństwo do tego stanu rzeczy stosować się musi pod względem odzienia i że tym sposobem peryodycznie dobrze i źle się rozwijają rękodzielnictwa i fabryki, wyrabiające pojedyncze części tych strojów (wyroby parasoli, futer, trzewików i t. d.).

Rozumie się samo przez się, że gdy jeziora wylewają w chłodnych fazach wahań klimatycznych swe wody poza dawne brzegi, wraz z wodą nowa na to miejsce przybywa flora i fauna, a dawna uledez musi zniszczeniu. Rzecz prosta, że jeżeli pokrywa lodowa na rzekach trwa dłużej, to czułe na to organizmy uciekać muszą do tych części biegu rzeczne-go, gdzie pokrywa lodowa nie trwa dłużej niż w dawnych ich siedzibach. Również nie ulega wątpliwości, że przed wysuwającymi się w głąb dolin językami lodowcowymi niektóre osady zablisko lodowców położone cofnąć się musiały (osady powyżej Grindelwald w Alpach) jakoteż, że z powodu zawalenia lodami niektóre dolinki i przełęczce, używane w pewnych czasach jako drogi komunikacyjne, uledez musiały opuszczeniu; ich znaczenie przesuwało się na inne drogi.

Wszystko to jest bardzo prawdopodobne, ale mało dotychczas zbadane. Tylko wpływ wahań klimatycznych na dobór lub niedobór żniwa Brückner sam wykazał. Ale związek przyczynowy między wahaniami 35-letnimi a wędrówkami ludów jest czasem tak uderzający, że w tej sprawie już możemy się liczyć z niektórymi pozytywnymi danymi. Podam dwa przykłady: w Persyi nad płytkim jeziorem Hamun osady ludzkie, uprawa gleby czepiają się samego brzegu jeziora. Poziom atoli jeziora ulegał w ostatnim stuleciu kilkakrotnym wahanom, podczas których wobec płaskich i płytkich form otoczenia linia brzeżna jeziora przesuwała się bardzo znacznie. Wraz z nią przenieść musiały się także osady: posunięto je w ósmym dziesiątku ub. wieku, gdy z powodu długoletnich posuch jezioro znacznie się zmniejszyło, na terytorium dawniej zajęte przez wody, a około roku 1900, gdy z powodu

wilgotniejszej fazy klimatycznej jezioro wylało swe wody poza chwilowe granice, te obszary zaludnione i zamieszkałe zwolna zostały zalane wodą, a ludność przenieść się musiała dalej w głąb lądu.

Inny uderzający przykład wpływu wahań 35-letnich na wędrówki ludów Brückner wyświetlił niedawno. W krajach wielkiej produkcji zboża, do których zaliczać musimy Stany Zjednoczone Ameryki północnej i Europę zachodnią, wynik corocznego żniwa wywiera ogromny wpływ na dobrobyt ludności. W czasach ujemnego wyniku panuje w pewnych warstwach ludności tych krajów niedostatek, bieda, głód i epidemie; wtenczas stosunek liczby ludności do środków życia staje się takim, że część ludności opuścić musi kraj rodzinny, aż nastąpi pewna równowaga, aż względne przeludnienie zniknie. Podąży ona, rozumie się, w kraje, gdzie właśnie panują dodatnie warunki ekonomiczne. Otóż między Stanami Zjednoczonymi pozostającymi przeważnie pod wpływem klimatu kontynentalnego, a Europą zachodnią, ulegającą przeważnie klimatowi oceanicznemu, zachodzi taki stosunek, że w Ameryce pogarszają się warunki uprawy roli od nadmiernej posuchy, w Europie od nadmiernej wilgoci. Jeżeli więc nastaje na ziemi faza wilgotna wahań klimatycznych, to wynik żniwa w Europie jest ujemny, a równocześnie w Stanach Zjednoczonych dodatni. Odwrotnie ma się rzecz w fazie suchej. Z góry więc przypuścić należy, że wychodźstwo do Ameryki, wywołane przeważnie przez stosunki ekonomiczne warstwy rolniczej chłopskiej, odczuwa ten wpływ wahań klimatycznych i będących z niemi w związku wyników żniwa i wzmaga się w fazach wilgotnych, a opada w fazach suchych wahań 35-letnich. Albowiem w fazie suchej żniwo w Europie jest dobre, w Ameryce złe, natomiast w fazie wilgotnej odwrotnie w Europie złe, a w Ameryce dobre; w fazie wilgotnej niedostatek i nędza, które zawsze budzą najpotężniejsze wędrówki ludów, wypychają wielkie masy ludności europejskiej chłopskiej do Ameryki, gdzie właśnie w tym samym cza-



sie są lata urodzajne i praca popłatna. Europa wysyła swe ludy, a Ameryka wabi je do siebie.

