

ZMIENNOŚĆ KLIMATU

I JEJ PRZYCZYNY

skręślił

Dr. **Franciszek Czerny.**

I. Zmienność klimatu ziemskiego w czasach historycznych.

Niepospolity interes, jaki wiąże się z pytaniem, czyli klimat ziemski ulega zmianom, jest zbyt wymownym sam przez się, aby się nad nim bliżej należało nam rozwodzić. Tém więcéj apeluje on téż przy badaniu tego pytania do świadectw ściśle umiejtnych, z których znowu najwymowniejszemi niezawodnie byłyby daty, zaczerpnięte ze spostrzeżeń w tych czasach historyi ziemi, w których człowiek wystąpił już jako bacny obserwator otaczającéj go przyrody i pilny spisywacz jéj dziejów. Tymczasem, wyznać należy, meteorologija, będąc sama stósunkowo nader młodą jeszcze umiejtnością, nie rozporządza po dziś dzień dość rozległym w téj mierze materiałem, nie posiada spostrzeżeń i dat z dłuższego szeregu stuleci a tém samém z tém większemi ma do walczenia tru-

dnościami tam, gdzie, jak w dzisiejszych właśnie badaniach nad klimatem ziemskim, coraz żywsza daje się czuć potrzeba dat o ile można z jak największej ilości stacyj meteorologicznych a w tych znowu z jak najdłuższych peryjodów czasu.

W takim stanie rzeczy, nie dziwna, że fizycy i meteorologowie, oparci na obserwacyjach i zapiskach, zaledwie dopiéro z jednego pochodzących stulecia, skłaniali się aż po niemal ostatnie lata i skłaniają jeszcze poniekąd poczytywać klimat ziemski w czasach historycznych za stały i niezmienny. Amerykanin DRAPER wykazał n. p. że w ciągu lat 1817 do 1867 rzeka Hudson rok rocznie na 90 do 94 dni pokrywa się lodem, że zatem w tymże czasie ciepłota w Stanach Zjednoczonych nie zwiększyła się ani zmalała. Podobnie przekonano się tu i owdzie w Stanach Zjednoczonych jak niemniej w Paryżu, że i roczna ilość opadów pozostaje mniej więcej tą samą. ¹⁾ Także Szwajcar DUFOR, rozbiérając dawne podania o produkcji oliwy w Szwajcaryi, przyszedł do przekonania, że dzisiejszego braku drzew oliwnych w Szwajcaryi bynajmniej nie należy tłómaczyć zmianą klimatu w tymże kraju, bo nigdzie w dawnych podaniach nie ma wyraźnej wzmianki o drzewie oliwném tylko o oliwie, a ta mogła być pozyskiwaną i z orzechów; niemniej, dodaje, dzisiejsze opóźnienie się czasu winobrania w kantonie Waadt nie jest tego rodzaju, by z niego dało się wnosić na zmianę klimatu. Z okoliczności,

¹⁾ J. HANN „Bericht über die Fortschritte der geograph. Meteorologie“ w BEHM'A „Geographisches Jahrbuch“ VI Bd., 1876, str. 10 — 11.

że w wiekach XVII i XVIII pojawiły się w Alpach lodniki tam, gdzie o nich wprzód nie wspomiano, również dorywczym byłby wniosek, że klimat Alp się zmienił, skoro wiadomo znowu, że inne lodniki alpejskie systematycznie się cofają. Podobnie zjawisko, że granica lasów w Alpach uległa znacznemu już obniżeniu, bo wynoszącemu około 100 metrów, może być raczej następstwem tępienia ich częścią przez samych mieszkańców częścią przez pasące się bydło. Zresztą i przedsięwzięte obliczenia średniej temperatury rocznej w niektórych miejscowościach Stanów Zjednoczonych, w Berlinie i w Bazylei nie wykazały namacalnych zmian ciepłoty. W tém większe zdziwienie wprawił téż meteorologów GLAISHER, dyrektor meteorologicznego działu obserwatoryjum w Greenwich, dopatrzwszy się od r. 1770 do r. 1860 w Greenwich wzrostu średniej temperatury rocznej od 8^o7 C do 9^o4 C. Tymczasem jest rzeczą niewątpliwą, co zresztą i w Karlsruhe spostrzeżono, że temperatura powietrza wśród murów miasta jest cokolwiek wyższą aniżeli zewnątrz miasta, tak, że jedno i tożsamo obserwatoryjum, dawniej leżące poza obrębem murów miasta, ujrawszy się z czasem skutkiem rozszerzenia się miasta pośród jego murów, musi tém samym notować wyższą temperaturę powietrza.

Z tém wszystkiém, jak to łatwo uznać, wszystkie tego rodzaju poszukiwania i obliczenia zbyt małym stósunkowo rozporządzają jeszcze zasobem doświadczeń, ażeby mogły dojść do innych rezultatów, aniżeli te, do których właśnie doszły. Tém bardziej maleje ich znaczenie, jeżeli zważy się, że cały szereg innych spostrzeżeń wyraźny im zadaje kłam. Wprawdzie

i ARAGO, dostrzegłszy, że granice rozpostarcia się palmy daktylowej i winorośli w Palestynie pozostały od 30 wieków do dziś dnia niezmiennymi, orzekł, że klimat Palestyny w szczególności, a klimat ziemi w ogóle nie mógł ulegnąć zmianie w czasach historycznych. I w rzeczy samej być łatwo może, że średnia ciepłota roczna Palestyny pozostała taką samą, jaką była za panowania królów żydowskich. Zkądinąd wszakże jest rzeczą równie pewną, że klimat Palestyny mimo tego zmienić się musiał, bo oto przed 3000 lub 4000 lat rozpościęrały się tamże znaczne lasy zamieszkałe przez niedźwiedzie, i żyzne łąki i pastwiska, ożywione mnogimi trzodami bydła, podczas gdy dziś tenże sam kraj, niegdyś „płynący mlékem i miodem“, nie otrzymuje nawet dość opadów atmosferycznych, aby się na jałowym gruncie wytworzyć mogła choćby cienka tylko warstwa humusu. Nie w lepszych warunkach znajduje się dziś Egipt. Ruiny kwitnących tam niegdyś miast zagrzebane są obecnie wśród spiekłych piasków, podczas gdy obszar uprawnego dawniej gruntu zmniejszył się niepoślednio na rzecz pustyni, stopniowo dolinę Nilu najeżdżającą, tak, iż wielbłąd, nieznany jeszcze starym Egipcyanom, stał się już niezbędnym w państwie dzisiejszych wicekrólów. Ale i w innych krajach nie brak śladów i świadectw zaszłych w czasach historycznych walnych modyfikacyj klimatycznych. Oto przedewszystkiém pewne rośliny już więcéj tamże nie dojrzewają, choć o uprawie ich w tych krajach wyraźnie stare wspominają kroniki, jak n. p. o winorośli nad zatoką bristolską, we Flandryi, w Bretanii francuzkiej, lub cofnęły się cokolwiek ku południowi, jak n. p. drze-

wo oliwne w okolicach miasta Carcassone miało się cofnąć od 100 lat o 15—16 kilometrów ku południowi, albo znowu pewne rośliny całkiem już zaginęły jak trzcina cukrowa w Prowansalii, czerwona jodła w Irlandyi, brzozowe lasy na Islandyi, na wyspach Szetlandzkich i w Laponii, w którym to ostatnim kraju sterczą jeszcze tu i owdzie odarte ich szkielety. Na wschodniem wybrzeżu Grenlandyi kwitnęła jeszcze na początku XV wieku (r. 1406) osada z 190 wsi złożona, które wszakże następnie wyludnić się musiały, odkąd lodniki całe opanowały wybrzeże. W r. 1822 oglądał jeszcze SCORESBY opustoszałe ruiny tych dawnych mieszkań ludzkich. W Syberyi dostrzegł znowu MIDDENDORF, że w dolinie Jeniseju większe drzewa coraz bardziej cofają się ku południowi. Także w Węgrzech sprawdzono, że niektóre rośliny stepowe postępują wyraźnie ku zachodowi, coby świadczyło, że w tym samym kierunku postępuje klimat stepowy. Niemniej i w środkowej Europie, jak w Pradze, Ratysbonie, Hamburgu itd. nagromadziły się fakty, które kazałyby wnosić, że mrozy nastają obecnie wcześniej, bo w grudniu, podczas gdy styczeń jest cieplejszym niż przed 100 laty. ¹⁾

Nielicznym zapewne należy nam nazwać szereg wymienionych co dopiero przykładów i słabą bezwątpienia byłaby podstawa, jakąby sobie chciał ktokolwiek z nich zbudować celem odszukania pewnych trwałych

¹⁾ Porównaj STUDER „Lehrbuch der physikal. Geographie und Geologie“ (Bern, Chur und Leipzig 1847) II Th., str. 305—308; EL. RECLUS „La Terre“ (3 edit), II str. 493—497; MÜLLER „Kosmische Physik“ str. 510—513 (4 Auflage).

prawideł zmienności klimatu. Mimo to, choćbyśmy nawet i tego rodzaju świadectwom wszelkiego odmówili znaczenia, ba nawet gdybyśmy byli wszelkich dat obserwacyjnych pozbawieni, czulibyśmy się przecież dostatecznie uprawnionymi, nietylko zmienność klimatu przyjąć w zasadzie, ale ją nawet wytłómaczyć, wykazując jej przyczyny. Dość nam bowiem zapytać, czyli warunki klimatu ziemskiego pozostają niezmiennymi, a już tém samém znajdziemy odpowiedź, czyli i sam klimat t. j. ogół przeciętnych wartości rocznych dla wszystkich zjawisk meteorologicznych w pojedynczych okolicach ziemi jest wszędzie i zawsze jednaki. Dwojakie zaś rozróżniamy warunki klimatu; jedne kosmiczne, drugie czysto lokalne a więc telluryczne. Przypatrzmy się im przeto nieco bliżej, a mianowicie najprzód kosmicznym.

A) Zmienność kosmicznych warunków klimatu.

Wiadomo, że praprzyczyną wszelkich zmian w stanie powietrza, a więc ciśnienia powietrza, wiatrów, opadów itd. jest nierówny rozdział ciepłoty na ziemi, skoro inaczej, gdyby atmosfera ziemską wszędzie jedną posiadała temperaturę, musiałaby w niej grobowa zapanować cisza i monotonność wszystkich zjawisk. Widoczna zatem z tego, że nie może być dla ziemi rzeczą obojętną, jakie ona zajmuje stanowisko w przestworzu względem źródła swego ciepła t. j. względem słońca. Tymczasem uczy nas astronomija, że żaden z warunków kosmicznych, w jakich się ziemia znajduje względem słońca, nie jest stałym; owszem każdy z nich ulega ustawicznemu, peryjodycznemu

zmianom. Przedewszystkiém droga, jaką ziemia w swoim rocznym obiegu około słońca odbywa w przestworzu, nie jest elipsą o jednéj i téj saméj zawsze odśrodkowości. Skutkiem bowiem wpływu reszty planet systemu słonecznego na ziemię, odśrodkowość ta raz rośnie drugi raz maleje, powracając mniéj więcéj co 50000 lat do swego maximum. Dziś właśnie się ona pomniéjsza t. j. eliptyczny kształt drogi ziemi coraz bardziéj zbliża się do formy koła, lubo najbliższe minimum przypadnie dopiéro po mniéj więcéj 18000 lat, rachując od czasów dzisiejszych. Podobnie nachylenie osi ziemskiéj do płaszczyzny jéj drogi, dziś wynoszące około 67° , zmiéjsza się i znowu się powiéksza w dłuższych peryjodach czasu, lubo cała oscylacja między maximum a minimum tego nachylenia zdaje się nie wynosić więcéj jak 6° . Obecnie nachylenie to właśnie się pomniéjsza i to o kąt $0\cdot47''$ rocznie czyli o kąt $47''$ na jedno stulecie. Także wielka oś drogi ziemskiéj czyli t. zw. absyda ciągle zmienia swe położenie, mianowicie ustawiczny zdradza ruch w kierunku prawidłowym t. j. od Zachodu ku Wschodowi i to ubiegając rocznie o kąt $11\cdot3''$. Wreszcie i punkty równonocne czyli punkty wiosny i jesieni t. j. punkty przecięcia się równika świata z płaszczyzną ekliptyki nie są stałe, ale posuwają się w kierunku wstecznym t. j. od W. ku Zach. o kąt $50\cdot2''$ rocznie, tak, że w ciągu 25.800 lat obiegają całe koło. Tém się téż tłómaczy, że n. p. punkt wiosny, leżący jeszcze przed 2300 lat w konstelacyi Barana, dziś leży już w pobliżu konstelacyi Ryb. Ponieważ zaś, jak powiedzieliśmy, absyda posuwa się rocznie o kąt $11\cdot3''$ od Z. ku W., punkty równonocne w tym samym czasie o kąt $50\cdot2''$

ale w kierunku wstecznym, więc wynika z tego, że jeden koniec absydy t. j. perihelium zbliża się — jak właśnie obecnie — o kąt $61.5''$ do punktu wiosny, drugi zaś t. j. aphelium przybliża się o tyleż do punktu jesieni, tak, że peryjod całego obiegu absydy i punktów równonocnych razem wynosi 21000 lat.

Nie wchodząc w tłumaczenie tych arcyciekawych zjawisk kosmicznych, — boć nie jest to rzeczą niniejszej rozprawy, — ale zastanawiając się tylko nad najcharakterystyczniejszą właśnie a wspólną im wszystkim właściwością, t. j. peryjodyczną ich zmiennością, bez trudu przychodzimy do wniosku, że jeżeli warunkują one w czémkolwiek klimat ziemski, to i peryjodyczne ich zmiany nie mogą się obejść bez wywołania peryjodycznych zmian w klimacie naszego globu. Nie doświadczenie oczywiście poucza nas o niemyślności podobnego wniosku, skoro doświadczenie nasze nie rozciąga się jeszcze do tak olbrzymich okresów czasu; umacniają nas wszakże w naszym przekonaniu obliczenia teoretyczne, wykazując, że zwiększenie lub pomniejszenie się nachylenia osi ziemskiej do płaszczyzny ekliptyki nie mogą odbywać się bez choćby nader małego nawet wpływu na rozdział pór roku w pojedynczych strefach, zwłaszcza w umiarkowanej i zimnej, i na ich przeciętną ciepłotę roczną, że w ten sam sposób wpływać musi na powiększenie się lub pomniejszenie średniej ciepłoty rocznej pojedynczych miejsc na ziemi raz mniejsza, drugi raz większa odśrodkowość drogi ziemskiej, że przedewszystkiém wszakże łącznie ze wzrostem téj odśrodkowości musi wywierać wpływ na rozdział klimatów na ziemi ten ważny wzgląd, że punkty równonocne swoje położenie

w przestworzu zmieniają, przez co raz się mogą zejść z perihelium i aphelium, drugi raz znowu oddalić się od nich o 90° . Ostatnia to okoliczność zwłaszcza nie może być obojętną na rozdział ciepłoty na każdej z obu półkul ziemi, południowej i północnej. Jeżeli bowiem obecnie zimna połowa roku naszej półkuli przypada podczas perihelium t. j. w czasie, kiedy ziemia szybciej obiega około słońca i mniejszą odbywa połowę swój rocznej drogi, ciepła zaś połowa roku naszej półkuli przypada podczas aphelium t. j. w czasie, kiedy ziemia wolniej biegnie i większą połowę swój drogi około słońca odbywa, tak, że skutkiem tego nasza wiosna i lato trwają razem dni 186 i 12 godzin, nasza jesień zaś i zima tylko 178 dni i 18 godzin, to po mniej więcej 10500 latach t. j. kiedy punkt wiosny zajmie położenie dzisiejszego punktu jesieni, warunki klimatyczne naszej półkuli zmienią się tak dalece, że właśnie ciepła połowa roku będzie trwać tylko 178 dni i 18 godzin, zimna zaś 186 dni i 12 godzin, w których to warunkach znajduje się właśnie obecnie półkula południowa. Zapewne i tych różnic nie nazwiemy wielkimi, bo też i ilość ciepła, jaką ziemia otrzymuje dziś od słońca podczas perihelium, ma się do ilości ciepła, jaką otrzymuje podczas aphelium, jedynie jak 1.034 : 0.967; z tém wszystkiém i te różnice są bezwątpienia zdolne sprowadzić pewne dotkliwe modyfikacje termicznych warunków pojedynczych okolic ziemi, jeżeli tylko inne warunki klimatyczne, zwłaszcza telluryczne, o których będzie mowa niżej, nie są tego rodzaju, iżby mogły wpływ tych różnic ubzładnić.

