

~~18096~~

B. P. im. L.



Z Księgozbioru
BOLESŁAWA PRUSA



HERBERT Kg. del. et. inc.



1000084283

767

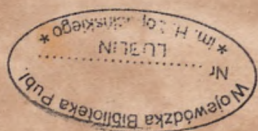




Wodospad Teveronu (Anio)
koto Tivoli.



Stalaktyty w Monserrat.



166048

ŚWIAT

i

przemiany skorupy ziemskiej,

po części podług In kesa wypracował stary geolog; przejrzał,
zalecił K. C. Leonhard; a przełożył na język polski

Hipolit Witowski.

Nakładem Włodzimierza hr. Dzieduszyckiego.

Mój Boże! — o cóż Ciebie najpokorniej prosić?...
O iskrę natchnienia — bym zdołał wygłosić
Wspaniałość dzieł cudownych Twojej wszechmocności,
I żyć stałością wiary — nadziei — miłości!...



Doublet 0264

I. część.



(Liczne drzeworyty w tekście i osobne, tudzież litogr. kolor. tablice).

Cena egzempl. kompl. brosz. 2 zlr. m. k.

LWÓW,
czcionkami Kornela Pillera.
1858.

TAIWAN

Przemiany skorupy ziemskiej

na części południowej w krasie wyżynowej stary geolog: przegląd,
zawieszki R. C. Leharda; z przekładem na język polski



323987

11

55

Mój Hotel! — o coś Ciebie najgorzej proszę?
O zajęcia natychmiast — tym zdołał wyłożyć
Wspaniałe dzieło cudownych Twojej wesołości.
I ty stąd wiesz — nadziei — miłości!

I. część.

(liczne drzeworyty w tekście i osobne, tablice litograficzne i tablice).

Cena egzempl. kompletny brosz. 2 złr. m. k.

LWÓW

Wydawnictwo Korona Filizy

1898

P Z R E D M O W A.

Omnia, quae secundum naturam sunt, habenda
sunt in bonis (Cato major.)

Ważną jest rzeczą dać zwięzłą i dobrą przedmowę, bo ona ma jasno wskazać stanowisko, powody i cel dzieła. — Przedsiębiorąc niniejszą pracę, mieliśmy następujące względy na uwadze, mianowicie:

1) Rozbudzić i zaszczerpić rozsądne zamiłowanie do nauk przyrodniczych; a obraliśmy dla tego geologię, bo ona jest w istocie podstawą treści — ogniskiem, iż tak powiemy — która skupia wszystkie gałęzie uniwersalnej umiejętności natury, podobnie jak pień swoje rozgałęzienia.

2) Chcemy zwrócić uwagę czytelnika na budowę ziemi i dać ją poznać dla tego, że ona jest dzwignią stworzenia organicznego, sama zaś zbiorowym składem stworzenia nieorganicznego, a w ostatecznem zastosowaniu pracownią dwóch wielkich spraw: gospodarstwa w powszechności i przemysłu.

3) Pragniemy wskazać czytelnikowi życie *duchowej rzeczywistości*, harmonizującej z odwiecznym porządkiem gospodarstwa natury, z kąd mógłby wysnuć i pojąć jasno swoje moralne i światowe stanowisko tak pod względem indywidualnym jako i zbiorowym.

4) Zaczęliśmy dla tego od geologii, że ona jak i inne gałęzie nauk przyrodniczych na zachodzie Europy, t. j. w Anglii, Francji i ościennych Niemczech, wpłynęła przeważnie na ruch i kierunek oświaty i kultury, na rozwój nauk, sztuk

pięknym, przemysłu, handlu, rolnictwa, górnictwa i t. d., a nawet na stosunki między narodami.

Wiemy, że rolnictwo i przemysł są warunkiem pomyślności, bogactwa i potęgi indywidualów i ludów w powszechnej ekonomii. Lecz zachód Europy zmierza głównie do postępu w przemysłowości, a wschód jest przeważająco rolniczy. — Nie jest to naszym zadaniem ani zamiarem rozstrzygać, która z tych dwóch spraw weźmie górę na wschodzie swoją moralną lub materialną korzyścią albo uszczerbkiem ekonomii ludowej; lecz dzieje przeszłości świadczą, że najwięcej ludów żyło głównie rolnictwem — jeżeli nie wyłącznie — i że nawet przemysł i oświata niepoślednią, a w niektórych względach znakomitszą odgrywały rolę, nizeli obecnie. — Rolnictwo jest także wprawdzie poniekąd gałęzią przemysłowości, atoli z tą wybitną różnicą, że ono jest podstawą żywotnego bytu. Zależy więc od trafnego poznania naturalnych stosunków i własności przyrody kraju, od stosunków do krajów ościennych i t. d., która z tych dwóch spraw ma być główną dla tego lub owego kraju i narodu, a to właśnie zawisło od trafnego zastosowania nauk przyrodniczych do praktyki, a w szczególności geologii w realnych przedsięwzięciach naukowych, rolniczych, przemysłowych, handlowych i t. d.

Pragnąc tę umiejętność przeprowadzić w życie, baczyliśmy głównie na to, aby już gdzieindziej wyrobioną rzecz jak najpopularniej wyłożyć. Niemieckie dzieła celują wyborem treści tych nauk trafnie pojętych w Anglii i we Francji — a że są poniekąd w tym względzie komentarzem encyklopedycznym, dla tego według zamiaru nakładcy, wydajemy na język ojczysty przełożone i niektórymi dodatkami pomnożone dzieło: *Das Buch der Geologie, Leipzig 1855. Verlag von Otto Spamer.*

Pochlebiamy sobie, że każdy, posiadający nawet najogólniejsze wiadomości z innych gałęzi nauk przyrodniczych, łatwo nas zrozumie. Wszelako niektórzy czytelnicy, mianowicie nieobeznani z chemią, mogą w tej książce napotkać jedną i to

Treściwy przegląd pierwszej części.

	Stron.
Wstęp	1
Pierwszy rozdział.	
Niektóre fizykalne stosunki ziemi	10
1. Postać ziemi	12
2. Morze	13
3. Wody słodkie	15
4. Łąd stały	16
5. Powietrzna (atmosfera)	22
6. Magnetyzm ziemi	23
7. Ciepło ziemi	23
8. Geografia roślin i zwierząt	24
9. Skamieliny	26
Drugi rozdział.	
Opisanie skał (Petrografia)	33
1. Ogólne uwagi	34
2. Składowe części skał	34
3. Ubarwienie skał	40
4. Złożenie skał	41
5. Domieszkania	43
6. Opisanie skał	43
A. Skały jednorodne (izonomiczne).	
I. Skały granitowate	44
II. " porfirowate	46
III. " trachitowate	48
IV. " hornblendowate	49
V. " augitowate	50
VI. " dyalagowate	52
VII. " serpentynowate	53
VIII. " do zaprawy wielkich pieców	53
IX. " kwarcowate	54
X. " wapienne	56
XI. Dolomity	58
XII. Skały gipsowe	59
XIII. Sól kamienna	60
XIV. Żelaziaki	60
XV. Węgle	61

VI

Stron.

B. Skąły róźnorodne (heteronomiczne).

XVI.	Zlepierce (konglomeraty)	61
XVII.	Piaskowce	63
XVII.	Skąły łowe	63
XIX.	Kamienie luźne	66
XX.	Ziemie rolowe i ogrodowe	67

Trzeci rozdział.

Przemiany powierzchni ziemi		69
A. Obecne, mechaniczne działanie neptunizmu badane w rzekach, jeziorach i morzach — osady z wód (ostoiny)		74
B. Obecne, chemiczne działanie neptunizmu, wpływ powietrzni, udział organizmów, tudzież sniegu i lodu.		92
Zjawiska źródeł — Gejzery		99
Rafy i wyspy koralowe		104
Działanie powietrzni na skorupę ziemi		109
Śnieg, łód i lodowce		111

Czwarty rozdział.

Działanie wulkanizmu w przemianach ziemi		126
<i>Wulkany, trzęsienia ziemi, i inne tu należące zjawiska</i>		126
Ogólne pojęcie wulkanów		128
Etna, Wezuwjusz i t. d.	130--	134
Plody wulkaniczne		137
Wulkany centralne i szeregowe		156
Zjawiska wulkaniczne na ziemi		158
<i>Wybuch Etny 1843 r.</i>		175
Powstanie wysp przez wulkanizm		179
Wulkany błotne — Trzęsienia ziemi		183

Piąty rozdział.

Powstanie skał. Ogólne postrzeżenia		197
Ogólne stosunki pokładów skał		
I. Oddzielenie		210
II. Zwarstwowanie		212
III. Pokłady		215
IV. Wiek łańcuchów gór		219
V. Formacje		223
Pogląd na budowę ziemi		226

nie małą trudność w zrozumieniu kilkunastu chemicznych terminów z konieczności użytych. Dawniejsze słownictwo Jędrzeja Śniadeckiego i t. d. nie zgadza się z nowem, a nawet i w tem nie ma jedności. Nie mogliśmy tworzyć nowych wyrazów, bo na to niezezwała sumiennność, zwłaszcza że chemia nie jest naszym zawodem. A że uczeni nasi — o ile nam wiadomo — pracują obecnie nad ustaleniem terminologii chemicznej, i wypadło koniecznie obracć przewodnika, więc dla logicznych i innych powodów języka użyliśmy *Słownictwa chemicznego polskiego*, przez Dra. **Teod. Teof. Mateckiego**. Poznań 1855 r., i dla powzięcia bliższych szczegółów odsyłały tamże ciekawych czytelników. — Powiemy tu tylko, że według tegoż słownictwa końcówka *ek* oznacza niedokwasy (oxyd), n. p. *żelazek* (niedokwas żelaza, Eisenoxyd); końcówka *ik* — niedokwasek, n. p. *żelazik* (niedokwasek żelaza, Eisenoxydul); — końcówka *an* oznacza kwas, n. p. *siarczan*, (kwas siarczany, Schwefelsäure), *fosforan*, *węglan* i t. d. — W terminologii do petrografii, kopalnictwa i geologii użyliśmy słownictwa p. **Hieronima Łabęckiego**, a tu i owdzie niektórych innych. Unikaliśmy tworzenia nowych wyrazów i bezwzględniego puryzmu; niektóre zaś wyrazy (tych bardzo mało) są tak jasne, że tylko o tem wspominamy.

Według zamiaru nakładcy położyliśmy jak najniższą cenę książki tego rodzaju — 2 złr. m. k. za egzemplarz kompletny.

Nakoniec wspomniemy tu z przyjemnością o rysunkach p. K. Auera według wzorów z dzieł K. C. Leonharda i o J. Kostkiewiczzu, który je odciskał.

Pisałem we Lwowie d. 3. Maja 1858.

Hipolit Witowski.

Dostrzeżone, rażące pomyłki w I. części.

<i>Stron :</i>	<i>zamiast :</i>	<i>czytaj :</i>
38	Wiersz 13ty od góry domięzane	domięzane
39	" " 3ci " dołu nietopliwy	nietopliwy
91	" " 3ci " " Rygi	Rugli
197	dodaj opuszczony napis: Powstanie skal.	
210	Wiersz 18ty od dołu przepaście	przerwy

Informacja dla introligatora.

Tablice kolor. litogr. I. część.

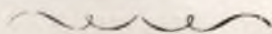
1. tabl. do stronicy	49
2. " " "	85
3. " " "	129
4. " " "	139
5. " " "	212
Wielka tabl. xylograf.	228

II. część.

6. tabl. niekolorowana do stronicy	7
7. " " "	170
8. " " "	79
9. " " "	81
10. " " "	91
11. " " "	99
12. " przy tytule I. części.	
13. "	162

Tablice xylograficzne.

Tabl. A. do stronicy	33
" B. i C. jedna za drugą	65
" D. do stronicy	85
" E. " "	115
" F. " "	177



WSTĘP.

— Nihil aliud, quam divinam gloriam intendo....

Przyroda — ogół wszechrzeczy stworzonych — jest ową świętynią, w której się pojawia wszechmoc, mądrość i dobroć Stwórcy. Wszechmoc — bo wszystko najdoskonalsze na skinienie Jego woli; mądrość — bo niezmiennymi prawami wytknął najdoskonalsze środki do jednego celu; dobroć — bo nas stworzył i uzdolnił do doskonalenia się i uszczęśliwiania się wzajemnego odpowiednio naszemu powołaniu, które spełnimy żyjąc według Jego najświętszej woli.

Wszelkie stworzenie ma swój początek i swemu przeznaczeniu odpowiednie stanowisko w wszechświecie. Stwarzanie jest nieustającym pojawem Wszechmocy. Dzieł pozaziemskich nie znamy. W owe dziedziny nowego tworzenia nie zajrzy oko śmiertelnika; nie powątpiewamy jednak o ustawicznym tworzeniu i przeobrażaniu; bo każda chwila przekonywa nas o tem.

Stworzenie materii — świata atomów — poświadcza wiecznie działającą Wszechmoc. Lecz któż zgłębi i pojmie tajemnicę tworzenia?... Wiemy tylko, że w wszechświecie od początku i pyłek nie przepadł; że tylko postacie się zmieniają; i właśnie od tego ustawicznego przeobrażania zawisło życie. Śmierć nie jest zniszczeniem, jeno przejściem w inną, odmienną postać. Jak z rzeczami nieskończenie drobnymi i wielkimi, jak z więdnącym kwiatem — tak samo dzieje się z owymi gwiazdami. Wszakże i one są przemijającymi postaciami? — a jak były czasy, kiedy nie istniały, tak nastąpi chwila, w której przeminą jak kwiaty przeszłoroczne. I nasza ziemia

nie miała zrazu dzisiejszej postaci; lecz jej pierwiastki istniały w wszechświecie.

Że światy powstają i przemijają, nie jest to domysłem, ale — prawdą. Astronomowie postrzegali oddawna zjawiska na niebie stwierdzające takie przemiany i powstawanie materii na nowe światy. *Tycho* i *Keppler* widzieli nagle spłaniające i znowu znikające światy, które pierwiej nie istniały. *Herszel* odkrył w najgłębszej przestrzeni ruchy bezpostaciowych mas, które — jak się zdaje — zawdzięczały swoje istnienie tworzeniu nowych słońc, nowych układów świata. To stawanie się i przemijanie światów zawsze trwać będzie; — bo wieczność jest źródłem wszechistnienia. — Wszystkie ciała niebieskie powstające, jeszcze niestężale, zwiemy *kometami* (ogonicami), a ich pierwiastki są tak rzadkie i przezroczyste, że astronomowie widzą przez ich masę stałe gwiazdy za nimi świecące. Owe planety (ziemice), krążące drogą wytkniętą w układzie świata do którego i nasza ziemia należy, odgrywają niezaprzeczenie ważną rolę w gospodarstwie ziemskiego rozwoju, i mogą być niekiedy głównymi działaczami w przeobrażaniu powierzchni ziemskiej *).

Jakoż rozliczne doświadczenia udowodniają trującą skuteczność *potęg*, którym Stwórca przydzielił tę sprawę, ażeby w przeciągu pewnego czasu udoskonaląły pojedyncze ciała niebieskie i usposabiały stworzenia na nich żyjące do odpowiedniego ukształtania się. Te potęgi, t. j. *siła przyciąga-*

*) U narodów, które się wzniosły nad stan niemowlęctwa, znachodzimy dzieje stworzenia, które były częścią światnemi próbami głębokiej filozofii, częścią natchnionego jenuazu; i dla tego zasługują na podziwienie i cześć potomności. Wszelako tym teoryom zbywa na naukowej podstawie, ponieważ umiejętność pomocnicze: *astronomia*, *fizyka* i *historja naturalna* są nabytkiem nowożytnych czasów. Pominąwszy teorye starożytności, wspomniemy tu o *teoryi obłóczkowej* Laplasa. Ta teorya wyjaśnia nie tylko stosunki naszego układu słonecznego i ziemi doń należącej, lecz także najważniejsze stosunki jej powstania. Obacz dzieło Laplasa pod nazwą: *Układ świata*. Paryż 1795 r. Co do istoty taką samą teoryę wystawił *E. Kant* 1755 r. w swojej powszechnej historii naturalnej i teoryi o niebie.

jąca i odpychająca są głównymi i nieustającymi działaczami w wszelkich przeobrażeniach.

Ani wątpić, że zarodkowe (początkowe) życie naszej ziemi nie różniło się niczem od życia pojawiającego się w innych, młodszych, obecnie badanych niebieskich ciałach. Pierwiastki ziemi — w postaci gazów — zajmowały w wszechświecie nieskończenie większą przestrzeń od tej, którą dziś zajmuje ziemia; a ileż to wieków ubiegło, nim te pierwiastki zgęstniały i skupiły się w przestrzeni?

W czasie owego gęstnienia pierwiastków ziemi i zaraz potem — oprócz dwóch wspomnianych potęg: siły przyciągającej i odpychającej — głównie czynnymi były *elektryczność połączona z ciepłem*, ażeby powierzchnia żarząco płynnej ziemi stężała i okoliła ją krystaliczna skorupa. Od owej chwili *pierwszego oskorupienia* aż do *chwili obecnej* musiały znowu nieprzeliczone upłynąć lata, podczas których rozwijało się życie jestestw w stopniowej doskonałości organizacyi. Dopiero wtedy, gdy na skinienie Stwórcy pojawił się człowiek, nastąpiły spokojniejsze czasy, a dawne gwałtowne zaburzenia pojawiają się dziś jeszcze tylko w chwilowych wstrząśnieniach. Odtąd potęga duchowa — że tak powiemy — pokroskromiła tytanową siłę ziemi, a w miarę jak tamta się usamodzielnia, ta znowu łagodnieje.

Geologia (ziemiorodztwo) — umiejętność o budowie ziemi, o utworach z których się składa, o ich prawidłowym ułożeniu — jest nader zajmującą. Jakkolwiek obszerne jej pole, wszelakoż ta ziemia, będąca przedmiotem badań geologicznych, jest tylko pyłkiem — atomem — w stosunku do ogromu nieprzeliczonych niebieskich ciał, które astronomowie zaledwo przez najdoskonalsze szkła postrzegają. Geolog, któryby odbywał najpospieszniej swą podróż, potrzebowałby lat 10, ażeby tylko przeglądnął wszystkie znane okolice ziemi; na słońcu musiałby żyć 3,500.000, zaś na gwiazdzie *Wega* 36,000.000 lat, ażeby przy olbrzymiej objętości tych dwóch

niebieskich ciał, zaspokoił swoją ciekawość; a są tak wielkie ciała, że swoim ogromem nawet Wege daleko prześcigają.

Umiejętność o tworzeniu się ziemi bada nasamprzód przemiany jej powierzchni, które po sobie następowały, i *przyczyny*, które skutkowały. Zwierzęta i rośliny w różnych okresach zaginione, a znajdowane w stanie kopalnym jako *skamieliny* (skamieniałości) są tu przewodnikami i pomnikami dziejów ziemicy. Wszystkie warstwowe rozczłonia gór — wyjąwszy najdawniejsze — zawierają w sobie wyobraziciele przedpotopowego organicznego stworzenia w ten sposób, że w każdej z tych warstw regularnie po sobie następujących, możemy oznaczyć zwierzęta lądowe i wodne; zaś porównawcza anatomia wskazuje nawet sposób życia pojedynczych gatunków.

Już na pierwszy rzut oka postrzega każdy, że stężałe części skorupy ziemskiej składają się z ilów, piaskowców, wapieni, łupków, granitu i t. d.; wszelakoż głównie geologowie zawdzięczamy to postrzeżenie, że składowe części skorupy ziemskiej z początku *nie* były w takim stanie, w jakim są obecnie, i że *nie* powstały w jednym i *tymże samym* okresie (równocześnie). Geologia, która właśnie wytknęła drogę oryentowania się w chronologii dziejów ziemi, udowodniła już z dawniądawna, jak długiego potrzeba było czasu, ażeby składowe części skorupy ziemskiej przybrały stan obecny, i że w owych okresach niezliczone stworzenia żyjące w wodach i na lądach zaginęły, a pojawiły się inne, częścią całkiem odmiennej postaci.

Tymczasem, co do *masy*, wszelkie badania rozciągają się tylko na ciekawą skorupę ziemi. Najpierwsze postrzeżenia czynili górnicy, którzy kopali w ziemi dla poszukiwania metali, rud i wszelkich użytecznych kopalin. I ci ludzie, pozbawieni dziennego światła, przepędzając w podziemnych ciemnościach niemal połowę życia, i porównywając mineralogiczne własności uwarstwienia, postrzegali, że pewne utwory żył wychodzące do dnia (wyrażając się po górniczemu) powstały

równocześnie. Później baczili także i na skały znajdujące się pod i nad warstwami kruszonośnemi; porównywali nie tylko ich cechy mineralogiczne, lecz także zawarte w nich kopalne szczątki zwierząt i roślin; a tym sposobem umożliwili badaczowi dokładniejsze poszukiwania w różnych upłynionych okresach i oznaczenie przez obliczenia zbliżone, jakie stosunki mogły zachodzić w powierzchni ziemi, łądów do wody, w temperaturze, roślinności, w życiu zwierząt, w mieszaniu gazów ówczesnej atmosfery (powietrzni).

Jeszcze mniej wiedzielibyśmy o składzie skorupy ziemskiej, gdyby przez gwałtowne wstrząśnienia nie była popękana w najrozmaitszych kierunkach. (Zobacz obrazek wstępny pierwszego rozdziału). Według mniemania wielu badaczy, zniżenia temperatury były główną przyczyną tych szczelin (rozpadlin), przez co ciepło ulatywało z kuli ziemskiej. Ścisłe doświadczenia pouczają, że zapuszczając się od powierzchni w głąb ziemi, temperatura podnosi się regularnie o jeden stopień *R.* na każde 100 stóp, a zatem na 6 mil geograficznych w głąb ziemi gorąco dojdzie do 1500 stopni termometru *R.* W takim gorącu roztopia się największa liczba kamieni, więc masa wnętrza ziemi musi się znajdować w stanie ognisto płynnym, a to tem niezawodniej, że wszystkie skały, wypływające jako *lawy* z wnętrznego ogniska ziemi, potrzebują tylko 1200 stopni *R.*, ażeby się stopiły. — *Promieniowanie ciepła* w przestwór świata i *zestknięcie* się zimniejszych mas z powierzchnią ziemi są *przyczynami ostudzenia*. Co więc koniecznem czyni sprowadzanie ciepła z wnętrza na powierzchnię, następuje niezbędnie przez *przewodnictwo ciepła z wnętrza na zewnątrz*. Wszelakoż to przewodnictwo jest nader powolne; ponieważ masy gór są nie tylko złemi przewodnikami ciepła, lecz nadto ta okoliczność, że temperatura wzmagająca się tylko o $\frac{1}{100}$ część stopnia na każdą stopę, nie daje wcale postrzedz tego zniżenia w krótszym okresie od tysięcy lat. Ztąd możemy wnosić jak długiego potrzeba było czasu od owej chwili, gdy kraje biegunowe wydawały obficie

roślinność zwrotnikową, aż do owej chwili, w której się tak oziębiły, że obecnie pokryte są lodami. *Bischof* oblicza ten okres najmniej na 1,000.000 lat, lecz przypuszcza, że mógł trwać 9,000.000 lat *). Ciepłe źródła (cieplice) przewodzą także ciepło ziemskie. Wszystkie woda powierzchni wnikająca w niezliczone szczeliny skorupy do pewnej głębokości, przyjmuje temperaturę skał w owej głębi, oziębia ją z czasem i ciepło przejęte na powierzchnię sprowadza. *Topnienie lodowców* od *dolnej* ich płaszczyzny zwróconej do skał jest także czynnikiem w podobnym celu gospodarstwa ziemicy; tak samo *ocieplanie się wody mórz* w największej głębokości tam, gdzie się styka z *najcieńszymi*, a zatem z *najcieplejszymi* miejscami skorupy; nakoniec *wulkany* i *gorące gazowe źródła*.

Ilość ciepła, którą te wszystkie działacze z wnętrza uprowadzają, zaprzepaszcza się w przestworzu przez promieniowanie z powierzchni ziemi; lecz jest tak nieznaczna w stosunku do ciepła pozostającego, że w krótszych okresach od tysięcy lat, wcale uwzględniać jej nie można. Przez ostudzenie kuli ziemskiej średnica jej musi się zwolna zmniejszać według fizycznych praw; ztąd wynika, że gdy chyżość *wirowego obrotu* (koło osi) każdej cząstki powierzchni *zostaje ta sama*, to czas obrotu w pewnym stosunku przez *skrócenie* średnicy musi wypaść krótszy. Wszelakoż skrócenie dnia od czasów *Hipparcha* — przeszło 2000 lat — aż do czasu teraźniejszego, nie wynosi nawet $\frac{1}{10}$ sekundy. Zaiste! tak krótkiej chwili zmierzyć prawie niepodobna.

Podczas ostudzania się tak długo trwającego, ziemia pozostała blisko powierzchni *nawet jeszcze i teraz* w stanie *zarzaco płynnym*, a jej skorupa popekała w najrozmaitszych kierunkach. Temi rozpadlinami wydobywała się po części

*) *Bischof*, profesor w Bonn, przez ostudzenie sztucznie stopionej kuli bazaltowej o 2 stopach średnicy, wyrachował czas jakiego by ziemia potrzebowała, aby dojść do obecnej temperatury, i znalazł liczbę 353.000.000 lat. Tworzenie się pokładów węgla kamiennych, według tegoż obrażenia 1,300.000 lat nasz okres uprzędza.

znajdująca się pod nią żarząco płynna masa i rozlewała się po stężałej skorupie, po części dźwigniętą została tylko po krańce szczelin i tam *stwardniała*. Z wód osadzone i poziomo już uwarstwione kamienie skał, poodrywane od swego pierwotnego łożyska, zostały podczas tak gwałtownego rozsadzania i pękania sprowadzone do szczelin przez *sublimacyę* (przestalenie) i *sprawę elektro magnetyczną z metalami, kruszcami i innymi minerałami* na pożytek człowieka.

Czy ów żarzący roztop w głębi ziemi i jego składowe części w owych miejscach, gdzie nie mają styczności z powietrzem i powierzchniemi wodami, są ukwasorodnione (połączone z kwasorodem) lub też czy są w stanie *metalicznym* — o tem później; wszelakoż z *znacznej gatunkowej ciężkości ziemi* możemy z pewnością wnioskować, że wspomniony roztop jest metaliczny. Ścisłe badania *Reicha* okazały, że ciężkość gatunkowa wnętrza ziemi jest większą od ciężkości najgęściejszych law; albowiem przekonał się, że ciężkość gatunkowa wnętrza wynosi w ogólności 5,44, tymczasem ciężkość gat.: mas skał stężałej powierzchni w przecięciu tylko 2,5; a zatem najpodobniejszym do prawdy, że oskorupione wewnątrz wypełnione jest roztopionemi metalami. Nawet i *lawy* poświadczają tę okoliczność, chociaż wprawdzie tylko jednostronnie. Wszystkie dawniejsze i młodsze lawy zawierają mnóstwo *żelaza*; niektóre *bazalty* są istotnemi *rudami*.