Brückner wykazał, że istotnie wzrost emigracyi do Ameryki jest niejednostajny: że był mianowicie słaby w latach 1821—1835, od 1855—1865 i od 1894—1900, t. j. w czasach suchych, gdy w Europie były żniwa dobre, a w Ameryce złe, gdy tymczasem wzrost emigracyi do Ameryki był znaczny w latach 1835—1855, 1870—1894 i począwszy od 1900, t. j. w czasach wilgotnych, gdy w Europie żniwa były złe, a w Ameryce świetne <sup>1)</sup>).

Brückner dalej jeszcze wykazał, że nawet w samej Ameryce północnej odbywają się wielkie wędrówki ludów, posuwających się w czasach wilgotnych włąb zachodu, a cofających się w czasach suchych ku wschodowi: jest to w związku z zależniami od klimatu wahaniami przestrzeni zdalnych pod uprawę rolną. Gdyby istniała dobra i dostatecznie długoletnia statystyka obejmująca cały świat, możnaby prawdopodobnie jeszcze dobitniej wykazać te stosunki w wychodźstwie chińskim, bo to wychodźstwo obejmuje prawie wyłącznie ludność rolniczą. Podobnie, jak przypuszczam, można wykazać, że w czasach niekorzystnej fazy wahań klimatycznych wzmagają się choroby, wypadki śmierci, epidemie i głody, dziś tak samo jeszcze jak w czasach dawniejszych, gdy człowiek względem tych nieszczęść i klęsk był bardziej bezbronny.

Już oddawna roztrząsano pytanie, czy może wahania klimatyczne Brücknera są tylko drugorzędem zjawiskiem, szcze-

golem wobec dłuższych wiekowych wahań klimatycznych i tylko z powodu braku materiału nie można było do niedawna dojść do konkretnych wniosków. Ale wskazówkami w tym kierunku były niektóre właściwości wahań wodostanów morza Kaspijskiego, trwania pokrywy lodowej na rzekach, wahań daty winobrania w Europie, wahań kończyn lodowcowych. Inną wskazówką w tym kierunku były zmiany roślinności, których ślady zachowały się w pokładach torfowych Norwegii, Danii, Szkocyi, Holandyi i w wielu innych krajach. Blyot wysnuł z nich 4 wielkie poglądalne wahania klimatyczne: lecz inni badacze nie zgadzali się z temi wnioskami i z dawnych zasięgów lasów i innych wskazówek wnioskowali jedynie, że klimat po epoce lodowej stał się znacznie cieplejszym, a później ochłodził się trochę. Z tych przeciwnych sobie zdań nie było dotąd wyjścia; w ostatnich dopiero latach badania Svena Hedina, Aurelego Steina i innych w Azji środkowej przysporzyły jasnych dowodów wahań wiekowych klimatycznych w środku Azji. Zdaje się, że one to właśnie znajdują się w związku z wielkimi wędrówkami ludów, o których nam wspomina historia Chin i Europy i które dla tych krajów stały się nadzwyczaj doniosłymi zjawiskami.

Odkryto w Azji Centralnej i w ostatnich latach dokładniej zbadano szereg ruin miast wielkich i bogatych, a dziś zniszczonych i pogrzebanych pod piaskami w pustynnych okolicach Takla-makan we wschodnim Turkestanie. Ruiny te biegają jakby perły na łańcuszku u podnóża centralno-azyatyckich górotworów zwłaszcza u północnego podnóża Kwen-

1) emigracya w tysiącach  
odchylenie w Eur. zachod. w Stan. w Zjedn.

	1831—35	—40	—45	—50	—55	—60	—65	—70	—75	—80	—85	—90	—95	—1900	—1905	—1910
	250	350	430	1270	1750	760	720	1660	1730	1090	3000	2270	2120	1470	3830	5180
	7	1	2	3	0	6	8	2	2	12	7	3	3	5	—	—
	12	7	1	8	1	7	6	1	4	6	10	3	9	7	—	—



Lunu. Te stare, zniszczone dziś miasta urosły nad rzekami, których wody zdolano dawniej ochronić przed wysychaniem i zużyć do sztucznego nawodnienia całej okolicy. Na podstawie znalezionych tam dokumentów historycznych i odkrytych w architekturze i wytworach sztuki wpływów stylu greckiego, zachodnio-azyatyckiego, indyjskiego i chińskiego zdolano oznaczyć wiek, w którym te miasta były zamieszkane i kiedy zostały opuszczone. I tą drogą stwierdzono, że prawie wszystkie miasta bwały równocześnie wybudowane i równocześnie opuszczone i kilkakrotnie po dłuższych fazach bezludnego pustkowia na nowo odbudowywane. Te miasta, położone na obwodzie pustyni Gobi, zagięły równocześnie zwłaszcza w wiekach III, VII — VIII i XII po Chrystusie. Co mogło być powodem tych wielkich klęsk, które równocześnie dały się we znaki na tak wielkich przestrzeniach?