Ale nietylko od wymienionych co dopiero okoliczności 'zawisł klimat ziemi i jego peryjodyczna zmienność. Że klimat się zmienia i to peryjodycznie wykazał niemniej najniezawodniej wykryty w najnowszych czasach związek między wszystkimi niemal meteorologicznymi zjawiskami na ziemi z jednej, a zjawiskami w atmosferze słonecznej z drugiej strony, w szczególności plamami słonecznymi, w których pojawieniu się dopatrzono się, jak wiadomo, pewnej stałej peryjodyczności wynoszącej około 11 lat (wedle WOLFA 11 $\frac{1}{2}$ lat, według p. JOHN ALLAN BROUN zaś 10 \cdot ₄₅ lat ¹⁾).

Jeżelibyśmy mieli wierzyć p. CH. LAMEY, to peryjód jedenastoletni w pojawianiu się plam słonecznych byłby tylko następstwem panujących w atmosferze słonecznej prądów, od równika słonecznego ku biegunom zwróconych, zkąd takowe dostają się w głąb ciała słonecznego, aby ztamtąd znów się wydobyć u równika słonecznego na jego powierzchnię. „Ta cyrkulacyja we wnętrzu słońca, powiada LAMEY, podejrzrywana zresztą już oddawna przez wielu znamienitych członków Akademii, dostarcza nader prostego komentarza do wytłómaczenia peryjodyczności plam słonecznych. Przyjmując bowiem jako średnią wartość dziennego ruchu plam słonecznych ku biegunom 3·004'' i przyjmując, że jest to właśnie także średnia chyżość prądu w głębi masy słonecznej, to prosty wykazuje rachunek, że prąd o podobnej chyżości potrzebowałby 11·19 lat do przebieżenia drogi, równającej się

$$\frac{2\pi R}{4} + 2R.$$

¹⁾ Czyt. „The Nature“ Vol. XVI (1877), str. 62—64.

Czas ten zaś zgadzałyby się właśnie z 11-letnim peryjodem plam słonecznych¹⁾. Jak daleko nam wszakże jeszcze do wykrycia istotnej przyczyny plam słonecznych i ich jedenastoletniej peryjodyczności, dowodzi okoliczność, że inny znowu obóz astronomów i astrofizyków jak WARREN DE LA RUE, BALFOUR STEWART, LOEWY etc. peryjodyczność tę tłumaczą wpływem planet na słońce, mianowicie czynią plamy słoneczne zależnymi od stanowiska Jowisza, Wenus i Merkurego względem słońca i względem siebie samych, orzekając, że ilość plam słonecznych większą jest, gdy Wenus lub Merkury zjedną się z Jowiszem, lub gdy Merkury najwięcej zbliży się do słońca²⁾.

Jakakolwiek wszakże jest przyczyna tej peryjodyczności plam słonecznych, pozostaje przecież rzeczą pewną, że peryjodyczność tego zjawiska nie jest znowu bez wpływu na peryjodyczność całego szeregu zjawisk w atmosferze ziemskiej. Mianowicie wykazał pierwszy EDWARD SABINE przed 20 mniej więcej laty, że między zjawiskami magnetyzmu ziemskiego i pojawianiem się większej lub mniejszej ilości plam słonecznych zachodzi nie dający się zaprzeczyć związek, że w szczególności większe zboczenia igły magnetycznej deklinacyjnej odpowiadają maximum plam słonecznych. Po nim przekonał się niebawem J. ALLAN BROUN i to z obserwacyj, dokonanych w ciągu lat 1844 — 57, że w oscylacjach

¹⁾ „Sur la théorie de la périodicité undecennale des taches du Soleil“ Note de M. CH. LAMEY w „Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences“ 1876, Vol. 82, Nr. 22.

²⁾ B. STEWART „Suspected. relations between the sun and the earth“ w „Nature“ Vol. XVI (1877) str. 26—28.

igły deklinacyjnej zachodzi znowu peryjód mniejszy, 26 dni wynoszący, a całkiem odpowiadający czasowi wirowego obrotu słońca (wedle SPÖRERA obrót wirowy słońca odbywa się w 26·3 dniach) ¹⁾. Tożsamo, niezależnie od J. A. BROUNA, wykrył dyrektor obserwatorium prazkiego, Dr. HORNSTEIN ²⁾. Podobnie stwierdził SCHIAPARELLI (w Medyolanie), że największa dzienna oscylacja igły magnetycznej deklinacyjnej miała miejsce właśnie w czasie maximum plam słonecznych, jako to w latach 1837, 1848, 1859, 1870 ³⁾. Prof. FRITZ w Zurychu wykazał znowu zupełną zgodność co do czasu między maximum plam słonecznych a maximum zórz polarnych; bo jakkolwiek ostatnie względem pierwszych cokolwiek się opóźniają, opóźnienie to wynosi tylko 0·73 roku, podczas gdy minima zórz polarnych wydarzają się o 0·3 roku wcześniej niżeli minima plam słonecznych. Nadto wyraźnym jest wedle niego peryjód 55·5 lat w pojawianiu się zórz polarnych t. j. przeciąg czasu, odpowiadający w zupełności 5 peryjodom plam słonecznych i inny dłuższy jeszcze peryjód 222 lat, równający się 20 okresom plam słoń. Także wedle katalogu zórz polarnych prof. LOVERINGA przypadają zupełnie prawie współcześnie maxima plam słonecznych i maxima zórz polarnych ⁴⁾. Rzecz charakterystyczna, że zkądną znowu maximum zórz polarnych odpowiada minimum burz elektrycznych;

¹⁾ P. „Nature“ Vol. XIII, str. 328 i Vol. XVI, str. 9—11.

²⁾ P. SECCHI „Le Soleil“ I, str. 152—153.

³⁾ P. „Zeitschrift d. österr. Gesell. f. Meteorologie“ Bd. X., str. 366—367.

⁴⁾ Tamże str. 317—318.

przynajmniej W. v. BEZOLD wykazał, że lata najwięcej obfitujące w burze przypadają w czasie minimum plam słonecznych, zkadby wynikało, że zjawiska burz i zórz polarnych równoważą się wzajem ¹⁾.

Tak samo zdradza i reszta zjawisk meteorologicznych pewną zależność od większej lub mniejszej ilości plam na słońcu. Oto wspomniany już J. A. BROUN dostrzegł, że zmiany stanu barometru a więc zmiany ciśnienia powietrza mają swój peryjód i to zupełnie odpowiadający czasowi rotacyi słońca t. j. około 26 dni (dokładniej 25·74) ²⁾. Podobnego związku między pojawieniem się plam słonecznych a zmianami temperatury powietrza dopatrzyli się BAXENDELL w Manchester, PIAZZI SMYTH, STONE, Prof. KÖPPEN i HENRYK BLANFORD. Mianowicie piérwszy na podstawie obserwacyj z lat 1859—66 przyszedł do wniosku, że siła insolacyi czyli ciepła słonecznego rośnie lub maleje zupełnie tak jak ilość plam słonecznych ³⁾. Do innego wypadku wprowadzie doprowadziły badania prof. KÖPPENA, wykazując, że temperatura powietrza właśnie rośnie w miarę jak ilość plam słonecznych się pomniejsza („Zeitschrift d. österr. G. f. Meteorologie“ Bd. VIII, Nr. 16 i 17). Wszelako H. BLANFORD na podstawie własnych spostrzeżeń w Indyjach wschodnich dopatrzył się w tych odmiennych rezultatach poszukiwań BAXENDELLA i KÖPPENA pozornój tylko sprzeczności, dowodząc, że temperatura i wilgoć powietrza mają na ziemi i to przedewszystkiém w strefie mię-

¹⁾ J. HANN w BEHMA „Geogr. Jahrbuch“ 1876, str. 9.

²⁾ BALFOUR STEWART „Opening Address“ w Nature“ Vol. XII, str. 348.

³⁾ B. STEWART w „Nature“ Vol. XVI, str. 45.

dzyzwrotnikowej wręcz przeciwny sobie przebieg. Większe promieniowanie ciepła ze słońca musi bowiem spowodować większe parowanie wody w oceanie a tém samym zwiększać wilgotność powietrza t. j. wywołać większe zachmurzenie i częstsze opady, te ostatnie zaś przeszkadzają wprost ogrzaniu się w wyższym stopniu warstw powietrza, u powierzchni ziemi rozpostartych, podczas gdy nadto i parowanie większej ilości opadłej wody tém bardziej musi wpływać na obniżenie się temperatury powietrza ¹⁾).

I w rzeczy samej badania KAROLA MELDRUMA i LOCKYERA wykryły, że w czasie największej ilości plam słonecznych ilość opadłej wody jest wszędzie większą niżeli w czasie minimum plam słonecznych. Nadwyżka ta wynosi n. p. w Anglii 1.94 cala, na kontynencie Europy 3.64, w Stanach Zjednoczonych 5.17, w Indiach wschodnich 8.98, w Australii 6.23 cala, a zatém w przecięciu 5.19 cali. Z pośród 9 lat, w których przypadało maximum plam słonecznych, 7 lat wykazało w Anglii nadwyżkę w ilości dęszczu w porównaniu do ilości opadów podczas 7 lat minimum plam słonecznych; na lądzie europejskim z pośród 7 lat maximum plam słonecznych, 6 lat było obfitszych w opady atmosferyczne, aniżeli 6 lat minimum plam słoń.; w Ameryce z pośród 6 lat minimum plam słoń. wykazało 5 lat nadwyżkę; w Indiach przedgangesowych z pośród 6 lat — 4; w Australii z pośród 3 lat — 2. W przecięciu więc 7 lat maximum plam słonecznych cieszyło się większą ilością opadów w porówna-

¹⁾ P. „Nature“ Vol. XII, str. 147 — 148, 188 — 189 i „Zeitschrift d. ö. G. f. Meteor.“ Bd. X. str. 261 do 264.

niu z 7 latami minimum plam słoń. W szczególności ilość opadów w 4 latach maximum plam słonecznych, jakoto 1829·5, 1837·2, 1848·6, 1860·2, wykazała przeciętną nadwyżkę 9·5 cali dęszczu w porównaniu do ilości opadu w 4 latach minimum plam słonecznych ¹⁾. Nie mniej ciekawe a zgodne z dopięro co wspomnionými osiągnął wypadki ze swych tegorocznych (1877) badań Dr. W. W. HUNTER („The cycle of drought and famine in southern India“ Calcutta 1877) przekonawszy się, że w południowej części Indyj przedgangesowych przypadają lata posuchy i głodu właśnie w czasie minimum plam słonecznych ²⁾.

Im bardziej mnożą się poszukiwania, tém widoczniej występuje ten tajemniczy związek między ilością opadów atmosferycznych a plamami słonecznymi. Zrazu t. j. w r. 1872 badano w téj mierze ilość opadów tylko w trzech stacyjach metorologicznych. NORMAN LOCKYER pomnożył następnie ilość tych stacyj o dwie, zestawiając spostrzeżenia w Madras i Captown. Dziś ilość stacyj, jakie dostarczyły w téj mierze dat, urosła do 144, podczas gdy meteorologowie usiłowali zebrać także materyjał obserwacyjny z coraz to większej ilości peryjodów plam słonecznych, tak, że obecnie rozporządzają już siedmioma peryjodami plam słonecznych dla opadów. Są, prawda, stacyje, gdzie obserwowana ilość opadów nie zgadza się z powyższém prawem, ale są one nielicznymi tylko wyjątkami i w nich téż rozstrzygającými są raczej warunki lokalne, jako to sąsiedztwo

¹⁾ „Zeitschrift d. österr. G. f. M.“ Bd. XI, str. 296 do 299 i BEHM'A „Geogr. Jahrb. 1876, p. 8.

²⁾ „The geographical Magazine“ 1877, Vol. IV, str. 111 — 113; i w Nature“ Vol. XVI, p. 14.

gór lub morza, brak lasów itp. W ogóle zaś zdaje się, że nadwyżka ilości opadów podczas maximum plam słonecznych jest największą w strefie zwrotnikowej i że maleje z rosnącą szerokością geograficzną ¹⁾.

Naturalnie, że i stan wód w rzekach, jako bezpośrednio zawisły od ilości opadów atmosferycznych, wykazał ten sam peryjod a więc i tę samą zależność od peryjodycznych wzburzeń atmosfery słonecznej. Zauważano mianowicie, że stan wody w Renie, Sekwanie, Dunaju, Elbie, Odrze itd. podczas maximum plam słonecznych podnosi się w przecięciu o 16·2 cali nad średni stan w latach minimum plam słoń. Z pośród 13 lat maximum plam słoń. 10 lat wykazało właśnie tę nadwyżkę, w czém wyraźny widzimy dowód, że rzeki podnoszą się lub opadają łącznie ze wzrostem lub pomniejszaniem się ilości plam słonecznych ²⁾. Nic dziwnego, że i jeziora niektóre, jak to wykazał G. M. DAWSON w Kanadzie na jeziorach Superior, Michigan, Erie, Ontario, podnoszą skutkiem obfitszych opadów swoje zwierciadło wody w latach maximum plam słonecznych ³⁾.

Rzecz charakterystyczna, że takiż sam związek zachodzi między ilością plam słonecznych a ilością orkanów na ziemi. Wykazali to mianowicie KAROL MELDRUM, dyrektor obserwatoryjum na wyspie Mauritius i A. POEY, zebrawszy w tym celu daty dotyczące się orkanów w Indyjach zachodnich. Wprawdzie maximum orkanów i maximum plam słonecznych podobnie

¹⁾ „Zeitschrift d. österr. G. f. Meteorlg.“ Bd. XI. (1876), str. 296 — 299.