Sledząc dokładniej *budowę ziemi*, przekonamy się, że jej części następują po sobie według *pewnej prawidłowości*. Oprócz skał jednostajnie *uławiconych*, znachodzą się także inne, uławicone i nieuławicone zarazem, nareszcie nie mające i śladu uławicenia. Te ostatnie zawierają mnóstwo *metalów, kruszców* i innych użytecznych minerałów, bez których człowiek nie mógłby ani zaspokoić swych potrzeb, ani się udoskonalać.

Zastanowimy się nieco nad przedmiotem niniejszej książki. *Geologia* (ziemiorodztwo) jest historią naturalną ziemi; bada jej stopniowe przemiany w organicznych i nieorgani-

cznych jestestwach, rozpoznaje minerały składające ziemię; śledzi zjawiska, które działały w czasie jej tworzenia i uporządkowania jej części składowych. Za pomocą wniosków opartych na tych badaniach, zdołamy wskazać sposób rozwoju naszej ziemi.

Wielu geologów poczytuje *geologię* i *geognozyę* (ziemioznawstwo) za jedno i to samo, przeciwnie inni odróżniają jedną od drugiej. Pierwszą uważają za naukę o różnych mineralnych masach skorupy ziemskiej, o sposobie ich powstania i o ich wzajemnych stosunkach; zaś drugą poczytują za naukę o masach mineralnych składających skorupę ziemską.

Geologia poucza, że obecny stan ziemi poprzedzały różne okresy (epoki), których człowiek nie był wprawdzie jeszcze świadkiem, wszelakoż możemy o nich powziąć ponieważ jasne wyobrażenie, chociaż znacznie poprzedzały czas historyczny. Potrafimy oznaczyć rozkład lądów i wód, odgadnąć jakie stworzenia istniały w każdym okresie, i jakie zjawiska wywołały stan następującego okresu.

Równie jak *geografia* skreśla obecny stan i przemiany na powierzchni ziemi, rozdzielenie zwierząt i roślin, tak też zadaniem geologii jest wykazać stan ziemi, jej przeobrażenia i jestestwa każdego dawniejszego okresu. Geografia układa według rysunków historycznych polityczne krajobrazy; a geologia oparta na innych dowodach sporządza już teraz obrazy upłynionych przedpotopowych okresów.

Wszelakoż tylko samo badanie stężonej skorupy i jej mineralogiczne poszukiwania nie osięgają owego celu geologii; trzeba pomocy innych umiejętności. Te są: *fizyka* i *chemia*, które wyjaśniają liczne postrzeżenia; *geografia fizyczna* opisuje obecne upostaciowanie powierzchni ziemi i wskazuje sposoby porównywania z dawniejszem; *botanika* i *zoologia* rozwiązują pytanie, które zwierzęta i rośliny obecnie żyjące można porównywać z kopalniami szczątkami zaginionych, przedpotopowych, i w jakich stosunkach te ostatnie żyć mogły.

Badanie szczątków stworzeń zaginionych jako przedmiotu *paleontologii* (nauki o skamieniałościach) jest bardzo ważne;

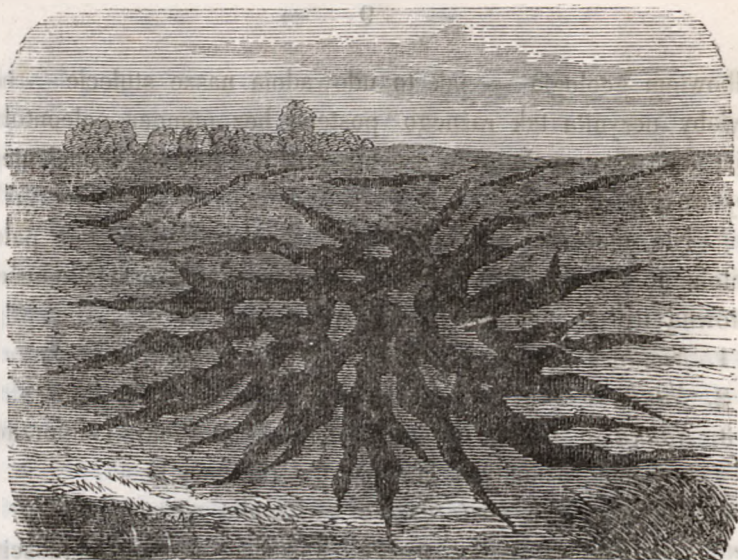
albowiem geologia — jak to udowadnia nasze stulecie — nie byłaby uczyniła tak różnego postępu bez pomocy paleontologii; dla tego geologowie pracują gorliwie nad udoskonaleniem tej ważnej nauki. —

Nie możemy zapuszczać się w obszerny wykład paleontologii, dla tego wskażemy tylko najważniejsze wiadomości. Główną treścią niniejszego wykładu są :

1. *Niektóre fizyczne stosunki powierzchni ziemi.*
2. *Nauka o skałach* składających skorupę ziemską.
3. *Nauka o pokładach* wyjaśniająca stosunki i uporządkowanie rozmaitych górotworów (formacji).
4. *Najważniejsze postrzeżenia z dziejów rozwoju ziemi.*

Geologia jest nader ważną i wszechstronną umiejętnością. Ona uszlachetnia serce i rozum, bo daje poznać w całej okazałości i jasności mądrość i wzechmoc Stwórcy. Dla tego należałoby ją zalecać młodzieży, a w ogólności każdemu, kto sobie rości prawo do prawdziwego wykształcenia. Geologia wskazuje astronomom jak dalece ich dostrzeżenia o tworzeniu się niebieskich ciał sprawdzają się w badaniach poczynionych z ziemią; poucza zoologa i botanika, że najdawniejsze stworzenia były tylko prościejszemi postaciami zwierzęcemi i roślinnemi; jak dalece w każdym okresie pojawiają się stopniowo coraz nowe organizmy, odznaczające się różnaitością, stają się coraz podobniejsze do terażniejszych, i uzupełniają nawet niejaki przerwy, które — jak się zdaje — zachodzą w dzisiejszych systematach jestestw. Niektóre nauki fizyki i chemii zawdzięczają geologii swe wyjaśnienia. Ona wskazuje górnikowi, gdzie śledzić użyteczne minerały, jako to: sól, węgle, rudy i t. d., ażeby praca nie była daremną; podaje gospodarzowi sposoby, jak użyźniać rolę stosownemi ziemiami; gdzie można wiercić studnię artezyjską, znaleźć najlepszy materiał mularski i t. d.





Rozpadliny powstające przez zapadnięcia w głębi ziemi.

PIERWSZY ROZDZIAŁ.

O fizycznych stosunkach ziemi.

Kto chce Boga poznać, niech Go szuka w przyrodzie,
a znajdzie Go i w swem sercu....

Z początku — na skinienie woli Wszehmocy — powstały pierwiastki ziemi. I tysiące tysięcy lat ubiegło, nim ziemia po dokonanych gwałtownych i spokojnych przeobrażeniach przybrała dzisiejszą postać. Te przeobrażenia — o których już wspomniono — potężne w swoich przyczynach, skutkach i zjawiskach, nie dadzą się stułeciami ani oceniać, ani ograniczać *).

*) Przez nieznamość języków wschodnich, tłumacze zamienili peryody (okresy) na dnię, iżtąd powstało nietrafne pojęcie Pisma świętego przez geologów. Wielki tych języków znawca, poprzednik terażniejszego papieża, Grzegorz XVI, zwrócił uwagę na ten ze wszechmiar ważny błąd tłumaczów. Zob. geologię do łatwego pojęcia zastosowaną p. L. Zejsznera, Kraków 1856 roku.

I czemu są gwałtowne trzęsienia ziemi, usuwanie się gór, zerwanie się chmury, w porównaniu z zniszczeniem, które sprawia jedna kropelka deszczu wdzierająca się w olbrzymią skałę zwolna i niepostrzegalnie? — Tam — jak widzimy na wstępnym obrazku drugiego rozdziału — już to spokojne, już to burzliwe falowanie bałwanów zaprzepaściło $\frac{3}{4}$ części owej nad wodą sterczącej skały. I któż dostrzegł kiedy się to stało? — Tam, matka przyroda potrzebuje 100.000 lat na takie spokojne przemiany, a tu znów jednej tylko chwili, ażeby zaprzepaścić jedną część lądu, a inną wynurzyć z głębin, gdzie pierwiej tylko rozhułkane igrały bałwany!

W odmęcie gubi się myśl na widok takich przeobrażeń; a cóż dopiero gdy zapytamy o wiek ziemi, o jej dawniejsze własności i upostacenie w porównaniu z terażniejszym; o owe przedpotopowe skamieniała, dziwaczne zwierzęta; gdy zapytamy o ów dzień, w którym Stwórca porucił człowiekowi panowanie nad światem ziemskim — tym atomem — wśród owych miliardów nieznanych ciał na niebie — wtedy czujemy i uznamy, że mimo naszej wiedzy tylko bardzo mało wiemy!..

Fantazja owłada nas, gdy chcemy pochwycić obraz przeobrażeń ziemi w całej ich rozległości. Niepodobna uobecnić sobie owej bezpostaciowości ogromnej masy płynnego gazu obłoczkowatego, która potrzebowała tyle tysięcy lat, ażeby stężała; ani owej olbrzymiej potęgi, która użyła niezmiernych pustyni wód na tworzenie ziemi; ani chwil onych, gdy znów przez tysiące lat wybuchy wulkaniczne nawiedzały ziemię, przypominając czasy przedpotopowe. Już wybitniejszą postać przyjmuje ów olbrzymi zwierzęcy świat, którego widok zapowiada, że ród ludzki jest jeszcze istotnem dziecięciem. Pojmujemy, że człowiek w takich okolicznościach ostać jeszcze nie mógł, i że tysiące lat, według których obliczamy wieki ludzkości, są tylko chwilą w porównaniu owych milionów lat, które ziemia w olbrzymich walkach przetrwać musiała, ażeby się usposobiła do utrzymania rodu człowieka.

Doznajemy błogiego zadowolenia, pomnąc o ile światło umiejętności przyczyniło się do wyjaśnienia i uporządkowania owych pomysłów w ostatnich dziesięcioleciach, w przeciągu których badacze odsłonili tajemnice dziejów ziemi i odczytali hieroglify wielkiej księgi przyrody. Wizerunki skamielin odcisnięte w tej księdze posłużą nam za przewodnika; lecz nim przystąpimy do rzeczy, wypada zastanowić się nad niektórymi fizykalnymi stosunkami ziemi.

1. Postać ziemi. Wiemy, że ziemia jest ze wszech stron odosobnioną kulicą, krążącą w przestrzeni w około słońca, i na obu biegunach nieco spłaszczoną. Przypuśćmy, że na początku była masą płynną; w tym razie ruchome jej cząstki, w skutek obrotowej siły, musiały się w czasie wirowego obrotu koło osi łączącej oba bieguny od tychże oddalić, zaś nagromadzić na równiku, gdzie siła odśrodkowa była największa. Tym więc sposobem musiała przybrać postać kuli spłaszczonej, t. j. kulicy. Wszelakoż to spłaszczenie jest nieznaczne, bo ze ścisłych wymiarów stopni i wachadła obliczono, że równikowa średnica ma się tak do biegunowej jak 305 do 304. Obwód równika wynosi 5400 mil geograficznych, a promień osiowy — prawie 858 mil; rozległość powierzchni ziemi — 9,250.000 mil kwadratowych, jej miąższość — przeszło 2.500,000.000 mil sześciennych.

Średnia gęstość (ściskość) ziemi jest 5,48 razy większa niż wody; skoro więc masy gór składające przystępną dla nas skurupę ziemi są tylko 2,5 cięższe od wody, więc masa wnętrza ziemi musi znacznie przewyższać średnią jej gęstość, możemy więc przypuścić, że się składa z metalów.

Rzadko kiedy wyobrażamy sobie powierzchnię ziemi bez morza; tymczasem chcąc mieć dokładne wyobrażenie o jej upostaceniu, trzeba ją sobie wystawić bezwodną.

Objąwszy dłonią i palcami kurze jajo, zaledwo poczujemy, że jego powierzchnia nie całkiem gładka, i pokryta ściśnionemi nierównościami. Otóż gdyby się znalazła tak olbrzymia ręka, któraby mogła objąć ziemską kulicę jak my

jajo, wtedy powierzchnia jej wydałaby się także gładką. To porównanie może posłużyć za miarę ocenienia rozległości i wysokości gór w stosunku do całej powierzchni ziemskiej, i byłoby jeszcze trafniejszym, gdybyśmy starannie wygładzili jajo zostawiając tylko tu i owdzie smugi i punkta, któreby wyobrażały pojedyncze pasma gór lub pojedyncze góry. *Dalomiru* uczynił to porównanie jeszcze przed 50 laty. —

Gdyby na ziemi nie było morza, wtedy odbywając pieszą wędrowkę do Ameryki, przekonalibyśmy się, że wszyscy jesteście mieszkańcami gór czyli góralami. Nasze teraźniejsze równiny uznałibyśmy za wyżyny kolosalnych gór, a nasze góry za wierzchołki onychże.

Lecz jakąż postać miałoby dno morza? — Zwykle wyobrażamy sobie, że dno morza jest równe; i bez wątpienia okazałoby się takim w wielkiej rozległości, ale nie wszędzie. Samotna wyspa św. Heleny leży na powierzchni wód Oceanu jakby listek tamże zawiany. Gdybyśmy przed nią stanęli na suchem dnie morza, zdawałoby się, że Napoleon umarł na szczycie góry Czymboraso, a gdybyśmy mieli nad głową morze, wtedy okręt płynący ku wyspie wydałby się nie większym od sępa krążącego w około szczytu wysokiej alpejskiej góry.

Wyobraźmy sobie znowu naszą część ziemi bez morza, i że kilka mil od Anglii na zachód unosimy się wysoko w balonie i widzimy całą Europę; wtedy zadziwilibyśmy się postrzegłszy, że ta część ziemi tworzy połączoną całość, że wyspy Irlandya i Anglia były wyspami; Norwegia, Szwecya i Dania — półwyspami. To co z naszego widzielibyśmy balonu, poznano dokładnie przez pomiary głębokości morskich między wspomnianymi krajami.

2. Morze. Powierzchnia ziemi składa się częścią z lądu stałego częścią z wody, a oboje otacza atmosfera (powietrzna). Lecz woda pokrywa $\frac{3}{4}$ całej powierzchni ziemi i styka się wszędzie z swoją główną masą, t. j. z *Oceanem*. Woda morska zawiera $\frac{4}{100}$ części zsiadłych, składających się głównie z soli kuchennej i innych substancyj, których stosunek



w różnych miejscach nieco się różni. Sól rozpuszczona jest właśnie przyczyną, że woda morska nie tak łatwo zamarza jak czysta słodka, i że stworzenia morskie mają inną budowę od stworzeń wód słodkich. Zdaje się, że ta ilość soli zawartej w wodzie morskiej była we wszystkich okresach ziemi jednakowa; równie też i masa wody morskiej ani się powiększa, ani zmniejsza, a zatem i powierzchnia mórz musi mieć zawsze i wszędzie tę samą wysokość. Gdy n.p. udowodniono, że obecnie jaka wyspa podnosi się coraz wyżej nad morze, więc wyspa ta musi być parta od spodu w górę, gdy równocześnie wysokość powierzchni morza zostaje ta sama. Mamy na to dowody, tak w pobliżu, jako też w oddaleniu wulkanów. Słupy tak zwanej świątyni *Serapisa* w zatoce *Baja* zagłębiły się nieco w wodę w czasie historycznym, nie zmieniawszy swego stanowiska; morze opłókiwało ich średnią wysokość, ponieważ podziurawione są przez muszle zwane *przewiertkami* (*Terebratulae*); później te same słupy znowu się wzniosły, lecz nie tak wysoko jak w czasie budowania owej świątyni, i w takim stanie znajdują się obecnie. — Równie też dowiedziono, że cała Skandynawia od Gothenburga do Torneo podnosi się zwolna, i to na kilka cali w przeciągu stulecia, odkąd dokładne czyniono badania.

Powierzchnia morza faluje ustawicznie. Przyczyną tego falowania są nasamprzód burze, następnie przyciągająca siła księżyca. Ten ostatni ruch morza — *przyptyw i odptyw* — sięga jednak zaledwo na 100 stóp w głąb, i dla tego prawie tylko przy wybrzeżach widoczny. W niektórych miejscach morza są także tak zwane rzeki czyli *prądy* morskie, których przyczyną są właściwość morskiego gruntu i temperatura. Do najznakomitszych należy prąd zwany *Golfem* na południowo zachodnim wybrzeżu Afryki, z kąd zmierza do zatoki meksykańskiej, a ztąd płynie łukiem do Szkocji i Islandji, i ich wybrzeżom cieplejszą doprowadza wodę, przezco nabywają stosunkowo wyższej temperatury. Inny prąd poczyna się u południowego morza

Biegunowego, ztąd sprowadza wodę zimną i zniża temperaturę na zachodnim wybrzeżu Ameryki południowej.

Największa głębizna morza odpowiada prawdopodobnie najwyższemu wzniesieniu gór nad niem; bo i na dnie morskiem znajdują się doliny i szeregi gór podobnie jak na powierzchni ziemi.

Śródziemne morza, t. j. morza całkiem otoczone lądem, rzadko kiedy są słone; znanymi przykładami są morze Kaspjskie i Martwe. Pierwsze leży prawie 35 stóp niżej od powierzchni morza Czarnego, zaś drugie, najobfitsze w sól, niemal 1250 stóp pod zwierciadłem morza Śródziemnego. Te morza mają tylko nieznaczne dopływy; dla tego ich głębia ubywa przez odparowanie.

Jeszcze słówko o stosunku rozległości morza do lądu. Gdyby morze pochłonęło wszystek ląd stały i wyspy z żyjącymi na nich jestestwami, to i wtedy nie postrzeżonoby i śladu takiego zaprzepaszczenia; albowiem morze, którego średnia głębokość wynosi 15000 stóp paryzkich (5000 metrów) zapełniłoby się tylko do 4750 paryzkich stóp; tak więc byłoby głębokie jeszcze przeszło na 10.000 stóp paryzkich. W tym względzie przeto stosunek między morzem i lądem zostaje na zawsze niewzruszony, chyba że nieprzyjazne obce potęgi z przestrzeni wszechświata dotkną ziemię naszą, co zaiste przechodzi zakres naszego domysłu i obawy, ani się da pogodzić z odwiecznym porządkiem świata!

3. Wody słodkie. Masa wód słodkich, przeryniających ląd stały i zbierających się w jeziorach, jest nierównie mniejsza niż masa wód słonych (morskich). Lecz wody słodkie są także bardzo ważne dla geologa. Wiadomo, że woda odbywa kolejno przemianowy ruch; paruje na powierzchni mórz, nasycy parą wodną wznoszące się nad ich powierzchnią warstwy powietrza, gęstnieje przez oziębienie w wyższych okolicach powietrzni i zamienia się w chmury, a przy następnem oziębieniu spada znowu jako deszcz albo osiada jako rosa. Deszcz i rosa wsiąkają w ziemię i tworzą źródła, te znowu

łączą się w strumyki, a te w rzeki mniejsze lub większe, które tę samą ilość wody wprowadzają do morza, z kąd znowu wody ubywa przez odparowanie. Podczas tej kolejnej przemiany woda działa jużto mechanicznie, jużto chemicznie, i jest przyczyną istotnych przemian powierzchni ziemi; o czym jednak później.

Jeziora są to większe zbiorowiska wody wśród lądu; a odróżniamy je nasamprzód na jeziora z odpływem i bez odpływu. Wszystkie jeziora mają dopływy, chociażby to były tylko same źródła. O wpływie jezior na przemiany powierzchni ziemi później pomówimy. — Wysokość położenia jezior nad powierzchnią morza jest także rozmaita, równie jak ich głębokość i wielkość. Wspomniono już, że morze Martwe i Kaspjskie leżą niżej od zwierciadła Oceanu świata; tymczasem większe jeziora Szwajcaryi wyżej niemal 1300 stóp leżą; jezioro Mapan w górach Himalajskich nawet 15,700 stóp. — Jeziora karpackie, n. p. Morskie oko, Czarny staw i t. d. leżą około 5000 stóp nad poziomem morza.

Temperatura jeziorowych wód jest najrozmaitsza, i pierwej nie zamarzają, dopokąd cała ich masa nie oziębi się na kilka stopni nad zero; albowiem wtedy cięższa, zimna woda powierzchni opada ustawicznie, ustępując miejsca głębszym, cieplejszym częściom.

Woda w stanie stężałym — lód i śnieg, lodowiec i lód bieżący, — ma właściwe znaczenie w geologii; ponieważ odgrywała znaczną rolę w dawniejszych i nowszych okresach — o czym także później.

4. Ląd stały. — Ląd stały zajmuje mniejszą część powierzchni ziemi, a większą część półkuli północnej. Ten ląd tworzy częścią kontynenty, częścią wyspy, i zajmuje ogółem prawie 2,473.000 mil kwadrat. Na Europę przypada 170.000, na Azyę 757.130, na Afrykę 539.900, na Amerykę 663.000 mil kwadratowych; resztę zajmują wyspy. —

Między kontynentami można uważać Europę za półwyspę wybiegającą z Azyi. — Najwięcej kontynentów wybiega

ku południowi kończyną skalistą, zwolna gubiącą się w morzu, jak n. p. Ziemia ognista w Ameryce południowej, przylądek Dobrej Nadziei w Afryce, Indye Wschodnie w Azji. Przeciwnie na północy lądy rozścielają się w masy szerokie. Na wschodniej stronie krańca południowego znajduje się często jedna albo więcej wysp, n. p. wyspy Falklandzkie i Madagaskar; zaś na zachodniej — lądy miewają najczęściej wielkie zatoki.

Wyspy są to mniejsze masy lądu otoczone morzem; różniamy je na długie i zaokrąglone. Długie szeregują się najczęściej po kilka w kierunku osi swoich długości i zwykle tuż przy większych lądach leżą; dla tego nazwano je wyspami *przylądowemi*; zaś okrągłe czyli *pelazgijskie* (śródmorskie) wyspy stoją najczęściej wśród Oceanu, i miewają w środku stożkowate góry z wulkanicznym szczytem. Jeżeli taki skraj krateru przypada pod poziomem morza, wszelakoż nie niżej 30 stóp, wtedy w strefie gorącej osiedlają się często zwierzęta koralowe na górnym skraju i tworzą koralowe ławice i wyspy. I te zwierzęta odgrywają ważną rolę w całym rozwoju ziemi; dla tego o nich później będziemy mówili.

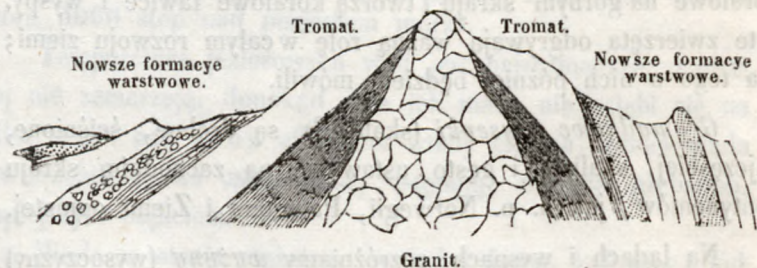
Gromadkowe wysepki (skalice?) są drobne, ściśnione, najczęściej skaliste i gęsto ustawione na zachodnim skraju kontynentów, jak n. p. Norwegii, Patagonii i Ziemi ognistej.

Na lądach i wyspach rozróżniamy *wyzyny* (wysoczyzny) i *niżyny*. Pierwsze są góry i wysoczyzny, wtóre — równiny, błonia, doliny i t. d. Pewna liczba gór poniekąd według oznaczonego porządku i odgraniczenia w całość połączonych zowie się *systematem gór*. Wyniosłości kraju na 200 — 300 stóp wysokie zowią się *pagórkami*; na 300 do 1000 stóp — *wzgórzami* lub *górami niskiemi*; góry średniej wysokości wznoszą się od 1000 do 6000 stóp, zaś góry wysokie czyli *Alpy* (połoniny, hole) sięgają wyżej 6000 stóp. W ogólności wysokość gór wzmaga się postępując ku równikowi; n. p. szczyt Himalajski sięga do 26.000 stóp wysoko.

Według ułożenia odróżniamy następujące góry:

- a) *Góry samotne* (góry stogi) często wulkanicznego pochodzenia, wszelakoż w całości rzadko się zjawiają.
- b) *Góry gromadne* stoją na równinie więcej lub mniej regularnie obok siebie, lecz nie stykają się podnóżami.
- c) *Góry masowe* (gromady kopcowatych gór) są te, w których pojedyncze góry połączone są w większą prawie tak szeroką jak długą masę, i poprzedzielane równoległymi małymi dolinami. Niekiedy góry pojedyncze gromadzą się koło najwyższej i największej w środku stojącej góry. Cechującymi przykładami takich gór są *Harc* i *Etna*. Obrazek 2 jest idealnym poprzecznym przecięciem Harcu, o którym w innym miejscu pod względem geologicznym mówić będziemy. Widok Etny zobacz przy wulkanach.

Obrazek 2.



- d) *Pasma gór* są to szeregi gór wzdłuż ległe. — Tu należy największa liczba systematów górskich na całej ziemi; n. p. Alpy, Karpaty (Beskidy), góry Himalajskie, Andy i t. p. — *Jarżmo* jest to przechód jednego pasma górzystego w drugie, tworzący pośrodku obu zakłęśłość dość nagłą i raptownie podrywającą się ku pasmu ościenemu. *Szczoty* (grzebienie) są to skaliste przyostrzone, poszarpane grzbiety pasm górskich. W *górze Olbrzymiej*, której idealne cięcie w poprzek uobecnia obrazek 3., i w lesie *Turyngskim*, szczot jest bardzo wybitny.

Obrazek 3.



Wzdłuż grzbietu lasu Turyngskiego prowadzi droga nieprzerwana przez najwyższe punkta. Grzbiet działu górskiego może być albo ostry, zaokrąglony, równy albo kopcami osadzony. Gdy grzbiet wysyła jakby rozgałęzienia swoje spływające po bokach góry lub działu, wtedy zowie się *grapą*. Często dwie naprzeciwległe doliny połączone są ze sobą głębszą wklęsłością grzbietu i wtedy zowią się *siodłami*, zaś w wyższych górach *przełęczami*. Te bywają często prawie połowę tak wysokie jak najwyższe szczyty gór, n. p. w Alpach, i ułatwiają przejście.

Następnie rozróżniamy góry *główne*, gdy ich długość przechodzi 30 mil; *góry średnie* są 30 do 10 mil długie, *małe* — są krótsze od poprzedzających. Do najdłuższych pasm gór należą *Andy* 1900 mil wzdłuż Ameryki, i *Himalajskie* 1200 mil w Azji.