Jedna hipoteza, której w ostatnich czasach bronił zwłaszcza Cholnoky <sup>1)</sup>, zasłużony badacz Mandżuryi, kładzie nacisk na warunki nie klimatyczne, lecz na inne czynniki, które mogły zniszczyć środki nawodnienia sztucznego — albowiem w tem leży bezpośredni powód zaginięcia kultury i miast w tych stronach. Podnosi on, że dobre funkcjonowanie kanalizacji, studień lub też narzędzi do nawodnienia podkopać i uniemożliwić mogą drobne względnie zajścia w przyrodzie lub też stosunki czysto ludzkie. Do tych czynników, które nagle zniszczyć mogą środki nawodnienia, należą trzęsienia ziemi, rozrywające kanały lub powodujące zmianę koryta rzeki, ulewne deszcze, skutkiem których rzeki toczące z gór ogromne masy żwirów same zatykają sobie dawne łożyska, podobnie wogóle nieregularna sedymentacja, gwałtowne zniszczenie kanału głównego przez nieprzyjacielską rękę, ostatecznie niedozór i niedbalstwo w administracji. To wszystko może — nie ulega to najmniejszej wątpliwości — podko-

pać byt osad i ludności, żyjącej w obrębie pewnej sieci sztucznego nawodnienia. Nastaje krytyczną chwila, straszna, kiedy śmierć rozpaczliwa wgląda równocześnie setkom i tysiącom w oczy. Ale Cholnoky idzie według swojego zdania zadaleko, jeżeli przypuszcza, że wten czas ludność cała zmuszona jest do wyemigrowania. Wszak woda nie znikła: trzeba nowe budować sieci nawodnienia, na nowo w karby ująć rzeki. Nim się to stanie, zginąć mogą tysiące, ale nie ma powodu, aby cała ludność opuściła tę okolicę i wywędrowała. Niektóre zmiany rzek, np. przez niejednostajną sedymentację, następują bardzo powoli i stopniowo, można je więc przewidywać. Zła administracja nie może zupełnie pozbawić ludność środków istnienia, bo jej złe skutki dają się już przed chwilą krytyczną we znaki i muszą, nim nastąpi chwila ostateczna, doprowadzić do zmian w administracji.

Ale jeszcze inna rzecz nie daje się dobrze tłumaczyć hipotezą Cholnokiego, t. j. fakt, że prawie równocześnie miasta giną na ogromnych przestrzeniach, czego chyba lokalne zajścia, których znaczenie Cholnoky podkreśla, spowodować nie mogły. Zdaje się, że druga hipoteza, która nam tłumaczyć może stosunki centralno-azyatyckie, ma większą rację bytu, a jest nią tłumaczenie wędrówek ludów jako skutków wahań klimatycznych wiekowych. Fazy suche hipotetycznych wahań klimatycznych w III, VIII i XII wieku spowodowały, że pustynie rozszerzyły się kosztem stepów środkowo-azyatyckich, że miasta zostały pozbawione wody do picia i nawodnienia, a piaskami lotnemi zasypane i że ludność na pół lub całkiem osiadła musiała wyemigrować z wysychających okolic. Te fazy posuchy zgadzają się — o ile wiadomo — z niezwykle niskimi wodostanami morza Kaspijskiego i w tem hipoteza znajduje poparcie.

Fala ludu opuszczającego swe dotychczasowe siedziby porywa inne fale ludów i staje się coraz większą: wędrówka rolników porywa przedewszystkiem sąsiednie ludy koczownicze, z którymi

<sup>1)</sup> Porównaj *Wszechświat* z r. 1909 str. 513.



żyje w pewnej symbiozie: rolnik wytwarza dla sąsiada koczującego różne towary potrzebne mu, a sąsiad zbrojny i wojowniczy broni i chroni rolnika; los jednego odbija się na losie drugiego, dlatego trzymają się razem. Tym sposobem wędrówka przybiera charakter wyprawy zbrojnej, najazdu. Ta wędrówka zbrojna spycha jedne ludy z drogi — muszą one uciekać w trudne do przebycia lasy, góry, błota — a inne porywa ze sobą bądź jako sprzymierzeńców, bądź też jako podbitych niewolników. Długo ta fala ludu posuwać się może nim znajdzie odpowiedni dla siebie kraj lub też nim się gdzieś rozbije czy to skutkiem systematycznego i zbrojnego oporu ludów wyższej kultury, czy to skutkiem wewnętrznych tarć lub rozstrojeń.

Właśnie w stuleciach posuchy odbywały się te ogromne wędrówki ludów, których fale dążąc ku południowi i do morza obijały się przede wszystkim o mur chiński, to arcydzieło strategii i architektury chińskiej i tam odbite rozlały się jak rozszalałe fale ogromnej rzeki ku zachodowi, biegnąc wzdłuż gór azyatyckich i europejskich aż po granice Niemiec, Włoch i Francji. I tak w trzecim i czwartym wieku rozpoczęła się „wędrówka ludów“ sensu stricto, która zupełnie przeobraziła wygląd etnograficzny, kulturalny i polityczny całej Europy, a której poniekąd górowaniem była szalona wędrówka Hunnów. Później do ósmego i dziewiątego stulecia nastąpiły dalsze przesunięcia ludów zwłaszcza wschodnio-europejskich i bałkańskich, pchanych i pobitych przez madzjarów. W XIII w. nastąpiła krótkotrwała ale straszna nawałnica ludów mongolskich i tureckich, pierwsi zostali ostatecznie pobici dopiero na polach Śląska i Węgier, drudzy zwyciężyli narody zachodniej Azji i zdobyli ich kraje. Wszystkie te historyczne ruchy ludności są, zdaje się, w bezpośrednim związku z wahaniami klimatycznymi, które pozbawiały ludy osiadłe w centralnej Azji wody i roślinności. Już w epokach przedhistorycznych zarówno z Azji środkowej jak z Arabii wychodziły peryodycznie