²⁾ Tamże.

³⁾ „Zeitschrift d. ö. G. f. M.“ Bd. IX (1874), str. 172.

jak minimum pierwszych i minimum ostatnich nie przypadają całkiem jednocześnie, różnica jednak w czasie jest nader małą, bo maximum orkanów nastaje o 1·4 roku później niż maximum plam słonecznych, minimum zaś orkanów o 0·5 roku wcześniej aniżeli minimum plam słonecznych ¹⁾. Dodajmy nareszcie, że jak to prof. FRITZ w Zurichu wykazał, istnieje oraz związek między ilością plam słonecznych a ilością gradobić, skoro lata maximum gradobić, jako to: 1817, 1830, 1838, 1848, 1860 są omal latami maximum plam słonecznych t. j.: 1817, 1829, 1837, 1849, 1860. Także rok 1871, jako rok maximum plam słonecznych, odznaczał się większą ilością gradobić. Najrzadszemi były zaś gradobicia w latach minimum plam słonecznych t. j. w r. 1810, 1823, 1834, 1844, 1856 ²⁾. Dr. MOFFAT dopatrywał się nawet peryjodycznego zwiększania się i pomniejszania się ilości ozonu w powietrzu i to odpowiadających także wprost maximum i minimum plam słon. ³⁾.

Zastanawiając się nad tą tak wyraźną zgodnością co do czasu tyłu zjawisk meteorologicznych na ziemi

¹⁾ Tamże. str. 84 i nast. oraz „Nature“ Vol. XII (1875), str. 16.

²⁾ „Zeitschrift d. ö. G. f. M.“ Bd. XI, str. 352,

³⁾ P. „Nature“ Vol. XII, str. 374. Gdyby chodziło o wyczerpanie wszystkich zjawisk na ziemi, zdradzających tę samą peryjodyczność co plamy słoneczne, to wypadaloby jeszcze wspomnieć, że, jak to Dr ARTHUR SCHUSTER wykazał, lata najobfitszego winobrania w Niemczech były mniej więcej latami minimum plam słonecznych, mianowicie: lata minimum plam słon. były: 1810, 1823, 1833·8, 1844, 1856, 1867, — lata zaś najobfitszego winobrania: 1811, 1822, 1834, 1846, 1857, 1868, p. „Nature“ Vol. XVI (1877), str. 45.

ze zjawiskami w atmosferze słonecznej, nie podobna przypuścić, aby dwie całkiem niezależne działały przyczyny, któreby wywoływały na słońcu i na ziemi w tych samych czasach i z tą samą peryjodycznością zjawiska nie zostające zresztą w żadnym ze sobą związku. Owszem daleko bliższym jest wniosek, że ziemia, w tyłu innych względach tak niewolniczo zawisła od słońca, i w meteorologicznych swych zjawiskach zależną być musi od meteorologicznych zjawisk na słońcu. Tém mniej możemy o tém wątpić po rezultatach, do jakich doszli astronomowie amerykańscy pp. L. TROUVELOT i S. P. LANGLEY. Piérwszy ¹⁾ dostrzegł mianowicie, że tak zwana granulacyja słońca powstaje w skutek pokrycia przez chromosferę plam słonecznych, które, jak wiadomo, są lejkwatemi, do kraterów podobnemi zagłębieniami w fotosferze, i że chromosfera, stósunkowo nader cienką tworząca warstwę, zmienia ustawicznie swą grubość, tak że raz grubość jój przedstawia nam się pod kątem 15'', innym razem zaś pod kątem 10''. Zmniejszanie się jój grubości ma zaś pochodzić według p. TROUVELOTA ztąd, że w czasie wytworzenia się większej ilości plam słonecznych gazy chromosfery niby olbrzymie kaskady spływają gwałtownie zrzadzonemi w fotosferze wylomami w głąb ciała słonecznego. LANGLEY, podnosząc tę samą okoliczność i obliczając, że chromosfera słoneczna wstrzymuje w przecięciu połowę ciepła słonecznego, wykazał téż, że powiększanie się grubości chromosfery nie może obyć się bez wpływu na stopień ciepłoty powietrza ziem-

¹⁾ „On the veiled Solar-Spots“ w „The American Journal of Sciences and Arts“ Marzec 1876, str. 169 do 176.

skiego, skoro naówczas i absorbcyja promieniejącego ze słońca ciepła przez chromosferę znacznie się wzmacnia, tak, że n. p. wzrost absorbcyi o 25% sprowadziłby musiał obniżenie się temperatury powietrza ziemskiego o 100° F. ¹⁾ Jeżeli zaś tak jest rzeczywiście t. j. jeżeli podczas maximum plam słonecznych chromosfera stósunkowo jest najcieńszą, podczas minimum zaś najgrubszą, to w téj ważnej okoliczności posiadalibyśmy właśnie tyle pożądanego klucza do wytlómaczenia sobie zarazem peryjodycznych zmian, jakim ulega ciepłota powietrza ziemskiego i ilość opadów atmosferycznych.

Jakże atoli wytłómaczyć zagadkowy związek między plamami słonecznymi a resztą wymienionych poprzednio zjawisk meteorologicznych, w szczególności zaś pomiędzy oscylacyjami igły magnetycznej deklinacyjnej, zorzami polarnymi i orkanami? O ile mi wiadomo, próbował dopiero pierwszy prof. BALFOUR STEWART ²⁾ łączność i zależność tych zjawisk od plam słonecznych rozjaśnić. Powiada on mniej więcej co następuje: Wiemy, że wiatry polarne i równikowe są prostym następstwem nierównego rozpodziału ciepła na ziemi; wiemy także, że strefa ciszy i passatów a tém samym granice równikowe antypassatów ulegają w ciągu roku pewnym zboczeniom i to zupełnie zależnie od stanowiska słońca, tak, że skutkiem tego wiatry polarne i równikowe wykazują w swoim przebiegu roczny peryjód. Podobnie łatwo zrozumieć, że muszą one mieć i dzienny swój peryjód; wiadomo bowiem przynajmniej, że passaty

¹⁾ P. „Naturforscher“ 1876, Nr. 11, str. 97 — 99.

²⁾ „Opening Address“ w „Nature“ Vol. VII (1875), str. 348 — 349.

w nocy tracą na swój chyżości i sile, co znowu nie może być bez wpływu na pomniéjszenie się chyżości i siły antypassatu. Wiemy nareszcie, że ziemia jest magnesem, że rozrzedzone powietrze jest nader dobrym przewodnikiem elektryczności i że elektryczne prądy nie są obojętnými na zjawiska magnetyzmu ziemskiego. Owóz antypassaty, jako unoszące z sobą powietrze ciepłe i wilgotne, przeto rozrzedzone, należy nam poczytać za dobre przewodniki elektryczności. Skoro zaś antypassaty posiadają swój peryjód dzienny, więc téż i ich wpływ na magnetyzm ziemski musi wykazywać pewną dzienną peryjodyczność. Tak samo, aby dodać na tém miejscu zapatrywanie się J. R. MAYERA, ¹⁾ zmiany w położeniu meteorologicznego równika w ciągu roku iść muszą w parze z jednoczesnemi zmianami, jakich doznają bieguny magnetyczne ziemi i deklinacja igły magnetycznej. Ale obok regularnie wiejących, wspomnionych co dopiéro wiatrów, wydarzają się, jak wiadomo, od czasu do czasu gwałtowne wzburzenia atmosfery ziemskiej, znane pod nazwą cyklonów lub orkanów. Są one zjawiskiem nieperyjodycznym, choć powiększanie się lub pomniéjszanie ich ilości niewolniczo znowu zawisły od maximum lub minimum plam słonecznych. Jeżeli przeto w czasie maximum plam słonecznych wzburzenia magnetyzmu ziemskiego są najsilniejsze, to nie należałoby, zdaje się, przypisywać takowych bezpośredniemu wpływowi plam słonecznych, ile raczej największym właśnie podówczas wzburzeniom atmosfery ziemskiej, które wszakże, jak to peryjodyczny

¹⁾ „Mechanik d. Wärme“ (Stuttgart, 1874), str. 313 do 315.

wzrost ich ilości dowodzi, prawdopodobnie wprost są zawisłemi od peryjodycznych wzburzeń atmosfery słonecznej.

W ten sposób, jak jedenastoletnia oscylacja temperatury powietrza i ilości opadów atmosferycznych byłaby skutkiem równie długiego peryjodu nabrzmiewania i opadania chromosfery słonecznej, tak znowu miałyby większa co 11 lat powtarzająca się energia wichrów w naszej atmosferze swą przyczynę w plamach słonecznych, wpływając znowu sama na również 11-letni peryjód zjawisk magnetyzmu ziemskiego.

Niezawodnie nie można teoryi p. BALFOUR STEWARTA zaprzeczyć mnogich nawet pozorów prawdopodobieństwa i siły przekonywującej. A jednak, jak się zdaje, samo słońce, pojęte jako podobny magnes jak ziemia, wpływa przez indukcję bezpośrednio nawet na magnetyzm ziemski. W dziennj oscylacyi igły deklinacyjnej dają się bowiem odszukać już w ciągu jednego roku wyraźne zboczenia téjże igły, zupełnie zależne od deklinacyi słońca. Mianowicie, jeżeli deklinacja słońca jest północną, igła deklinacyjna odchyła się więcej ku Zachodowi, jeżeli zaś jest południową, więcej ku Wschodowi. Okoliczność ta dowodziłaby znowu, że nawet zmiana we wzajemnym nachyleniu osi magnetycznych ziemi i słońca w ciągu roku wywołuje różne stopnie indukcyjnego działania ze strony magnetyzmu słonecznego na ziemię; mianowicie w lecie północnej półkuli silniejszym zdaje się być indukcyjne działanie północnego bieguna magnetycznego słońca na ziemię, w zimie natomiast silniejszym indukcyjne działanie południowego bieguna magnetycznego słońca. Tak przynajmniej tłumaczy prof. LANGBERG w Christijanii

tyle charakterystyczne różnice w dziennéj oscylacyi igły deklinacyjnéj w ciągu roku ¹⁾).

Trudniéj jeszcze niż ten wpływ słońca na meteorologiczne zjawiska naszego globu, daje się zbadać prawo, jakiemu podlega wpływ księżyca na klimat ziemski. Jest to na dzisiaj z tak wielkimi jeszcze połączone trudnościami, że, jak to trafnie wypowiada MOHN, ²⁾ „przepowiednie stanu powietrza, opierające się na fazach księżyca i jego zmienném względem ziemi stanowisku, nie mogą znaleźć miejsca w praktycznéj meteorologii, bogdyby sumiennie zechciano zliczyć wypadki, w których tego rodzaju przepowiednie omyliły a w których się sprawdziły, przekonano by się łatwo, że piérwsze są prawidłem a drugie właśnie wyjątkami“. A jednak nie podobna znowu zaprzeczyć, że n. p. siła przyciągająca księżyca łącznie z taką samą siłą słońca wywołuje podobne peryjodyczne nabrzmiewanie i opadanie atmosfery ziemskiéj jak wzbieranie i opadanie wody w oceanie, a więc tém samém i peryjodyczne zmiany w ciśnieniu powietrza. Wprawdzie i teoryja i spostrzeżenia wykazały, że różnice stanu barometru, wpływem tym księżyca zrządzone, są nader małe — według LAPLACA n. p. nie wynoszą one nawet u równika 1^{mm}; z tém wszystkiém i E. SABINE r. 1847 w Londynie i C. M. ELLIOT w roku 1852 w Singapore zdołali je skonstatować, podczas gdy znacznie już wcześniej bo przed 50 blisko laty francuzi FLAUGERGUES i BOUVARD i niemcy SCHÜBLER

¹⁾ „Zeitschrift d. österr. G. f. Meteorologie“ 1877, str. 17 — 28.

²⁾ „Grundzüge der Meteorologie“ (Berlin, 1875), str. 292.

i EISENLOHR dostrzegli, że stósunkowo najniższy stan barometru przypada w czasie drugiego oktantu, najwyższy na ostatnią kwadrę (przyczém różnica między piérwszym a drugim stanem wynosiła w Paryżu 1.778^{mm} , w Viviers 1.44^{mm} , w Karlsruhe 2.61^{mm}) i znowu niższy w perigaeum aniżeli w apogaeum, w najnowszych zaś czasach (r. 1868) K. ZENGER na podstawie 238000 spostrzeżeń, dokonanych w Pradze od r. 1840 do 1866, przyszedł do wniosku, że maximum ciśnienia powietrza w naszych szerokościach przypada w czasie największego pochylenia drogi księżyca i że peryjód zmian dotyczących wynosi $9\frac{1}{4}$ lat, tj. połowę peryjodu, jakiego węzły potrzebują na obieżenie całego koła ¹⁾. Podobnie nie są fazy księżyca bez wpływu na temperaturę powietrza ziemskiego. Wykazali to najprzód MÄDLER i PARK HARRISON, po nich ZENGER i BALFOUR STEVART, przekonawszy się, zwłaszcza dwaj ostatni, że maximum dziennéj temperatury przypada około nowiu, minimum zaś około pełni, że wszakże w zimie znacznie wybitniej — wedle ZENGERA 6 razy silniej — wpływ ten faz księżyca występuje aniżeli w lecie ²⁾. Także BUYS-BALLOT, opiérając się na obserwacyjach ze 114 lat w Holandyi, wykazał, że temperatura powietrza w czasie największój deklinacyi północnéj księżyca jest o 0.11° R. wyższą nad normalną i znowu w tymże

¹⁾ STUDER „Lehrb. d. Physik. Geogr. und Geologie“ I str. 38; PILLAR „Beitrag zur Frage über die Ursache der Eiszeiten“ (Agram, 1876), str. 36—37.

²⁾ PILLAR, tamże; B. STEWART w „Nature“ Vol. XVI, str. 47, przyczém dodaje, że téż same fazy księżyca w zimie wywołują podobne zmiany w oscylacyjach igły magnetycznéj deklinacyjnój.

czasie wyższą o $0,09^{\circ}$ R. podczas pełni aniżeli w czasie nowiu ¹⁾. SCHÜBLER i EISENLOHR. badając wpływ księżyca na stan barometru, dostrzegli jednocześnie, że i wiatry i ilość opadów liczyć się muszą z fazami księżyca, skoro się przekonali, że w południowych Niemczech wiatry: północny i wschodni najczęściej panują w czasie między ostatnią kwadrą a nowiem, najrzadziej zaś pojawiają się w czasie pełni, podczas gdy wiatry południowy i zachodni przeważają w czasie między pierwszą kwadrą a pełnią. To też i maximum zachmurzenia nieba przypada w czasie pełni, minimum około ostatniej kwadry, również ilość dni dżdżystych i ilość opadów większą jest około I kwadry aniżeli w czasie ostatniej kwadry. W Augsburgu np. ilość dni dżdżystych około I kwadry ma się do ilości dni dżdżystych około ostatniej kwadry jak 97 : 76, ilości zaś opadów w tychże samych czasach jak 301 : 221 ²⁾.