Pod względem *postaci pojedynczych gór*, rozróżniamy: *kopce* — niskie rozsiadłej postaci stoga, ale osadzone na grzbiecie działu, n. p. po Beskidach; — *przycięte stogi* — zwykle w wulkanach; *chelmy* — okrągłe, kopczaste góry w równinach pojedynczo stojące; *tolstry* — na Podolu ostro dziergane skałki; *dzwony* — w tej postaci pojawia się często trachit; *piramidy* — jak w niektórych górach Szwecyi, n. p. Taberg. Jeżeli wierzchołek góry przedstawia masę ostrokągową mniej więcej zaostrzoną, wtedy zowią go *cyplem*, *cypliskiem* (pic, piton, puy), i ta nazwa odnosi się do całej góry. Jeżeli wierzchołek zaokrąglony kulisto — nazywa się *jarmułką* (ballon) it. d. Według postaci wierz-

chołki gór rozmaicie nazwano; mianowicie: *iglicami*, *zębami*, *rogami*, *turniami* (w Karpatach) i t. d. Jeżeli grzbiet góry bardzo szeroko rozpościera się, wtedy może powstać *wyżyna* (wysoczyzna) poprzerzynana dolinami. W ogólności góry Harcu tworzą taką wyżynę, na której wznoszą się *Brocken*, *Wurmberg*, wysoczyzna *Achtermann*, *Rammberg* i kilka innych w postaci stożków i jarmułek. Cała powierzchnia góry i skały może być równa, gładka, chropowata, pogarbiona, skalista, brózdowana, żłobiona, popękana albo podziurawiona.

Płaszczyzna od działu albo szczytu góry aż do jej podnóża (stopy) rozległa zowie się *stokiem* (spadziostością), który na przeciwległych zboczach pasm gór albo także gromadnych gór jest rozmaity. I tak n. p. Harc wznosi się od strony południowej i południowo zachodniej z Turyngii i Eichsfeld bardzo łagodnie, lecz ku północy i północno wschodniej stronie spada bardzo stromo w pagórkowaty kraj halbersztadzki, brunświcki i hanowerski. Stok może być bez przerwy, także *terasowy* albo *upłazowy*, *wklęsły* albo *parowisty*. *Słonne* jest to południowe zbocze góry; zaś *podupacz* — zhocze północne. Stok (spadek) jest łagodny, gdy nachylenie jego do poziomu nie większe od 10 stopni; na 20 stopni nachylony zowie się miernym, na 30° — przykrym, na 40° — nagłym, na 90° — pionowym, nad 90° — wiszarem. Zresztą pochyły gór widziane z przodu dla perspektywicznego skrócenia wydają się oku nierównie naglejszemi, niżeli są w istocie.

Doliny (międzygórze) są to płaskie zeglębienia przedzielające górę od góry, albo wyżynę od wyżyny albo też kraj płaski; poprzerzynane są zwykle łożyskami wód wpadających do jezior lub morza, i mają w tymże kierunku mniejszy lub większy spadek. — Rozróżniamy *doliny główne* i *dolinki*; pierwsze przedzielają większe masy gór i ciągną się często równoległe z krajcami gór, a zatem i ich grzebieniami (działami), i w takim razie zowią się także *dolinami podłużnemi*, jak n. p. doliny Dunaju, Padu (Po) i t. d. Lecz jeżeli takie

doliny przedzielają tylko pasma tych samych gór, wtedy są one wprawdzie podłużnymi, ale drugiego rzędu; tu należą doliny Renu, Elby i Wezery. Dolinki są więcej lub mniej prostopadłe do grzebienia i stykają się z głównymi.

We względzie geologicznym stósowniejszem jest rozróżnienie dolin na *podłużne* i *poprzeczne*. Doliny podłużne biegną równoległe z rozciągłością warstw gór ograniczających, zaś poprzeczne przecinają pod większym lub mniejszym kątem linię rozciągłości warstw gór ograniczających, a zatem przełamują warstwy tych ostatnich, jak n. p. Ren koło Bingen, a Wezera koło Minden. Różne są rodzaje dolin podłużnych, a te unaocznia obrazek 4.

Obrazek 4.



a — *dolina łęk*; albowiem warstwy gór w obu pochyłach doliny zbiegają do jej dna. *Przełęcz* jest bardziej rozciągniętym i przedłużonym łękiem.

b — *dolina siodło* (wydzwignięta); tu warstwy w obu pochyłach odchylają się od dna doliny. Takie doliny powstają zwykle przez działanie siły podziemnej, która wydzwignęła w postaci siodła poziome warstwy gór, przy czem wierzchnie warstwy zostały przełamane.

c — *dolina żłób* — w której jedną pochyłość tworzą płaszczyny warstw, zaś drugą nagłówek warstw.

d — *dolina wypłóczysko* — której oba pochyły pokazują nagłówek poziomych warstw skał. Doliny te są bez wątpienia wypłokane; nierzadko w niejkiej wysokości nad dnem doliny (patrz na obr. pod *e*), na upłazowych pochyłach takich dolin można postrzedz nagromadzenia podobnych odtoków, jakie woda doliną obecnie płynąca ze sobą unosi. Ponieważ

te odtoki leżą na najwyższym punkcie, który woda płynąca zając może obecnie, więc dolina nie mogła być pierwiej tak głęboką jak teraz.

Płaszczyzny różnią się od gór nie tylko mało nad poziom morza wyniosłem położeniem, ale oraz mało wypukłą rzeźbą powierzchni, zaś w każdym razie jednostajnością, i rzadko kiedy bywają nieco faliste. Rozróżniamy *równiny wybrzeżowe* (pomorskie) i *równiny śródziemne*; te ostatnie, które także *międzygórzami* nazwać można, są więcej lub mniej otoczone górami; następnie *obniże* leżące niżej od poziomu morza — tu należy n. p. część kraju między Czarnem i Kaspijskim morzem; wszelakoż takie doliny zdarzają się rzadko. *Równiny niżynowe* leżą tylko nieco wyżej od poziomu morza. O wyżynach później pomówimy. Do krajów płaskich należą także *puszcze* i *stepy* (sawanny i t. d.) Puszcze są nagie, niezarośnięte i niezamieszkałe; *stepy* — zarosłe trawami i małemi krzewami — są także zamieszkałemi równinami, lecz mają wejrzenie bardzo jednostajne.

5. Powietrzna otacza ziemię i składa się co do wagi z 24 części kwasorodu, a 76 części saletrorodu, (co do objętości z 21 części kwasorodu, 79 — saletrorodu). Oprócz tych znajduje się w niej 4 do 6 tysięcznych części węgliku, nieco węglanu i pary wodnej. Ilość węglanu jest obecnie ustaloną. Rośliny wzięwają węglan, zaś wyziewają kwasoród, przeciwnie zwierzęta wzięwają kwasoród, a wyziewają węglan. W wulkanicznych okolicach uchodzi z ziemi znaczna ilość węglanu; tym więc sposobem — jak się zdaje — utrzymuje się równowaga. W dawniejszych okresach ilość węglanu w powietrzu mogła być większa, co się przyczyniało do przysporzenia roślinności.

Wspomniemy tu jeszcze o *wiatrach*, bo one mają w geologii pewne znaczenie. Wiatry są prądami powietrza i powstają przez zmianę temperatury jego masy, a w niektórych okolicach stały zachowują kierunek. Wiatry mogą przenosić pył i masy piasku na znaczną odległość i nanieść pokłady takich mas.

6. Magnetyzm ziemski. Magnetyzm jest siłą nadającą igle magnetycznej kierunek stały, i jest w geologii w tym względzie ważnym, gdyż trzeba wiedzieć, jaki to jest kierunek owej igły. Tylko na linii kołowej, nieregularnej, idącej przez bieguny ziemskie i magnetyczne, igła wskazuje w istocie oba bieguny ziemskie, lecz we wszystkich innych okolicach północny biegun igły zbacza na wschód i na zachód; a to zboczenie jest zmienne, i wynosi w Europie obecnie prawie 20 stopni, ale się zmniejsza coraz bardziej i zmierza ku wschodowi. Dla geologa okoliczność ta jest ważną, albowiem chodzi o to, ażeby rozciągłość gór i ich warstw badaną za pomocą kompasu górniczego podznaczać rzetelnie na mapie. Z tego zboczenia wnosić możemy, że oba magnetyczne bieguny ziemi także ustawicznie swoje położenie zmieniają. Dienne wachania igły są bardzo nieznaczne i zaledwo kilka minut wynoszą.

7. Ciepło ziemskie. Powierzchnia morza wskazuje dokładnie średnią dzienną temperaturę warstwy powietrza nad morzem, w odleglejszej jednak północy jest nieco cieplejsza. W mniejszych szerokościach ciepło morza nieco słabnie postępując w głąb, a w strefie gorącej czerpano w znacznej głębokości wodę zimniejszą od 2,5 stopni według *Rom*.

Powierzchnia lądu otrzymuje ciepło prawie tylko od słońca; dla tego w różnych porach dnia ciepło jest różne; tymczasem ta zmienność daje się postrzedz tylko na 3 stopy głębokości w skibie. Wpływ temperatury letowej i zimowej można postrzegać w większej głębokości; wszelakoż ciepło i zimno wnikając w ziemię muszą pokonywać pewien opór warstw ziemi. Wpływ letowego ciepła daje się poczuć n. p. 25 stóp w głąb dopiero w Grudniu, zaś najslabsze ciepło dopiero w Czerwcu. Lecz w głębi na 80 stóp nie można już i tych rocznych zmian dostrzedz; tam panuje temperatura jednostajna. Jeżeli n. p. w kopalniach jeszcze głębiej się zapuszczamy, wtedy przekonamy się, że temperatura wznaga się ustawicznie o jeden stopień *R*. prawie na każde 95 stóp w głąb.

Nawet w Irkucku w Syberyi, gdzie grunt przez cały rok zamrznięty na 400 stóp w głąb, zimno zmniejsza się w miarę głębokości, a ciepło się wzmacza dla lepszego przewodnictwa lodu chyżej, niż w gruncie nie zamrzłym.

Jeżeli więc ciepło podobnym sposobem także w większej jeszcze głębokości się wzmacza — o czem wątpić nie można — to już na 10000 stóp w głąb woda musiałaby kipieć, zaś na 6 mil w głąb granit i największa liczba metalów i ziem musiałaby się roztopić, t. j. gorącość wynosiłaby 1200 stopni *R.* — Przypuszczenie, że cała ziemia była niegdyś żarząco płynną, daje się przeto tym sposobem dość jasno wyłożyć. W każdym jednak razie ziemia ostygła od owego czasu, lecz tak powoli, że obecną temperaturę jej zewnętrznej skorupy można uważać za niezmienną, i całkiem bezzasadną jest ta obawa, że w niezbyt długim czasie ziemia zostanie wyludnioną dla wzmagającego się zimna. Natomiast ziemia musiała się skurczyć w skutek ostudzenia.

Ażali wewnątrz ziemi otoczone skorupą na 6 mil grubą jest w istocie płynne, albo też jeszcze stężałe mimo gorącości w skutek znacznego ciężenia na masy tamże znajdujące się, to pytanie nie łatwo dałoby się rozstrzygnąć.

Wypadałoby tu mówić jeszcze o wulkanicznych zjawiskach, bo i te są ważne w stosunkach fizykalnych ziemicy; lecz wulkany są tak ważnemi działaczami w przeobrażaniu powierzchni ziemskiej i w obec działania wody, że stósowniej będzie o nich później pomówić.

Natomiast wyłożymy tu pobieżnie geografię zwierząt i roślin, i powiemy słówko o skamieniałościach; albowiem bez tych wiadomości nie jedno byłoby trudnem do zrozumienia. Są to ważne i rozległe przedmioty, dla tego podamy tylko najważniejsze wiadomości.

8. Geografia zwierząt i roślin. Organiczne życie pojawia się prawie wszędzie na ziemi; bo ląd i woda są siedzibami niezliczonych zwierząt i roślin. Nawet gorące źródła zawierają rośliny i chrząszcze; a mikroskopijne ro-

ślinki barwią na czerwono obszary śniegów odwiecznych. Wszelakoż to życie tylko tam występuje, gdzie ziemia, woda i powietrze mają pewien stopień ciepła. Znaczniejsze głębiny morza i głębsze warstwy ziemi nie są ożywione.

Znamy obecnie prawie 1400 zwierząt ssących, 7000 ptaków, 8000 ryb, 1600 gadów i płazów, 80.000 owadów, 2000 robaków, 9000 mięczaków, 2000 polipów i promieniaków, 1000 wymoczków, a zatem prawie 112.000 różnych gatunków żyjących zwierząt i niemal 100.000 gatunków roślin. Te ostatnie tworzą daleko większe masy i nadają różnym okolicom właściwe wejrzeenie. Tymczasem zwierzęta żyją częściej pojedynczo i nie wpadają tak dalece w oko. Do roślin towarzyskich, t. j. gromadnie żyjących, należą gatunki: morszczyń żyjących w morzu, mchy płaskich północnych krajów, trawy i paprocie, wrzosowiny, tudzież lasy drzew szpilkowych i lasy brzożowe zimniejszych stref.

Obecne rozdzielenie zwierząt i roślin w kierunku poziomym (od równika ku biegunom), tudzież w pionowym (od powierzchni morza aż do granicy wiecznego śniegu w górach), okazuje największą rozmaitość, najśliczniejsze ubarwienie w klimatach cieplejszych (w zwrotnikowych krajach). Dla tego różniamy kilka stref i państw organicznych, i przekonywamy się, że w jednakich klimatycznych stosunkach często jednakie albo bardzo podobne gatunki roślin znajdują się. Co do zwierząt powiemy tu jeszcze, że większe mieszkają zawsze na lądach rozleglejszych, i że na wyspach nie ma ani słoniów, wielbłądów, ani strusiów miejscowych. Najdalej rozdzielone są zwierzęta morskie: wieloryby i foki, bo te mają się znajdować od jednego do drugiego bieguna.

Jeżeli przeto pojedyncze rośliny żyć mogą tylko w pewnym klimacie, jest także wiele takich, które rosną tylko w pewnej ziemi; niektóre tylko na gruncie wapnistym, inne na piaszczystym, albo na oparzeliskach, błotach, inne — na gruncie słonym i t. d. Dla tego geolog może z znajdowania się roślin wnioskować o jakości skał podkładowych, a w tym

względnie botanika jest geologicznie ważną, osobiwie gdy chodzi o ogólne stosunki.

Lecz ważniejszym dla geologa wiedzieć, które zwierzęta są wodne, a które lądowe, które żyją towarzysko na wybrzeżach i na otwartem morzu, które w jeziorach albo tylko w wodach słodkich, lub w wodzie przy ujściu z morską zmieszanej; albowiem według tych wiadomości geolog jest w stanie z przedpotopowych szczątków podobnie ukształconych zwierząt i roślin wyprowadzić wnioski o stosunkach, w jakich powstały masy skał zawierających owe szczątki. Jeżeli n. p. najdawniejsze warstwy skał zawierają tylko morskazyny, wnosimy ztąd, że w czasie ich powstania zaledwo istniał ląd stały; przeciwnie jeżeli w skałach węgla kamiennego północnych klimatów znachodzą się drzewa paprociowe, dziś tylko w krajach zwrotnikowych rosnące, ztąd wynika, że w czasie tworzenia węgla kamiennego owe północne okolice miały klimat cieplejszy. Jeszcze i teraz zwierzęta i rośliny wpływają na przemianę stężalej skorupy ziemskiej. Wielkie rzeki, n. p. Mississipi, sprowadzają z lasów, któredy płyną, ogromne masy drzewa do morza, i odkładają je przy ujściach. W gorących okolicach ptaki pokrywają całe wyspy wyrzutem odchodowym — *guano* — które służy za użyźniający gnój; mikroskopowe wymoczki o pancerzach krzemienych tworzą do 20 stóp grube warstwy krzemionki; z powrzosów i mchów powstają ogromne torfowiska.

Najważniejsze jednak są *zwierzokrzewy* (Zoophyta) albo *korale*. Niektóre gatunki żyją towarzysko w strefie gorącej w pobliżu wybrzeży, i utworzyły *ławice* albo *rafy koralowe*, co większa nawet całe *koralowe wyspy* — o czem jeszcze później — zwłaszcza że te drobnutkie, nieznaczące zwierzątka zawsze budowały i budują w morzach.

9. Skamieniałości. Wszystkie organiczne ciała albo ich ślady, znajdujące się w warstwach skał w takich stosunkach, w jakich tam żyć nie mogły, zowią się *skamieniałościami*. Jeżeli te zgadzają się zupełnie z żyjącymi teraz po-

staciami, albo ten sam gatunek znachodzi się w dwóch różnych warstwach, albo jeżeli nareszcie pojawiają się wprawdzie w tejże samej warstwie, lecz w punktach dalekich od siebie, wtedy zowią się *jednakowemi*. Jeżeli zaś w tej samej warstwie różnych okolic wprawdzie nie takie same, lecz do siebie bardzo podobne albo odpowiednie znachodzą się gatunki, wtedy zowiemy je *podobnemi* (analogicznemi); nakoniec jeżeli ich już nie napotykamy między żyjącymi gatunkami — *wymarłemi*. Do tych ostatnich należą wszystkie skamieniałości — wyjąwszy mniej niż 100 gatunków, znajdujących w tak zwanych warstwach podapenińskich.

Skamieniałości znajdujemy w rozmaitym stanie; albo w takim jak były w chwili śmierci, albo też w zmienionym. I tak n. p. kości i małże utracają zwierzęcy klój, i wtedy zowią się *wwapnionemi*, albo w miejscu pierwotnych ciał z zachowaniem postaci wystąpiły częściowo lub całkowicie inne mineralogiczne utwory, przez co nastąpiło prawdziwe przeobrażenie (metamorfiza). Do tych należą właściwe skamieniałości. Lecz często ciało pierwotne całkiem znikło, a w warstwach znajdujemy tylko jego odcisk, który znowu twarda, cudzorodna zapełniła masa, przez co powstają *jądra kamienne*.

Tylko takie części zwierzęce i roślinne są skamieniałe, których gnicie nie rozkłada zaraz po śmierci, jako to: kości, zęby, łuski, rogi, pazury kręgowców (zwierząt kręgowych), rogowe pancerze owadów, skorupy i osłony mięczaków, polipniki, drzewo i twardsze liście roślinne. — Pierwotną, zwierzęcą albo roślinną masę tych właściwych skamielin zastępują zwykle wapnospat, krzemionka albo iskrzyk złocisty, a rzadko tylko siarka, brzemiospat, żelaziak spatowy albo krusz miedzi.

Nie znamy jeszcze dokładnie sprawy skamienienia. Zastanowiwszy się nasamprzód nad muszlami zaumarłemi na wybrzeżu morza, postrzeżemy, że objedwie skorupy rozdziwiają się (rozwierają się) z śmiercią, że je zapełnia odpłokany piasek albo muł, i że zwolna jednakże wkrótce zostają zniszczone, jeżeli ich nie pokryją świeże masy piasku, wapna albo

namułu, i nie uchronią tym sposobem przed niszczącym wpływem uderzających fali albo jeszcze zgubniejszym wpływem atmosfery. — Gdy są pokryte masami piasku, wtedy woda łatwo przesiąkająca rozpuści wapno skorup tak, że w ich miejscu zostanie tylko wydrążenie, które znowu jest odbiciem ich postaci zewnętrznej. Natomiast w tem wydrążeniu pozostanie ziarno luźne albo w części przyrośłe, tylko odcisk albo wewnętrznej postaci skorup, albo też wydrążenia utworzonego przez zewnętrzną stronę skorup—tak zwane ziarno albo jądro kamienne. Taką własność posiadają skamieniałości prawie wszystkich piaskowców od najdawniejszego aż do najmłodszego. Jeżeli w nich znajdziemy kamienne jądra, wtedy otacza je zwykły odcisk skorupy zewnętrznej, który często bardziej jest zajmującym niż owo jądro, a wyciśnięty n. p. w gutaperce, daje wyraźny wizerunek zewnętrznej skorupy. —

Jeżeli zaś masy wapienne pokryją muszlę, wtedy woda w nich zawarta prędko nasyci się wapnem, i odpłókawszy zwierzęcą galaretkę nie rozpuści skorup; wszelakoż ich cząstki nabędą pewnej ruchliwości; przez co ułożą się krystalicznie jak cząstki wapnospatu, z kąd pochodzi łupliwość skorup, jaką w nich często postrzegamy. W innych wypadkach masa wapienna, zapełniająca wewnątrz skorup łączy się z niemi w masę krystaliczną, a wtedy powstaje skamielina okazująca jeszcze zewnętrzny zarys skorup; tymczasem nie można jej skorup odróżnić od wewnętrznej zapełniającej masy. Lecz także istotne jądra kamienne, t. j. tylko odciski wewnątrz skorup nie rzadko się znajdują.

W górach czysto wapiennych, n. p. w wierzchnim Jurasic i w białej krędzie, wewnątrz skamieliny składa się często z krzemionki, z skałki albo rogowca, a to zjawisko już trudniejsze do wyjaśnienia. Przypuścić jednak możemy, że roślinne i zwierzęce utwory wywierały znaczną siłę przyciągania na krzemionkę, która się znajdowała w wapieniu, przyciągnęła go z całego obwodu do siebie, przez co stężały. Jakoż często w krędzie znajdujemy wewnątrz jęczowców (Echinita) zapełnione

masą krzemienną, a w bardzo wielu kulach skałki — małe korale. W równinie północno niemieckiej znachodzą się bardzo często okrągławe krzemienie, które przedtem miały postać jeżowców, lecz ta zniszczoną została przez otarcie. Gdy ciała kamieniejące są dziurkowate, wtedy tem łatwiej minerał zakamieniający przeniknąć je zdoła; tym sposobem krzemionka zakamienia głównie jeżowce, masy drzewne, gąbki morskie. Właściwym jest także *skrzemienienie* (skrzemieniałość), jakie nie rzadko znachodzimy na wapiennych skorupach, n. p. ostryg i przewiertek. Na tych skorupach osadzają się zewnątrz pojedyncze punkta krzemionki, które wnet otacza pierścien krzemionkowy, a te pierścienie pomnażają się, aż owe przyległych punktów się zetkną, i cała powierzchnia skorup pokryje się krzemionkową powłoką.

Jeżeli muł albo czyste ilowe masy pokryją skorupy, wtedy skamienienie znowu innym następuje sposobem. — Przedewszystkiem skorupy zabezpieczone są przez to od wpływu powietrza i wody, i dla tego zachowują swoje pierwotne złożenie, co większa, nawet pierwotne barwy i połysk perłowy. W takich masach iłu i łupka dobrze zachowane wapienne skorupy zawierają często twarde margłowate jądro; lecz jeżeli to jądro składa się z iskrzyka złocistego, wtedy zwykle zniknęła skorupa wapienna. A że w takich wypadkach masy iłu otaczające jądro kamienne, zawierają zaledwo ślad iskrzyka złocistego, więc cała jego masa z początku jednostajnie w ile rozłożona, musiała być od skorup muszlowych prawdopodobnie przez sprawę galwaniczną przyciągnięta i wydzielona. Te skrzemieniałe, złocisto żółte, przez zwietrzenie niekiedy znowu w brunatny żelaziak zamienione jądra kamienne, bywają często oraz najpiękniejsze, jakie się znajdować mogą; wszelakoż rozkładają się bardzo łatwo na powietrzu, i nawet nie zawsze można je powłoką gumową ochronić.

Liście z roślin znachodzimy zwykle tylko w odciskach; natomiast drzewa często krzemionką tak delikatnie przeniknione, że cieniutkie trzaseczki albo cienko ogładzone ich przecięcia,

przy mocnem powiększeniu pod szkłem, okazują najdelikatniejszą tkankę komorkową prawie wyraźniej, niż rośliny żyjące. Wielkie pnie znachodzą się niekiedy zgniłe po zamknięciu w skałe i piaskowemi masami najczęściej znowu tak zapełnione, że wtedy znajduje się tylko jądro kamienne. W liściach i pniach cała ich masa, lecz często także tylko kora zamieniła się w węgiel kamienny.

Co do miejsca *znajdowania się skamieniałości* uczynimy nasamprzód tę uwagę, że się znachodzą tylko w warstwowych skałach, lecz w plutonicznych wcale ich niema, albo tylko wyjątkowo. Do takiego wyjątku należy n. p. północny skraj Harcu; albowiem granit wczasie swego podniesienia się z głębi oderwał od przelamanej szarowakowej skały kawałki z skamielinami i takowe otoczył. Także przez plutoniczne masy zmienione warstwowe, tak zwane metamorficzne (przeobrażone) skały, nie zawierają zwykle skamieniałości; tymczasem w łupkach krzyżoplamu (chiastolit) w Bretanii znalazły się wyraźne *trylobity* i *ramionopławy* (Brachiopoda), w łupkach zawierających granaty w Gotthardzie i na wschód Airolo — *belemnity*, w wapnie ziarnistem — skorupy muszlowe. W dolomitach nawet skorupy najczęściej są zniszczone, a jądro kamienne także w dolomit zamienione. Masy gipsowe zwykle nie zawierają w samej masie swojej skamieniałości, lecz nie rzadko znajdują się szczątki zwierząt lądowych w ich rozpadlinach.

Skamieniałości znajdują się najczęściej w osadowych wapiennych, marglowych i iłowych skałach, czysto piaskowe — uboższe są w skamieniałości. Skoro na dzisiejszych wybrzeżach morza na gruncie piaszczystym inne żyją gatunki jak na wapienistym lub na mułowym, więc także i warstwowe masy skał w dawniejszych okresach z takiego gruntu utworzone, będą zawierały różne skamieniałości, chociażby nawet równocześnie powstały. Wtedy według tych skamieniałości będziemy mogli łatwo oznaczyć, czy ich łóżyskiem było dno morza, jezior i stawów, czy też dno wód na pół słodkich.

Pierwoswiatowe owady przechowały się bardzo pięknie w bursztynie. Ta żywica spływając po pniu zalała i osłoniła owady na nim siedzące, a przez zupełne wydzielenie powietrza zachowała je od zniszczenia.

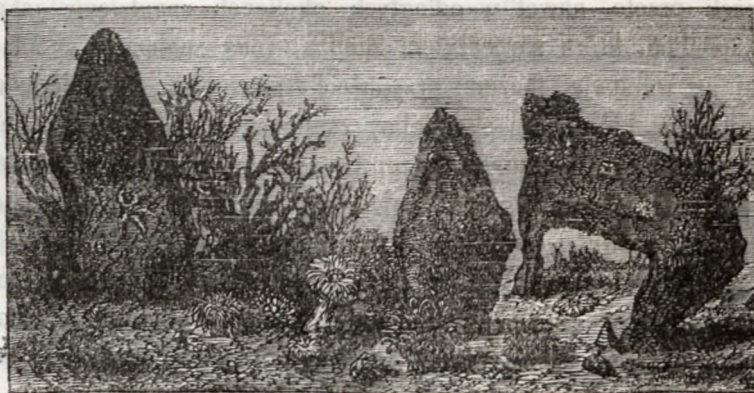
Dostrzeżono także *ślady stóp zwierzęcych* w różnych okolicach, które powstały tym sposobem, że zwierzęta chodząc za żerem po wilgotnych, ilowych brzegach, pozostawiały tamże odciski swoich stóp. Skoro wkrótce potem masa piaszczysta w te ślady naniesioną została i później stężała, więc gdy podniesiono taką warstwę, musiano znaleźć na jej dolnej stronie odciski owych śladów — tak zwane *ichnity*.