liczne wędrówki ludów <sup>1)</sup> i kto wie czy one wszystkie nie były powodowane przede wszystkim przez wahania peryodyczne — wiekowe — czynników klimatycznych.

Obraz wędrówek ludów ze środka Azji ku południowemu wschodowi do Indyi i na wyspy malajskie jest nadzwyczaj skomplikowany. Z początku zamieszkiwali te kraje Indoaustralczycy, narody i szczepy o bardzo prymitywnej kulturze, siedzące po części obok karłowatych, podobnych do murzynów szczepów. Później napłynęła jeszcze w prehistorycznych, nieznanych nam czasach, grupa szczepów o już znacznie wyższej kulturze: do Indyj przedgangesowych wdarli się Drawida, na wyspy malajskie i do Indyj zagangesowych Malajczycy. I znowu po setkach lat Azja środkowa wyrzuciła falę ludów: w III tysiącleciu przed Chrystusem Chińczycy i inne szczepy mongolskie załaziły Mandżuryę i Chiny aż po południową granicę dzisiejszego Państwa, a w II tysiącleciu przed Chrystusem ludy indogermańskie zajęły w wędrówce ku południowi i ku morzu Indye przedgangesowe, wypierając starszych tubylców. Może między powodami tych licznych, bardzo skomplikowanych i mało nam jeszcze znanych wędrówek znajduje się również pierwiastek klimatyczny.

Traktując wiekowe wahania klimatyczne zesłaliśmy już do progów prehistorii: nie stanowi ona dla problemu, który dyskutujemy, wyraźnej granicy; bo prehistoria jakoteż geologia historyczna podają nam do wiadomości wyniki co do wahań klimatycznych i wędrówek ludów w czasie czwartorzędowym, które są zupełnie analogiczne z wahaniami dotychczas przedstawionymi; poświęcimy im jeszcze słów kilka. Wiadomo, że w epoce czwartorzędowej nie bardzo odległej, zwanej lodową, nastąpiły peryodyczne zmiany klimatu. Przyjmujemy dziś, że cała epoka lodowa składała się z kilku,

<sup>1)</sup> O których nas poucza etnologia porównawcza i prehistoria.



trzech, czterech, może i więcej faz klimatycznych w ten sposób, że fazy glacialne (chłodne i wilgotne) zmieniały się z fazami interglacyalnemi (cieplemi i suchymi). Z powodu wzmożonych opadów i obniżonej trochę ogólnej temperatury wielkie przestrzenie północnego niżu Ameryki i Europy pokrywały się kilkakrotnie ogromną czaszą lodową, gdy we wszystkich systemach górskich ziemi sięgających w epoce lodowej ponad ówczesną granicę wiecznego śniegu równocześnie tworzyły się lub posuwały się dalej w głąb dolin lodowce dolinne. Wtenczas to szata roślinna, fauna a może i człowiek zostali zepchani z gór i z północy w okolice nie pokryte lodowcami; odbyli więc dalekie wędrówki, które powtórzyły się w odwrotnym kierunku (z nizin w góry, z południa ku północy) po ustąpieniu i cofaniu się lodowców, co nastąpiło w fazie cieplejszej i suchej, zwanej interglacyalną. Jeszcze dziś pozostały w rozmieszczeniu roślin i zwierząt liczne ślady i dowody tych wędrówek biosfery. W tych wędrówkach uczestniczy też człowiek, bo wyraźne i pewne ślady jego bytności na ziemi sięgają przynajmniej aż po środkowe fazy epoki lodowej. Sądząc ze śladów przedhistorycznych, możemy przyjąć, że w niektórych fazach starszej epoki kamiennej człowiek w Europie żył głównie w okolicach nietkniętych czaszą lodową jako to we Francji i w Niemczech środkowych, gdzie istniały tylko wyspy zlodowacenia w górach. W góry na stałe człowiek się udał dopiero po ustąpieniu lodowców przeważnie w różnych fazach młodszej epoki kamiennej, i w epoce brązu. Z zawiłych stosunków rozmieszczenia pewnych pierwiastków antropologicznych i etnologicznych wnioskowano o licznych wędrówkach w obrębie Europy w czasach przedhistorycznych, z których ostatecznie wyłoniły się skomplikowane stosunki rasowe i kulturalne historycznej i dzisiejszej Europy: możliwą jest rzeczą, że niektóre z nich znajdują się w związku z wahaniami klimatu, podobnie jak wędrówki w czasach interglacyalnych.