Jeżeli się nie mylimy, to daty powyższe wyczerpywałyby mniej więcej wszystko, co, jak na dzisiaj, można powiedzieć o zależności klimatu ziemskiego od warunków kosmicznych i o peryjodycznej jego zmienności, idącej właśnie ręką w rękę z podobną peryjodycznością zmian samychże warunków kosmicznych.

B) Zmienność tellurycznych warunków klimatu.

Jeżeli klimat ziemski w ogóle, jak to w powyższym widzieliśmy zarysie, ulega peryjodycznym zmianom w skutek przyczyn kosmicznych bez względu

¹⁾ MÜLLER „Kosmische Physik“, str. 639.

²⁾ MÜLLER, tamże; STUDER I, str. 39 — 40.

na warunki lokalne pojedynczych okolic, to podlega on także bez względu znowu na warunki kosmiczne zmianom innego rodzaju bo nieperyjodycznym z przyczyny właśnie, że jego warunki telluryczne ani na chwilę nie pozostają niezmiennie. Do najważniejszych zaś tellurycznych warunków klimatu zaliczamy obok położenia geograficznego: wysokość gór, które bądź ochraniają kraj przyległy od zimnych wiatrów, bądź znowu zagradzają drogę wiatrom wilgotnym i w ten sposób pozbawiają kraj znacznej ilości opadów, jakiby wiatry te sprowadzały, gdyby gór nie było; dalej większe lub mniejsze wzniesienie pojedynczych krajów ponad poziom morza, albo téż ich zniżenie po pod poziom morza, jako okoliczności, które znowu nader znaczny wywierają wpływ przedewszystkiém na średnią temperaturę roczną danych miejscowości; następnie sąsiedztwo pewnych miejsc z większemi rzekami, jeziorami, moczarami, morzami lub lasami, bez których téżsame miejscowości głównie znowu albo mniejszą posiadałyby ilość opadów atmosferycznych, albo mniej regularnie w ciągu roku rozpodzieloną; wreszcie rozmieszczenie lądu stałego i wody na ziemi, które to, jak wiadomo, nietylko zdolne jest wpłynąć na zбочenie wiatrów od ich prawidłowego kierunku (przykładem monsuny), ale nadto, jak to gdzieindziej już miałem sposobność wykazać ¹⁾, stanowczo nawet zmodyfikować ich pierwotny charakter.

Owóż żaden z tych tellurycznych warunków klimatu nie może się zwać stałym, niezmiennym;

¹⁾ CZERNY „Die Wirkungen der Winde auf die Gestaltung der Erde“ (Ergänzungsheft Nr. 48 do „Mittheilungen“ PETERMANNA) str. 6 i 7.

wszystkie owszem są przemijającemi. Nie jest bowiem już więcej w geologii rzeczą tajną, że w dłuższych okresach czasu rzeki zmieniają swój bieg i ujście, podczas gdy jeziora i moczary w jednej okolicy ziemi stopniowo wysychają a tworzą się natomiast gdzieindziej nowe, że góry w jednym miejscu ustawicznie się obniżają, tracąc materyjał, z którego są zbudowane, pod erozyjnym działaniem opadającej i płynącej wody, w innym znowu miejscu podnoszą się całe ich łańcuchy dzięki siłom wulkanicznym, które nadto sprawiają, że w pewnych miejscach całe obszary powierzchni ziemi się dźwigają lub nowe arealy lądu suchego wyłaniają się z morza, gdzieindziej zaś powierzchnia ziemi wiekowemu podlega osiadaniu się, opadaniu. W nie mniejszym stopniu zmieniają się powierzchnia i kontury kontynentów skutkiem mechanicznego działania fal morskich, tam obrywających i wyżłabiających brzegi, ówdzie budujących z powstałych ztąd gruzów nowe pobraża co wszystko, wpływając wprost na kierunek wiatrów, przebieg prądów morskich, to znowu na rozpodział ciepła, wilgoci i opadów, sprawia zarazem, że takowe ustawicznej choć nader powolnej ulegają zmianie, tém trudniejszej wszakże do sprawdzenia i obliczenia, że brak nam w tej mierze po dziś dzień jeszcze i miar niemylnych i znowu dat z dłuższego peryjodu czasu, dających się zestawić i ze sobą porównać.

A jednak prócz tego jakże dzielnie wpływa sam człowiek na klimat, na jego zmiany! Budując miasta przyczynia on się tém samém do podwyższenia temperatury powietrza w obrębie ich murów o 1° lub 2° C, w porównaniu do temperatury powietrza pobliskich a otwartych miejscowości. Nawodniając całe okolice,

inne zaś osączając (drenując) i osuszając, modyfikuje więcej lub mniej wybitnie rozpodział opadów i ilość ich w ciągu roku w danych miejscowościach, lub znowu ulepsza klimat miejscowy pod względem higienicznym. Dość mi w téj mierze powołać się na stuletnie już doświadczenia w Lombardyi, gdzie nawodnienie zwiększyło ilość opadów, lub na plantacje Rozdrębu kulistego (*Eucalypti globuli*) w Algierze, osuszenie bagnisk w Toskanii i zalesienie błot solońskich (na południe od Orleanu), gdzie skutkiem tego powietrze znacznie oczyszczono z zabójczych wyziewów (miasma) i stan zdrowia mieszkańców w wysokim już polepszo stopniu ¹⁾. A przecież te tu i owdzie zrządzone przez człowieka zmiany klimatu maleńkimi są jeszcze wobec przeobrażeń, jakie człowiek bądź już wywołał bądź wywołuje jeszcze w stósunkach klimatycznych pojedynczych krajów, tępiąc niebacznie całe obszary lasów.

Lasy odgrywają zaś bezsprzecznie jedną z najważniejszych, lubo jeszcze nie dosyć uwzględnioną rolę klimatyczną. Powietrze w lesie posiada bowiem niższą cokolwiek temperaturę aniżeli powietrze pól otwartych, posiada mniejsze oscylacje ciepłoty w ciągu dnia i roku. Wielkie więc lasy zachowują się podobnie jak morze lub większe jeziora t. j. łagodzą różnice temperatury i czynią w téj mierze klimat umiarkowańszym. Nadto w lesie względna wilgoć powietrza jest większą niżli zewnątrz lasu, tak, że skutkiem tego i parowanie wody wśród zalesionych okolic, jest znacznie mniejszém aniżeli na bezleśnych niwach. Jako obdarzone większą wilgocią powietrza i niższą stó-

¹⁾ P. RECLUS „La Terre“ II, str. 731 i nast.

sunkowo temperaturą jego, cieszą się téż lasy częstszemi opadami atmosferycznymi aniżeli okolice bezleśne, skoro łatwiej skraplają parę wodną w powietrzu. przez nie przepływajacém. Wreszcie w lesie wolniej i głębiej przecieka do ziemi opadła woda, a więc regularniej zasycza podziemne zbiorowiska wody a w następstwie strumyki i rzeki, aniżeli w otwartych miejscowościach, gdzie szybsze parowanie opadłej wody i łatwiejszy jój ściek po gołej powierzchni ziemi nie dozwala właśnie wodzie dostać się głębiej do ziemi i zasilać zaskórnych jój zbiorowisk.

Nie będzie, sądzę, rzeczą zbyteczną, z uwagi na ważność przedmiotu, rozszerzyć skręślone co dopiéro pokrótce klimatyczne znaczenie lasów wypadkami spostrzeżeń, zebranych w świeżo (r. 1868) założonych stacjach leśniczo-meteorologicznych w Bawaryi, i poprzec je choćby tylko kilku charakterystyczniejszymi przykładami.

Oto co się tyczy najprzód temperatury ziemi, pokazało się, że, skoro powierzchnia ziemi w lesie nie jest wprost ogrzewaną przez promienie słońca i z tego powodu znacznie mniej otrzymuje ciepła niż otwarte miejsce, średnia temperatura roczna ziemi w lesie jest we wszystkich głębokościach (aż do 4 stóp) niższą niżli w tych samych głębokościach na miejscu otwartém. Różnica temperatury ziemi w obu tych różnych miejscowościach wynosi około $1\frac{1}{2}^{\circ}$ R., tak, że kładąc temperaturę ziemi otwartej okolicy równą 10° , temperatura ziemi w lesie okazuje się niższą o 21% czyli o $\frac{1}{5}$. W szczególności spostrzeżenia wykazały, że zmiany ciepłoty ziemi w ciągu dnia, miesiąca i roku są mniejsze w lesie aniżeli na

otwartém polu i że znowu łagodzący ten wpływ lasów na oscylacje temperatury ziemi jest w porze letniej większym niż w zimie, a więc także, przypuścić snadnie można, w gorących krajach większym niżli w zimnych. Widoczna z tego, że wytrzebienie lasów pociągnąć musi za sobą znaczny przyrost ciepłoty ziemi, ten zaś dałby się szczególnie czuć w lecie, w której to porze temperatura ziemi w lesie jest o $3\cdot22^{\circ}$ R. niższą niżli w otwartém polu ¹⁾.

Słabszym już cokolwiek wobec tego jest wpływ lasów na temperaturę powietrza, lubo zbyt wyraźnym i wielkim, aby nie pozwolił się dostrzedz i nie zwrócił na siebie pilniejszej niżli dotychczas uwagi tak przyrodników z zawodu jak przyjaciół gospodarstwa narodowego w ogóle. Średnia temperatura roczna powietrza w lesie jest cokolwiek niższą niżli na otwartém polu, mianowicie o $\frac{3}{4}^{\circ}$ R. czyli o 10%, a to już dlatego, że ziemia, od której głównie powietrze się ogrzewa, nie ogrzewa się znowu w lesie w tym stopniu od słońca jak na otwartém miejscu. Znacznie wybitniej występuje wpływ lasów, jeżeli się baczy na średnią temperaturę powietrza w lesie i w niezalesionych okolicach w różnych porach roku i w różnych porach dnia. Bo oto w jesieni powietrze lasu we dnie posiada o $0\cdot45^{\circ}$ R. niższą temperaturę niżli powietrze okolic bezleśnych. W zimie różnica w temperaturze dziennéj powietrza obu tych miejscowości bardziej jeszcze maleje. W czasie wiosennym natomiast dzienna ciepłota po-

¹⁾ EBERMAYER „Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung“ (Aschaffenburg, 1873) str. 29—79.

wietrza w lesie obniża się o 1.02° R. i to znowu znacznie w szpilkowych niżli w liściastych lasach; w lecie zaś obniża się dzienna ciepłota powietrza w lesie najznaczniej bo o 1.68° R. Przeciwnie ma się rzecz z ciepłotą powietrza w pojedynczych porach roku w nocy, albowiem zimową porą w nocy powietrze lasów okazało się o 0.94° R. cieplejszém od powietrza na wolném polu; na wiosnę o 0.42° R., w lecie o 1.52° R., w jesieni nawet o 1.91° R. cieplejszém. Są to zaś okoliczności tém ważniejsze dla krajów, obdarzonych większemi lasami, że w południe i w lecie, kiedy różnica między temperaturą powietrza lasu a otwartego pola jest największą, powstają stósunkowo najsilniejsze wiatry, wymieniając między sobą dwie różne temperatury t. j. we dnie wiatr dolny z lasu ku otwartym niwom, od tych zaś górny wiatr ku lasom, w nocy, kiedy powietrze lasu jest cieplejszém, wiatr dolny ku lasom i wiatr górny z lasów ku niwom. Bacząc téż na wymienione co dopiero okoliczności, jak niemniej na ten ważny wzgląd, że wśród lasów w cieplej połowie roku (od maja do października) dzienne oscylacje temperatury są blisko o 4° R. w zimnej zaś połowie roku o 1.33° R. mniejsze niżli na bezleśném polu, łatwo pojąć, że wytrzebiecie lasów nie tylko podniosłoby mniej więcej o $\frac{3}{4}^{\circ}$ R. średnią temperaturę roczną powietrza w tychże samych okolicach, ale i, co główniejsza, spowodowałoby większe zmiany w temperaturze dziennéj i rocznéj powietrza, czyli, co na jedno wychodzi, spowodowałoby musiało ostrzejszy klimat ¹⁾. Nic dziwnego przeto, że człowiek,

¹⁾ Tamże, str. 83—118.

tępiąc lasy, burzy tém samém siéc linii isotermicznych, isoterów i isochimenów, i nadaje im wcale odmienne od poprzednich kierunki, że, jak to daje się już czuć w pewnych okolicach Stanów Zjednoczonych, oscylacje temperatury dziennéj i rocznéj, nieznané wprzód przybrały obecnie rozmiary. a nadto w nastawaniu pór roku coraz wyraźniejsze daje się spostrzegać opaźnianie się; że tak samo w wielu okolicach Szwecyi, gdzie w najnowszych czasach lasy wycięto, wiosna — wedle świadectwa ABSJÖNSENA — rozpoczyna się o 2 tygodnie późniéj niż w poprzedniém stuleciu ¹⁾, lub że n. p. klimat Madrytu, jeszcze podobno za Karola V nader łagodny i z tego powodu głośno chwalony, dziś w pośrodku ogołoconéj z lasów Hiszpanii stał się z przyczyny gwałtownych skoków temperatury niemal zabijającym ²⁾. Nie jest rzeczą nieprawdopodobną, że i pewne gwałtowne wiatry, jako to bora i mistral w Europie, jakkolwiek mające swą przyczynę w ogólnym systemie wiatrów a mianowicie będące zjawiskiem ściśle spojonym z orkanami, nawiedzającemi Europę, przybrały przecieź swój dzisiejszy tyle niebezpieczny charakter od czasu, kiedy dolina Rodanu i przyległe jéj okolice z jednéj, płaskowzgórze Karst z drugiéj strony swe lesiste postradały szaty; skutkiem tego bowiem okolice te ujrzały się narażonemi na szybsze i silniéjsze rozgrzewanie się w lecie a oziębienie w zimie, zaczęła różnica między temperaturą powietrza nad niemi rozpostartego a temperaturą powietrza rozpostartego nad sąsiednimi morzami znacznie się

¹⁾ P. RECLUS „La Terre“ II, str. 732.

²⁾ RECLUS „Nouvelle géographie universelle“ I, 690.

wzmogła. W ten sam sposób, przypuściłoby można, w miarę ogałacania się całych obszarów z lasów, inne, mianowicie wirowe wiatry (tornados) zyskały w czasach historycznych na sile i rozpostarciu, skoro faktem jest, że wiatry tego rodzaju najgroźniej szaleją na wielkich, bezleśnych płaszczyznach, łatwo rozgrzewających się w lecie do zbyt wysokiej temperatury ¹⁾.