W łupkach piaskowych postrzegamy często faliste wyniosłości, uważane za płody *przedpotopowych uderzeń bałwanów*. — Na niektórych płaszczyznach warstw w Anglii i Ameryce znaleziono małe okrągłe, gęsto w około siebie poskupiane wyniosłości, które można poczytać za *skamieniałe krople deszczu*. Nakoniec także w liasie i krędzie znachodzą się skamieniałe wyrzuty odchodowe niektórych ryb i sauriów (jaszczurów) — tak zwane *koprolity*.

Przekonamy się później, że w wodach osadzone, warstwowe skały podzielić można na różne grupy i oddziały, z których każdy zawiera inne skamieliny; młodsze wierzchnie warstwy zawierają inne skamieliny, starsze, spodnie — inne. Jeżeli przeto nawet w odległych okolicach znajdziemy jaką skamielinę, która się całkiem zgadza z inną znaną w znacznej już warstwie, możemy przypuścić z pewnością, że objedwie okolice w których te skamieliny znaleziono, są równoczesne. Muszle (małże) znajdujące się prawie zawsze w pewnej warstwie jakiegokolwiek części ziemi, zowią się *muszlami cechującymi* czyli *przewodniczącymi*.

Takie znaczenie mają skamieliny w geologii; bez ich znajomości nie można zgoła rozpoznać warstwowych skał, bo inne znamiona są zwodnicze, niepewne. *Alexander Humboldt* tak się wyraża o skamielinach w swoim „*Kosmosie*.”

„Warstwy zawierające skamieliny, złożone jakby w grobie wskazują Florę i Faunę tysięcy upłynionych lat. Sięgamy w owe czasy zgłębiając miejscowe stosunki pokładów, wdzieramy się od warstwy do warstwy w głąb ziemi. Przed nami występuje zaginione życie. Rozległe zaburzenia, wydzwignięcie wielkich pasm gór, których wiek względny oznaczyć zdołamy, cechują zagładę dawnych organizmów, a pojawienie się nowych. Niewiele dawniejszych pojawia się jeszcze przez jakiś czas między nowszemi. — Te umarłe organizmy wnet zupełnie zachowały się aż do najdelikatniejszych tkanek, ochron i części członków, wnet znowu zwierzę biegające po wilgotnych ilach zostawiło ślady swoich stóp, a w koprolitach szczątki niestrawionego żeru. W spodniej warstwie Jurasu (Lias w Lyme Regis) atramentowy woreczek mątwy (*Sepia*) zachował się tak cudownie, że ta sama materya, którą to zwierzę może przed tysiącami tysięcy lat posiadało, zastaniając się nią przed swoimi nieprzyjaciółmi, wydała jeszcze tę samą barwę, którą rysujemy dziś jego postać. W innych warstwach zdarza się często tylko słaby odcisk skorupy; a przecież ta muszla, którą przyniósł podróżnik z dalekiego kraju, jeżeli jest *cechującą*, oznaczy dostatecznie tamtejszą formację i jej organiczne szczątki. Ta muszla opowiada dzieje swojego kraju.“



Na dnie morza.



Skalista przystań w Japonie.

Me-Oga-Fana (nos mężki i niewieści) w księstwie Kadsusa.

DRUGI ROZDZIAŁ.

Opisanie Skał (petrografia).

I te nieme, twarde skały.
Są świadkami wiecznej chwały.
Która wszędzie zapowiada.
Że myśl boża światem włada...

Nasi przodkowie utworzyli sobie uczone mrzonki, które łatwowierność najdzielniej popierała; co większa, mistycyzm nauki, czytającej w gwiazdach przyszłość człowieka, znalazł jeszcze w upłynionym stuleciu swoich zwolenników i obrońców. I ci sami przedzierzają się w niedowiarków, gdy się ich zapewni, że przyjdzie czas, w którym ich potomkowie wyczytają w skałach i górach losy już nie pojedynczych osób, lecz pierwodzieje ludzkości, a zatem dzieje stworzenia ziemi.

Właśnie odczytaliśmy już pierwsze głoski dzieła stworzenia; a chociaż to są tylko częściowe postrzeżenia wyjęte z owych ksiąg ukrytych w skalistych grobach, przecież ztąd wyblysnął niejeden promyk światła, który wskazał geologowi drogę dalszych poszukiwań.

I my pragniemy, aby czytelnik towarzyszył nam na tej drodze i w skamieniałościach poznał żyjące wyrazy minionego stworzenia.

1. Ogólne uwagi. — Nasamprzód trzeba poznać połączenie i własności *skał* albo *kamieni*, t. j. owych mineralnych ciał, które tworzą większą połączoną część jakiej góry albo lądu, i mają jednakie własności; a to jest właśnie przedmiotem petografii czyli nauki o skałach albo kamieniach.

W najrzadszych wypadkach skały składają się z jednego, zaś zwykle z kilku gatunków minerałów połączonych; ztąd odróżniamy skały *pojedyncze* i *mieszane*. — Mieszanina jest jednak często tak ścisła, t. j. części zmieszane są tak drobne i tak ściśle połączone, że skała wydaje się pojedynczą. Często bardzo trudno poznać prawdziwy charakter kamienia, wtedy trzeba użyć szkieł powiększających i badać kawałki zwietrzałe, z których zwietrzenie wydzieliło pojedyncze części mieszanki, albo trzeba kamień ogładzić, albo go sproszkować i odplókać. Często trzeba nawet oznaczyć gatunkową ciężkość, badać kamień przed dmuchawką, albo przedsięwziąć chemiczny rozkład dla oznaczenia niewątpliwej cechy.

Dodamy tu jeszcze, że skały nie tworzą pewnych gatunków albo odmian jak zwierzęta, rośliny lub minerały krystaliczne; ale raczej mieszankę najczęściej przypadkowo zmienioną, i dla tego są tak rozmaite, że możemy opisywać tylko najczęściej powtarzające się postacie.

2. Składowe części skał. Wszystkie skały składają się tylko z ograniczonej liczby minerałów, a te znów z niewielu substancyj, mianowicie: z potasku (kali), sody (natron), ziemi wapiennej i talkowej, z itu, krzemionki, węgla, z ukwasorod-

nionego manganazu i żelaza (manganizek i żelazek), z siarczanu i chloru. Z tych substancyj składają się następujące gatunki mineralów, tworzących główne części mieszaniny skał (kamieni). Wskazemy nasamprzód pobieżnie znamiona tych mineralów, i opiszemy je kolejną według ich znaczenia geologicznego *).

*) Własności mineralów są dwojakie: *fizykalne* i *chemiczne*. Pierwsze można łatwo poznać za pomocą zmysłów albo mechanicznym sposobem, zaś oznaczenie własności chemicznych należy do Chemii; dla tego objaśnimy pobieżnie tylko fizykalne, a te są:

Złożenie. W wnętrzu największej liczby kryształów (mineralów ograniczonych płaszczyznami geometrycznymi) można dostrzedz pewne prawidłowe połączenie najdrobniejszych cząstek, t. j. *regularne złożenie*. Dla tego kryształy można łupać w kierunku tego złożenia, zaś w przeciwnym — tylko z trudnością albo wcale nie. Jedne dają się łupać tylko w jednym, drugie w więcej kierunkach; n. p. łupek łyszczkowy można na najcieńsze blaszki łupać tylko w jednym; — zaś wapnospat — w kilku kierunkach. — Nadto, krystaliczne i niekrystaliczne (brylcowe) minerały okazują jeszcze pewne uszczelnianie, zależące od sposobu połączenia pojedynczych części w całość; a ta własność zowie się *oddzieleniem*, n. p. oddzielenie pręcikowate; to może być cienko pręcikowate (waragonie), grubo pręcikowate (w ametyście), słupcowate (w bazalcie) i t. d.

Właściwości optyczne. Tu należą *barwa* (kolor), *kręsa*, *połysk*, i t. d. — Ośm jest głównych kolorów w mineralach; lecz te występują w najrozmaitszej stopniowości. Główne kolory są: *biały*, *szary*, *czarny*, *niebieski*, *zielony*, *żółty*, *czerwony*, *brunatny*. Dla oznaczenia różnych odcieni barwy, dołącza się wyrazy; *blado*, *jasno*, *ciemno*, i t. d.; n. p. śnieżyste biały jest marmur karraryjski i t. d. —

Kręsa. Zadrasnawszy albo polarwszy minerał ostrem narzędziem, najlepiej pilnikiem, wystąpi w tem miejscu proszek, albo też płaszczyzna zadrasnięta przyjmie żywszy połysk; to zadrasnięcie jest *kręsa*. Kręsa niektórych mineralów nie zmienia barwy, inne są za nadto twarde i nieokazują zmiany. — *Połysk* zależy od własności powierzchni mineralów, która światło rozmaicie odbija. Polysk może być: *metaliczny* (n. p. srebro); *szklisty* (n. p. kryształ górny); *łłusty* (n. p. bursztyn); *perłowy* (n. p. gips) i t. d. Jeżeli minerał ma wewnątrz odmienną barwę od powierzchniowej, wtedy ta ostatnia zowie się *barwą naleciałą*.

Twardość mineralów jest bardzo ważną cechą, i oznacza stopień oporu jaki stawia minerał sile dzielącej. Stopień twardości oznacza się całemi i dziesiętnymi liczbami, gdy idzie o ścisłą dokładność. — W tym celu ułożono tak zwaną skalę według stopnia twardości mineralów. Ta skala jest następująca 1) *Talk*; 2) *gips*; 3) *wapnospat*; 4) *fluspat*; 5) *apatyt*; 6) *feldspat*; 7) *kwarzec*; 8) *topaz*; 9) *korund*; 10) *dyament*. — Dyament jest najtwardszy, bo nim można zadrasnąć każdy poprzedzający minerał; zaś talk najmiększy — bo się da zadrasnąć; każdym z następujących mineralów powyższej skali. Twardość talku jest przeto równa = 1; tward: feldspatu = 6; twardość pośrednia między feldspatem i apatytem = 5,5 i t. p.

Kwarzec jest bardzo twardy; według *Mohsa* twardość jego równa = 7, daje iskry za uderzeniem o stal; łupliwość — żadna albo ukryta; złam (odłam) muszłowy; połysk często tłusty; ciężkość gatunkowa = 2,65.

Ogólne gatunkowe miano „*feldspat*” obejmuje kilka oddzielnych gatunków, które są bardzo ważne jako części mieszaniny kamieni i mają kilka wspólnych znamion. Tward. = 6; barwa biała, żółtawa albo czerwonawa; wyjąwszy sosuryt, łupliwość wyraźna w dwóch kierunkach, z tych jeden wyraźniejszy; a te kierunki są albo prostokątne albo skośnokątne; najczęściej trudno topliwy. Ciężkość gat. = 2,53 — 2,74. Kryształy wrosłe występują na złamie często jako prostokątne równoległoboki (paralelogramy) o połysku perłowym na głównej płaszczyźnie przelupu. W ogólnym gatunku feldspatu odróżniamy następujące szczególne gatunki:

Ortoklaz albo *feldspat* w ściślejszem znaczeniu. Obadwa główne kierunki przelupu tworzą kąt prosty; zawiera prawie 65,4 krzemionki. C. gat. = 2,56; trudno topliwy; także ścisły jako tak zwany *feldszejn*; labradorowaty połyskuje niebieskawo na stromej przodowej płaszczyźnie jak feldspat północnego syenitowego porfiru. Prawie nietopliwy, prześwie-

Ciężkość gatunkowa. Ciężkość mineralu w pewnej objętości porównana z ciężkością dystylowanej wody w takiej samej objętości jest jego *ciężkością gatunkową*, którą się oznacza za pomocą *wagi hydrostatycznej*, sporządzonej według *Hauy*’ albo *Nicholsona*. Bierze się mineral czysty, nie mający domieszania, wydrżeń albo dziurek; wodę czystą, dystylowaną na 12 — 14 stopni temperatury według Romura. Ciężkość gatunkowa oznacza się także liczbami; n. p. ciężk. gat. flusspatu = 3,1; to znaczy, że flusspat waży $3\frac{1}{10}$ razy tyle co woda w takiejże samej objętości jak flusspat. — Nakoniec wspomniemy tu jeszcze o *dmuchawce* (chalumeau). Dmuchawka jest rurką w cieńszym końcu zakrzywioną, jakiej używają także do lutowania. Cieńszy jej koniec kieruje się na płomień spirytusowej lampy lub świecy, a przyłożony grubszy do ust, dmucha się na płomień przez co otrzymuje się płomień długi, spiczasty, poziomo w bok skierowany na badany mineral, który w skutek rozgrzania zachowuje się rozmaicie. Mineral badany może się stopić na dziurkowatą, gębczastą substancję (żuźle), albo na perlę przezroczystą (szkło) i t. d. Najlepiej jest położyć go na kawałku wypalonego węgla drzewnego (sosnowego). Niektóre minerały topią się łatwo, inne trudno, inne wcale nie. —

tlający, szary, krésowany, trachitowy feldspat, tak zwany *sanidyn*, zawiera także 4% sody, tymczasem zwyczajny feldspat tylko potasek. W tymże samym kamieniu znajdujący się *ryakolit* łatwiej się topi i zmienia się z kwasami.

Albit. Oba kierunki łupliwości nachylone do siebie pod kątem $80^{\circ}10'$; zawiera 69% krzemionki; łatwiej topliwy; płaszczyzny głównego przełupu wzdłuż krésowane; c. g. = 2,63. Znachodzi się w zielenicach i granicie.

Oligoklaz. Kąt obu głównych kierunków przełupu $86^{\circ}45'$; główna płaszczyzna przełupu wzdłuż krésowana; 63% krzemionki, a 2% — 5% ziemi wapiennej; łatwiej topliwy; c. g. = 2,66; mniej prześwietlający, a więcej tłusto potyskujący niż ortoklaz. Kamienie zawierające ortoklaz, albit albo oligoklaz i kwarciec, mogą być zmieszane jak się zdaje z hornblendami, lecz ani z augitem, ani z labradorem.

Labrador. Obiedwie główne płaszczyzny przełupu nachylone pod kątem = $86^{\circ}30'$. Płaszczyzna głównego kierunku łupliwości wzdłuż krésowana; zaś najbliższa wyraźnego przełupu najczęściej migająca; zawiera 53% krzemionki i 12% ziemi wapiennej. C. g. = 2,71; w kwasie solnym rozpuszczalny; ze wszystkich feldspatów najłatwiej topliwy; zawiera niekiedy do 2% części wody.

Sosuryt albo *jade* — brylcowy, drobno ziarnisty aż do ścisłości, bardzo twardy; zielonawy albo szarawy; słabo potyskujący; c. g. = 3,2 — 3,4; złam zadzierowy; 43% — 49% krzemionki, a 4% — 21% ziemi wapiennej; bardzo trudno topliwy na szkło zielonawe, znachodzi się z dylagiem w gabrze.

Obłocznik (nefelin) i *kleolit*. Złam muszlowy i tłusto potyskujący; topi się na szkło pęcherkowate (banieczkowate); ścina się w galarete w kwasie solnym; z roztworem kobaltu barwi się na niebiesko; tward. = 5 — 5,6; zielony, czerwony, brunatny, biały; często do kwarcu podobny.

Krzyżoplam (chiastolit); czworościenne, wewnątrz łupkiem iłowym zapełnione słupce; znachodzi się w łupku iłowym.

Leucyt. Często wyraźne, okrągławe kryształy w lawach; twardość = 5,5 — 6; łupliwość niewyraźna; szarawo biały i popielato szary; złam muszlowy; połysk tłusty; nietopliwy; rozpuszczalny w kwasie solnym z wydzieleniem proszku krzemionkowego.

Zeolit — biały; roztwarzalny w kwasie solnym najczęściej tworząc galarete; przed dmuchawką się nadyma.

Łyszczyk — doskonale łupliwy według końcowej płaszczyzny; w listkach sprężysto gibki; topliwy. Odróżniamy: *łyszczyk kaliowy* — srebrzysto biały albo żółtawy, w kwasach nierozpuszczalny. — *Łyszczyk magnezowy* — zielony, brunatny, czarny; często nieprzezroczysty; w siarczanie rozpuszczalny. — Jeżeli odmiany łyszczyka domięczane są do kamieni warstwowych, wtedy listeczki leżą najczęściej w kierunku uławicenia, i są tegoż przyczyną lub je potęgują.

Talk (tójek) — zielonawy; według końcowej płaszczyzny doskonale łupliwy; w listeczkach gibki; nietopliwy; twardość = 1 — 1,5; kręsa biała.

Chloryt. — Tward. = 2 — 2,5; zielony; kręsa zielona; doskonały kierunek łupliwości; listeczki gibkie; trudno topliwy; w siarczanie rozpuszczalny; zawiera 11% wody.

Wężowiec (serpentyń) — miękki; żółty, zielony, brunatny, czarny. Tward. = 3 — 3,5; w bani (retorcie) czernieje; zaledwo topliwy i jest krzemionkanem magnezowym.

Mignik. — Na płaszczyznach przełupu metaliczny połysk; tward. = 3,5 — 4; zaledwo topliwy; przed dmuchawką magnetyzuje się; zawiera 12% wody.

Hornblenda albo *amfibol.* — Zielona, szarawa, brunatna, najczęściej czarniawa; dwa wyraźne kierunki łupliwości, tworzące kąt 124°30'; tward. = 5,5; nietrudno topliwa burząc się; w kwasach zaledwo rozpuszczalna; płaszczyzny przełupu często włókniste i wzdłuż krésowane; zawiera do 12% ziemi wapiennej. Hornblenda w postaci złudnych kryształów augitu zowie się *uralitem*. Tak zwany *smuragdyt* składa się z pokładów augitu i hornblendy naprzemian.

Piroxen. Tward. = 5 — 6, łupliwość według dwóch płaszczyzn, tworzących razem kąt o 87° ; żółty, zielony, brunatny najczęściej czarny; zawiera najwięcej 5% ziemi wapiennej; topliwy; w kwasach nierozpuszczalny. W tym gatunku rozróżniamy w geologii głównie trzy ważne odmiany.

Augit. Tward. = 6; ciemno szary — czarny; połysk szklisty — tłusty; muszłowy najczęściej w kryształach i wtedy łatwy do poznania.

Hypersten. — Tward. = 6; zielonawo albo brunatno czarny; na płaszczyznach przełupu połysk tłusty, zaś na płaszczyźnie prosto przytępiącej krawędź między obiema płaszczyznami przełupu połysk metaliczny, miedziano czerwony, perłowo maciczny; topliwy tylko na krawędziach.

Dyallag. — Tward. = 5; zielony, brunatny, tombakowo brunatny; na jedynej wyraźnej płaszczyźnie przełupu połysk metaliczno perłowo maciczny; dość łatwo topliwy; zawiera 1 — 7,75% wody.

Iły. — Plastyczne, bezpostaciowe iło-krzemionkany; najczęściej ciemno ubarwione; ochuchnięte wydają woń iłową.

Granat. Tward. = 6,5 — 7,5; ziarna i kryształy; najczęściej brunatny; łatwo topliwy; roztopiony w kwasie solnym łatwo rozpuszcza się z wydzieleniem galarety krzemionkowej.

Topaz. Tward. = 8; nietopliwy; łupliwy według prostej płaszczyzny końcowej; znachodzi się w tak zwanej skale topazowej.

Cyrkon. Tward. = 7,5; czerwony albo brunatny; kwadratowe słupce; nietopliwy; w siarczanie nieco rozpuszczalny; znachodzi się w syenicie cyrkonowym.

Oliwin. Zielony; ziarnisty; tward. = 7; nietopliwy; w kwasie solnym tworzy galarete; prześwietlający; złam muszłowy; nietopliwy; jest charakterycznym domieszaniem w bazalcie.

Turmalin i skoryl. Tward. = 7 — 7,5; nieczarny, często w trójściennych wzdłuż krésowanych słupcach; niełu-

pliwym; połysk szklisty; topliwym; w kwasie solnym nierozpuszczalny; znachodzi się w granacie. —

Wapień. Krystaliczny — ściśly; jako marmur zawiera it; burzy się z kwasami; nietopliwym; tward. = 3; c. g. = 2,6 — 2,8.

Dolomit. Najczęściej dziurkowaty; na zimnie z kwasami mało się burzy; tward. = 3,5; c. g. = 2,85 — 2,95.

Bezwodnik (anhydrit). Nie zawiera wody; w kwasach zaledwo rozpuszczalny; tward. = 3.

Gips. Zawiera wodę; w kwasach zaledwo rozpuszczalny; tward. = 2.

Sól kamienna (kuchenna) w wodzie rozpuszczalna; ma smak czysto słony; łupliwość w trzech równych, prostokątnych kierunkach.

Żelaziak spatowy (spat żelaza). Tward. = 3,5 — 4,5; przed dmuchawką czernieje i magnetyzuje się.

Krwawnica (żelaziak czerwony) — stalowo szara, wiśniowo czerwona, krwawo czerwona; kręsa krwawo czerwona.

Żelaziak magnetyczny — żelezisto czarny; kręsa czarna; często polaryczno-magnetyczny.

Żelaziak brunatny. Brunatny, wpadający w czarne; kręsa żółtawo brunatna — okrowo żółta; zawiera wodę.

Żelaziak żółty — okrowo żółty zewnątrz i w kręsie.

Grafit — łupliwym w jednym kierunku; łuskowaty; tward. = 0,5 — 1; czarniawym; połysk metaliczny; mazący; tłusty w dotknięciu.

Węglowiec (węgloblisk, antracyt). Tward. = 2 — 2,5; połysk mocny perłowato szklisty; trudno się spali.

Węgiel kamienny. Tward. = 2 — 2,5; kręsa czarna; połysk szklisty albo tłusty; pali się łatwo wydając woń.

Brunatniak (węgiel brunatny). Tward. = 1,2 — 1,4; kręsa brunatna; pali się wydając smród i ług kaliowy na brunatno ubarwia.

3. Ubarwienie skał. — Delikatne domieszanie minerałów nadaje skałom barwę często całkiem odmienną. Wę-

giel i *żywice ziemne* (bitumy) barwią na czarno, lecz ta barwa przechodzi na powietrzu w szarą i białą, jak n. p. w niektórych wapieniach i marglach. — *Manganezek zawierający wodę* tworzy na rozpadlinach utawicenia margłów, wapieni i piaskowców niekiedy czarne postacie podobne do mchu albo drzew, tak zwane *dendryty* (krzewokształty). *Manganezek* pokrywa rozpadliny szarowaki tu i owdzie cienką niebiesko czarną powłoką. Drobnutko rozdzielony *turmalin* ubarwia rogoskał na szaro. *Ugrowy* (okrowy) *żelaziak czerwony* nadaje osobliwie dawniejszym piaskowcom barwę krwawą albo brunatno czerwoną. *Ugrowy żelaziak brunatny* farbuje młodsze piaskowce na brunatno i żółto. *Malachit* zieleni *łupek krzemienny* na płaszczyznach utawicenia. *Niebieska żelazista ziemia* nadaje torfowi i żelaziakowi łącznemu niekiedy barwę niebieską; a *chloryt* niektórym dyabazom — zieloną. *Epidot* farbuje niekiedy zieleńce i granit na zielono; a *lyszczyk* nadaje niektórym piaskowcom wejrznie białe albo tombakowo brunatne.

4. Złożenie. Sposób połączenia pojedynczych części mieszaniny skał zowie się *złożeniem*. Rozróżniamy następujące odmiany złożenia:

a) Jeżeli pojedyncze części nie mają oznaczonej postaci i nie dadzą się już rozpoznać, lecz ściśle złączone są w całość, wtedy kamień zowie się *ściśłym*; jeżeli zaś stęzał z masy galaretowatej albo żarząco płynnej, jak n. p. obsydyan, wtedy zowie się *bezkształtnym* (amorficznym); jeżeli znów części ściśłego kamienia są tylko luźno połączone, jak n. p. białej krędy, — zowie się *ziemistym*. Kamień zawierający mnóstwo zaokrąglonych przestworów zowie się *pęcherzykowatym*, zaś *żuźlowatym*, jeżeli te próżne przestwory równe są przedzielnym ścianom. Sposób powstania tych kamieni później poznamy.

b) Jeżeli części mieszaniny płaszczyznami tak do siebie przystają, że żadna część nie jest otoczona, w takim razie powstaje skała *zrosła*. Rozróżniamy dwie główne odmiany takiej skały;

mianowicie: ziarnistą i łupkową. — Kamienie są *ziarniste*, gdy części mieszaniny we wszystkich kierunkach (wzdłuż, wszerz i w głąb) mają prawie jednakową rozciągłość. Głównym wyobrazicielem złożenia ziarnistego jest granit; a że części zmieszane tu i owdzie bardzo wyraźnie krystalicznie są wydzielone, mówimy, że krystaliczno ziarnista skała ma granityczne złożenie. W ziarnistych kamieniach rozróżniamy: wielko, grubo, mało i drobno ziarniste. — Skała ma złożenie *łupkowe*, gdy części domieszania głównie w dwóch kierunkach rozciągłe są, i prawie tylko dwiema płaszczyznami stykają się, jak n. p. w znanym łupku dachowym. Takie kamienie dają się prawie zawsze tylko w jednym kierunku łupać, i to niemal bez końca powtarzać można. Rozróżniamy grubo i cienko, prosto i skośno łupkowe, niekiedy także pogięte, węzłowate i poplątane złożenie.

c) Jeżeli główna masa skały przemaga, do której jedna lub więcej części są domieszane, wtedy zachodzą trzy wypadki, według tego czy masa jest pojedyncza lub zmieszana, albo czy części zawarte są krystaliczne lub brylcowe. Rozróżniamy przeto:

Złożenie porfrowe — jeżeli w jednostajnej i ściślej albo więcej lub mniej drobno ziarnistej głównej masie znajdują się pojedyncze, więcej lub mniej ukształcone kryształy, które zwykle do feldspatu, kwarcu albo augitu należą. Tu i owdzie masa główna jest krystaliczną i granitową.

Złożenie migdałowcowe — gdy w jednakowej masie głównej znachodzą się migdałowate wydrążenia albo jądra. Przy wulkanach pomówimy o powstaniu migdałowców.

W złożeniu okrucowcowem małe, wąskie okrucowce wnikają żyłami w skałę, przezco okazuje wejrzenie żyłkowate, jak n. p. łupek krzemieny.

d) W złożeniu komorkowem najczęściej krystaliczny minerał tworzy nieregularne komórki, napełnione innym, najczęściej mniejszym i bezkształtnym minerałem.