Także w okolicach strefy cieplej wędrówki ludów musiały się odbywać w epoce czwartorzędowej pod wpływem wahań klimatycznych, które tam dały się we znaki jako epoki deszczowe (faza pluwialna) i epoki posuch. Istnienie licznych rzek w krajach dziś pustynnych, rozlewanie się wód jeziornych i t. d. musiało w fazach wilgotnych umożliwić ludom wytrwanie w okolicach niezaludnionych ani przedtem ani później; po nastąpieniu zaś fazy dzisiejszej, cieplejszej i suchszej ludy te były zmuszone cofnąć się w okolice wilgotniejsze, oceaniczne.

Geologia i paleontologia pouczają nas o jeszcze dawniejszych zmianach klimatycznych, które zawsze powodowały ogromne wędrówki organizmów, biosfery. Ale o tych stosunkach mało wiemy: nie znamy dokładnej chronologii tych zjawisk, nie znamy dosyć licznych szczątków organizmów z owych czasów, ostatecznie nie wiemy, o ile nasze poglądy co do klimatycznych warunków istnienia organizmów, wysnute z dzisiejszych właściwości roślin i zwierząt są słuszne także dla tak odległych czasów; człowieka wówczas na ziemi jeszcze nie było, bo jego ślady nie sięgają poza trzeciorzęd, a może nawet poza czwartorzęd.

#### NAJWAŻNIEJSZA LITERATURA.

Arctowski H. L'enchainement des variations climatologiques. Comptes Rendus, Paryż, Academie des Sc. 1910.

Bruckner E. Klimaschwankungen seit 1700, Geogr. Abh. Penck, Wiedeń, 1890, Einfluss der Klimaschwankungen auf den Ernteertrag und die Getreide Preise. Geogr. Zeitschft. I, 1895, 39. Klimaschwankungen und Volkerwanderunge in XIX Jahrhundert, Intern. Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und technik, 5 marca 1810, Berlin.

Cholnoky I. Künstliche Berieselung in Inner Asien und die Volkerwanderung. Geograph. Zft. 1909, XV, 241—258.

Eckardt. Das Klimaproblem der geolog. Vergangenheit und der histor. Gegenwart, Die Wissenschaft № 31, 1909. Paläoklimatologie, 1910, Goschen № 482.

Hann I. Handbuch der Klimatologie 1908 I, 345—389.



Sven Hedin. Journeys in Tibet, Geogr. Journal 1909 **38**, 353—440, Journey in Central Asia 1899—1902 spec. t. I i II.

Lockyer J. N. Simultaneous Solar and Terrestrial Changes, Nature, 1904, I **69**, 351; obacz także Proceedings Roy. Soc. 1901 i Met. Zeitschrift 1902.

Ratzel Fr. Anthropogeographie I (2 wyd. 1899) i II (1892); Politische Geographie (2 wyd. 1903, 85—106, 785 nast.), Die Erde und das Leben (I II 1903, głównie II 632—634, 545 i nast.).

Ratzel Fr. Über die geograph. Bedingungen und ethnograph. Folgen der Völkerwanderungen, Verhdlg. des Ges. f. Erdkunde Berlin 1880, 295—324 (Kleine Schriften II 1906, 35—66).

Ratzel Fr. Der Ursprung und das Wanden der Völker geographisch betrachtet, Abhdlg d. sachs. Ges. der Wissenschaften, Lipsk, philolog histor. Klasse, t. **50**, 1—75.

Richtshofen. Vorlesungen über Siedlungs- und Verkehrsgeographie, Berlin 1908, 69—99.

Stein Aurel. Geographical Journal t. **27**, 1906, 177; tom **29**, 1907, 33; t. **34**, 1909, 5—36, 241—271.

Supan A. Physische Erdkunde 1908, 229—251, 857—872.

Dr. Ludomir Sawicki.

#### POYNTINGA

### NOWY POMIAR CIŚNIENIA ŚWIATŁA <sup>1)</sup>.

Pierwsze usiłowania, zmierzające do wykazania ciśnienia światła, sięgają wieku XVIII. Wychodząc z założenia, ogólnie podówczas przyjętego, że światło składa się z drobnych cząstek, wyrzucanych przez ciała świecące, badacze ówczesni z konieczności dochodzili do poglądu, że światło, w które cząstka taka uderza, musi doznawać od niej ciśnienia.

To też nie brak było rozmaitych doświadczeń, które miały na celu stwierdzenie tego ciśnienia, ale żadne nie dało wyniku pozytywnego. Gdyby znano podówczas prawo zachowania energii oraz wartość mechanicznego równoważnika ciepła, to poznano by z łatwością, że szukane ciśnienie jest zmałe, by się dało wykazać zapomocą metod, jakie wtedy były dostępne.