Nie mniej wyraźnym jest wpływ lasów na stopień wilgoci powietrza, na proces parowania wody, ilość opadów atmosferycznych i wilgoć ziemi ²⁾. Przekonano się bowiem, że podczas gdy ilość pary w powietrzu w lesie i na otwartym polu pod lasem jest zupełnie prawie jednaką, względna wilgotność powietrza w lesie jest w ciągu roku od 3% do 9% większą niżli względna wilgotność powietrza miejsc niezalesionych, która to okoliczność po prostu tém się tłumaczy, że ciepłota powietrza w lesie jest cokolwiek niższą, t. j. bliższą punktu rosienia. Najwybitniej występuje ten wpływ lasu na stopień względnej wilgotności powietrza znowu w lecie, albowiem w téj porze powietrze lasu okazało się być o $9\frac{1}{2}$ % blisko wilgotniejsze niżli na otwartym polu.

Ręka w rękę z niższą temperaturą i wyższym stopniem względnej wilgotności powietrza idzie słabsze parowanie wody w lesie. Mianowicie parowanie to jest, jak się pokazało, 2·7 razy czyli o 64% mniejszym aniżeli na otwartym polu. Tém samym większej

¹⁾ DR TH. REYE „Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnen-Atmosphäre“ (Hannover, 1872), str. 16—20.

²⁾ EBERMAYER, str. 143 i nast.

wilgotności powietrza w lesie odpowiada jednocześnie większa wilgoć ziemi w lesie. Z przyczyny nareszcie, że w zimie temperatura powietrza w lesie najmniej się różni od ciepłoty powietrza okolic niezalesionych, w lecie natomiast ciepłota powietrza wewnątrz lasu znacznie jest niższą niżli na otwartych niwach, skutkiem czego w tymże czasie względna jego wilgotność jest o znaczny procent wyższa, dzieje się, że ta znaczna nadwyżka względnej wilgotności powietrza w lesie porą letnią nie może znowu nie wywrzcić walnego wpływu na pomnożenie ilości opadów w lesie i to przede wszystkim w cieplej porze roku. Wybitniej zapewne manifestuje się ten wpływ lasów na ilość opadów w górach niżli w nizinach, skoro lasy w górach już dzięki swemu większemu wzniesieniu się ponad poziom morza mogą większą niż w nizinach cieszyć się wilgotnością swego powietrza i to tak dobrze w innych porach roku jak przede wszystkim w lecie, podczas gdy wśród nizin względna wilgotność ich powietrza tylko w lecie jest tego rodzaju, że może wpłynąć na pomnożenie ilości opadów. Ztąd, powiada EBERMEYER, prof. w Aschaffenburgu, że las w górach posiada większą doniosłość niżli wśród nizin, ale téż tak samo, z przyczyn łatwo dających się odgadnąć, większą wśród kontynentów niżli u ich wybrzeży i większą w gorących krajach niżli w zimnych. Dodatkowo należy się na tém miejscu osobna wzmianka o rezultatach, jakie otrzymał z swych trzechletnich obserwacyj we wsi Ermenonville (depart. Oise) p. L. FAUTRAT, które wykazały właśnie, że nad lasami nietylko więcej pada dészczu aniżeli nad bezleśnymi niwami, w pobliżu tychże lasów się znajdującymi, ale że znowu w szczególności lasy szpil-

kowe, mianowicie sosnowo, łatwiej jeszcze parę wodną w powietrzu zawartą skraplają aniżeli lasy liściaste ¹⁾. Bezpośredni następstwem téj tyle ważnej roli lasów w rozpodziale ilości opadów atmosferycznych na ziemi nie jest téż co innego, jak że i opadła woda, nie narażona na zbytne parowanie wśród zalesionych okolic, w większych ilościach i głębiej wsiąka w ziemię aniżeli wśród огоłoconych z lesistej osłony okolic. Wprawdzie z powodu przeszkód, jakie opadającej z powietrznemu wodzie stawiają liście i gałęzie drzew, ziemia w lesie otrzymuje stosunkowo o 26% mniej wody niżli otwarte pole, słabsze wszakże parowanie wody w lesie sprawia znowu, że natomiast o 24% więcej wody wsiąka w ziemię wśród lasów aniżeli na otwartych niwach.

Nie trudno po tém, co się powiedziało, odczytując drugą stronę medalu, postawić horoskop na przyszłość krajom, które, ciesząc się dziś większymi obszarami lasów, miałyby je kiedyś postradać. Oto obok większych i naglejszych zmian ciepłoty powietrza w ciągu dnia i roku, wytępienie lasów spowodzić musi jednocześnie znaczne pomniejszenie się względnej wilgotności powietrza, większe i szybsze parowanie wody, pomniejszenie się zwłaszcza w lecie ilości opadów atmosferycznych a w dalszym ciągu brak zaskórnej wody, ubóstwo źródeł, większe i gwałtowniejsze wylewy rzek w czasie dżdżystym a zbyt niski znowu ich wodostan w czasie dłuższej posuchy.

¹⁾ p. „Comptes rendus“ T. 83, str. 514. — Dodajmy jeszcze, że, jak to spostrzeżenia p. FAUTRAT wykazały, także ilość ozonu w lesie jest mniejsza niż na otwartym polu, i to znowu szczególnie mała w lasach sosnowych (czyt. „Nature“ Vol. XV, str. 188).

Podobna wróżba jest tém niemylniejszą, że znajduje ona już dzisiaj poparcie w całym szeregu niezbitych faktów. Nie czém inném jeno wytępieniem lasów tłumaczy się, że n. p. rzeka Tajo, niegdyś spławna począwszy już od Toledo, dziś przestała nią być w tym stopniu ¹⁾; że wyspa Madeira t. j. wyspa drzewna po stracie swych lasów w wielkim pożarze na początku XV. wieku, już około roku 1450 wykazywała wyraźny ubytek dęszczu ²⁾, że podobnie wyspa św. Heleny przedstawiała do niedawna z powodu niezmiernej posuchy wielce stan opłakany, skoro sprowadzone tamże około roku 1502 wieprze i kozy, rozrodziwszy się w mnogie trzody, wszystkie młode drzewa zniszczyły i w ten sposób na całe niemal 3 stulecia pozbawiły wyspę lesistej szaty ³⁾. Jeżeli natomiast dzisiaj na téjże samej wyspie już dwa razy więcej pada dęszczu niżeli w czasie, kiedy na niej jeszcze NAPOLEON I. przebywał, to jest to właśnie tylko następstwem ponownego choć powolnego jeszcze pokrywania się wyspy lasem. Podobnie stały się dęszcze częstszemi na wyspie Ascension, odkąd Anglicy zwolna pokrywają ją lasem, częstszemi u źródeł strumyka Kedron (w okolicy Jerozolimy), odkąd tamże zasadzono gaj morwowy, tak, że i sam ten strumyk cieszy się dziś większym zasobem wody ⁴⁾. Tak

¹⁾ RECLUS „Nouvelle geographie universelle“ I, str. 683—684.

²⁾ PESCHEL „Neue Probleme d. vergl. Erdkunde“ (Leipzig 1870), str. 163.

³⁾ CHARLES DARWIN „Reise eines Naturforschers um die Welt“ (aus d. englischen übersetzt v. J. VICTOR CARUS) Stuttgart 1875, str. 564.

⁴⁾ J. J. MURPHY w „Nature“ Vol. XV, str. 6 i 7.

samo n. p. w dolnym Egipcie. Podczas gdy w czasie wyprawy BONAPARTEGO od listopada 1795 do sierpnia 1799 roku tylko raz jeden deszcz padał i to przez pół godziny, dziś ilość dni dżdżystych w roku i ilość opadów pomnożyła się tamże, odkąd mianowicie MEHMED ALI założył wielkie plantacje bawełny. Przeciwnie n. p. w dystrykcie le Bocage (depart. Charente Inférieure), gdzie skutkiem wytrzebień lasów daje się obecnie, mianowicie począwszy od roku 1818, często uczuwać brak deszczu i wody w studniach ¹⁾; lub w Algeryi, słynnej z swój urodzajności w czasach rzymskich, gdzie dziś po wytępieniu lasów zrazu przez Arabów a w najnowszych czasach przez Francuzów łyse stoki gór nie są już w stanie w tym stopniu, jak dawniej, skraplać pary wodnej, przybywającej z wiatrami od strony morza śródziemnego. Podobnie w kraju Coorg (w Indyach przedgangesowych) zmniejszył się spad deszczu znacznie, odkąd t. j. od 15 lat przeszło 20000 akrów ziemi, pokrytej wprzód lasem, obrócono na plantacje kawy ²⁾. O ileż więcj muszą być odmieniami dzisiejsze warunki klimatyczne Francyi, Niemiec lub Polski w porównaniu do czasów, kiedy cała niemal Galia i Germania ³⁾, kiedy całe podgórze podkarpackie ⁴⁾, niziny mało- i wielkopolskie i „całe pojezierze pruskie i pomorskie i wszystkie krawędzie powyż, obrzeżającego niziny rzeczne, szumiały odwiecznym

¹⁾ MÜLLER „Kosmische Physik“ str. 715—717.

²⁾ p. BEHM „Geogr. Jahrbuch“ Bd. IV (1872), str. 30.

³⁾ RECLUS „La Terre“ II, str. 503 i nast.

⁴⁾ SZCZĘSNY MORAWSKI „Puszcze i knieje podgórskie w wiekach średnich“ (Kraków 1866).

gdzieniegdzie tylko przerywanym lasem“ ¹⁾. To pewna, że „bagna z osłaniającym słońce całunem wilgotnej mgły, lasy z długoleżącym śniegiem i gęstym powszedy cieniem“ *nie* „zaostrzały“, jak błędnie sądził Szajnocha ²⁾, ale właśnie łagodziły o wiele klimat, i że pory roku zimowe, jakkolwiek były „dłuższe niż dzisiaj“ *nie* „srożyły się tęgiemi mrozy“, że natomiast wytepienie tych prastarych w Europie borów, że zatém usunięcie naturalnego, jakim są lasy, regulatora temperatury, wilgotności powietrza i ilości ściekających strumykami i rzekami wód, spowodowało za sobą i odmienny od dawnego rozdział ciepłoty i inny rozdział opadów w ciągu roku i mniej jednostajny stan wód w rzekach, jak to właśnie BERGHAUS, GUSTAW WEX, MERIAN, MARIÉ DAVY, G. V. HELMERSSEN, WILD ³⁾ i inni na większej części główniejszych rzek europejskich wykazali. W niektórych rzekach jak n. p. w Wołdze dostrzeżono nadto, że skutkiem wytrzebień lasów w okolicach jój górnego i średniego biegu wylewy wiosenne wcześniej nastają aniżeli to było dawniej, po prostu z téj przyczyny, że spadłe zimową porą śniegi rychlej obecnie tają na wiosnę, leżąc na ogołoconej z lasów ziemi ⁴⁾. Jeżeli który kraj obiecuje dać z siebie w czasach dzisiejszych nader pouczający choć wcale nie pocieszny przykład, co może zrządzić na wysoką skalę

¹⁾ SADOWSKI „Drogi handlowe greckie i rzymskie przez porzeczca Odry, Wisły, Dniepru i Niemna do wybrzeży morza bałtyckiego“ (Kraków 1876), str. 3.

²⁾ „Jadwiga i Jagiello“ (Lwów 1861) T. I, str. 23.

³⁾ „Zeitschft d. öster. G. f. Meteorlg.“ Bd. IX (1874), str. 94, 145, 161 i Bd. XI (1876) str. 233.

⁴⁾ p. MÜLLER „Kosmische Physik“ str. 717.

praktykowane trzebieenie lasów, to pewnie Stany Zjednoczone północnej Ameryki. Konsumpcyja drzewa jest tam stosunkowo większa niż gdziekolwiek indziej na ziemi. Same drogi żelazne potrzebują rocznie 100 milionów sztuk progów, lokomotywy zużywają dziennie 20000 sąg drzewa, a skoro nadto mniej więcej 2 miliony morgów lasu rok rocznie giną jako ofiary rozmyślnie zarządzanych pożarów i skoro prócz tego 20 milionów ludzi mieszka w drewnianych domach, łatwo pojąć, jak szybko musi zasób lasów pomniejszać się tam, gdzie nikt, sam rząd nawet, nie myśli jeszcze na seryjo rozciągnąć swój opieki nad lasami. Podobna gospodarka, kosztująca państwo rok rocznie co najmniej 8 milionów morgów lasu, nie dziw, że też już dzisiaj mści się stopniową zmianą klimatycznych warunków zwłaszcza północno-wschodnich Stanów, że w szczególności rzeki jak Hudson, Potomac, Connecticut i t. d. znaczne wykazują już różnice w stanie wód swoich w porównaniu do ich stanu w czasach dawniejszych i że wkrótce, jeżeli się tylko złemu zawczasu nie zaradzi, tém groźniejszych jeszcze katastrof klimatycznych należy się w Stanach Zjednoczonych spodziewać ¹⁾.

Idąc w ten sposób krokiem dalej, dodaćby można, że las i z tego jeszcze względu niepoślednią w klimatologii odgrywa rolę, że nie jest także, jak się zdaje, bez wpływu na gradobicia i burze. Przynajmniej BECQUEREL wykazał, że gradobicia we Francyi unikają najczęściej okolic zalesionych ²⁾, podczas gdy znowu

¹⁾ czyt. „Mittheilungen d. k. k. geogr. Gesell. in Wien“ 1874, str. 284—286.

²⁾ RECLUS „La Terre“ II, str. 390.

ABICH upatruje przyczynę nader częstych gradobić u południowych stoków Kaukazu właśnie w coraz więcej tamże wzmagającym się trzebieniu lasów ¹⁾. I w rzeczy samej, jeżeli, jak utrzymują meteorologowie, do utworzenia się gradu nieodzownym jest silny prąd wstępujący (courant ascendant), to lasy jako takie widocznie nie mogą sprzyjać większemu rozgrzaniu się powierzchni ziemi i powietrza, a tém samym i powstaniu równie silnego prądu wstępującego, jaki właśnie tworzy się nad miejscowościami bezleśnemi.

W najnowszych czasach, gdzie szybki postęp nauk z jednej a łatwo gromadzący się kapitał z drugiej strony dostarczają człowiekowi coraz więcej środków do zaspokojenia jego potrzeb, obiecuje człowiek nierównie dzielniej jeszcze, niżli trzebieniem lasów zmodyfikować lokalne warunki klimatyczne. Myśli mianowicie o zalaniu całych terytoryjów, dotychczas dla kultury niedostępnych, wodą morską, czyli, co na jedno wychodzi, o powiększeniu obszaru oceanu kosztem stałego lądu, a tém samym o powiększeniu ewaporacyi wody morskiej i sprowadzeniu skutkiem tego obfitszych opadów atmosferycznych w miejscowościach, któreby z owemi przyszłemi morzami śródziemnymi miały sąsiadować. Są to, prawda, jeszcze dopiero projekty, a mają one na celu zalać to słońce, bagniste jeziora czyli szotty Tunizu i Algeryi (projekt kapitana ROUDAIRE'A) ²⁾, to Saharę zachodnią (projekt anglika J. A. SKERTCHLY) ³⁾ to znowu pusty-

¹⁾ MÜLLER „Kosm. Physik“ str. 721 i 724.