Jeżeli liczne kawałki jednej albo kilku skał połączone są lepiszczem w twardą masę, wtedy powstaje *złożenie piaskowcowe*, którego jest więcej odmian. Jeżeli te kawałki są kamykami stoczonemi, wtedy skała zowie się *zlepieńcem*, jeżeli zaś te kawałki są wielkie — *rumolepem* (pudding). Jeżeli kawałki są ostrokrawędziowe, taki kamień nazywa się *brekcyą*. Większe lub mniejsze i jednorodne ziarna kwarcowe tworzą *piaskowiec*, a kawałki różnych dawniejszych skał połączone lepiszczem łupkowatego itu — *szarowakę*.

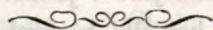
f) Rozróżniamy jeszcze mieszaniny *luźne* i *miękkie*, n. p. piasek wydmy (kurzawka), glina i it.

5. **Domieszania.** Jeżeli w jakiej skale znachodzą się minerały pojedyncze, nie należące istotnie do jej składu, i tylko tu i owdzie znowu się zdarzają, wtedy zowiemy je *obcemi*. Tu należą n. p. granaty znajdujące się tak często w łupku łyszczkowym; iskrzyk magnetyczny — w gabrze, turmalin — w granicie i t. d. — Te domieszania należy starannie uwzględniać, albowiem są nader ważne w trafnem oznaczaniu skał.

6. **Opisanie skał.** — Wypada tu koniecznie trzymać się układu (systematu), gdyż pewne kamienie są bardziej do siebie niż do innych zbliżone. Wystawiono wiele układów skał; z tych niektóre wcale odpowiednie celowi. My trzymać się będziemy układu *Römera*. (Synopsis mineralogii i geognozy — Hanower 1853 r.)

Nasamprzód można podzielić skały na dwa wielkie oddziały, i nazwać je: *skalami jednorodnemi* i *różnorodnemi*. Do pierwszych należą wszystkie skały (kamienie), które prawie równocześnie z żarząco płynnej masy powstały przez spokojne wykrystalizowanie, albo przez spokojne osadzenie w wodzie. Takie kamienie znajdowane w miejscach najodleglejszych, mają wielkie między sobą podobieństwo, ponieważ warunki ich powstania były prawie wszędzie te same. — Do skał różnorodnych liczymy owe, których części domieszane już pierwiej wchodziły w skład innej skały, przez zniszczenie

onej zostały uniesione i dopiero później spokojnie osadzone, albo też lepszczem znowu połączone i stwardniały. — Uczynimy tu tylko treściwe opisanie skał, z pobieżnem wyliczeniem mniej ważnych, i polecamy czytelnikowi ten ważny rozdział, albowiem nie znając mineralogicznych własności skał, niepodobnem byłoby zrozumienie części geologicznej. —



A. JEDNORODNE SKAŁY.

I. Kamienie granitowate.

Te kamienie składają się z krystaliczno ziarnistej mieszaniny feldspatu, oligoklazu, kwarcu, łyszczyka i hornblendy.

1. **Granit** jest krystaliczno ziarnistą mieszaniną feldspatu, kwarcu, łyszczyka kaliowego i magnezyowego i oligoklazu. Feldspat jest białawy, rzadko czerwoniawy; łyszczyk magnezyowy czarniawo szary aż do ciemno tombakowo brunatnego, rzadko czarniawo zielony. Jako domieszkania znachodzą się głównie hornblendy, granat, tytanit, apatyt i iskrzyk złocisty. Jeżeli w głównej masie znachodzą się pojedyncze większe kryształy feldspatu, wtedy granit zowie się porfirowatym. — *Granit pismowy* albo *pegmatyt* składa się z wielkich mas feldspatu o równoległej łupliwości i poprzerastany jest nieregularnymi równoległymi graniastosłupcami (pryzmatami) kwarcu. Łyszczyka zgoła w nim nie masz, albo bardzo ustępuje. Wtedy na płaszczyznach przełupu feldspatu pojawiają się przecięcia szarego kwarcu w postaci oryentalnego pisma. Jeżeli tabliczki talkowe, połyskujące perłowo, prawie całkiem łyszczyk zastępują, jak n. p. w górze Montblanc, wtedy taki kamień zowie się *protogynem*; zaś gdy łyszczyk w nim zniknął — *eurytem*.

Granitytem zowie się *czerwony granit* składający się z feldspatu, oligoklazu, kwarcu i łyszczyka magnezyowego; znachodzący się w nim feldspat jest zwykle czerwony.

Te wszystkie odmiany granitu są nieuwarstwowane czyli masowe i tworzą faliste pagórki albo daleko rozległe wyżyny, na których powierzchni często bryły granitowe leżą porozrzucone. — Granit wietrzeje bardzo łatwo przez rozkład feldspatu, ztąd powstaje rumowisko, z którego uzyskuje się często masy ziemi porcelanowej albo kaolinu przez odplókanie. Granit zwietrzały daje dobry, pulchny i żyzny grunt; wszelakoż wewnątrz jest twardy i przyjmuje piękne ogładzenie, a używają go na różne dzieła sztuki: w rzeźbiarstwie, budownictwie, na fundamenta, schody, słupce, i t. p. — Nie wszystkie granity przydatne są do obrabiania; grubo ziarnisty łatwo wietrzeje, szczególnie ten, w którym przeważa feldspat; najważniejszym jest granit ścisły.

2. **Granulit** albo **bielec** (białoskał) składa się z drobno ziarnistej głównej masy feldspatu i oligoklazę, w której leżą pojedyncze listki i ziarna kwarcu i granatu. Tu i owdzie przyjmuje wiele łyszczyka i wtedy przechodzi w gnejs. Znachodzi się tylko w niewielu miejscach w Saxonii, tudzież w Morawii i Styrii. — Na surowe mury i na murowane drogi dostarcza bardzo dobrych kamieni; do obrabiania jest nieprzydatny, ponieważ się łamie na cienkie płyty i jest bardzo twardy.

3. **Gnejs** składa się z feldspatu, kwarcu i łyszczyka, ma złożenie ziarnisto łupkowe i wyraźne uławicenie, pochodzące od blaszek łyszczykowych równolegle ułożonych; dla tego na przecięciu poprzecznym jest równolegle krésowany.

Gnejs przechodzi często i nieznacznie w granit i zawiera wiele domieszanych minerałów, szczególnie talk (łojek), hornblendę, turmalin, andaluzyt, staurolit, granat, rutył, iskrzyk złocisty i granit. Rozkłada się łatwo i użyźnia ziemię; poniekąd użyteczny w budownictwie.

4. **Grejzen** albo **bialomiktyt** jest twardą, jasno szarą, rzadko czarniawą, ziarnistą masą kwarcu i trochy łyszczyka, w której albo całkiem nie masz feldspatu, albo tylko mało. Takie kamienie zawierają w całej swej masie

rudę cynową (cyniak) w większej lub mniejszej ilości rozdzieloną.

5. **Skala turmalinowa** jest często mieszaniną łupkową ziarnistego kwarcu i czarnego turmalinu; znajduje się w Kornwall (w Anglii) i Saxonii w złożach także z rudą cynową.

6. **Skala topazowa** składa się z kwarcu, turmalinu i topazu, tworzy w wielkim rozmiarze masę brekcyową znajdującą się w Saxonii.

7. **Miascyt**, — grubo ziarnista, granitowata mieszanina białego feldspatu, zielonawo i żółtawo białego kleolitu i łyszczyka magnezyowego, bardzo bogata w wiele minerałów poczęści rzadkich, przechodzi w gnejs i granit, i znajduje się w Miask w Uralu.

8. **Syenit** jest krystaliczno ziarnistą mieszaniną feldspatu, oligoklaz, hornblendy, łyszczyka magnezyowego i kwarcu, którego często całkiem nie masz. Feldspat jest czerwoniawy, oligoklaz brunatnawy, hornblenda i łyszczyk czarniawe. Rzadko bywa gruboziarnisty, lecz niekiedy porfirowaty. Skala przechodzi często w inne, mianowicie w granit, i zawiera wiele minerałów domieszanych, n. p. brunatny syenit w Norwegii i Grenlandyi zawiera wiele cyrkonu, dlatego nazwano go syenitem cyrkonowym. — Syenit rozkłada się łatwo, osobliwie jego grubo ziarniste odmiany, bogate w feldspat, tworzą gruzowiska, które z czasem zamieniają się w dobrą, gliniastą, rolową ziemię. — Przydatność ta sama jak granitu. Z niego wykonano wiele dzieł sztucznych w starożytności; ulice Drezną są nim brukowane; nadano mu nazwę od „Syeny“ miasta gipskiego.

II. Kamienie porfirowate.

W tych kamieniach zlewają się części składowe granitowatych kamieni w ścisłą główną masę, w której pojedyncze części mieszaniny wydzielone są krystalicznie. Rozró-

zniamy *feldsztejnowe* i *iłowate* porfiry, według ich głównej masy twardej albo miękkiej, iłowatej albo ziemistej, co niekiedy może być skutkiem zwietrzenia.

1. Czerwony porfir (felzyt) albo **porfir kwarcowaty** składa się z feldspatu, oligoklaz, kwarcu i ciemno zielonego magnezyowego łyszczyka, które są wrosłe w ścisłą, czerwono brunatną, albo szarą główną masę, składającą się prawdopodobnie z składowych części granitu. Feldspat jest zwykle czerwony i jaśniejszy od głównej masy; oligoklaz zwykle żółtawy i białawy; kwarczec znachodzi się w ziarnach i kryształach. Łyszczyk i oligoklaz ustępują. W ogólności porfir nie łatwo wietrzeje; po długim czasie powstają w nim szpary, które coraz bardziej rozwierają się i sprowadzają zapadnięcia. Iłowato gliniasta ziemia, pochodząca z zwietrzenia najprzydatniejszą jest do uprawy winnic i lasów. — Góry porfirowe bywają często strome, stożkowate, mają piękne malownicze wejście. Kamień przyjmuje bardzo piękne oglądzenie; zresztą obrabiają go podziśdzien głównie tylko w Elf-dalen w Szwecyi i w górach Altajskich. Przydatny jest także w budownictwie, a szczególnie do brukowania, tudzież do mурowania gościnców; bo jest tak trwały, że jedna stopa kwadratowa powierzchni może wytrzymać ciężar 640.000 funtów, zaś granit w takiej samej wielkości — tylko 114.000 funtów. — Czerwony, biało plamkowany — *porfirytes* starożytnych — otrzymywano z Arabii, i odznaczał się twardością i sposobnością przyjmowania politory.

2. Porfir syenitowy (rombiczny albo porfir łyszczykowy) składa się z ścisłej masy, z brunatnej aż do czarności, w której leżą kryształy feldspatu, oligoklaz, łyszczyka, magnezyowego i hornblendy, albo prawie tylko ziarna kwarcowe. Kryształy feldspatu mają barwę mięsno czerwoną, żółtawą i szarawą, i tylko rzadko bywają na 1 cal wielkie. W porfirze rombicznym południowej Norwegii kryształy znachodzą się często w postaci *bliźniaków*; łyszczyk jest brunatny albo zielony. Jako przymieszania znachodzą się w nim

granat, obłocznik (nefelin), tytanit, kwarczec, żelaziak magnetyczny, błyszcz żelaza i iskrzyk złocisty.

3. **Porfir smołowieniowy** albo **smołowień** (retinit) jest szarą, żółtawą albo czarniawą masą, połysku żywiczno smołowego, w której znachodzą się kryształy feldspatu, kwarcu i łyszczyka.

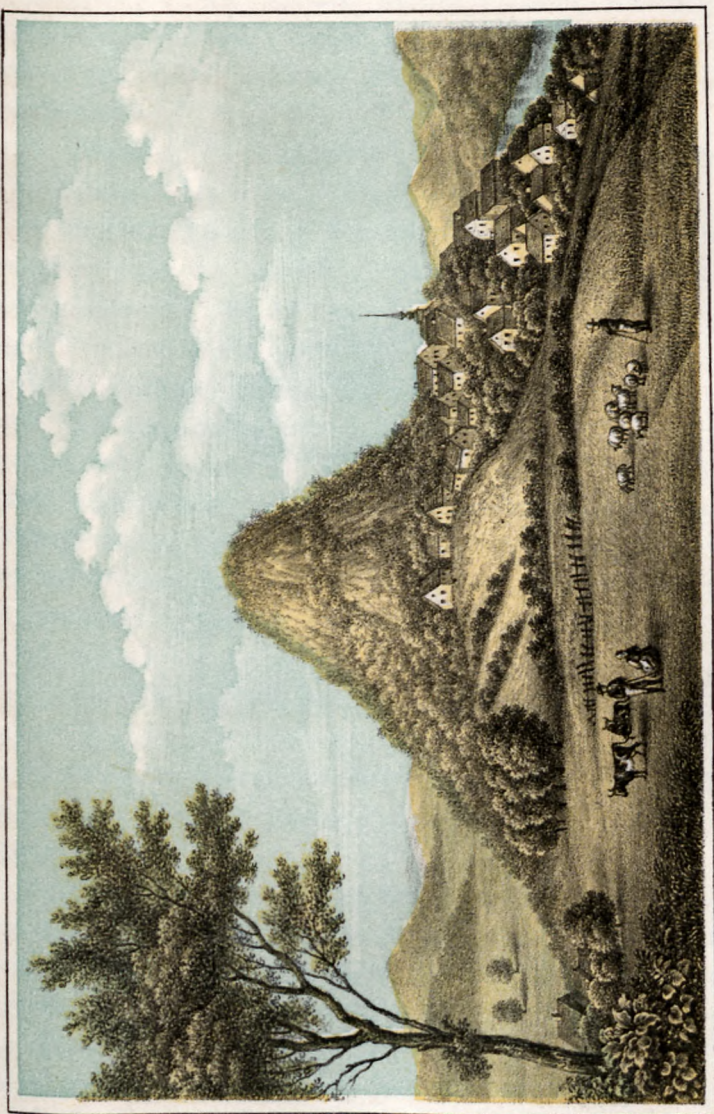
4. **Porfir kulisty** albo **piromeryd**. W ściślej feldspatowej masie tego porfiru leżą kuliste, często spółrodkowe, skorupiaste albo odśrodkowe promieniste wydzielienia feldspatu i kwarcu. Jest żółtawy, czerwoniawy, albo brunatno plamkowany; znajduje się na Korsycee. Ściślejsze i twardsze porfiry są szacownym materiałem w dziełach sztuki i budownictwa, albowiem przyjmują piękne oglądzenie, lecz trudno je obrabiać. Zwiertzałe, iłowate porfiry nie tworzą dobrego gruntu.

III. Kamienie trachitowe.

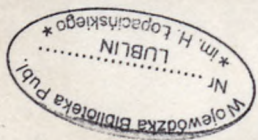
Te kamienie są pochodzenia wulkanicznego i odznaczają się także jeszcze przewagą feldspatowatych minerałów, mianowicie feldspatu szklistego. Odłam szorstki, w dotknięciu są ostre, zawierają tylko rzadko wolny kwarczec, wietrzeją prędko i tworzą ziemię bardzo urodzajną.

1. **Andezyt** albo **granityczny trachit** zawiera w ciemno szarej, miękkiej, łatwo roztarliwej masie utworzonej z krystalicznego ryakolitu, białe kryształy albitu i oligoklazę, ciemne hornblendowe igielki, czarne blaszki łyszczyka i nieco żelaziaka magnetycznego. Znachodzi się w Andach południowej Ameryki. —

2. **Trachit** albo **trachit porfiryczny** składa się często z dziurkowatej masy feldspatu albo albitu i z kryształów szklistego feldspatu, z hornblendy i łyszczyka magnetyzowego. *Trachity młyńskie*, w Węgrzech, zawierają większe ziarna kwarcowe. Tak zwany *domit*, w Owernii, ma drobno ziarnistą, bardzo szorstką, ziemistą, łatwo rozpadającą się szarą, brunatną, żółtawą masę.



Typ skał fonolitowych
„Haselstein” w górach Rhön.



3. **Perłowiec**. Masa skały składa się z większych i mniejszych, ziarnisto pooddzielanych, okrągło skorupiastych kawałków; kamień wulkaniczny, szary i czerwoniawy; znachodzi się w Węgrzech i w Euganeach (w Lombardyi).

4. **Obsydyan**. Ciemno zielone i czarne wulkaniczne szkło; złam muszlowy; składa się z 70% — 80% krzemionki. Przez ziarna szklistego feldspatu zamienia się niekiedy w porfirowaty.

5. **Pumex** jest kamieniem pienistym i włóknistym, bardzo lekkim; składa się z masy obsydyanowej.

6. **Dźwiękowiec** (fonolit) składa się z zielonawo szarej albo oliwkowo zielonej, ścisłej, drobno ziarnistej albo drobno łuskowatej, najczęściej w płyty dźwięczące łupliwej masy feldspatu i zeolitu, w której znajdują się szklisty feldspat, hornblenda i żółtawy tytanit. Kamień staje się niekiedy ziemistym. Dla swej łupliwości w płyty, dźwiękowiec jest bardzo przydatny w budownictwie, szczególnie wodnem. Płyt wielkich używają na pokrycie, mosty i chodniki; cienko łupkowatemi pokrywają domy. Daje się łupać na płyty w stopie kwadratowej zaledwo na linię grube. Fonolitowe góry tworzą stogi albo jarmułki, najczęściej pojedynczo stojące partye.

IV. Kamienie hornblendowe.

Kamienie hornblendowe składają się głównie z zielonej i zielonawo czarnej hornblendy, z albitu, kwarcu i łyszczyka magnezyowego.

1. **Dyoryt** albo **zieleniec hornblendowy** jest granityczno ziarnistą mieszaniną białego, zielonawego, rzadko czerwoniawego albitu i przeważającej hornblendy. Domieszane są ziarna kwarcowe, łyszczyk magnezyowy, iskrzyk złocisty, żelaziak magnetyczny, tytanit i epidot. Niekiedy kamień zamienia się w łupkowaty i wtedy zowie się *łupkiem hornblendowym*, zaś przechodzi w skałę hornblendową albo *amfibolit*, gdy albit całkiem albo prawie całkiem ustąpi.

2. **Porfir dyorytowy** składa się z masy zielonawej i czarniawej; złam nierówny i drobno zadzierowy. Masa jest tak twarda, że za ledwo nożem da się zadrasnąć, a w niej leżą kryształy albitu i hornblendy. Znachodzi się w Uralu, koło Szemnicy w Węgrzech i w innych okolicach. Kamienie dyorytowe wietrzeją na piasek brunatny, używany za nawóz.

V. Kamienie augitowe.

Składają się głównie z augitu i labradoru, z albitu albo oligoklazu, i przystępuje często jeszcze minerał chlorytowy, tudzież wapnospat i burospat. Ścisłe kamienie tego oddziału zowią się *afanilami*, a ziemiste — *wakami*. — Kamienie augitowe ulegają więcej lub mniej zwietrzeniu i tworzą ziemie bardzo urodzajną.

1. **Skala augitowa** (lerzolit) składa się z augitu oliwkowego, przechodzącego stopniowo w szmaragdowo zielony; jest grubo ziarnista — ścisła; zawiera talk, stoniniec, turmalin, hornblendę i wapnospat wrosłe, i znachodzi się w wapiennych pirenejskich górach.

2. **Dyabaz, skala hyperstenowa** albo **zieleniec** jest po części krystalicznie ziarnistym, szaro zielonym skupieniem labradoru, albitu albo oligoklazu z augitem albo hyperstenem, przystępuje także chlorytyczny minerał. Niektóre dyabazy zawierają wapno i burzą się z kwasami; drobno ziarniste odmiany zowią także *afunitem*. Kwarzec w masie głównej nie znachodzi się. Jeżeli chlorytowe domieszanie przeważa, wtedy kamień przechodzi w łupek dyabazowy i chlorytowy.

3. **Porfir dyabazowy** składa się z twardej, niekiedy pęcherzykowatej i migdałowcowatej masy bez kwarcu i hornblendy, barwy zielonawo szarej, zielonej, czarniawej albo białawej. Ta skala rozmaici się według kryształów, które zawiera:

a) *Oligoklaz* i *porfir labradorowy* zawiera jednorodne kryształy, lecz te często nie okazują wyraźnej łupliwości i mają

barwę białą, szarą albo zieloną. Tu należy *porfido verde antico* (zielony starożytny porfir) — używany w dziełach sztuki.

b) *Porfir augilowy*, *porfir czarny* albo *melafir* składa się z wyraźnie łupliwego augitu albo uralitu; w ostatnim razie zowie się *porfirem uralitowym*. Te kamienie są bardzo trwałe i często słupcowato albo kulisto oddzielone; bywają obrabiane dla pięknego wejrzenia; twardość ich = 7.

4. Przy **ospowcu**, **dyabazie wapiennym**, **trapie wapiennym**, **migdałowcu zieleńcowym** leżą w mdłej, miękkiej, zwykle ciemno barwnej masie afanitowej, okrągłe albo nieco spłaszczone, białe ziarna wapnospatu, rzadziej burospatu. Skoro woda dzienna rozpuści i uprowadzi wapno, wtedy pozostaje kamień dziurkowany albo pęcherzykowany. Ospowce znajdują się podrzędnie w dyabazach i w takowe przechodzą; zdaje się, że ziarna wapienne jednocześnie z otaczającą one masą zieleńca powstały.

5. **Warstowiec**. Do tej skały należą nasamprzód łupkowate ospowce, potem także warstwowe kamienie, których masa jest biaława, szara, zielona, żółta albo brunatno czerwona, często do brekcyi podobna, drobno ziemista, łupkowata, otaczająca niekiedy płyty itowego albo chlorytowego łupka, węglanem wapna przenikniona i najczęściej także wapnospat w ziarnach, pokładach, gniazdach albo w żyłach zawierająca. Niekiedy skała zmienia się w krzemioną, zawiera także wiele iskrzyka złocistego i jest wtedy bardzo ścisła. — Ta skała jest ważną w górnictwie, ponieważ obfitym złożom żelaznej rudy (żelaziaka) zwykle towarzyszy.

6. **Doleryt**, **zieleniec bazaltowy** albo **sza-roskal** jest krystaliczno ziarnistym spojeniem labradoru, augitu i żelaziaka magnetycznego, do których przystępuje także nieco węglanowego wapna i żelaziak spatowy, i domięszane są jeszcze niektóre inne minerały. Labrador pojawia się biały, a augit czarny. Skała bywa najczęściej słupcowato albo kulisto oddzielona, niekiedy także porfirowato i migda-

łowcowato. Skala *obłocznikowa* (doleryt nefelinowy) jest krystaliczno ziarnistą, szarawą mieszaniną obłocznika, augitu i nieco żelaziaka magnetycznego. — *Anamezyt* jest bardzo drobno ziarnistym, w dotknięciu szorstkim, zielonawym, szarawym i brunatnawo czarnym dolerytem.

7. **Bazalt** jest szarą albo czarną, ścisłą mieszaniną labradoru, augitu, żelaziaka magnetycznego i minerału zeolitycznego, do której przystępuje zwykle oliwin, niekiedy żelaziak spatowy i wapno. Złam nierówny, zadzierowy, albo płasko muszlowy; twardy, trudno pękający kamień i najczęściej oddzielony w słupcach, kulach albo w płytach, przezco powstają malownicze skały — o czém przekonamy się później, gdy będzie mowa o formacji bazaltowej. Oliwin, hornblenda augit, oligoklaz, hyacynt i t. d. znajdują się w nim wrosłe, i nadają mu niekiedy wejrzenie porfirowate. *Waka bazaltowa* albo *it żelazisty* jest bazaltem roztworzonym, żółtawym, brunatnym albo szarym, zamienionym w ziemisty. Ten kamień jest bardzo cenionym materiałem do zakładania dróg; żuźlowate odmiany są także wyborne na materiały budowniczy i młyńskie kamienie.

8. **Lawy** należy uważać za wylewy czynnych albo wygasłych wulkanów.

VI. Kamienie dyałagowe.

1. **Gabro** albo **eufodyt** jest ziarnistą, zielonawą i masową mieszaniną labradoru albo sosurytu z dyałagiem albo smaragdytem, która ma złożenie jużto granityczne, jużto porfirowate, bywa także ścisłą, a wtedy nieco łupkowatą; dyałag czasem całkiem ustępuje. Przechodzi w węzowiec i dyałaz, i zawiera niektóre minerały domieszane. Znachodzi się na Szlązku, w Styryi i t. d. W około stóp niektórych gabrowych gór, które są strome, także wysokimi skałami osadzone, leżą potężne bryły i okrucowce tej skały, która opiera się dzielnie zwietrzeniu.

VII. Kamienie serpentynowe.

1. **Wężowiec** (serpentyń) jest ścisłym, drobno ziarnistym albo powikłano włóknistym, zielono, żółto, czerwono albo brunatno ubarwionym, często uplamkowanym albo użyłkowanym, pospolitym wężowcem—albowiem jest odmianą pojedynczego minerału. Ten kamień zawiera nierzadko domieszany pirop, bronzyt, chloryt, łyszczyk, żelaziak magnetyczny, iskrzyk złocisty i arsenikalny i t. d.; tworzy masowe albo nieregularnie warstwowe, niekiedy słupcowato poddzielane masy skał, i obrabiają go na rozliczne przedmioty: urny, wazy, kubki, tabakierki, fajki, wykładają nim podłogi, ściany i t. d.

2. **Mignik**. Miewa domieszane niekiedy sosuryt, augit, łuski łyszczkowe i chlorytowe, iskrzyk złocisty; jest masowy i podziśdzeń znachodzi się tylko w Baste koło Harcburga.

VIII. Kamienie używane na zaprawę wielkich pieców hutniczych.

Ta rodzina składa się z łyszczkowatego minerału: z łyszczyka, chlorytu, talku, grafitu albo z żelaziaka łyszczkowego, najczęściej w połączeniu z kwarcem. Te kamienie są łupkowate, bardzo ogniotrwałe; dla tego używają ich na *zaprawę* wielkich pieców hutniczych i do budowy innych pieców do topienia. Niewiele ulegają zwiertzeniu.

1. **Łupek łyszczkowy** składa się z łupkowatej mieszaniny łyszczyka i kwarcu; w której kwarciec tworzy cienkie pokłady, widoczne tylko na złamie poprzecznym; niekiedy kwarciec całkiem ustępuje, zaś czasem w potężnych rozlega się masach. Uławicenie bywa często bardzo pokręcone. Najczęstsze domieszania są: granat, turmalin, staurolit, cyanit, andaluzyt, szmaragd, krzyżoplam, hornblendy, chloryt, talk i feldspat. Przechodzi często w gnejs albo łupek itowy, lub też w inne ogniwa tejże rodziny. *Cypolin* znajdujący się

w Eubei, w dziełach sztuki często używany bywa i jest wapiennym łyszczykowym łupkiem.

2. Łupek chlorytowy jest łupkową, zieloną, bardzo miękką i delikatną skalą, składającą się z chlorytu i często z nieco kwarcu albo feldspatu, z domieszczeniem żelaziaka magnetycznego, granatu, wapnospatu, staurolitu, promieńca i turmalinu.