Wyrugowanie teorii korpuskularnej światła przez teorię fal eteru miało ten skutek, że myśl o ciśnieniu, wywieranem przez światło, zniknęła na razie zupełnie. Dopiero Maxwell w roku 1874 w swojej elektromagnetycznej teorii światła nadał tej starej myśli nową formę i rozwinął ścisłą teorię ciśnienia światła. Podług teorii tej, fale elektryczne i magnetyczne, z których światło się składa, wywierają na ciało, na które padają, ciśnienie, równe energii świetlnej, przypadającej na  $cm^3$ . Maxwell obliczył stąd, że w razie pełnego oświetlenia słonecznego ciśnienie światła wynosi  $\frac{1}{23\ 000}$  dyny na centymetr kwadratowy.

W ówczesnym wieku potem P. Lebediew zdołał otrzymać potwierdzenie doświadczalne teorii Maxwella. Obecnie, Poynting wraz z Barlowem zajął się zbadaniem tej kwestyi z innej strony. Gdy promień świetlny pada prostopadle na powierzchnię pochłaniającą, wywiera na każdy jej centymetr kwadratowy ciśnienie, równe tak zwanej gęstości jego energii, i tym sposobem udziela tej powierzchni momentu ruchu; fale świetlne przenoszą więc momenty ruchu całkiem podobnie, jakgdyby składały się z cząstek materyalnych. Wielkość momentu ruchu, udzielonego w ciągu sekundy, równa się podwojonej ilości energii cyneetycznej, przypadającej na jednostkę objętości promienia i to niezależnie od wyboru hipotezy. Ten moment ruchu promienie muszą pobrać u źródła promieniowania, źródło zaś promieniowania musi takż moment ruchu utracić, a raczej, mówiąc ściślej, musi otrzymać moment ruchu, równy co do wielkości lecz przeciwnego znaku. To znaczy, że źródło świetlne musi doznać „uderzenia wstecz“,

<sup>1)</sup> Według opracowania Meitnera w Naturw. Rundsch.



które uwarunkowane jest gęstością energii w wysyłanych przez nie promieniach. Jeżeli ten wydatek energii wynosi  $R$  na centymetr kwadratowy i sekundę, jeżeli  $p$  jest ciśnieniem wywieranem na źródło promieniowania, a  $U$  oznacza prędkość rozchodzenia się fal i jeżeli wszystkie promienie wysyłane są prostopadle do powierzchni promieniującej, to zachodzi równość  $p = \frac{R}{U}$ ; jeżeli zaś powierzchnia wysyła promienie we wszystkich kierunkach, to  $p = \frac{2}{3} \frac{R}{U}$ .

Aby dowieść istnienia takiego oddziaływania wstecz, wykonano doświadczenie, które opisane jest poniżej. Najprościej byłoby zawiesić w tym celu krążek, na jednej stronie zaczerniony, na drugiej posrebrzony. Wewnątrz tego krążka można by umieścić drut, ogrzewany prądem elektrycznym. Strona zaczerniona wypromieniowywałaby ciepło, gdy od strony posrebrzonej promieniowania nie byłoby prawie wcale, wskutek czego powierzchnia zaczerniona musiałaby otrzymać uderzenie wstecz. Ponieważ jednak w tej formie doświadczenie okazało się niemożliwym do wykonania, przeto zmieniono je w ten sposób, że krążek ogrzewano, puszczając nań promienie, które ulegały naprzód absorpcji, a następnie były wysyłane ponownie pod postacią promieniowania cieplnego. Przedmiotem obserwacji było właśnie uderzenie wsteczne, wywołane przez to ostatnie promieniowanie.

Myśl przewodnią tego doświadczenia uwydatnia następujący układ schematyczny. Niech promień, w którym gęstość energii wynosi  $P$ , pada prostopadle kolejno na 4 płytki, umieszczone w próżni doskonałej, których powierzchnie są bądź zaczernione, bądź posrebrzone. Oznaczmy pierwsze literą  $B$ , drugie literą  $S$ . Niech płytki te będą tak cienkie, żeby obie strony każdej z nich posiadały temperaturę jednakową. Jeżeli promieniowanie pada na warstwę zaczernioną, a więc pochłaniającą, to w końcu ustali się pewien stan równowagi, w którym liczba promieni wysyłanych zrówna się

z liczbą promieni pochłanianych. Jeżeli promieniowanie pada na powierzchnię posrebrzoną, to wszystkie promienie ulegną odbiciu. Gdy jednak odbicie, wobec prostopadłego kierunku padania, odbywa się również tylko prostopadle, to emisja, przeciwnie, zachodzi we wszystkich kierunkach. Jeżeli więc cztery płytki ustawione są w porządku następującym:

$$\begin{array}{cccc} P & 1 & 2 & 3 & 4 \\ \rightarrow & B/B & B/S & S/S & S/B, \end{array}$$

to nietrudno już obliczyć odpowiednie ciśnienia. Na płytkę pierwszą, która po obu stronach jest zaczerniona, działa ciśnienie  $P$  promieni padających, ciśnienie zaś, wynikające z emisji, znosi się, ponieważ obie powierzchnie promieniują jednakowo. Na płytkę № 2, oprócz ciśnienia  $P$  promieni pochłanianych, działa jeszcze uderzenie wsteczne promieniowania, wysyłanego na wszystkie strony przez powierzchnię przednią, a że uderzenie to wyraża się ułamkiem  $\frac{2}{3} P$ , przeto, razem z ciśnieniem  $P$ , otrzymamy ciśnienie wypadkowe  $\frac{5}{3} P$ . Na płytce № 3 i № 4 działa ciśnienie  $P$  promieni padających oraz uderzenie wsteczne  $P$  promieni odbitych, a więc w sumie ciśnienia  $2P$ .