²⁾ p. „Revue de geographie“ I Année VII Livraison, p. 67—71.

³⁾ p. „l' Explorateur“ 1875, str. 503.

nię Colorado ¹⁾); z tém wszystkiém dość w czasach dzisiejszych podobne postawić projekty i ich korzyść wykazać a pewnie nie długo każą one czekać na swe urzeczywistnienie. Piérwszy przynajmniej blizkim już jest zrealizowania. Rzecz osobliwsza atoli, że projekty rzeczzone miasto znaleźć poklask już nie raz dały powód do podnoszenia wielorakich skarg i obaw, jakoby zwłaszcza zatopienie części Sahary groziło oziębieniem Europy. Tymczasem zupełną, jak mniemamy, bezzasadność podobnych obaw, opartych zresztą na illuzyi, jakoby Sahara była piecem Europy, wykazał prof. HENNESSY w Dublinie, opierając się na tém, że woda, odznaczająca się nader wielką ciepłotą gatunkową, lepszą tém samym jest zachowawczynią ciepła aniżeli ląd stały, choćby nawet w Afryce północnej, gdzie zimne noce właśnie świadczą o gwałtowném promieniowaniu ciepła w przestworze, że zatém pokrycie części Sahary morzem winno mieć właśnie rezultat przeciwny wyżej wspomnianym obawom, bo utrzymanie więcej jednostajnej temperatury w pomienionych częściach Sahary. Taki właśnie stan rzeczy natrafiamy nad morzem Czerwoném, gdzie powietrze posiada omal równie wysoką temperaturę dzienną jak nocną ²⁾). Ale zalanie większych obszarów Sahary wodą morską obiecywałoby nietylko najbliższym okolicom mających być zalaniem części téj pustyni nader dobroczynną reformę klimatyczną, zwłaszcza pod względem opadów atmosferycznych i przebiegu ciepłoty dziennéj,

¹⁾ czyt. PETERMANN „Mittgl.“ 1874, str. 150; i „Mittlg. d. k. k. geogr. Gesell. in Wien“ 1875. str. 136—137.

²⁾ p. „Nature“ Vol. XII, str. 405.

lecz także nie pozostałoby prawdopodobnie bez zba-
wiennego wpływu na dotychczasowe warunki klima-
tyczne południowo-wschodniej Rosyi, okolic morza
Kaspijskiego, Mesopotamii, dokąd dziś według DOVEGO
sięgają ¹⁾ tylko suche, właśnie z Afryki pochodzące
antypassaty. W ten sposób, ale jedynie tylko w ten
sposób byłby człowiek zdolnym zmodyfikować klimat
nie jednego z dzisiejszych stepów, nawet pokryć je
lasami, których obecnie nie posiadają, bo dla braku
opadów atmosferycznych we wszystkich porach roku
posiadać nie mogą.

II. Zmienność klimatu w dawnych epokach historii ziemi.

Wykazawszy w powyższym zarysie zmienność
klimatu ziemskiego w czasach historycznych i przy-
czyny téj zmienności, należy nam jeszcze przyjrzyć
się klimatowi ziemskiemu w dawniejszych epokach
dziejów ziemi, aby świadectwami zaczerpniętymi z geo-
logii, tém lepiej uzasadnić prawo zmienności klimatu
w ogóle. Widocznie wszakże zadaniem naszym nie
tyle ma być wykazanie zmian, jakim podlegał klimat
ziemski w dawnych peryjodach geologicznych — bo
jest to już z dawna przez geologów wykrytą i dowie-
dzioną rzeczą — ile przedewszystkiém znowu wyka-
zanie przyczyn, dla których klimat ziemski już od
najdawniejszych czasów, podobnie jak obecnie, usta-
wicznym ulegał przeobrażeniom.

¹⁾ „Über Eiszeit, Föhn und Scirocco“ (Berlin, 1867),
str. 13—16.

Piérwiastkowo, kiedy ziemia była jeszcze w stanie gazowym, musiała niewątpliwie, podobnie jak dzisiejsze słońce, posiadać temperaturę kilku tysięcy stopni C.; ale i potem, kiedy przeszła w stan rozżarzonej ciekłej masy, mogła posiadać około 1000° C., odkąd zapewne nowe upłynęły lat miliony, zanim nie ostygła do 100° lub 80° C.; przynajmniej prof. HELMHOLTZ z uwagi na czas, jakiego potrzebują lawy wulkaniczne do ostygnięcia, starał się wykazać, iż ziemia, aby ostygnąć od 1100° C. do 100° C. potrzebowała mniej więcej 350 milionów lat ¹⁾. Naturalnie, że przy tak wysokiej własnej temperaturze ziemi działanie słońca na naszego planetę musiało być piérwotnie prawie żadnym, że przeto w owój zamierzchłej dobie dziejów ziemi nie mogło być mowy o tém, co dzisiaj przywykliśmy nazywać klimatem, albowiem wówczas we wszystkich szerokościach geograficznych powierzchni ziemi musiała równie wysoka panować ciepłota. Dopiero, gdy ziemia tak dalece na swój powierzchni ostygła, że udzielające się drogą przewodzenia z jój wnętrza ciepło bynajmniej nie równoważyło strat, jakie ziemia ponosiła przez ciągłe promieniowanie ciepła w przestworze, wtedy insolacja czyli wpływ ciepła słonecznego mógł się rozpocząć i wtedy piérwsze, choć zrazu mniej wybitne wystąpić musiały różnice klimatyczne w różnych szerokościach geograficznych ziemi. Ale i potem jeszcze, lubo proces oziębiania się masy ziemi w niczym nie ustawał, ciepłota całej powierzchni ziemi i jój atmosfery musiała być cokolwiek wyższą od dzisiejszej, a to z tego ważnego powodu, że praw-

¹⁾ DANA „Manual of geology“ (2. edit.), str. 146—148.

dopodobnie atmosfera ziemska, choć już po skropleniu się a następnie stężeniu pierwiastkowo gazowej masy ziemi znacznie oczyściła się z gazów, długi czas jeszcze musiała być mimo tego w wyższym niżli dzisiaj stopniu napełnioną przedewszystkiém gazem kwasem węglowym, który właśnie miał późniejszej roślinności jój najgłówniejszego dostarczyć pokarmu. Będąc zaś nasyconą tego rodzaju gazem przepuszczała wprawdzie z łatwością jasne promienie ciepła słonecznego, biegnące ku ziemi, tém trudniej jednak pozwalała wydostać się napowrót do przestworu ciemnym promieniom ciepła, pochodzącym z ziemi, tak, że skutkiem tego powierzchnia ziemi i jój atmosfera znajdowały się w podobnych niejako warunkach, jak rośliny w naszych cieplarniach, a mianowicie temperatura powietrza musiała być wyższą niżli dzisiaj ¹⁾. Być łatwo może, że łącznie z przypuszczoną co dopiero przyczyną i inne jeszcze czynniki wpływały na podwyższenie ciepłoty powierzchni ziemi i jój powietrza w dawnych okresach geologicznych, a co do których nie ulega już więcej wątpliwości, że nietylko w strefie, dziś zwanój umiarkowaną, ale — i to przedewszystkiém — nawet w strefie podbiegunowój istniał niegdys klimat znacznie cieplejszy niż obecnie, tak, że wedle HEERA jeszcze na początku formacyi krédowój należy przyjąć w Grenlandyi klimat podobny temu, jaki dziś natrafiamy na wyspach kanaryjskich lub w Egipcie, a nawet w dobie formacyi miocenicznój pomyśleć sobie jeszcze w świe-

¹⁾ p. TYNDALL „Heat a mode of motion“ (5. edit.), str. 388—394; i STERRY HUNT „Chemical and geological Essays“ (Boston and London, 1875), str. 35—45.

cie polarnym klimat, jakim cieszy się dziś środkowa Europa ¹⁾. Czynnikiemami temi wedle jednych, w szczególności według SARTORIUSZA VON WALTERSHAUSEN ²⁾, było ciepło wnętrza ziemi, jakie w dawniejszych epokach geologicznych miało w większej ilości udzielać się powierzchni ziemi i jój atmosferze; według innych, jako to LYELLA ³⁾, odmienny od dzisiejszego rozpodział lądów i mórz na ziemi, a mianowicie przewaga wody u biegunów, lądów zaś u równika; według POISSONA przebywanie ziemi w cieplejszych sferach przestworza; wedle innych nareszcie wyższa niegdyś temperatura słońca w porównaniu do dzisiejszój ⁴⁾. I w rzeczy samój nie podobna orzec, aby którykolwiek z tych czynników był niemożliwym, skoro, jak dawniej, tak i dziś zapewne ciągle ziemia jeszcze stygnie t. j. traci swe wewnętrzne ciepło; także rozmieszczenie lądów i mórz ustawicznym ulegało i ulega zmianom, podczas gdy stwierdzone przez fotometryczne badania HUGGINSA niejednakowe promieniowanie gwiazd stałych pozwala wnosić, że w różnych częściach przestworza różna

¹⁾ p. A. E. NORDENSKJÖLD „On the former Climate of the Polar Regions“ w „The geological Magazine“ 1875, Nro XI, str. 525—532; i A. GRISEBACH „Fort-schritte in der Geographie der Pflanzen“ w BEHM'A „Geogr. Jahrb.“ 1876, str. 220 i nast.

²⁾ „Untersuchungen über die Climate der Gegenwart und der Vorwelt mit besonderer Berücksichtigung der Gletschererscheinungen in der Diluvialzeit“ w „Naturkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem“ 1865, 23 Deel, str. 146—157 i 315—367.

³⁾ „Principles of geology“ (12. edit.) I, str. 263—271.

⁴⁾ p. PFAFF „Allgemeine Geologie als exacte Wissenschaft“ (Leipzig, 1873), str. 38—39.

panuje ciepłota, słońce zaś jak wszystko w przyrodzie posiadać musi także być ograniczony a więc zbliżać się do czasu, kiedy przestanie być gwiazdą, własném promieniejącą światłem ¹⁾.

W tém większym znaleźli się geolodzy kłopotcie, gdy na przejściu z trzeciorzędnych do dzisiejszych formacyj przyszło im się spotkać z pytaniem, co było powodem, że w t. zw. peryjodzie lodowym lodniki alpejskie dochodziły aż do jeziora genewskiego i bodeńskiego z jednej, do morza zaś, co jeszcze dzisiejszą zalewało Lombardję, z drugiej strony, że Anglia i Skandynawia podobnemi raczj były do dzisiejszj wiecznym lodem pokrytj Grenlandyi, że odczepiające się od lodników Finlandyi i Skandynawii góry lodowe odbywały wędrowkę aż do podnóża Harcu, turyngskiego lasu, gór kruszcowych czeskich lub Karpat, podczas gdy zwierzęta, dziś na dalekiej mieszkające północy, w środkowej żyły Europie. Nad rozwiązaniem tego pytania pracowały téż już tak dobrze najtęższe, jak z drugiej strony, niestety, i niepowołane głowy, tak, iż żadne może z pytań umiejętnych nie wykazuje po dziś dzień równie wielkiej liczby to mniej to więcej trafnych odpowiedzi. Wszystkie teoryje i hipotezy, jakie w téj mierze postawiono, dadzą się na dwie główne podzielić kategoryje. Jedne upatrują przyczyn doby lodowej w zmianach warunków kosmicznych, drugie znowu w zmianach tellurycznych warunków klimatu.

Do teoryj, usiłujących wytłómaczyć peryjod lodowy z przyczyn kosmicznych, należy zaliczyć najprzód teoryję POISSONA („*Theorie mathématique de la chaleur*“,

¹⁾ PFAFF, tamże.

1835), wedle której ziemia, biegnąc wraz ze słońcem w coraz to inne części przestworza, ma przechodzić przez sfery o różnej temperaturze, a więc mogła także przechodzić przez sfery zimniejsze, niżli te, przez które przebiegała przed peryjodem lodowym lub po nim. Zastosowanie wszakże tej teorii do peryjodu lodowego pozostało bez jakiegokolwiek w świecie naukowym oddźwięku. Podobny los spotkał teorię FRANKLANDA (w „Philosophical Magazine“, August 1864), który sobie wyobrażał peryjód lodowy jako następstwo nierównego oziębiania się stałego lądu i wody oceanicznej z przyczyny, że ostatnia wyższe posiada ciepło gatunkowe, skutkiem czego powstała różnica między temperaturą lądów i mórz sprowadzić miała większe parowanie wody, większe opady atmosferyczne, które znowu w szczególności w górach miały dać powód do nagromadzenia się większych mas śniegu i lodu. Widocznie bowiem pozostał jeszcze FRANKLAND dłużnym odpowiedzi, dlaczego, skoro, jak powszechnie geologowie przypuszczają, proces oziębiania się ziemi trwa bez przerwy dalej, wrzekome zimno doby lodowej nie tylko się dzisiaj nie zwiększyło, ale nawet ustąpiło.

Szczególnie głośniami, lubo niezasłużenie, stały się teorie o peryjodycznym w dziejach ziemi powracaniu doby lodowej. Do nich możnaby już zaliczyć teorię AGASSIZA („Etudes sur les glaciers“, Neuchatel 1840), który śladem dawnych katastrofistów przypuszczał, że z końcem każdej epoki geologicznej cała prawie ziemia pokrywała się grubą powłoką lodu, skutkiem czego za każdym razem wszystkie żyjące wprzód ginęły jęstwa, poczem dopiero nowa nastawała epoka w dziejach ziemi o niższej już cokolwiek ciepłocie, niż w epoce

poprzedzającą i nowe rodziły się jestestwa organiczne. Ale piérwszym, który usiłował bliżej uzasadnić peryjodyczność doby lodowej, był dopiéro francuzki matematyk ADHÉMAR („Les revolutions de la mer“ 1842). Jak się zdaje, dała mu do tego pochop uwaga ALEKSANDRA HUMBOLDTA (w piśmie „sur les lignes isothermes“ 1817), że południowa półkula jest obecnie cokolwiek zimniejszą od północnej, a to dlatego, że ma zimę o 8 dni dłuższą niż północna. Wywód ADHÉMARA możnaby streścić w sposób następujący: Ilość godzin dnia na półkuli północnej jest obecnie większa od ilości godzin nocy, podczas gdy przeciwnie na półkuli południowej przypada tylko 4294 godzin dnia na 4464 godzin nocy. Z tego powodu średnia temperatura roczna półkuli południowej musi być niższą, skoro podczas dłuższych tamże nocy promieniować musi więcej ciepła w przestworze aniżeli na półkuli północnej, gdzie téż skutkiem tego wyraźna pozostaje nadwyżka ciepła. Okoliczność ta pozwala téż dziś gromadzić się na biegunie południowym niezmiernym masom lodu o grubości 1 mili, co znowu w następstwie zbacza środek ciężkości ziemi, a zboczenie tego ostatniego wpływa na gromadzenie się większej ilości wody oceanicznej na półkuli południowej. Przyczyna zaś większej ilości godzin nocy i dłuższej zimy na półkuli południowej nie leży w czém inném, jak w eliptycznym kształcie drogi ziemi około słońca i we wsteczném posuwaniu się punktów równonocnych. Ponieważ zaś punkty te obie-gają wraz z absydą całe koło w ciągu 21000 lat, przeto obecne ich położenie a tém samém długość pór roku na obu półkulach nie pozostaną niezmiennemi, owszem, licząc od r. 1248 po Chr., po 10500 latach

nastaną dla północnej półkuli teżsame warunki, w jakich się dziś znajduje półkula południowa. Taka sama peryjodyczna zmiana warunków klimatycznych obojga półkul odbywała się według ADHÉMARa i w dawniejszych okresach geologicznych.