3. Łupek talkowy jest łupkową, w dotknięciu i polysku tłustą, białą, szarą, żółtą albo zieloną talkową masą, zmieszaną często z kwarcem i łyszczykiem, lecz rzadziej z wapnospatem. Przypadkowe domieszczenia są: spat magnezowy, promieniec, granat, żelaziak magnetyczny, iskrzyk złocisty i t. d. — *Garnkożiec* (kamień garnkowy) jest łupkiem talkowym, ściśle zmieszonym z częściami żelaziaka magnetycznego; z niego robią dobre naczynia kuchenne.

4. Itakelumit. (Grés flexible) — ziarnisty i łupkowaty kamień; małe ziarenka kwarcowe są w nim połączone i otoczone talkiem i chlorytem. Podobny do łupkowego piaskowca, biały, szary albo żółtawy, w cienkich pokładach gibki; znachodzi się w Brazylii, gdzie tworzy złoża dyamentów.

5. Itabirył jest ziarnisto łupkowaty, ciemno barwny, kwarcem [biało uprążkowany kamień z Brazylii, składający się z łyszczyka żelazistego i z kwarcu; zawiera domieszczenia talk, promieniec, cyanit, żelaziak błyszczący i iskrzyk złocisty.

6. Łupek grafitowy jest łupkową mieszaniną łuskowatego albo ścisłego grafitu z kwarcem; jeżeli przystąpi feldspat, powstaje *gnejs grafitowy*. Znachodzi się w pokładach koło Passau i w Invernesshire.

IX. Kamienie kwarcowe.

Te kamienie składają się z samego albo przeważająco z krystalicznego lub brylcowego kwarcu, wietrzeją bardzo powoli i tworzą ziemię nieurodzajną, pokrytą bryłami i odtokami.

1. Krzemionoskał (kwarcyt) jest to ziarniste — ściśle, niekiedy dziurkowane, szare, czerwoniawe albo żółtawe skupienie drobnych całości kwarcowych, które więcej lub mniej ściśle są z sobą zrosłe. Ta skała jest zwykle masowa, lecz niekiedy przez blaszki łuszczykowe staje się łupkowatą; zawiera tu i owdzie domieszany turmalin, rutyl, łuszczyk i iskrzyk złocisty.

2. Łupek krzemienny (kamień lidyjski) jest popękanym, ścisłym, łupkowatym, szarym, czerwonym, brunatnym albo czarnym rogowcem, i często białe kwarcowe żyły przenikają go, a węgiel go ubarwia. Złam zadzierowy albo muszłowy; warstwy okazują niekiedy na poprzecznym złamie różne, żywe barwy. Płasko muszłowy, czarny lidyjski kamień służy złotnikom do próbowania złota i srebra. Koło Sztadbergen w Westfalii, na rozpadlinach zwyczajnego krzemienego łupka, znachodzi się malachit, znana ruda miedziana (miedniak), z której uzyskują miedź.

3. Rogoskał (krzemień) jest ściłą mieszaniną kwarcu z troczą feldspatu i nieco turmalinu. Barwa szara, brunatna aż do czarnej, złam drobno ziarnisty aż do zadzierowego; bardzo twardy, zwykle uwarstwowany; zawiera domieszany czarny łuszczyk, chloryt i brunatny granat; zwykle otacza granit, mianowicie w Harcu.

4. Kwarzec rzeczny i naciek krzemienny. Są to drobno ziarniste albo ściśle, często dziurkowane, twarde, niekiedy do chalcedonu podobne, białe, zielone albo żółtawe masy kwarcu, osadzone z gorących źródeł.

5. Łupek polerujący i łupek Ignący (trypla) jest masą kwarcową, cienko łupkowatą, białą, szarą albo żółtawą, ziemistą, prawie całkiem z pancerzy wymoczków składającą się.

6. Mąka krzemienna biała albo szara, ziemista albo mączna, całkiem z pancerzy wymoczków złożona, cienko łupkowata masa kwarcowa.

X. Kamienie wapienne.

Skały tej rodziny składają się po największej części z węglanowego wapna. Ich skłonność do wietrzenia jest rozmaita, a tem większa, im więcej ziemi ilowej zawierają. Dla tego młodsze wapna i margle łatwiej się rozkładają, niż dawniejsze i twardsze, i wydają lepszą ziemię.

1. Marmur albo **wapień ziarnisty**. Ziarnisty, do cukru podobny kamień, który często nieco węglanowej magnezyi przyjął, i ma rozmaitą ziarnistość i twardość. Zwykle jest biały, a na krawędziach prześwietlający; lecz niekiedy także żółtawy, szary, niebieski albo czerwoniawy. Do odmian grubo ziarnistych należy marmur z Paros, do drobno ziarnistych z Natolii, między nimi pośredniczy *marmur karraryjski*. W marmurze brekcyowym ułamki czystego marmuru połączone są masą marmurową zawierającą często *it*, chloryt albo łuszczyk; dla tego ta masa jest często odmiennie ubarwioną. Zwiertzenie działa bardzo powoli na czyste odmiany marmuru. Jako domieszkania znajdują się w nich topnik, łuszczyk, różne augity, kryształ górny, iskrzyk złocisty, grafit, węgloblusk i siarka. Marmur znajduje się zwykle w masie i przechodzi w łupiek łuszczykowy, w tak zwany cypolin, w węzowiec i wapień. Już w starożytności używano marmurów znajdujących się w trzech wspomnianych miejscach na dzieła rzeźbiarskie i w piękném budownictwie,

2. Wapień zbity nie okazuje krystalicznego złożenia, a domieszane są w nim zwykle *it*, magnezya, krzemionka, żelazek, tudzież manganec. — Białe i szare barwy panują; wszelakoż przez wodnian żelaza (żelaziak brunatny) barwy skłaniają się do żółtawej; przy węglanowem żelazie — do niebieskawej; przez żelazek — do czerwoniawej i czerwonej, a przez węgiel — do czarnej. Te ubarwione i po części bardzo twarde wapienie zowią także marmurem; a gdy piękną mają barwę i rysunek, używają ich na różne wyroby. We Włoszech

cenią wysoko tak zwany marmur czerwony „*rosso antico*“ Krzemionka nadaje wapieniom większą twardość, zaś ił ją zmniejsza. — Ścisłe i łuskowate wapno z węglem i na czarno ubarwione zowie się *antrakonilem* albo *lukullanem*, i ten przenikają niekiedy żyły wapnospatu. Węglowe bitumiczne substancje nadają wapnu ubarwienie ciemno szare aż do czarnego, a przez rozgrzanie lub tarcie rozwija się właściwy bitumiczny zapach; dla tego te odmiany nazwano *wapnem śmierdzącem*. — Jeżeli kamień przenikają jasno barwne okruchowce wapna i burospatu, wtedy przyjmuje wejrzenie brekcyowate; w właściwych brekcyach wapiennych czyli w *marmurze brekcyowym*, ostro krawędziste ułamki wapna leżą zwykle w masie wapiennej, ubarwionej odmiennie. Wapnienie są zwykle uwarstwowane, lecz gdy przejmą ił lub margiel, zmieniają się zawsze tylko w grubo łuskowate. Przez oddzielenie, wapno zamienia się w pręcikowate, także w skorupiaste, zresztą w ogólności pojawia się w rozlicznych postaciach.

3. Ikrowiec (wapień oolitowy) składa się z mnóstwa drobnutkich ziarn ścisłego wapienia, dochodzących czasem wielkości grochu. Te ziarna kuliste przechodzą niekiedy w ziarna wałeczkowate, bywają często wewnątrz skorupiasto oddzielone i najczęściej margłową masą połączone. W niektórych wapieniach oolitowych leżą małe kulki odosobnione w ścisłej masie wapiennej, nieco ciemniejszej. *Leopold Buch*, który wyjaśnił najtrafniej tworzenie się wapienia oolitowego, utrzymuje, że powstał przez wielki ruch połamanych muszli w wodach bardzo ogrzanych.

4. Tuf wapienny (martwica; *Rzecz*), **duksztyn**, **trawertyno** jest najczęściej dziurkowaty, wewnątrz mdły, w dotknięciu szorstki, dość czysty i rozmaicie ubarwiony wapień, który powstał przez osad z źródeł słodkich, wapno zawierających. W nim znachodzimy często szczątki obecnie żyjących roślin i zwierząt. — *Trawertyno* jest podobną masą koło Rzymu i Tivoli, i z niej wiele gmachów zbudowano

w Rzymie, n. p. koloseum. Także w Niemczech używają tufu wapiennego na materiał w budownictwie.

5. **Kręda** jest bardzo czystym węglanowym wapnem o złamie ziemistym, i zaledwo okazuje ziarnistość; składa się po największej części z ułamków skorup, małych mikroskopowych zwierzątek morskich. Często znachodzą się w niej spłaszczone krzemieniowe buły (nérki), odosobnione w warstwach poziomych. Kręda naturalna do pisania rzadko przydatna; w handlu sprzedawaną otrzymuje się przez sproszkowanie twardej i odpłókanie wodą, poczem się znowu czyste części zlepia. — *Kręda chlorytyczna* jest ziemistym, zielonawym wapieniem zmieszany z piaskiem i glaukonitem, krzemionkanem żelazika i potasku.

6. **Margle** są ścisłą mieszaniną węglanowego wapna i 20% — 60% ilu. Są miększe od wapienia, mają złam ziemisty, za chuchnięciem wydają zapach ilowy, a z wodą stają się niekiedy plastycznymi. Żelazek i wodnian żelaza nadają im barwę; często miewają domieszany także piasek kwarcowy, przezco otrzymują szorstką powierzchnię. Zwykle są łupkowato oddzielone i rozpadają się przez zwietrzenie tu i owdzie na małe kostki. Według rozmaitości domieszania, rozróżniamy margiel wapienny, margiel ilowy, margiel piaskowy i cuchnący; według złożenia: kamienie marglowe, łupki marglowe, ziemie marglowe i tufy marglowe. Łupki marglowe zamieniają się niekiedy w bardzo bitumiczne, a przez to barwią się na ciemno; jeżeli wtedy przystąpią rudy miedziane, powstaje *łupek miedzianny*, który dostarcza materiału kopalniom miedzi i srebra, tudzież hutnictwu w hrabstwie Mansfeld. — Margiel wapienny rozkłada się łatwo, dla tego używają go na polepszenie zimnej, ilastej ziemi.

XI. Dolomity.

Dolomity składają się z połączenia węglanowej magnezyi i węglanowej ziemi wapiennej, do których jak w wapieniu,

niektóre inne części składowe mogą przystąpić. Stosunek magnezyi do ziemi wapiennej jest bardzo rozmaity, dla tego stopniowe przejście dolomitu w ścisły wapień wcale nie jest rzadkie. Dolomity są zwykle łuskowato ziarniste, po części ścisłe, po części luźno ziarniste; okazują często na perłowo połyskującym złamie mnóstwo małych wydrążeń, obłożonych delikatnymi kryształami. Barwę mają białą, szarawą, żółtawą, albo jeżeli zawierają nieco żelaza, wtedy rdzawą. Przez bitumę dolomit nabywa podobieństwa do kamienia śmierzącego; przez ił zamienia się w margłowaty kamień; gdy przejmie węglanowy żelazik zamienia się niekiedy w brunatne żelaziste wapno. Dolomity pojawiają się po części w masie, po części wyraźnie uwarstwowane; ulegają zniszczeniu i wydają roślinności przyjazną, gliniastą ziemię. — Niektóre góry dolomitowe zawierają jaskinie godne uwagi. — Pewne odmiany dolomitu były już w dawnych czasach używane do robót rzeźbiarskich.

XII. Kamienie gipsowe.

1. **Gips** albo **siarczanowe wapno** znajduje się krystaliczny, cukrowato ziarnisty, słojujący, włóknisty, łupkowaty, ścisły albo brekcyowaty; jest biały, szary albo pstry; przez węgiel i bitumę także czarno ubarwiony i uplamkowany; czarny zowie się *gipsem cuchnącym*. Rzadko postrzegamy w nim wyraźne utawicenie, i owszem jest zwykle masowy albo słojujący, a wtedy mocno pokręcony albo pogięty. Gips zawiera często pojedyncze kryształy wydzielone, i niektóre minerały domieszane, także ił, i niekiedy ściśle jest połączony z węglanowem wapnem. Ta skała bywa nierzadko dziurkowatą, albo zawiera wielkie groty (jaskinie), które powstały przez wypłókanie nad przewodami często bardzo głębokimi, walcowatemi, prostopadłemi, na stopę szerokimi, jakie dziś często znajdujemy. Bardzo drobno ziarnisty, biały gips, zwany *alabastrem*, używany bywa na różne ozdoby; tymczasem

mniej czystymi odmianami częścią palonemi, częścią surowemi ulepszą rolę. Gips przepalony służy za zlepiec murowy.

2. **Bezwodnik** (anhidryt) czyli *gips bezwodny* znachodzi się ziarnisty albo ściśły, niebieski, szary, rzadziej biały, czasem do marmuru podobny; ił i margiel zanieczyszczają go i zawiera często ziarna albo masy soli kamiennej. Anhibryt zawierający krzemień, tak zwany *wulpinit*, można obrabiać.

XIII. Sól kamienna.

Sól kamienna jako masa skały znachodzi się ziarnista albo włóknista, najczęściej żółta, zielona, niebieska albo fioletowa, często iłem, talkiem i wapnem zanieczyszczona. Przez połączenie z iłem powstaje ił solny, który zwykle otacza pokłady soli kamiennej. Ta skała znachodzi się prawie zawsze z gipsem i anhidrytem, ale rzadko kiedy jest utawiconą.

XIV. Żelaziaki.

Czystejsze rudy żelaza znachodzą się rzadko w większych masach, ale najczęściej w złożach. *Spaty żelazne* bywają zwykle zanieczyszczone iłem, krzemionką, ziemią talkową albo węglem; są niekiedy oolityczne, biało szare, żółte, brunatne albo czarne, i znachodzą się w niektórych formacjach, n. p. węgla kamiennego w podrzędnych pokładach, jakoto *żelaziak kamionkowy bulasty* (Fer oxyde carbonate concrectionné-mamelonné), *żelaziak ilasty* i *żelaziak węglowy*.

Żelaziaki brunatne znajdujące się pokładami, są zwykle z iłem zmieszane i mają oolityczne złożenie, niekiedy także przez pożary węglowe zamieniły się w pręcikowate. *Grochowcowe* i *soczewkowate żelaziaki* także tu należą; również *żelaziak łączny* czyli *darniowy*, po części najmłodsze utwory. Te żelaziaki, znachodzące się w pokładach, są nierównie znaczniejsze pod względem uzyskiwania żelaza, niż znajdujące się w złożach, i z nich otrzymuje się nierównie większa ilość żelaza.

XV. Węgle.

Wszystkie węgle w pokładach i w skałach warstwowych są w ten sposób rozdzielone, że antracyt (węglobllysk, węglowiec) leży w najdawniejszych masach skał, węgiel kamienny w formacji tejże nazwy i w młodszych warstwowych skałach, zaś węgiel brunatny w skałach formacji trzeciorzędowej; nakoniec masy torfowe leżą na formacji najmłodszej, co większa nawet jeszcze obecnie powstają. Zdaje się, że węgle tém bardziej utraciły ślady swego roślinnego pochodzenia, im dłuższy czas leżały w ziemi. Te wszystkie mineralne materyały palne uzyskujemy, i używamy ich częścią surowo, częścią zwęglone do opalania albo oświetlania.

B. RÓŻNORODNE SKAŁY.

XVI. Zlepience (konglomeraty).

Według rozmaitości połączonych odtoków skał pojedynczych albo mieszanych, i rozmaitej własności lepiszcza, można odróżnić znaczną liczbę skał zlepiencewatyeh. Wskażemy tu różnicę ważniejszych:

1. **Zlepience żelazisty** składa się z kawałków kwarcu i innych kamieni, połączonych przez wodnian żelaza (żelaziak brunatny). Tu należy najwięcej żelaziaków darniowych.

2. **Zlepience granitowy** składa się z okruchów granitu, w których feldspat zwykle jest roztworzony, i które ilowem, żelazistem lepiszczem połączone są często w czerwono brunatną masę nieuwarstwowaną, twardą, niekiedy kwarcem lub chalcedonem przeniklioną. Tu należą także syenitowe i zieleńcowe zlepience.

3. **Zlepience porfirowy** składa się z ułamków porfiru więcej lub mniej rozpuszczonego, które ze sobą i z innymi kawałkami kamieni zlepione są zwykle czerwono brunatną masą, czasem przez roztworzony feldspat

biało uplamkowaną. Ten kamień niezbyt twardy, nabywa twardości przez substancją krzemioną, i jeżeli jest dziurkowaty albo żuźłowaty, obrabiają go na kamienie młyńskie, jak n. p. w Krahwinkel w lesie Turyngskim.

4. Zlepieniec iłu żelazistego składa się z rozmaitych kawałków kamieni, mianowicie z granitu, gnejsu, porfiru, kamieni używanych do zaprawy wielkich pieców i feldspatu, połączonych brunatno czerwonym żelazistym iłem.

5. Szarowaka (tromat) składa się najczęściej z zaokrąglonych, i tylko rzadko ostro krawędzistych kawałków kwarcu, z łupka krzemionego, łupka ilastego, z granitu i innych kamieni, często połączonych w piaszczystą masę ilastego łupka. Ta skała ma rozmaite ziarno, a niekiedy takie wejście, jak gdyby grubsze odtoki drobniejszymi połączone były. Barwa szara, niebieskawa, także i od węgla zaczerwioną, a często przez żelazek zaczerwienioną. Rozróżniamy pospolitą, drobno ziarnistą i łupkową szarowakę, tudzież łupkę szarowakową ściśle zmięszaną, który z czasem w łupkę iłową przechodzi i zaledwo od tegoż odróżnić się daje. Przypadkowe domieszkania są: węgloblysk, dziegiec ziemny, litomarga, wapnospat i burospat. Ziemia z rozkładu szarowaki utworzona jest zimna i dosyć nieurodzajna; można ją użyć tylko obfitym gnojem. Twardej szarowaki używają w budownictwie.

6. Zlepieniec krzemionny składa się z kwarcu i okruchów łupka krzemionego, zlepionych krzemionem, białawem lepiszczem. W *rumolepie* (puddingu) krzemień połączony jest kwarcem. *Ruda piaskowa* jest to zlepieniec krzemionny, kruszonośny, i zowie się także *białem* albo *zielonem martwo leżącym*.

7. Nagellu. W tej skale kamyki stoczone i okruchowce rozmaitych wapieni, rzadziej szarowaki, porfiru i t. d., niejednakowej wielkości, zlepione są wapnisto piaszczystym kitem. W przedalpejskich górach Szwajcaryi nagellu tworzy potężne góry.

8. **Zlepieniec trachitowy** składa się z trachitu i podobnych kamieni, połączonych drobnoziarnistym lepiszczem tego samego gatunku. Tu należą także *peperyno*, *tuf pauzylipowy*, *tuf palagonitowy* i *tras* (tuf reński). Tego ostatniego używają z wapnem gryzącem na wodny zlepiec.

9. **Zlepieniec bazaltowy** powstaje z kawałków bazaltu, dolerytu albo porfiru augitowego, połączonych delikatnym lepiszczem tego samego gatunku. Jeżeli lepiszcze przeważa i części zlepione są drobne, wtedy kamień zowie się *tufem bazaltowym*. W okolicach wulkanicznych znajdujemy także zlepieńce lawy i pumexu.

XVII. Piaskowce.

Piaskowce są skrzepem drobnych albo delikatnych, dość jednostajnych, najczęściej niewyraźnie graniastych, rzadko skryształizowanych kwarcowych ziarn. Jeżeli przy ilasto krzemieniem lepiszczu nabyły łupkowatości przez domieszanie blaszek łuszczykowych, zowią się *psamitami*; jeżeli oprócz kwarcowych zawierają mnóstwo feldspatowych ziarn, a najwięcej ortoklazowych i zwykle bardzo krzemienne mają lepiszcze — *arkozami*. — W Szwajcaryi najczęściej zielonawy *molas*, drobnoziarnisty nagelflu, ma lepiszcze z wapnospatu, a tu należy także nieco twardszy *macigno* z wyższych Włoch. — Od lepiszcza zależy mnóstwo rozmaitych piaskowców, którym nadano różne miana; rozróżniamy: piaskowiec kwarcowy, margłowy, wapienny, talkowy, żelazisty, żelezisty, zielonawy, asfaltowy i węglowy, które dokładniej opisywać nie ma potrzeby; — później je poznamy. Piaskowce łupkowe, w których przeważa lepiszcze, niszczej się łatwo i tworzą kożystny grunt, jeżeli zaś lepiszcze jest kwarcowate albo gdy znacznie ustąpi, wtedy powstaje grunt wcale niekorzystny.

XVIII. Kamienie iłowe.

Te kamienie powstały jeszcze przez większe zniszczenie dawniejszych skał, których części mieszaniny w proszek

zamienione, bez lepszca znowu się tu połączyły w masy po części bardzo ściste, tymczasem inna część tych materiałów leży razem luźno. Najgłówniejsze są:

1. **Łupek ilasty** (iłołupek) składa się z iłów stwardniałych, lecz równie jak one ma skład i pochodzenie rozmaite. Jest ścisły, najczęściej czarniawy, żółknieje albo czerwienieje przez zwietrzenie; wyraźnie uwarstwowany, na płaszczyznach przelupu połyskujący. Składowemi częściami są: ziemia krzemionkowa, iłowa i talkowa, żelazek, potasek, węgiel i woda. Opiera się bardzo długo wpływowi atmosferyliów; płody jego zwietrzenia tworzą ił. Rozróżniamy następujące gatunki łupka ilastego:

a) *Łupek dachowy*; — krystaliczny iłołupek, posiada łupliwość nadzwyczajną, która jednak z utwórciem nie bywa równoległą. Barwa zielonawo albo niebieskawo szara, rzadko biaława i na płaszczyznach przelupu połyskująca, lśniąca, połysk jedwabisty albo perłowy. Części mieszaniny zdają się być minerałem chlorytycznym, łyszczykowatym i kwarcem, które niekiedy wydzieliły się w cienkich pokładach albo w większych masach. Najważniejsze domieszkania są: iskrzyk złocisty, żelaziak magnetyczny, feldspat, łyszczyk, hornblenda i granat. Łupek dachowy powstał prawdopodobnie z zwyczajnego iłolupka przy wpływie plutonicznym. Czyszciejszych, czarnych gatunków używają na tablice do pisanja i rachowania; mniej czystych, lecz łatwo łupliwych odmian — na pokrycie dachowe.

b) W *łupku ilastym zwyczajnym* mikroskopowe łuski łyszczykowe, ziarna iłowe i kwarcowe są połączone w jednorodną masę. Płaszczyzny przelupu mniej połyskują niż w łupku dachowym; przez zwietrzenie rozpada się nierzadko w małe, rombiczne, ostro krawędziste albo długie równoległe leżące, laseczkowate kawałki; miewa także niekiedy złudne utwórcie. Często trudno odróżnić go od dachowego, w który przechodzi, tudzież w łupek szarowakowy.

c) *Łupek szlifierski* jest ścisły, niewyraźnie łupkowaty, żółtawo biały, szary albo zielonawo szary; przez znaczny przybytek krzemienia nabył pewnej szorstkości i ostrości; dla tego można go użyć na kamień ostrzący.

d) *Łupek alunowy* jest itołupkiem zawierającym wiele węgla i iskrzyka złocistego; czarny, często połyskujący, muszłowaty albo pokręcony i wieloma płaszczyznami otarcia poprzerzynany. Przez zwietrzenie albo zardzewienie powstaje w nim siarczanowa ziemia itowa, którą się ługuje, dodaje się siarczanowego potasku, a potem przez odparowanie uzyskuje się alun.

e) *Łupek pisarski* albo *czarna kręda* jest czarnym łupkiem ilastym, zawierającym wiele węgla; dla tego farbuję i pisze. Jest ziemisty, mdły, miękki, w kresie nieco połyskujący i niedoskonale łupkowaty. Używają go do rysowania na papierze i drzewie.

f) *Łupek węglowy* albo *palny* jest to itołupek zmieszany z łyszczikiem i piaskiem, przenikniony węglem; jest ścisły i ziemisty; na płaszczyznach utawicenia znajdują się odciski roślin. Do łupka jest tak wiele węgla domięszanego, że podpalony, ciągle się pali.

g) *It łupkowy* jest łupkowatym, ścisłym i ziemistym item, zmieszany najczęściej z łyszczikiem i piaskiem. Złam ziemisty; jest szary i czarniawy, wsiąka wodę, rozpada się w listki na powietrzu i zamienia się powoli w it plastyczny. W młodszych warstwowych skałach nierzadki.

Najwięcej gatunków itołupka bardzo zwietrzeniu podlega i tworzy ilasty albo gliniasty grunt, w ogóle roślinności przyjazny. Dawniejsze, ciemniejsze itołupki rozgrzewają się od promieni słonecznych, i dla tego przysparzają roślinowanie wina, jak się to okazuje n. p. nad Renem.

2. It garncański albo **it plastyczny** składa się prawie z 50% ziemi krzemionkowej i 25% ziemi ilastej. Jest ziemisty; rozmiękczonej wodą, daje się upostacić, lecz utracą tę własność przez mocne rozżarzenie. Rozróżniamy

według barwy i czystości kilka odmian, a używa się go na garnki, tygle, fajki, fajans i porcelanę.

Ziemia suknowalska jest item zawierającym nieco magnezyi; wsyssa chciwie tłuścioć, jest mniej plastyczna, rozpada się w wodzie w luźną kupę; — służy do wałkowania sukna.

3. Głina i glina piaskowato marglistą (Löss nad Renem) są itami albo wapnami zmieszanemi z piaskiem i żelaziakiem brunatnym; są ziemiste, żółte albo brunatno żółte, rozmiękcniają się z wodą. —

Żółcianka jest item, który przyjął tylko żelaziak brunatny i używają jej jako farby.

XIX. Kamienie luźne.

Kamienie luźne pochodzą także z zniszczenia dawniejszych, a odróżniamy następujące ich odmiany:

1. Ssep składa się z luźno leżących, najczęściej ostro krawędzistych okruchów dawniejszych skał, u podnóża stromych stoków. Jeżeli przystąpi lepiszcze, powstaje brekcya.

2. Żwir i odtoki składają się z okruchów skał zaokrąglonych w wodzie, luźno na sobie i obok siebie leżących, tak zwanych kamyków stoczonych, jakie unosi z sobą każda woda górską i tam odkłada, gdzie koryto spłaszczyło się. Połączone zlepem tworzą konglomeraty.