Jeżeli od tej prostej teorii przejdziemy do faktycznego doświadczenia, to znajdziemy przedewszystkiem dwa źródła błędów: 1) powierzchnia zaczerniona odbija pewną drobną część promieni, powierzchnia zaś posrebrzona pochłania pewną drobną część promieni, 2) dwie powierzchnie sąsiednie nie mają temperatury zupełnie identycznej, a próżnia, w której są umieszczone, nie jest próżnią bezwzględną.

Mimo to, wyniki doświadczenia potwierdziły w stopniu zupełnie zadowalającym słuszność wyżej przytoczonych rozważań teoretycznych. Każda z użytych płytek składała się z dwu szkiełek pokrywkowych okrągłych, grubych na 0,01 cm, o średnicy 1,2 cm, przedzielonych warstewką stopionego asfaltu takiej samej grubości. Taka płytka jest, jak się okazało, zupełnie nieprzezroczysta, a powierzchnia jej prawie ściśle czar-



na. Powierzchnię odbijającą otrzymywano przez posrebrzenie drogą rozpylania katodowego. Płytki te montowano na płytce z miki, zawieszanej na nitce kwarcowej w naczyniu, z którego można było usunąć powietrze. Źródłem światła była lampa 50 woltowa. Odchylenie płytki mikowej, wywołane przez ciśnienie światła, mierzono metodą Poggendorffa, t. j. z pomocą zwierciadła i skali. Ciśnienia, znalezione dla poszczególnych płytek, wyrażone w kreskach skali, wynosiły:

$BB$	$BS$	$SS$	$SB$
16,1	22,3	28,7	28,0

Rachunek daje na wartości tych ciśnień liczby:

$BB$	$BS$	$SS$	$SB$
14,3	22,0	26,5	26,1

Z wyjątkiem pierwszej liczby, zgodność jak widzimy, jest wcale dobra. Różnica w ciśnieniu pierwszym wynika, być może stąd, że, jak to zaznaczyliśmy wyżej, temperatura dwu powierzchni sąsiednich nie jest ściśle jednakowa, a próżnia nie jest doskonała.

Ponieważ ciśnienia, wywierane przez światło są bardzo drobne w porównaniu z zakłóceniami, jakie powstają skutkiem konwekcji, przeto wykazanie ciśnienia światła przy powierzchni ziemi uznać trzeba z góry za rzecz niemożliwą. Ale w przestrzeni międzyplanetarnej, gdzie próżnia jest sama przez się doskonalsza, od tej, jaką możemy otrzymać sztucznie, wpływ ciśnienia światła na ciała drobne może ujawnić się w sposób wyraźniejszy. Tak np. Poynting obliczył, że wobec kulki o promieniu, równym jednej czterdziestobilionowej części promienia ziemskiego, ciśnienie światła słonecznego mogłoby zrównoważyć siłę grawitacji; kulki jeszcze mniejsze byłyby przez to ciśnienie odrzucane.

Lecz i na kule większe ciśnienie światła działa w sposób dostrzegalny. Poynting obliczył, że kulka o promieniu 1 *cm*

i gęstości, równej gęstości Ziemi, która by po orbicie ziemskiej krążyła dokoła słońca, musiałaby, wskutek różnicy pomiędzy ciśnieniami światła, wywieranymi na jej dwie strony (oświetloną i odwróconą od słońca) doznać opóźnienia ruchu, które sprawiłoby taki skutek, że kulka, obiegając po coraz to mniejszych zwojach linii spiralnej, po upływie 45 milionów lat spadłaby wreszcie na słońce. Gwiazdy spadające należy uważać za takie właśnie drobne masy. Ponieważ jednak słońce w ciągu tylu milionów lat swego istnienia musiało już pochłoniąć wszystkie tego rodzaju drobne ciała, wędrujące w przestrzeni międzyplanetarnej, przeto nawet i ten tak nowoczesny punkt widzenia nie daje odpowiedzi na pytanie, jakie jest pochodzenie meteorytów, które obserwujemy obecnie.

• Tłum. S. B.