Podczas gdy ADHÉMAR opierał się w swych wywodach na różnicy w długości pór roku i pór dnia na obu półkulach ziemi, to znowu JAMES CROLL wystąpił od r. 1864 do 1875 z całym szeregiem rozpraw ¹⁾, próbując w nich udowodnić, że najwłaśniejszym czynnikiem w nierównym rozpodziale ciepłoty na obupółkulach, a tém samym główną przyczyną ich peryjodycznie powracających okresów lodowych, jest zmienna odśrodkowość drogi ziemskiej. Odśrodkowość ta, dzisiaj wynosząca 333500 mil geograficznych, wynosiła przed 30000 lat 1555000 mil geograficznych, skutkiem czego różnica między odległościami ziemi od słońca w punkcie odsłonecznym i przysłonecznym wynosiła wówczas 3110000 mil geogr. Owóż okoliczność ta nie może być bez wpływu na klimat téj półkuli, której krótkie lato przypada lub przypadnie podczas perihelium, a długa zima podczas aphelium i to właśnie w czasie największej odśrodkowości drogi ziemskiej. Wtedy téż musiała się ona i musi za każdym razem pokryć większą masą lodu.

Inaczéj cokolwiek zapatruje się na przyczynę peryjodu lodowego H. SCHMICK, Prof. w Kolonii ²⁾.

¹⁾ W całości przedstawił on swą teorię w dziele „Climate and time in their geological relations, a theory of secular changes of the Earth's Climate“ (London 1875).

²⁾ Pisma jego: „Die Umsetzung der Meere und die Eiszeiten der Halbkugeln der Erde, ihre Ursachen und Perioden“. Köln 1869.

Wychodzi on z założenia, że zmienne stanowisko ziemi względem słońca nie może być bez wpływu na zachowanie się poziomu morza. Obecnie najsilniej działa siła przyciągająca słońca na półkulę południową, skoro tamże lato przypada podczas perihelium. Ponieważ zaś stósunek ten trwa już 5871 lat (i trwać jeszcze będzie 4629 lat, t. j. razem 10500 lat), przeto następstwem tego być musiało większe nagromadzenie się wód oceanicznych na półkuli południowej. Że wszakże gromadząca się tam w ten sposób woda morska na północną półkulę napowrót nie odpływa, tłómaczy SCHMICK tём, że przyciągająca siła słońca manifestuje się na północnej półkuli o $\frac{1}{30}$ słabiej niżli na południowej i że nadto za każdym razem część wody w okolicach bieguna południowego marznie, a więc na półkulę północną powrócić nie może. Podobny rozpodział ładu i wody, jaki dzisiaj natrafiamy na półkuli południowej, istniał przed 9298 laty na półkuli północnej, t. j. kiedy w lecie téjże półkuli ziemia znajdowała się w perihelium, a w zimie w aphelium, kiedy zatём zima jój była o 8 dni dłuższą od lata, a w ciągu 10500 lat dłuższą o 115 lat i 25 dni. Przyjmując wszakże, powiada SCHMICK,

„Thatsachen und Beobachtungen zur weiteren Begründung der neuen Theorie einer Umsetzung der Meere und eines gleichzeitigen Wechsels der Eiszeiten auf beiden Halbkugeln der Erde“. Görlitz 1871.

„Die neue Theorie periodischer säkulärer Schwankungen des Seespiegels“. Münster 1872.

„Das Flutphänomen und sein Zusammenhang mit den säkulären Schwankungen des Seespiegels“. Leipzig 1874.

„Die Aralo-Kaspi-Niederung und ihre Befunde im Lichte der Lehre von den säkulären Schwankungen des Seespiegels“. Leipzig 1874.

choćby tylko 59 lat, w których lód się tworzył i to znowu w każdym z tych lat dziennie warstwa lodu na 1 cal tylko gruba, to jużby w przeciągu tego czasu musiała się wytworzyć warstwa lodu mająca 1734 stóp grubości, a więc dostatecznie gruba, aby z niej wszystkie zjawiska peryjodu lodowego wytlómaczyć.

Za dalekoby nas zawiodło, gdybyśmy chcieli wdać się w szczegółową krytykę skręślonych co dopiero teoryj o kosmicznych przyczynach peryjodu lodowego, zwłaszcza teoryj ADHÉMARA, CROLLA i SCHMICKA. Dość powiedzieć, że kiedy n. p. wywody SCHMICKA znalazły zrazu w Niemczech niezmiernie wzięcie i to tak dalece, że Prof. VÖLKER („Kosmogonische Vorträge“, Schaffhausen 1872), nie wahał się nawet wyrzéc, że nauka SCHMICKA zupełnie jest tém samém dla tlómaczenia geologiczno-klimatycznych warunków ziemi, czém była nauka KOPERNIKA dla zbadania systemu planetarnego ¹⁾; to natomiast PESCHEL i BRUHNS ²⁾ widzieli w niéj tylko twierdzenie wprost sprzeciwiające się takim zasadniczym prawom, jak prawa KEPLERA, NEWTONA i LAPLACEA. Także co do teoryi ADHÉMARA i CROLLA wystarczy przypomnieć, że lato półkuli północnej nie jest chłodném a zima południowej półkuli ostrą, jakby to wynikało ztąd, że w czasie tych pór roku znajduje się

¹⁾ „wir dürfen Dr Schmick als den Gründer einer für das Verständniss der geologischen Gestaltung unserer Erde ebenso wichtigen Lehre betrachten, wie es Kopernikus für die Erklärung des Planetensystems war“. — P. PILLAR „Ein Beitrag zur Frage über die Ursache der Eiszeiten“ (Agram, 1876), str. 30 nota 1.

²⁾ „Über die angeblichen Schwankungen des Schwerpunktes unserer Erde“ w „Ausland“ 1875, str. 71.

ziemia w aphelium, i że lato południowej półkuli nie jest gorące a zima półkuli północnej łagodna, co by znowu winno być następstwem tego, że naówczas ziemia znajduje się w perihelium; ale że owszem ma się rzecz wręcz przeciwnie, jak nas o tém isotery i isochimeny pouczają, t. j. lato północnej półkuli jest gorące a zima ostra, lato zaś półkuli południowej chłodne a zima łagodna, a co po prostu jest tylko wpływem takiego właśnie rozmieszczenia lądów i mórz, jakie dziś na kuli ziemskiej znachodzimy. Okoliczność ta zaś świadczy najwymowniej, że wpływ takiego a nie innego rozpodziału lądów i mórz jest silniejszy na klimat resp. na ciepłość obu półkul z osobna, aniżeli wpływ większego lub mniejszego oddalenia ziemi od słońca, a tém samym i wpływ różnej długości pór roku lub znowu różnej ilości godzin dnia i nocy na obu półkulach. Zresztą — i to w szczególności teoryja CROLLA doczekała się już ostrój krytyki ze strony p. SZYMONA NEWCOMB'A, do której téż ciekawych odsyłamy, a który, wykazawszy jój błędność w szeregu szczegółów, na jakich się CROLL oparł, wypowiada nareszcie: „we cannot therefore regard Mr CROLL's theory of a connection between the form and position of the earth's orbit and the Glacial epoch, as having any reasonable show of foundation“ ¹⁾. To téż i teoryja Dra G. PILLARA, prof. geologii w Zagrzebiu ²⁾, który, lubo odrzuca zapatrywania SCHMICKA, przypuszcza z nim wszakże możność nagromadzenia się większej ilości lodu u bieguna téj półkuli, której

¹⁾ P. „American Journal of Science and arts“, 1876, Kwiecień, str. 263—273.

²⁾ „Ein Beitrag zur Frage über die Ursache der Eiszeiten“, str. 49 i nast.

zima przypada podczas aphelium, śladem CROLL'A zaś główną przyczynę tego upatruje w zmiennj odśrodkowości drogi ziemskiej, upaść ostatecznie musi, tém łatwiej, skoro temu gromadzeniu się lodu, a więc i zbaczaniu skutkiem tego punktu ciężkości ziemi stoi raz na zawadzie ciągłe odczepianie się od lodników gór lodowych, które, jak wiadomo, biegną ku równikowi i w drodze tają, drugi raz sprzeciwia się wrzekomemu nagromadzeniu się wody morskiej na półkuli południowej ustawiczna jej wędrówka ku północy, skonstatowana przez wyprawę CHALLENGERA. Ocean zaś, jak to również najnowsze wykazały sondowania, bynajmniej nie jest głębszym na półkuli południowej ¹⁾, a co jeszcze SCHMICK i PILLAR za pewnik przyjmują. Wreszcie przemawia przeciw nim i przeciw CROLL'OWI ten jeszcze ważny wzgląd, że nie ma w dawnych peryjodach geologicznych śladów, (a przynajmniej zebrane w tój mierze świadectwa są jeszcze zbyt wątle, aby na nich można coś pozytywnego budować), któreby dowodnie wykazywały, że peryjod lodowy po kilka kroć razy powtarzał się w dziejach ziemi i to raz pojawiał się na jednej, drugi raz na drugiej półkuli. Jeżeli gdzie, to pewnie w strefie podbiegunowej winnyby ślady podobne najłatwiej jeszcze dać się odszukać i sprawdzić. Tymczasem HEER ²⁾, i NORDENSKJÖLD ³⁾, dwaj

¹⁾ czyt. obszerniej o tém: CZERNY „Zarys geografii fizycznej oceanu“ w „Przewodniku naukowym i literackim“, Lwów 1877, Styczeń i Luty.

²⁾ p. A. GRISEBACH „Fortschritte in der Geographie der Pflanzen“ w BEHM'A „Geogr. Jahrbuch“ 1876, str. 221—223.

³⁾ „On the former Climate of the Polar Regions“ w „The geological Magazine“ 1875, Nro XI, str. 525—532.

z najlepszych znawców świata arktycznego, wyraźnie odrzucają hipotezę, zbudowaną na czyscie tylko teoretycznej spekulacji, która się domaga na przemian po sobie następujących ciepłych i zimnych klimatów na ziemi od najdawniejszych począwszy aż do dzisiejszych czasów historyi globu ziemskiego.

W miarę tego, jak wymienione teoryje coraz wyraźniej tracą dzisiaj na kredycie, zaczęto w bieżących właśnie latach tém pilniej zwracać się ku badaniu innego pytania, a mianowicie, ażali oś ziemska i bieguny ziemi nie ulegają wiekowym zboczeniom, t. j., czyli nie zmieniają swego miejsca, a tém samém i klimaty gorący i zimny nie wędrują po ziemi. Możliwość tego zjawiska przypuszczają przedewszystkiém uczeni angielscy, jako to EVANS ¹⁾, WILLIAM THOMSON ²⁾, G. H. DARWIN ³⁾, SAMUEL HAUGHTON ⁴⁾, oraz Francuz JULIUSZ CARRET ⁵⁾, lubo już w roku 1668 geolog angielski HOOKE uciekał się piérwszy do hipotezy o zmianach środka ciężkości ziemi i położenia osi ziemskiej ⁶⁾. Kiedy atoli EVANS sądzi (1866), że nie sama oś ziemi i środek jój ciężkości zmieniają swoje miejsce, lecz skorupa ziemska ślizgająca się na ciekłej wewnętrznej masie: ślizgająca się zaś dlatego, że każde nabrzmienie lądu stałego albo większe nagromadzenie się materiału osadowego w wyższych szerokościach musi dzięki

¹⁾ P. „Nature“, Vol. XIII., str. 354; i Lyell „Principles of geology“ II, str. 208—209.

²⁾ W „Nature“ Vol. XIV, str. 426 i nast.

³⁾ P. „Nature“ Vol. XV, str. 360.

⁴⁾ P. „Nature“ Vol. XV, str. 542—543.

⁵⁾ P. „Nature“ Vol. XV, str. 188.

⁶⁾ Lyell „Principles of geology“ I, str. 41.

sile odśrodkowej ziemi zbliżyć się ostatecznie do równika; to inni właśnie przypuszczają wprost możliwość zmiany w położeniu samego środka ciężkości ziemi i jej osi z uwagi, że skorupa ziemska podlega ustawicznie to podnoszeniu się w jednym, to opadaniu w drugim miejscu, a tém samym burzy, ciągle równowagę całej masy globu ziemskiego. Tymczasem przeciw hipotezie EVANSA mówi okoliczność, że ziemia nie jest kulą lecz sferoidem, że przeto ruchy jej wrzekomiej skorupy po przypuszczonej ciekłej masie wewnętrznej nie mogą się odbywać tak, jak to pojmuje EVANS, skoro na to nie dozwalałoby ogromne tarcie, wynikające właśnie ze sferoidalnego kształtu ziemi. Ale także i przeciw hipotezie drugiego obozu orzekł astronom angielski AIRY, zwracając uwagę na podniesione w nowszych okresach geologicznych pasma gór, że takowe zgoła nie mogły wpłynąć na zmianę położenia środka ciężkości ziemi, a tém samym i osi ziemskiej, albowiem objętość tych gór zawsze była i jest nieskończenie małą wobec nabrzmienia ziemi w pasie równikowym, a które to nabrzmienie posiada 5400 mil geograficznych długości, 1300 mil geogr. szerokości i blisko 3 mile (dokładniej 2·88) wysokości ¹⁾. Jeżeliby jednak dalsze badania mimo tego okazały, że skutkiem oscylacyj skorupy ziemskiej zmiana w położeniu środka ciężkości ziemi i osi jest możebną, jeżeliby się sprawdziło, że szerokość geograficzna Greenwich, Washingtonu, Paryża, Petersburga, Królewca, Medyolanu, Neapolu i Rzymu pomniejsza się obecnie ²⁾, a formuły

¹⁾ P. Lyell „Principles of geology“ II, str. 209.

²⁾ P. „Nature“ Vol. XIV, str. 426; i „Westminster Review“, Styczeń 1876, str. 38.

matematyczne w rodzaju formuł HAUGHTONA pozwoliły nam nawet obliczyć odbywające się w ten sposób zmiany, naówczas niezawodnie bylibyśmy dostatecznie uprawnieni powiedzieć, że tam, gdzie kiedykolwiek na ziemi były bieguny północny i południowy, że tam oraz był peryjod lodowy. Jak długo atoli ta arcyciekawa zagadka nie doczeka się stanowczego rozwiązania, tak długo jedynéj racjonalnéj przyczyny t. zw. doby lodowéj musimy szukać w zmianach tellurycznych warunków klimatu.