3. Piasek składa się z luźnych kwarcowych ziarn, pochodzących najczęściej z zwietrzenia piaskowców. Rozróżniamy piasek czysty, żółty, biały, ilasty, marglisty i wapnisty; następnie piasek żelazisty, granatowy, augitowy, łyszczkowy, muszłowy, złoty, szlachetny i t. d. Piasek żelazisty, tak częsty n. p. w Nowej Holandyi, zawiera kawałeczki żelaziaka magnetycznego i żelaza tytanowego; tak zwany szlachetny — zawiera granaty, cyrkony, szafiry i spinele; piasek złoty zawiera także żelazo tytanowe i platynę.

4. Gruzowisko powstaje z części mieszaniny jakiej skały leżących razem luźno, i tak n. p. gruzowisko granitu, wapienia, bazaltu i t. d.

XX. Ziemie rolowe albo ogrodowe.

Są to mieszaniny piasku, odtoków, kamyków stoczonych i części ziemistych, składających się głównie z krzemionki, wapna i talku, z żelazków i manganeków, z soli potaskowej i z sody, z wody, powietrza, próchnicy, kwasu próchnicowego i z substancyj zwierzęcych.

a) *Grunt piaszczysty* składa się głównie z ziarn kwarcowych; nie przepuszcza wody, wysycha szybko, jest ciepły i tylko wtenczas urodzajny, gdy mu się wodę ustawicznie doprowadza.

b) *Grunt wapnisty* składa się głównie z części wapiennych, z którymi jednak zawsze zmieszane jest nieco piasku i ilu; często grubo ziarnisty, jasno szary albo żółtawy; przyciąga wiele wody, lecz nie nabywa przez to plastyczności, wkrótce znowu wysycha, i wtedy kruszeje i pyłkowacieje. Niebardzo urodzajny.

c) *Grunt ilasty* składa się z ilu, lecz ten często zmieszany z częściami wapna i ziarnami piasku. Ma zwykle ciemną barwę, wsysa wiele wody, przezco staje się plastycznym, rozdziera się przy wyschnięciu. — Niekorzystny grunt rolowy.

d) *Grunt marglisty*—wapno i ił są w różnych stosunkach zmieszane; wsiąka chciwie wodę, lecz zatrzymuje ją długi czas. Przy wyschnięciu dostaje szcze!in, a gdy ma nieco piasku domięszanego, wtedy sprzyja roślinowaniu.

e) *Grunt gliniasty* składa się z piaszczystego, żelazistego ilu, który zawiera zwykle także wapno. Barwa żółtawa; wpija wodę, przezco staje się plastycznym i zatrzymuje ją w sobie przez długi czas. Przy wyschnięciu nie rozdziera się i sprzyja roślinowaniu.

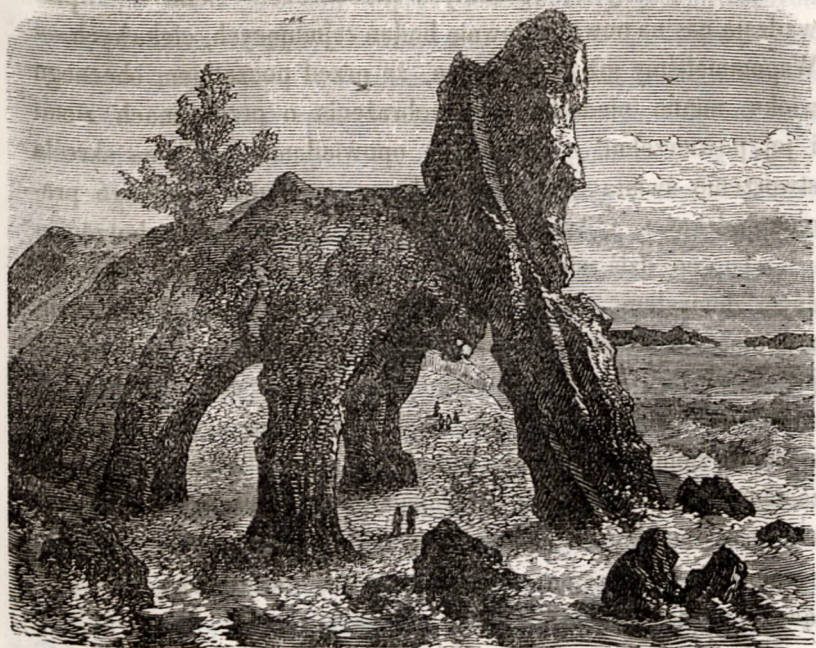
f) *Grunt próchnicowy* w ogóle zawiera 2% do 3% próchnicy. Ciemno szary, brunatny albo czarniawy; przyciąga wiele wody, staje się przezto namułowym i gębczastym, wysycha zwolna, lecz przy tem mało się ściąga; pyłkowacieje i jest bardzo urodzajny.

Te wszystkie odmiany gruntów zależą od skał niemi pokrytych; ponieważ prawie zawsze przez rozkład albo przemianę kamieni powstają. Można zatem często z jakości gruntu i kamieni na nim luźno leżących wnosić z pewnością, jakie skały pod nim się znajdują.

Stanąwszy u kresu wędrówki, postrzeżemy bez wątpienia ważność poprzedzających badań w późniejszym wykładzie. Lecz nim przystąpimy do nowych poszukiwań, zatrzymamy się tu jeszcze chwileczkę, jak ów podróżnik—wyobrażony poniżej—który podziwia te pnie olbrzymie, niby wmurowane w skałę, i zdaje się pytać: *Jakim sposobem te pnie dostały się tu?* — Wszystko to należy do tajemnic dawnego, skalistego świata. — Dla tego raczy czytelnik puścić się z nami na nową, nieraz może i trudną do przebycia drogę; a że to chętnie uczyni — nie wątpimy, bo po spoczynku praca pożądana. —



Kopalne pnie.



Wyplókania w skalistym wybrzeżu Tsukara.

TRZECI ROZDZIAŁ.

Przeobrażenia powierzchni ziemskiej.

Woda kroplami kulistej postaci.
 Rolę i szopę — cały świat zhogaci.
 Osiedzie rosą, deszczem spadnie z chmury.
 Wyłłobi skały, pouwozi góry.
 Gradem wybije ciężkiej pracy plony.
 Pokryje śniegiem lasy i zagony.
 Zalegnie góry, stawy, rzeki lodem.
 Powita ziemię i pożegna chłodem —
 Zleje się w źródła, strumyki i rzeki,
 Spłynie do morza, w kraj niski, daleki,
 Zabierze z sobą lekkie cząstki ziemi,

Odtoki, żwiry z piaskami luźnymi.
 Które w niżyny daleko nanosi.
 I tym sposobem grunt zwolna podnosi.
 Tam znów na morzu bez przerwy faluje,
 Skały, wybrzeża zwolna odpłókuje —
 A choć tu owdzie zniszczenie sprowadza,
 Jednakże twórcza przemaga jej władza.
 Więc i ta woda nie niszczy, lecz tworzy,
 I jak krew ciało — odżywia świat boży.
 A taką władzę Stwórca wodzie nadał,
 Aby w niej nawet pyłek nie przepadał...

Opuściliśmy dziedzinę ważną dla czytelników miłujących naszą umiejętność. Badaliśmy najdawniejsze pomniki przyrody, w obec których czterdziestowiekowe piramidy Egiptu istotnemi są niemowlętami. — A teraz owe miliony lat — zgrzybiałe

świadki rozmaitych, ogromnych przeobrażeń ziemi — wprowadzają nas na nową widownię badań zajmujących, ciekawych. — Wspomnieliśmy już kilkakrotnie, że przed początkiem obecnego wieku miano niedokładne wyobrażenia o przemianach ziemi i jej powierzchni. — Wzniosłe opowiadanie Ś. Pisma skreśla stworzenie świata, potop grzechowy, ocalenie drugiego praojca ludzkości, i wskazuje rozległość ówczesnych zaburzeń.

To, co dziś wiemy o stworzeniu ziemi, nie jest bezzasadnym domysłem, lecz ma umiejętne znaczenie. Tymczasem niewolno nam przypuszczać, że to wielkie pytanie rozwiązano już niezbitcie; bo są na ziemi i na niebie cuda, o których może i nie przyszło się nam. Wskazaliśmy już ogólne fizyczne stosunki ziemi i materiały składające jej skorupę, — teraz zastanowimy się nad jej przemianami i zaburzeniami; wszelakoż przestaniemy tu na skreśleniu tylko ogólnego zarysu owych ogromnych wydarzeń w całości, na skreśleniu obrazka uobecnającego przeobrażenia ziemicy. —

Zastanowiwszy się nad środkami następczającymi się w opisywaniu owych przeobrażeń, przekonamy się, że niemając naocznych świadków, którzyby nam skreślili ówczesność, możemy tylko z terażniejszości wyprowadzić zjawiska; bo i dziś jeszcze przyroda rozrządza temi samemi potęgami jak przed wielu tysiącami lat; a choć się to dzieje powoli i nieznacznie, a zatem na pozór inaczej — wszelakoż prawa przyrody nie zmieniły się. Podstawą naszych wiadomości o dawniejszych przeobrażeniach jest więc badanie terażniejszości, za pomocą której możemy skreślić obraz upłynionych okresów. Jeżeli zaś ta obecność nie wyrównywa minionej przeszłości, szukajmyż podobieństw, które tem bardziej do prawdy zbliżą się, im bardziej porównać się dadzą z ogólnemi prawami i obecnemi zjawiskami przyrody. Takie dostrzeżenia, oparte na prawdopodobieństwie, zowią się *hipotezami*; a te odegrają zawsze ważną rolę — w geologii; i im dalej w przeszłość nasze badania sięgają, tem bliższą prawdy jest hipoteza. — Wszystkie ludy — starożytne i nowożytne — utworzyły sobie różne wy-

obrażenia o przemianach ziemi; znachodzimy je w różnych księgach, n. p. Hindus, Chińczyków, nawet w podaniach plemion Indyjskich. — Wszystkie te podania dają się odnieść do dwóch głównych potęg, których różnicę wskazują nazwy: *neptunizm* (działanie wody) i *wulkanizm* (działanie ognia.)

Według nauki *neptunistów* (zwolenników teorii o działaniu wody), ziemia była na początku mieszaniną wody i stałych utworów; te ostatnie zostały z czasem osadzone i uwarstwowane, zaś później stwardniały przez odparowanie. Te osady trwały ustawicznie, aż masa obu utworów wyczerpała się. Według tej nauki mogły wszystkie składowe części ziemi, w wodzie nierozpuszczalne, opaść odpowiednio swojej ciężkości w chaotycznej mieszaninie w ten sposób, że najcięższe legły najpierwej w około stałego jądra, tymczasem lżejsze i najlżejsze po nich kolejno następowały. Jądro stałe powstało przez skryształizowanie materij pierwszej rozpuszczalnych w wodzie, lecz te później swoją własność rozpuszczalności utraciły. — Tak wyjaśniali neptuniści powstanie gór i uwarstwowanie ziemnych, składowych części w ich podnóżach aż do równin, któremi nakoniec otoczone są wszystkie góry. Pozostała woda zajęła wówczas najniższe stanowisko, a gdy później parowanie i osad z atmosfery utrzymywały się w wzajemnej równowadze, powierzchnia morza nie zmieniła się przez wszystkie następne czasy.

Hipoteza neptunistów polegała na różnych wypadkach, które jej za podstawę służyły.

Równiny okazują wprawdzie wszędzie warstwowy osad swoich części składowych, i te warstwy nietylko w ogóle prawie wszędzie powtarzają się, lecz w tymże samym porządku jedne po drugich następują; a chociaż tu i owdzie nie ma jakiej pojedynczej warstwy, wszelakoż prawidłowe ich ułożenie jest wszędzie to samo. Lecz własności warstw przemawiają także za ogólnymi osadami z wód; albowiem po największej części one posiadają wybitne cechy, które jeszcze podziśdzeń w *osadach* dostrzegamy. — Substancje tych

warstw są bardzo rozdrobnione albo ziemiste, a ich spistość ma różne stopnie; ztąd różna ich ścisłość i różna twardość. Masa składa się zawsze po części z czystego, tudzież z ziarnami kwarcowego piasku ściśle zmieszanego ilu albo piasku, po części także z piaskowych ziarn więcej lub mniej przeważających. Pojedyncze warstwy są znowu jużto cieńsze, już grubsze, i przechodzą w najdelikatniejsze upłytywanie; a w tym razie powstają ilaste, wapienne albo mieszane *łupki*. — Jeżeli przeto w tych wszystkich utworach znajdziemy cząstki organizmów, które tylko w wodzie żyć mogły, wtedy możemy przypuścić, że takie warstwy są z wód strącone (osadzone), i że w czasie ich tworzenia organiczne jestestwa w wodzie już żyły. — Choć te cząstki, w ogólności skamieniałościami zwane, pochodzą od zwierząt lądowych, przecież dowód zostaje niezbity, albowiem żadna organiczna substancja — nawet wapienna — nie jest ogniotrwała; a zatem warstwy z skamieniałościami nie mogły być nigdy roztopione, ale tylko rozpuszczone w wodzie albo z nią zmieszane. — Nadto skamieniałości zwierząt lądowych wskazują, że podówczas ląd stały już istniał; następnie, że ziemi nie mógł pokrywać jeden całolity Ocean, lecz że później rozlał się po tej części lądu.

Ależ nasza ziemia składa się nie tylko z samych warstw, i owszem największa jej część jest krystaliczną albo brylcową. — Kamienie składające się z jednorodnej substancji zowiemy *krystalicznymi*; te mają wewnątrz stale ułożone, przelupowe płaszczyzny; i w tymże kierunku kryształowy można łupać. — Największa liczba krystalicznych kamieni jest więcej lub mniej przezroczystą, zaś kamienie ziemiste są nieprzezroczyste. — Wszystkie kamienie nieziemiste i niewyraźnie krystaliczne, zowią się *brylcowymi*, nie mają płaszczyzn przelupowych, ani są drobno ziemiste, ani łupkowate; dla tego nie można je poczytać za mechaniczne osady z wód; a że — jak wspomniono — skamieniałości wcale nie zawierają albo tylko w pewnych okolicznościach, więc można wnosić, że te kamienie powstały sposobem sprzeciwiającym się istnieniu organi-

zmów; albowiem drugie przypuszczenie, że wczasie powstania krystalicznych skał nie było stworzeń organicznych — jest nieprawdopodobne. — Wszakże krystaliczne albo bryłcowe kamienie znajdują się w wielu miejscach w owym czasie osadzone, gdy już żyły organiczne stworzenia. — Następnie, skoro te wszystkie krystaliczne albo bryłcowe kamienie znajdują się także w miejscach głębiej leżących, niż wszystkie osady wodne, a przecież podobne są do leżących nad warstwowymi, osadowymi, więc jest wielkie prawdopodobieństwo, że te masy były *zarząco płynne*. Jakoż to samo przypuszczamy obecnie także we wszystkich podobnych materjach z taką pewnością, jak pochodzenie wodne warstwowych skał, zawierających skamieniałości. Powyższe skazówki usprawiedliwiają przeto *wulkanizm*, równie jak warstwowe skały — *neptunizm*.

Zastępcy wulkanistów twierdzą, że zrazu ziemia była *zarząco płynną*, roztopioną masą, a nawet może w postaci pary, i że z czasem przez powolne ostudzenie na powierzchni stężała. — Usiłują to udowodnić obecnie czynnymi wulkanami i zgodnością ich mas wybuchowych z skałami krystalicznymi i bryłcowymi, które nie zawierają skamieniałości; tudzież tem, że temperatura w głąb ziemi się wzmaga, i że ciała niebieskie układu słonecznego jeszcze częściowo są w postaci pary i mają różne stopnie ścisłości. Wulkanista wychodzi zatem z tego stanowiska, że ziemia była zrazu tylko w stanie *zarząco płynnym* i przypuszcza, że w około takiego jądra powstały wszystkie inne masy; następnie, że warstwowe osady ostudzonych substancyj i nagromadzenie jednych nad drugimi nastąpiły według praw ich gatunkowej ciężkości; i przyznaje, że warstwowe pokłady, które zawierają skamieniałości, należy uważać za osady z pierwotnego morza, które jako leksze rozlało się po ziemistej albo kamienistej skorupie. — Nakoniec, wulkanista twierdzi, że krystaliczne i bryłcowe skały nie były utworzone już przed osadem warstwowych, lecz że w stanie roztopu poprzedzierały je i wydobyły się na wierzch, a nawet rozpadliny pozapełniały. — Owe wydzwignięcia dały początek

suchemu lądowi, a warstwy przybrały strome położenie. Ta okoliczność zadała neptunistom wielkie trudności.

Czytelnicy, którzy mieli sposobność badać stosunki powierzchni ziemskiej, postrzegą, że naturalniejszym jest zdanie wulkanistów. Musimy wprawdzie przypisać wodzie ważny udział w przeobrażaniu ziemskiej powierzchni i przyznać, że więcej upostaciąła i wzorowała niż element stały; wszelakoż wypada poczytać wulkanizm za pierwsze źródło i za pierwszą przyczynę wszelkich przeobrażeń ziemskich; a do tego zdania skłaniają się najznakomitsi badacze przyrody. Przypatrzmyż się teraz jaki stosunek zachodzi między tem założeniem i te-
różniejszością. —

A.

Terazniejsze mechaniczne działanie wody, badane w rzekach, jeziorach i morzach; powstanie osadów.

Działanie wody jest dwojakie: *mechaniczne* i *chemiczne*.— Woda działa mechanicznie przez odpłókania albo naniesienia (osady), w ogólności swoim ruchem; zaś chemicznie — rozpuszczając substancye, dozwala ich cząstkom w roztworze nawzajem oddziaływać, i wydziela jedne albo drugie, nareszcie wszystkie tym sposobem, że paruje albo też ulatnia się przez parowanie przy wyższych stopniach gorąca. Te wszystkie działania wody postrzegamy jeszcze obecnie na powierzchni ziemi.

Mechaniczne działanie wody jest właściwie główną potęgą w obecnych przeobrażeniach, bo wywiera wpływ na najtwardsze skały. Z dachu spadające krople wyżłobią z czasem przy fundamentach domów leżące płyty kamienne; a mniej już wyżłobią płyty granitowe, zaś najmniej twardo wypalone cegły. Jeszcze wybitniej postrzegamy władzę odpłokującą na rynwach, w których woda z dawiendawna poruszała się; tudzież że czysta woda słabiej skutkuje, niż unosząca piasek i krzemień, a to w ten sposób, że ziarnka piasku i t. d. zdolają rynwę coraz dalej i głębiej ścierać, a tymczasem znowu

same trą się nawzajem i o ściany rynwy. Lecz ten skutek trwa tylko tak długi czas, dopokąd woda płynąca ma spadek; jeżeli zaś grunt ułoży się do poziomu, wtedy woda stanie spokojnie, a stałe cząstki w niej unoszące się opadną na dno, cięższe prędzej, lżejsze powolniej i później. — Takie skutki wody można po każdym deszczu widzieć na ulicy. — Na tem polega mechaniczne jej działanie i tym sposobem powstają osady. —

Rzut oka na rzeki stwierdza to działanie. — Strumyki, rzeki, a raczej wielkie rzeki unoszą z sobą odtoki lub też od skał oderwane okruchy rozmaitej wielkości, zmieniają je, zmieniają grunt którejdy płyną, zmieniają morze przy swoich ujściach. Uniesione bryły mają jeszcze naroża z początku biegu rzeki, lecz z czasem ocierają się i przybierają postać tarczowatą, kulistą albo jajowatą, jak to widzimy na równinach. — Podczas topnienia śniegu i lodu i tam, gdzie koryta rzek mają znaczny spadek, bryły kamienne na 2—3 stóp wielkie, a nawet i większe, zostają uniesione poczęści własnym ciężarem, poczęści siłą wody, i zatrzymują się w równinach. — Gdzie spadek wody się zmniejsza, a zatem i jej chyżość i siła, tam ciężkie masy osiadają i tworzą niekiedy tamę, przed którą woda się piętrzy, nakoniec tę zaporę przedziera albo unosi. — Tym sposobem kamienne bryły dostają się na równiny, i częścią przez własny ruch, częścią przez ustawiczne tarcie ogładzają się. — W równinie woda unosi tylko mniejsze odtoki, n. p. krzemienie, piasek, z których się składa koryto wszystkich rzek, które nie płyną po czyściejszych i twardszych pokładach. Barwa wody rzek bywa rozmaita według własności gruntu, którejdy płyną, albowiem woda odpłókuje ustawicznie cząstki ziemi, i rozdrobnione z sobą unosi. — I tak n. p. można odróżnić czerwoną, gliniastą wodę Menu od ciemno barwej wody Renu od Moguncyi aż do Biberach. Najdrobniejsze cząstki ziemiste nie spoczywają nigdy w wodach rzek, i dopiero wówczas, gdy się do morza dostaną, ustaje ich ruch, a następuje inny. — Z takiego to materiału po-

wstają tak zwane *delty* (przyspy, naspy) i *mielizny* (bancs et plages) przy ujściu rzek, albo przed niem, przezco właściwe ujście zmienia się i coraz bardziej posuwa się w morze. — Które z tych zjawisk ma nastąpić, to zależy po części od masy ziemi niesionej do morza, po części od morza i jego falowania; co znowu zależeć może od wiatrów panujących albo od prądowania. — Objaśnimy niektórymi przykładami tworzenie się *delty*, tak zwanej dla jej postaci trójkątnej.

Nil — ten olbrzym między rzekami — którego peryodyczne wylewy już od 4000 lat zwracają uwagę, poświadcza przeobrażenia gruntu w tych miejscach, gdzie biją jego fale. Żadna z wielkich rzek nie ma tak mało dopływów, żadna nie płynie tak wąską kotliną. — Oba ramiona Nilu, połączywszy się i opuściwszy wyżynę Meroe, płyną dalej tylko jednym ramieniem przez ciasną, skalistą dolinę Nubii, a masa wody, przerzucająca się dziesięć razy w tejże dolinie przez upłazowate ściany skał przerzynających jego łożysko, przypływa pod Syeną w dolinę Egiptu. Aż dotąd towarzyszy mu granit, następnie płaskowzgórze piaskowcowe, a i tu dolina częściowo jest jeszcze wązka i potem dopiero rozszerza się na dwie mile i kończy się powyżej Kairu, gdzie łańcuch Libyjskich gór zwraca się od północnego zachodu ku wybrzeżu, zaś łańcuch Arabski prawie prostokątnie na wschód do Czerwonego morza. Oba te łańcuchy, tworzące kąt o 140 stopniach, w którym rzeka się rozszerza i kilkoma ramionami przerzyna ziemię, zniżają się upłazowato ku równinie, i jeszcze w bliskości spadku poprzerzynane są poprzecznymi, wązkiemi dolinami, w których odtoki i inne ślady wskazują dawniejszy stan wody. —

Już *Herodot* uznał całą dolinę Nilu za utwór tej rzeki, zalewającej swoje brzegi rokrocznie. — Są to zjawiska, które i w innych rzekach dostrzegamy, n. p. w północno niemieckich, chociaż nie tak regularnie. Przyczyną wylewu Nilu są trwałe deszcze podczas letowej pory, które zwilżają wysoczyzny Abisynii. Te deszcze powstają z wyziewów morza Śródziemnego

zapędzonych przez gorąco puszczy Sahary w głąb kraju aż do gór wysokich, potem obiegają tam ich wierzchołki, gęstnieją, a w zimniejszych warstwach powietrza zamieniwszy się w wodę, spadają; dla tego rzeka wylewa. To następuje z początkiem Lipca; do końca Września stan wody podnosi się na 18 do 22 stóp. Z czasem cała dolina aż do podnóża pasm gór jest zalana; z końcem Października woda wraca do dawnego stanowiska, opada wtedy powoli, i z początkiem Czerwca stoi znowu najniżej. — Wtedy woda jest dość czysta i jasna, lecz podczas przybywania barwi się czerwoniawo przez drobne cząstki ziemi uniesionej z miejsc wyższych. — Kędy powoli płynie i po obszernej równinie rozlać się może, albo gdzie sztuczne tamy wstrzymują jej bieg po równinie, tam osadza części uniesione. — Skoro więc później powróci do swego koryta, zostawia w czasie powodzi utworzoną osadową warstwę piasku, na której leży czerwoniawy muł, przez co się grunt corocznie podnosi; łąd nabywa coraz więcej miąższości, dolina ustawicznie się spłaszcza, ale stosunek rzeki do brzegów zmienić się nie może, ponieważ dno łóżyska także się podnosi. — Woda Nilu obficie z piaskiem i z mułem zmieszana, zbliża się tym sposobem do morza, lecz nie poruszając się już więcej, strąca w niem części uniesione, a przeto i dno morza i dolina podnoszą się. — Te wydarzenia znano już w starożytności; bo *Herodot*, *Arystoteles*, *Plutarch* i *Strabo* o nich wspominają. — Wyborne opisanie Strabona świadczy, że za jego czasów delta Nilowe miało całkiem inne wejście. — Obecnie punkt rozdzielenia się Nilu leży przeszło dwie mile poniżej, niżeli w owych czasach. — Przedtem zachodnie główne ujście wpadało pod Kanopus w morze, teraz pod Rozettą. — Podobnie zmieniło się ujście wschodnie; z dwóch ramion jego, jedno pierwiej najwięcej na wschód leżące było większe, i skierowane do Peluzyum; zaś wewnętrzne, prowadzące teraz większą masę wody do Damietty, było z początku tylko rowem. To zjawisko objaśnia wzajemne działanie rzeki i morza, które spotykając się przy ujściu paraliżują nawzajem swoje ruchy.

Skoro utworzone mielizny wzniosą się nad morze, wtedy nasepowa, bujna trawa zarasta pochyły piaskowych pagórków nasampród od strony lądu, później wszędzie, rozkrzewia się i utrwała je. Te piaskowe tamy zowią się *wydmami* (dunes). Podobnym sposobem powstały także trzy wielkie, wązkiemi smugami lądu ku stronie morza ograniczone zagłębienia wód między ujściami Nilu i przy nich, a które znachodzimy znowu w zatokach przed wszystkimi ujściami rzek Bałtyckiego zagłębienia. Podobnie jak te poniżej morskie — *żuławy* — ku stronie morza ograniczone są smugami lądu, tak i ujścia Nilowe; i jedne i drugie zmieniły się z biegiem czasu. — To podobieństwo stosunków ma podobne przyczyny; gdyż Odra, Wisła i Niemen płyną ku północy jak Nil, i wpadają do morza, nie mającego ani przyływu, ani odpływu. Lecz Elba i Wezera, które w takim samym kierunku płyną, i unosząc glinę i piasek wpadają do morza mającego przyływ i odpływ, nie tworzą delty. — Rzut oka na mapę pokazuje wielkie podobieństwo Wisły do Nilu. — W każdym razie przypuścić można, że obecna postać poniżów morskich odmienną jest od dawniejszej. — Lecz także morze mające peryodyczny przyływ i odpływ, jak n. p. morze Północne, jest przyczyną powstania odmiałów i mielizn, przezco stan wody żeglarskiej ustawicznie się zmienia, oczywista, że nie bez wielkiego uszczerbku dla żeglugi. — Dowodem są Elba, Skalda i Ren. — Wiadomo, że w skutek powiększania się delty, niektóre miasta, niegdyś portowe, z biegiem czasu znacznie w głąb kraju posunęły się; a to niekiedy stosunkowo w bardzo krótkim czasie. N. p. *Ravenna* leżała za czasów Strabona (koło narodzenia Chr.) w zatoce morza, a dziś od tejże oddaloną jest na 20.000 stóp. Może w niezbyt długim czasie tego samego losu dozna Wenecya.