## KRONIKA NAUKOWA.

### Zmysł światła u zwierząt bezkręgowych.

Badając gąsienice niektórych motyli, pchły wodne, komary, oraz kilka gatunków *Myxis*, Hess starał się przystosować je do rozmaitych warunków świetlnych, przenosząc je do basenów oświetlonych kilkoma barwami widma. Z szeregu poprzednich analogicznych badań nad rybami okazało się że ryby skłaniają się zawsze ku barwie zielonej. Taką samą skłonność spotykamy teraz u pcheł wodnych (*Daphnidae*). Zjawiska tego nie należy sobie jednak tłumaczyć barwą samych promieni, lecz raczej natężeniem pasa zielonego w widmie, wskutek czego wpływ światła daje się odczuć na skórze zwierzęcia, wrażliwego na bodźce o silniejszym natężeniu świetlnym. Wyjaśnia to jeszcze i ten fakt, że zwierzęta każdorazowo wędrowały w kierunku najsilniej oświetlonej części widma.

*Bl.*

Biol. Zeitschr.





# MIECZYŚŁAW BRZEZIŃSKI

25 stycznia r. b. zakończył dni swoje, przeżywszy lat 52.

Cały trud swego żywota, bogate zasoby umysłu i najgorętsze uczucie serca oddał jednej sprawie: miłości ludu, a przez nią miłości ojczyzny. Potomność lepiej zrozumie i oceni jego znaczenie, niż mogli to uczynić współcześni. Oby świetlana jego postać przyświecała wzorem dalszym pokoleniom.

## SPOSTRZEŻENIA METEOROLOGICZNE

od 1 do 10 stycznia 1911 r.

(Wiadomość Stacji Centralnej Meteorologicznej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

Dzień	Barometr red. do 0° i na ciężkość 700 mm+			Temperatura w st. Cels					Kierunek i prędk. wiatru w m/sek.			Zachmurzenie (0—10)			Suma opadu mm	UWAGI
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.		
1	57,5	55,4	52,4	-0,8	0,2	-3,0	0,8	-3,2	SW <sub>1</sub>	SW <sub>2</sub>	SW <sub>2</sub>	8	⊙4	10	—	
2	48,5	48,3	49,8	-1,3	-1,1	0,9	0,9	-3,7	S <sub>5</sub>	SE <sub>5</sub>	SE <sub>4</sub>	10	10	10	1,5	● 7 <sup>15</sup> p. i n.
3	50,4	51,3	53,8	0,1	1,1	0,5	1,5	-0,7	NE <sub>7</sub>	NE <sub>5</sub>	NE <sub>4</sub>	10 <del>X</del>	9	10 <del>X</del>	0,1	<del>X</del> 8 p.—9 p.
4	55,0	56,1	56,2	-0,4	-1,7	-2,9	0,7	-3,0	NE <sub>12</sub>	NE <sub>17</sub>	NE <sub>20</sub>	10	8	10 <del>X</del>	0,9	▽ 7 <sup>40</sup> a.; <del>X</del> 8 p.
5	55,2	55,5	56,2	-2,6	0,4	1,7	1,8	-3,1	E <sub>12</sub>	E <sub>10</sub>	SE <sub>5</sub>	10 <del>X</del>	10 <del>X</del>	10	1,5	<del>X</del> 12 <sup>10</sup> a. ∨ 2 p.
6	55,5	56,9	61,7	2,5	4,9	1,4	5,0	1,2	SE <sub>10</sub>	S <sub>8</sub>	SE <sub>4</sub>	10	⊙2	2	—	
7	61,8	61,9	62,2	1,6	1,0	0,8	1,7	0,5	SE <sub>5</sub>	E <sub>4</sub>	S <sub>6</sub>	10●	10∞	10	0,0	
8	63,5	65,2	65,7	0,5	1,9	-0,3	2,3	-0,6	SE <sub>3</sub>	S <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	10	10≡	10≡	—	
9	63,3	61,1	58,5	-1,5	1,0	1,4	1,5	-2,6	SW <sub>3</sub>	SW <sub>8</sub>	SW <sub>4</sub>	8≡	10	10	0,2	● <del>X</del> n.
10	51,7	49,8	52,2	0,9	1,5	1,1	1,7	0,5	SW <sub>7</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>	10 <del>X</del>	10 <del>X</del>	8	2,5	<del>X</del> a. i p.
Średnie	56,2	56,2	56,9	-0,01	0,09	0,02	1,08	-1,05	6,5	6,2	5,2	9,6	8,3	9,0	—	

Stan średni barometru za dekadę  $\frac{1}{3}$  (7 r. + 1 p. + 9 w) = 756,4 mm

Temperatura średnia za dekadę:  $\frac{1}{4}$  (7 r. + 1 p. + 2 × 9 w) = 0,03 Cels.

Suma opadu za dekadę: = 6,7 mm

TREŚĆ NUMERU. Teorya polifletyzmu i pochodzenie zwierząt ssących w jej świetle, przez B. B. —Wahania klimatyczne i wędrowki ludów, przez d-ra Ludomira Sawickiego. — Poyntinga, Nowy pomiar ciśnienia światła, tłum. S. B. —Kronika naukowa. —Nekrologia. —Sposztrzeżenia meteorologiczne.

Wydawca W. Wróblewski.

Redaktor Br. Znatowicz.

Drukarnia L. Bogusławskiego, S-tokrzyska Nr. 11. Telefonu 195-52.