W téj mierze, jak to już powiedziałem wyżej, pojawiło się także kilka teoryj. CHARPENTIER n. p. orzekł około roku 1830, że przyczyną większego zalodnienia Alp była ich większa niegdyś wysokość; wkrótce wszakże, bo już roku 1831 porzucił on to pierwotne swoje zapatrywanie, a uciekł się znowu do wcale illuzorycznego twierdzenia, że podczas dźwigania się Alp z końcem formacyi neocenicznéj powstały w nich mnogie szczeliny i parowy, któremi wielkie ilości pary wodnéj wydobywały się z głébi ziemi, para ta zaś skraplając się i opadając na góry w kształcie śniegu pozwoliła wytworzyć się tak olbrzymim lodnikom, jakich właśnie była świadkiem doba lodowa. Także KÄMTZ, podobnie jak zrazu CHARPENTIER, tłómaczył peryjod lodowy w Alpach większą ich wysokością w czasach dawniejszych. Geolodzy szwajcarscy, jak ESCHER VON DER LINTH i DESOR, sądzili znowu, że doba lodowa miała swój powód w tém, że Sahara nurzała się jeszcze naówczas w znacznej części pod morzem, skutkiem czego wiatry-föhny przybywały do Szwajcaryi zimne, a nie, jak dzisiaj właśnie, ciepłe. Ale jak teoryja o większym pierwsiastkowo wzniesieniu Alp grzeszyła jedno-

stronnością, tak teoryja geologów szwajcarskich miała się znowu, jak to wykazali DOVE i HANN ¹⁾, z prawami wiatrów. Także i H. LECOCQ odwołując się w roku 1847 piérwszy do większego parowania oceanu w dobie lodowej przy działaniu wyższej ciepłoty, błądził o tyle, że domagał się wyższej od dzisiejszej średniej temperatury rocznej powietrza, jakkolwiek parowanie oceanu mogło być także większém przy cokolwiek nawet niższej od dzisiejszej średniej temperaturze rocznej powietrza, jeżeli tylko powierzchnia parującego oceanu, n. p. na półkuli północnej, była większą niżli dzisiaj. Nie błądzi on atoli, jeśli odwołuje się w ogóle do większego parowania mórz w dobie lodowej, skoro, jak to Tyndall ²⁾ słusznie podnosi, niedorzeczną byłoby jedynie tylko znaczniejszém obniżeniem się temperatury powietrza tłómaczyć większe rozmiary lodników w dobie lodowej — lodników, będących nie czém inném, jak właśnie tylko wyrazem ilości opadów atmosferycznych, a tém samym i stopnia parowania wody oceanicznej. Z tém głębiej pomyślaną teoryją wystąpili HOPKINS i LYELL ³⁾. Opiérając się bowiem na prawach meteorologii z jednej, a dynamicznej geologii z drugiej strony, upatrują oni po prostu przyczynę doby lodowej w innym od dzisiejszego rozpodziale lądów i mórz, a mianowicie w większém nagromadzeniu się lądów u biegunów a wody u równika. Nie trudno téż było już potém SARTORYJUSZOWI VON WALTERSHAUSEN ⁴⁾ połą-

¹⁾ P. Czerny „Die Wirkungen der Winde auf die Gestaltung der Erde“, str. 10—11.

²⁾ „Heat a mode of motion“, str. 187—188.

³⁾ P. „Principles of geology“ I, str. 233—271.

⁴⁾ „Untersuchungen über die Klimate etc.“ w „Natur-

czyć niejako teorię HOPKINSA i LYELLA z pierwotną teorią CHARPENTIERA i KÄMTZA i orzec, że peryjod lodowy tlómaczy się jedynie odmienném od dzisiejszego rozmieszczeniem lądów i mórz, inną ich konfiguracją i odmienném od dzisiejszego wzniesieniem nad poziom morza. Nie inaczej także zapatruje się dziś na przyczynę doby lodowej tyle głośny paleontolog i geolog amerykański J. W. DAWSON ¹⁾.

I w rzeczy saméj wszystko zdaje się przemawiać za tém, że rozpodział i pionowy układ lądów był wcale innym w peryjodzie lodowym, aniżeli dzisiaj. Anglia n. p. uległa po dobie formacyj trzeciorzędnych tak znacznemu podniesieniu, że połączyła się z kontynentem, podobnie podniosła się Skandynawia i Bałtyk się osuszył, jak to wykazali DAWKINS, GEIKIE, LYELL ²⁾ i ERDMANN ³⁾, podczas gdy Niemcy północne i nizina sarmacka nurzały się pod wodą, tak samo jak większa część Sahary, północnej Ameryki, Syberyi. Okolicności te nie mogły się zaś obejść bez obniżenia średniej temperatury rocznej półkuli północnej, tak, że zamiast wynosić 15·5° C., jak dzisiaj, musiała ona przy przewadze oceanu wynosić zapewne tyle, ile dziś wykazuje półkula południowa, t. j. 13·6° C., albo téż jeszcze cokolwiek mniej, z powodu, że u bieguna północnego rozlegał się, jak się zdaje, rzeczywiście większy ląd, który jako taki, t. j. w wyższych szerokościach poło-

kundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem“, 23 Deel 1865, str. 368 i nast.

¹⁾ P. „Nature“ Vol. XVI, str. 67—68.

²⁾ P. Dana „Manual of geology“, str. 539—541.

³⁾ „Exposé des formations quaternaires de la Suede“ (Stockholm 1868), str. 7 i nast.

żony, musiał także nie mały wywierać wpływ na obniżenie się średniej temperatury rocznej całej półkuli północnej. Przynajmniej NORDENSKJÖLD czuje się spowodowanym wnosić z położenia i kierunku działanych przez dawne lodniki rysów na skalistych wybrzeżach Spitzbergu, że podczas peryodu lodowego Spitzberg musiał być połączonym za pomocą suchego lądu ze Skandynawią z jednej a z północną Azyją z drugiej strony ¹⁾. Także Dr G. JÄGER, dyrektor zoologicznego ogrodu w Wiedniu, bacząc znowu na rozpostarcie się lisów, niedźwiedzi, wilków etc., w starym i nowym świecie, przypuszcza (1867 r.), że zwierzęta te miały niegdyś wspólną ojczyznę na jednym okołobiegunowym lądzie, który był tylko przerwany tam, gdzie dziś cieśnina Behringa. Dzisiejsze wyspy, jak Spitzberg, Nowa Zemlia, Islandyja, wyspa Jana Mayena, Niedźwiedzia, Faröer, są według JÄGERA resztkami właśnie tego kontynentu ²⁾. Podobnie RALPH RICHARDSON w piśmie: „On the Ice-age in Great-Britain“ ³⁾ przyjmuje w peryjodzie lodowym łączność Anglii z Grenlandyją za pomocą suchego lądu, — okoliczność, która przedewszystkiém musiała wpłynąć na inny od dzisiejszego kierunek Golfstromu, t. j. oddzielić go od Europy, a tém samém odjąć jój to dobrodziejstwo klimatyczne, jakie właśnie dzisiaj temu ciepłemu zawdzięczamy prądowi morskemu. Jest zaś to przypuszczenie tém prawdopodob-

¹⁾ „American Journal of Sciences and arts“, 1876 Lipiec, str. 65—66.

²⁾ „Spitzbergen und die arktische Centralregion“, str. 68—70, w „Ergänzungsheft“ Nro 16 zu Petermann's „Mittheilungen“.

³⁾ Wiadomość o tem w „The Academy“ (1876), Nro 217, str. 16.

bniejsze, że inaczej nie podobna wytłómaczyć, jakimby sposobem przy tak biegnącym, jak obecnie prądzie zatokowym (Golfstromie), góry lodowe polarnego świata mogły zanieść na wyspy azorskie bryły eratyczne, przybłądy, którym właśnie pospolicie przypisują pochodzenie z Grenlandyi ¹⁾. Nie dosyć wszakże, że prąd zatokowy w dobie lodowej nie otulał Europy swoją ciepłą szatą, owszem, skoro Rosyja i północne Niemcy były zalane morzem, a to pozostawało w łączności z oceanem oblęwanym od południa ląd polarny, musiał nadto zimny, z północy biegnący prąd morski głęboko wciskać się w środek Europy, przynosząc z sobą całe szeregi gór lodowych, które, tając stopniowo w miarę jak się do niższych dostawały szerokości, rozsięwały téż po drodze materyjał, jakim były obładowane.

Dodajmy nareszcie, czego dotychczas przy badaniu przyczyn peryjodu lodowego bynajmniej nie uwzględniano, że zarówno jak wskazany co dopięro rozpodział lądów i mórz musiały zapewne sprzyjać utworzeniu się lodników o większych niżli dzisiaj rozmiarach olbrzymie lasy dziewicze doby lodowej, obniżając cokolwiek temperaturę zwłaszcza lata i podwyższając stopień względnej wilgoci powietrza, t. j. spełniając dwa najważniejsze właśnie warunki tworzenia się lodników w ogóle.

W ten sposób zatem, jak cieplejszy klimat ziemi w dawniejszych epokach geologicznych tłómaczylibyśmy częścią odmiennymi od dzisiejszych warunkami kosmicznymi, częścią znowu odmiennymi od dzisiejszych

¹⁾ P. SARTORYJUSZ v. WOLTERSCHAUSEN w cyt. rozpr., str. 278.

warunkami tellurycznymi, tak znowu peryjod lodowy tłómaczylibyśmy wyłącznie przewagą lądów w pobliżu bieguna północnego a przewagą wody w niższych szerokościach i większym niżli w czasach dzisiejszych zalesieniem kontynentów. W tém przekonaniu umacniają nas zaś w znacznej części obecne stósunki klimatyczne półkuli południowej, która z powodu właśnie odmiennego rozmieszczenia lądów i mórz jest cokolwiek zimniejsza od półkuli północnej. Oto kapitan Cook opowiada o wyspie południowej Georgii (54° połudn. szer.), że tam nawet w lecie śnieg czasem pada, a lodniki do samego dochodzą morza ¹⁾, podczas gdy w Szkocyi europejskiej nawet pod 58° sz. i na górach 4500' wysokich śnieg w lecie taje. Podobnie na wyspach Sandwich pod 59° połudn. sz. góry pozostają w najcieplejszym nawet miesiącu, t. j. w lutym, pokryte śniegiem od wierzchołka aż do morza. U zachodnich wybrzeży kraju ogniowego dochodzą lodniki również do morza ²⁾, a na zachodnich stokach Alp nowozelandzkich spuszcza się lodniki tylko na parę set stóp nad poziom morza, jak n. p. lodnik Wajau ³⁾. Wszystkie te okoliczności tłómaczą się zaś jedynie nagromadzeniem lądów u bieguna południowego z jednej, oceanicznym zaś klimatem niższych szerokości z drugiej strony, czyli, innymi słowy, łagodną zimą ale chłodnym latem i znaczną wilgocią atmosfery na półkuli południowej. Ztąd pochodzi także, że rośliny nie potrzebujące wysokiej, ale wymagające jednostajnej ciepłoty

¹⁾ P. DARWIN „Reise eines Naturforschers um die Welt“, str. 284—285.

²⁾ LYELL „Principles of geology“ I, str. 242—243.

³⁾ RECLUS „La Terre“ I, str. 276.

bez silnych mrozów, zbliżają się więcéj do linii wiecznego śniegu na południowéj aniżeli na półkuli północnéj ¹⁾, gdzie nie pozwalają na to gwałtowniejsze oscylacje temperatury dziennéj i rocznéj, i że n. p. na południowéj wyspie Nowéj Zelandyi udają się palmy, a paprocie dochodzą wielkości drzew, pomimo że winorośl wymagająca wyższej temperatury zaledwie tylko dojrzéwa. Nie dziwna przeto, że na półkuli południowéj spotykamy tuż obok siebie roślinność podzwrotnikową i lodniki omal do samego schodzące morza, — w szerokościach geograficznych, odpowiadających na półkuli północnéj szerokościom Niemiec, Holandyi, Anglii lub Danii. To téż, powiada trafnie DARWIN ²⁾, gdyby się Europa ujrzała w takich samych warunkach, jakie natrafiamy dziś na półkuli południowéj, jaguary i pумы mogłyby żyć w okolicach Pirenejów, paprocie wielkości drzew mogłyby rósć w szerokości góry Montblanc, w Danii mogłyby się znachodzić kolibry i papugi, pomimo, że już 90 mil na północ od Danii wierzchnia warstwa ziemi byłaby ciągle zamarzniętą, po morzu pływałyby góry lodowe, Norwegia zaś i wyspy Orknejskie i Szetlandzkie wiecznym byłyby pokryte śniegiem, a w szerokości jeziora genewskiego lodniki schodziłyby aż do morza. Spoglądając na dzisiejsze warunki klimatyczne półkuli południowéj możemy zatém śmiało z HOCHSTETTEREM ³⁾ orzec, że to, co rozumiemy przez peryjod lodowy, właśnie tam trwa obecnie, a jeżeli znachodzą się i tam, w szczególności na południowéj

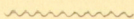
¹⁾ DARWIN „Reise eines Naturforschers etc.“, str. 286.

²⁾ Tamże, str. 287—288.

³⁾ „Neu-Seeland“ (Wien 1864), str. 257—267.

wyspie Nowej Zelandyi, ślady większego niegdyś rozpostarcia się lodników, to tłómaczyć je także tylko należy większą niegdyś wyniosłością dotyczących okolic ponad poziom morza. aniżeli dzisiaj. Natomiast obniżenie się podniesionych łądów obok wydostania się z morza większych obszarów łądu suchego spowodowało i zawsze spowodować musi większe oscylacje temperatury dziennej i rocznej, przedewszystkiem wyższą ciepłotę lata, a więc musiało i musi wpłynąć na pomniejszenie się i cofanie lodników. Reguła ta zdaje się obowiązywać i na Marsie, i to mianowicie na jego półkuli południowej, która jest więcej kontynentalną niż północna. Tam bowiem podczas dłuższej zimy (dłuższej od tamtejszego lata o 76 dni, co jest skutkiem znacznej odśrodkowości drogi Marsa) znacznie większe gromadzą się ilości śniegu około bieguna, aniżeli w téjże samej porze roku około bieguna północnego. Mimo to olbrzymi płat śniegu spadłego w zimie nader szybko pomniejsza się w lecie i to bez wątpienia właśnie tylko z powodu przeważnie kontynentalnego klimatu półkuli południowej ¹⁾.

¹⁾ GUILLEMIN „Le Ciel“ (Paris, 1877), str. 415—417.



The first part of the history of the
 world is the history of the
 creation of the world and the
 history of the first man, Adam.
 The second part is the history of
 the world from the time of
 Noah to the time of the
 birth of Jesus Christ. The
 third part is the history of
 the world from the time of
 the birth of Jesus Christ to
 the present time. The fourth
 part is the history of the
 world from the present time
 to the end of the world.

THE HISTORY OF THE WORLD