W rzekach Francyi i głównych rzekach Hiszpanii bardziej falujący Atlantyk, i mała rozległość dorzeczy, przeszkadzają powstaniu delty (żuław) i t. d., wyjąwszy Ebro; tymczasem w rzekach Po i Dunaju postrzegamy podobne zjawiska. —

We wszystkich morzach istniejące podobne prądy, przyczyniają się do upostacenia ujść rzecznych, co zasługuje na uwagę. W Bałtyku prąd główny zwraca się ku wyspom Duńskim i ku Sundowi, lecz nim się zwróci na zachód, zmierza ku południowi, co zależy od zakroju morza. — U wybrzeża Afryki, na Śródziemnym morzu jest prąd wschodni, sięgający do wybrzeża Syryjskiego i ciągnący się za Cyper przy południowych wybrzeżach małej Azji na zachód; kierunek tego prądu jest zatem przeciwny ujściom Nilu. W Atlantyku prąd równikowy biegnie ku zachodowi; poniżej równika na południe, powyżej — ku północy. U wybrzeży północnej Ameryki prąd przybiera kierunek północno wschodni i tworzy prąd zwany „*Golfem*“ który w wschodnim kierunku w poprzek Atlantyku rozciąga się; i wywiera także wpływ na przeciwległe wybrzeża Europy i Afryki. — W morzu Północnym prąd przybiega z południa, prawdopodobnie w skutek wpływu Golfu, gdyż płynie przez kanał od Oceanu. — Na południowej stronie kuli ziemskiej, gdzie masa wód przemaga, znachodzą się prądy tylko w bliskości wybrzeży. W ogólności prądy Oceanu świata między zwrotnikami biegną w kierunku przeciwnym kierunkowi obrotu ziemi, tymczasem w morzach biegunowych — od bieguna ku równikowi zmierzają. To zjawisko da się objaśnić i z słabszego parowania zimniejszej wody, i z jej peryodycznego przysporzenia przez topnienie oderwanych mas lodu. —

Jak widzimy, prądy wywierają potężny wpływ na upostacenie ujść rzecznych, i w połączeniu z masą uniesionej ziemi są przyczyną postaci ujść. — Zastanowimy się jeszcze nad niektórymi głównymi rzekami Ameryki północnej, gdzie napotykamy dwa wielkie dorzecza, mianowicie rzeki *Lorenzo* i *Missyssyppi*. — Pierwsze dorzecze składa się prawie tylko z samych wielkich jezior, w których wszystkie odtoki i masy ziemi osadzają się; dla tego rzeka nie może utworzyć delty. — Inna okoliczność zachodzi w rzece *Missyssyppi*, która płynie tylko dolinami, unosi wielkie masy ziemi i mnóstwo drzew, i tworzy w zatoce Meksykańskiej przed ujściem daleko występu-

jącą kończynę lądu, u której są ujścia tej rzeki. — Wielki prąd Atlantyku jest przyczyną niejakiego napiętrzenia się wody w zatoce; przeto delta Missyssiypi przybiera kierunek południowo wschodni i tworzy liczne niżyny morskie, laguny, które powstały u wybrzeży przed wszystkimi rzekami.

W ujściach rzek Ameryki południowej właściwy zachodzi stosunek; one nie tworzą delty, choć po ogromnych płyną równinach; lecz zdaje się, że olbrzymia masa wód Amazonki i kilku innych rzek, sprowadzona do morza, jest przyczyną, że woda rzeczna przedziera prąd morski, i dla tego chociaż jej nie ochrania żadna zatoka, mogą wprawdzie przy ujściach powstać płaskie wybrzeża, ale nie delty. — Rzućmy okiem na Azyę, a postrzeżemy, że rzeki Chińskie na wschód płynące dla tej samej przyczyny mają otwarte, szerokie ujścia, tymczasem płynące na południe i wpadające zarazem w zatokę tworzą znakomite delty. Głównym dowodem jest *Ganges*, którego kraj deltowy jest najrozleglejszy ze wszystkich znanych; tudzież *Indus*, *Euftrat* i *Tygrys*. — Wszystkie te delty w tem się zgadzają, że nie mają niżyn morskich i lagunów, ponieważ podobnie jak rzeka Po wpadają do zatok, gdzie prąd od ujścia rzeki zmierza na dół. —

Powyższe wypadki udowodniają przeważający wpływ rzek na rzeźbę morskich wybrzeży; wypada przeto mówić jeszcze o wpływie, który wywierają w górnej części biegu swojego. I tu najlepiej pouczają stosunki Nilu; albowiem żadna inna rzeka nie działa tak regularnie, i żadnej tak ściśle nie badano. — Skoro Nil opuścił swoją drugą cieśninę pod Gabelejen, dolina tworzy kotlinowate rozszerzenie, gdzie stoją zwaliska wspaniałych, królewskich siedzib w dawnych Tebach. W owym czasie Teby leżały na brzegach po największej części na sztucznych wzniesieniach, gdzie woda nie miała przystępu. — Obecnie ziemia pokrywa do znacznej wysokości fundamenta i zwaliska. Wszelakoż to nagromadzenie nie powstaje z masy gruzów rozwalonych gmachów. Twardy granitowy kamień nie rozpada się w pył, jego powalone masy tworzą raczej po-

rozrzuć bryły skał, których przestworza zupełnie wprawdzie piasek wybrzeża, ale one nie utworzą równej, jednostajnej płaszczyny. Dla tego podniesienie gruntu w takich miejscach musi mieć inną przyczynę, a tą były wylewy Nilu, który nagromadzał swój muł koło starożytnych pomników. — W czasie wyprawy do Egiptu na początku teraźniejszego stulecia, postrzegli to uczeni francuzcy, i dla tego badali pojedyncze, sterczące punkta rozwalin. — Jakoż przekonali się, że miejsca najbardziej zasypane tkwiły w ziemi na 6 metrów głęboko. — Na kolosalnym, marmurowym posągu (60 stóp wysokim), znaleźli późniejszy nasep, prawie 2 metry gruby, i wnieśli z napisu na podnóżu, że ten osad w przeciągu jednego stulecia wynosi prawie $\frac{1}{10}$ metra (4 cale reńsk). — Poszukiwanie *Girarda* na wyspie Elefantynie okazało prawie ten sam wypadek, t. j. $4\frac{1}{2}$ cal. na stulecie, i ten uczony dowiódł, że jednocześnie z równiną podniosło się także łóżysko Nilu; przeto z wysokości nagromadzonej ziemi można z pewnością oznaczyć wiek przynajmniej tych budynków, które blisko brzegu stoją. Pałac koło Luxor, którego południowe naroże zasypane było na 6 metrów, według tego obliczenia istnieć może 5000 lat. Lecz to sprzeciwia się ścisłym badaniom dziejowym; dla tego tem bardziej możemy przypuścić, że osady Nilu w okolicy Tebów wynoszą 6 cali w przeciągu stulecia, gdyż tam dolina rozszerza się znacznie, chyżość biegu wody wolniej, i dla tego osadza się grubsza warstwa mułu. — Obliczywszy wiek pomników Tebańskich według tych skazówek, otrzymamy 3.700 lat, które zgodniejsze są z dziejami. — W ogólności działanie Nilu mogło się znacznie zmienić w swoich różnych okresach, i w najdawniejszych czasach, gdy dolina jeszcze niżej leżała, a zatem była węższą, rzeka mogła osadzać w dolinie mniej mułu, niż u swego ujścia.

Oprócz Nilu żadna inna rzeka nie jest tak regularnie czynną; bo chociaż inne rokrocznie zalewają swe brzegi, wszelako te powodzie mają różną wysokość. — Największe rzeki na świecie, n. p. w Chinach, Ganges, Eufrat i Tygrys,

których wylewy są równie ważne dla Mezopotamii, jak wody Nilu dla Egiptu, tudzież rzeki zachodniej i południowej strony Afryki, olbrzymie rzeki Ameryki, okazują takie same nieregularne zjawiska.

Te wypadki udowodniają osadzenie nowych warstw ziemi na warstwach dawnych, tudzież potężny wpływ ujść rzecznych na postać wybrzeży. Działanie podobnych wpływów na części ziemi śród stałego lądu wyżej leżące, możemy także z równą pewnością wykazać. — Zastanowimy się przeto nad Śródziemnymi morzami, aby poznać przemiany, których przyczyną są wody, więcej lub mniej od nich oddalone. Między pasmami wysokich gór, co większa nawet w równinach, znachodzimy jeszcze teraz zagłębia, do których zmierzają rzeki, i ztąd już nie mogą odpłynąć do morza sąsiedniego. — Zdaje się, że w dawniejszych okresach takie stosunki częściej zachodziły, a niektóre doliny, gdzie teraz płynie rzeka, były pierwotnie jeziorami. Lecz masy wody w nich zebrane prą na stałe otaczające je części, a według stosunków okaże się tu odmienny wypadek. Jeżeli parowanie wody na powierzchni takiego jeziora wynosi mniej niż ilość wody dopływającej, wtedy zwierciadło wody musi się podnosić, aż gdziekolwiek w brzegu znajdzie niskie miejsce, którędy woda będzie mogła odpłynąć; a wtedy odpłynie jej tyle, ile razy różnica między dopływającą i parującą ilością wody jest większa. — Jeżeli zaś parowanie równoważy się z dopływem, wtedy powierzchnia wody nie zmieni się, a chociaż się podnosi i opada peryodycznie, to zawsze tylko w pewnych granicach, lecz odpływ nigdy nie nastąpi. — Przykładem są tu morze Kaspjskie i jezioro Aral, do których wpadają tak wielkie rzeki, lecz tylko peryodycznie podnoszą się i opadają, a nigdy z swych brzegów znacznie nie występują. — Pierwej wspomniony stosunek okazują jezioro Bodeńskie, Genewskie, Ladoga, Wenern i wielkie jeziora Ameryki północnej, gdzie rzeka Lorenzo bierze początek. Wszystkie te jeziora są właściwie tylko w niektórych punktach rozszerzonymi łóżykami rzek, które zapełniwszy się wodą do

pewnej wysokości, utorowały sobie drogę, i dalej płyną. — Inny główny wypadek jest, gdy zamknięte wody utorują sobie gwałtownym sposobem wyjście, a to częściej zdarza się w ciasnych dolinach skał, niżeli w równinach. Jeżeli zakole napiętrzonych mas wód, w pojedynczych miejscach jest słabe, wtedy nie zdoła oprzeć się parciu wody, lecz ustąpi i zostawi jej odpływ. — Z takim przedarciem, jak oczywista, połączone są przemiany całej przyjeziorowej krainy, którądy odpływa woda, a ztąd wynika znowu przepostacenie tych wszystkich nanieśień, które przed przedarciem już na powierzchni istniały. — Zależy tu wiele od ilości rozlewającej się wody, od chyżości z jaką następuje przedarcie, od mas, które rzeka z sobą porywa, i od wysokości, z której spada (spadku). — Gdy nasze rzeki niosą krę, mamy sposobność badać podobne zjawiska.

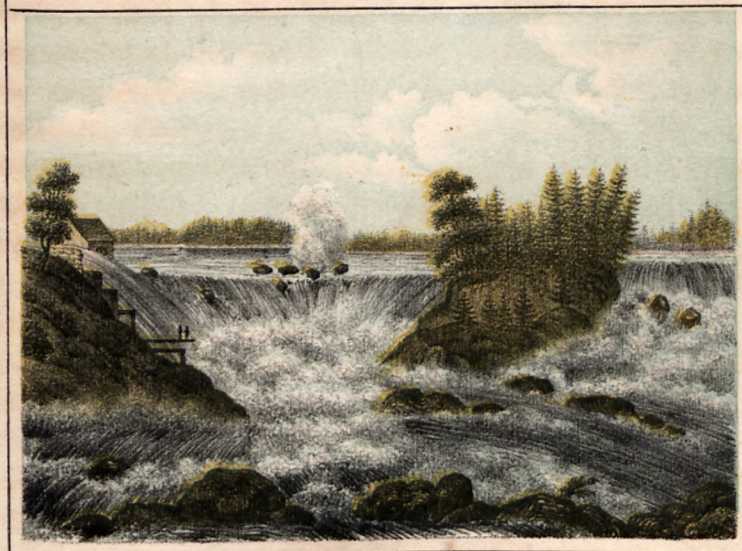
Jak wielkie zniszczenie masa wód sprawić może, dowodem następujące zdarzenie (1818 r.) w dolinie *Banien*, rozlegającej się od Rodanu na południe ku łańcuchowi Alpów, gdzie stoi Bernhard (jeden z najwyższych punktów między Montblanc i Monte Roza). Tą doliną płynie Dransa, nasycana wodą trzech wielkich lodowców. Z dolnego lodowca spadają odtoki do rzeki, a nierzadko odrywają się całe bryły lodu, pomiędzy którymi woda odpływała ciągle aż do końca Kwietnia wspomnionego roku. — Lecz piętrzące się masy lodu zaparły wodzie drogę i powstało jezioro, które zawierało może 800,000.000 sześciennych stóp wody. — Zatrwożeni mieszkańcy doliny usiłowali utorować wodzie przejście, co też w części udało się. Nadeszło lato; ciepło nadtopiło masy lodowe, przez co powstały szerokie szczeliny, którądy ogromna masa wody buchała. Wszystkie domy, drzewa, i t. d., cokolwiek opierało się nawałowi wody, zostało uniesione, część miasta Martigny zniszczona, a nawet wody Rodanu wezbrały. Jedynaście mil od owej tamy lodowej aż do jeziora Genewskiego przebiegła woda w $5\frac{1}{2}$ godzinach; z początku wynosiła jej chyżość 33 stóp na sekundę, lecz wstrzymywana przeszkodami i mniejszym spadkiem, biegła do 6 stóp na se-

kundę, i tą prędkością przybywała do jeziora Genewskiego.— W 1603 roku płynął przez Symeto albo Gabello (główna rzeka w Sycylii) potok lawy, który ostygł i utworzył tamę, przezco woda nagromadziła się jakby w jeziorze. — Lecz wrzynająca się siła wody wyźłobiła rynienkowaty parów w stężalej lawie, i łożysko rzeki tym sposobem utworzone ma obecnie 40—50 głębokości, a 50—100 stóp szerokości. — Na to potrzeba było przeszło 250 lat. Jezioro odpływało powoli, nie zrządzając zniszczenia. — Wiele miejsc ciasnych mogło być utworzonych w dolinach rzek, nie przez same rzeki. Z początku takie doliny mogły być rozpadlinami, które dopiero potem woda rozszerzyła. — Tu należą przedarcia Renu między górami Tanuus i Hunsrückem; Menu—między Odenwaldem i Spessart. Przedarcie Elby przez góry Kruszcowe, a Wezery—przez tak zwaną *bramę Westfalską* (Porta Westphalica)—były zrazu głębokimi rozpadlinami, które woda tamtędy płynąca odplókiwała i rozprzestrzeniała powoli aż do obecnych rozmiarów. Najwięcej dolin rzecznych przybrało postać terażniejszą przez działanie wody. Te doliny powstały z zagłębiów pierwotnych, gdzie woda spływająca ze wszystkich stron zbierała się, i według spadku dalej płynęła, dopokąd nie znalazła naturalnej drogi. Najwięcej rzek pokazuje takie przedarcie — jeżeli nie wszystkie — których łożysko przebiega różne pochyłości ziemi.

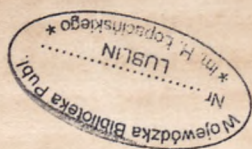
Prawdziwie wspaniałemi zjawiskami są tak zwane *katarakty* (nagłe wodospady z wielkiej wyrokości). Im ciasniejszym miejscem przedziera się woda, tem większe jej parcie i większa chyżość. Może najwspanialszą kataraktę ma Niagara w dorzeczu Lorenza, między jeziorami Erie i Ontario w północnej Ameryce. — Objaśnimy to wzniosłe zjawisko dwoma drzeworytami 9 i 10. (Przyłączamy tu jeszcze litogr. tablicę pod l. 2 wyobrażającą w miniaturze wspaniałą kataraktę *Niagary* tudzież *Dallelby*, rzeki w Szwecyi koło Elfdalen). Masa wody Dallelby spada z wysokości 30 stóp. W środku obu ramion rzeki jest mała wysepka, ozdobiona najbujniejszą roślinnością; lecz jest nieprzystępna i może jeszcze nikt na owej

Katarakta Niagary.

2.



Katarakta Dalelby
w Szwecyi.



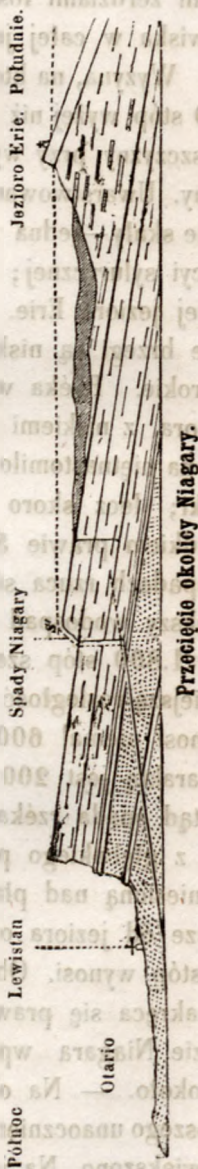
skale nie stanął. — Z kilku belków nad wodą sterczących, które tam umocowano, ażeby stanąwszy na nich zabijać długiemi żerdziami łososie, można podziwiać wspaniałość tego zjawiska w całej jego okazałości.

Wyżyna, na której znajduje się jezioro Erie, leży przeszło 300 stóp wyżej niż Ontario, a przechód od wyższej do niższej płaszczyny przy wysoczyznach Queenstown jest nagły i oderwany. Uwarstwowanie tej okolicy jest prawie poziome. Wszystkie skały—jedna na drugiej—są rozmaitemi ogniwami formacyi sylurycznej; wierzchnie, najmłodsze warstwy widać najbliżej jeziora Erie. — W miejscu wypływu Niagary z jeziora Erie brzegi są niskie, na przemian od 1—3 mil angielskich szerokie. Rzeka wydaje się tu jakby przedłużenie spokojnego jeziora, z niskimi wyspami, zarostami lasem. Takie wejrzenie ma na piętnastomilowej rozległości, i ledwo tyleż stóp ma spadek rzeki; lecz skoro woda już nabyła chyżości rzeki, płynie spadkiem prawie 50 stóp na milę, i potem przy samych wodospadach rzuca się z wysokości 165 stóp prostopadle. Największy wodospad — zwany *Horseshoe* (w postaci podkowy)— ma 1.800 stóp szerokości; wyspa w środku leżąca ma nieco mniejszą rozległość; szerokość węższego spadu „*Amerikan*“ wynosi niemal 600 stóp. Głęboka, ciasna paszcz pod wielką kataraktą jest 200—400 łokci szeroka, a 300 stóp głęboka. Odtąd spada rzeka 100 stóp na przestrzeni 7 mil, i rozlewa się z głębokiego parowu w otwartą, płaską krainę, tak mało wzniesioną nad płaszczyną jeziora Ontario, że na 7 mil jeszcze od jeziora oddalone Queenstown, spadek tylko prawie 4 stóp wynosi. Obszerne łożysko rzeki wije się wężykowato, i zakręca się prawie prostokątnie przy tak zwanym wirze, gdzie Niagara wpływa w wielkie, koliste zagłębienie, krążąc w około. — Na obrazku widać to prawie w prostej linii dla lepszego unaocznienia warstw, zaś stosunkową wysokość umyślnie powiększono. Na jednej stronie, w niektórych punktach, podkopane są brzegi skaliste, i zwykle na podstawie pochyłości znachodzi się garbista obrąbiona drzewami.

Już dawnymi czasy powszechnie przypuszczano, że Niagara płynęła płaską doliną po całej wyżynie, zacząwszy od terazniejszych wodospadów aż do wysoczyzn Queenstown, gdzie miał być początek onychże, i że na 7 mil daleko w tył woda utorowała sobie powoli drogę przez skały. Według tego przypuszczenia, wodospady musiały być pierwotnie dwójnasób wyższe od terazniejszych, i musiałyby jeszcze obecnie zmniejszać się w miarę, jak się cofają. Wypada przeto zastanowić się jakim sposobem następuje jeszcze teraz wyżłobienie, ażeby mieć skazówkę do obliczenia, ile stuleci albo tysięcy lat było potrzeba na wypłókanie doliny, utworzonej podziś-dzień.

Ani wątpić, że te wodospady nie pozostają bezwzględnie na tym samym punkcie, i że zmieniły nieco swoje położenie w ostatniej połowie stulecia. Ktokolwiek zwiedza i bada dokładniej okolice katarakty Niagary, przekonać się może, że mała część wielkiego jej łozyska, która — jak dalece od czasów historycznych wiadomo — wypłókaną została, ma tę samą własność, jak ów cały parów na 7 mil długi, i że woda podobnym sposobem mogła wypłókać tę obszerną dolinę, skoro tylko przypuścimy czas dostateczny na wykonanie tego dzieła.

Obrazek 9.



Idealny widok okolicy Niagary (z polotu.)



c. S. Dawids.

1. Wapień. 2. Łupek z solą. 3. Wapień. 4. Łupek. 5. Piaskowiec.

a. Lewiston.

b. Queenstown.

Woda przedarłszy pokład wapienia na 50 stóp grubo, rzuca się przy spadach prostopadle na inną wapienną, 90 stóp miększą masę, pod którą leżą miękkie łupki tej samej miąższości, które podkopują ustawicznie pnie drzew, uderzające o podstawę wodospadu, któremi miotają gwałtowne pchnięcia wiatru. Przez to części nadpołożonych skał pozbawione podpory, odrywają się od czasu do czasu i spadają, i właśnie dla tego wodospad musi się cofać. — Jakoż 1828 r. nastąpiło nagłe zawalenie się potężnych brył skały wodospadu Horseshoe, a drugie w wodospadzie Amerykan 1818 r. — Od 1815 r., u mniejszego wodospadu w środku pokładu wapienia, powstało wyżłobienie prawie 40 stóp głębokie, i przybrało powoli postać półksiężyca, a w tymże czasie wodospad Horseshoe tak dalece się zmienił, że zaledwo wodospadem nazwać go można.

Obliczono, że wodospad Niagary w 40 latach poprzedzających rok 1830ty, corocznie prawie na łokieć się cofał; lecz prawdopodobniej jest przypuścić tylko 1 stopę rocznie, a w takim razie 35.000 lat byłyby dostateczne na cofnięcie się wodospadów od pochyłu przy Queenstown do punktu dzisiejszego, gdybyśmy przypuścić mogli, że ruch wsteczny był jednostajny. Wszelakoż trudno w to wierzyć; albowiem wysokość pochyłu, twardość materiału u jego podstawy, ilość runionych mas skał i t. d., musiały być bardzo rozmaite za każdym krokiem zniszczenia. — W niektórych miejscach zniszczenie mogło nastąpić prędzej, w innych powolniej. Z dawnych czasów nie mamy pewności o cofaniu się wodospadów; tymczasem dowiedziono geologicznie, że rzeka płynęła niegdyś w istocie po wyżynie, i dopiero pod Queenstown spadała. — Znachodzimy wyraźne ślady dawnego jej łożyska, które jak się zdaje, nie wszędzie odpowiedniem było obecnemu wypłókananiu doliny. Nie podlega przeto wątpliwości, że to całe wcięcie doliny z czasem wypłókała rzeka, i że to jeszcze obecnie ciągle następuje. Dodamy tu nakoniec, że trzeba by niemal 70.000 lat, aby wodospady doszły do jeziora Erie, przypuściwszy, że corocznie o 1 stopę się cofają. —

Teraz zastanowimy się nad działaniem *morza* na wybrzeżu, a chociaż ono jest miejscowe, wszelako niemniej jest ważne. W ogólności działanie to jest takie samo jak wody płynącej; albowiem morze prąduje ustawicznie w bliskości wybrzeży, a odpływ i przyptyw — wyjąwszy niektóre morza Śródziemne, n. p. Bałtyk i morze Czarne — są także przyczyną ruchu, który się wzmacnia falowaniem, spowodowanym przez wiatry. Dla tego bałwany uderzają o wybrzeża, a temu nawet najtwardsze skały ulegnąć muszą; tym to sposobem wazkie pasy kraju zamieniają się z czasem w wyspy; te znów maleją, nakoniec całkiem niszczą. — To mogłoby spotkać znaną wyspę *Helgoland* u ujścia Elby, chociaż na to potrzebaby jeszcze tysięcy lat.

Udowodniono historycznie, że ta wyspa była dawniej większą, i że przed 100 laty od wyspy wydmowej tylko kanał ją przedzielał, który w czasie odpływu morza można było przejść suchą nogą — zaś dziś płyną po tym kanale wielkie okręty.

Wzburzone bałwany wdzierają się niekiedy gwałtownie w małe wcięcia brzegu, wydrążają je i zamieniają w zatoki; jak n. p. Dollart koło ujścia rzeki Ems, wyplókany przez morze od 1277 do 1539 r.; nierównie większa Jade koło ujścia Wezery; od 1219 do 1282 roku nastąpiło połączenie jeziora Zuidersee z morzem. Liczne, małe wyspy wydmowe u zachodniego wybrzeża Szlezwickiego, tudzież podobne od ujścia Elby aż do zachodniego wybrzeża Holandyi, walczą ustawicznie z bałwanami i w czasie burzy nieraz pokrywają je morskie fale. — Te wszystkie wyspy zbliżają się stopniowo do swojej zagłady. — W owych miejscach morze ma tylko płaskie, piaszczyste wybrzeża, których części łatwo odpłókuje nawet wtenczas, gdy ich skraje zamieniają się w naturalne wały piaszkowe — *wydmy* — przez działanie panujących wiatrów. Wprawdzie są one tamą bezpośredniego uderzania bałwanów, lecz nie mogą całkiem oprzeć się natarczywości morza; i owszem bijące bałwany je przedzierają, wydrążają za nimi leżące płaskie brzegi, które po części całkiem odpłókane albo przez

wiatry daleko na ląd zawiane, zasypują grunt piaskiem, i raczej szkodzą, niżeli są pożyteczne oporem, który stawiają falom. Zdaje się, że wyższe brzegi dzielniej opierają się pociskom morza, szczególnie, gdy się składają z twardych skał; wszelakoż siła niszcząca i na one swój wpływ wywiera. Jeżeli wybrzeża morskie składają się z kryształicznych albo ścisłych kamieni, wtedy ich szczeliny są przyczyną zgruchotania; albowiem morze unosi oderwane kawałki, a nowe płaszczyzny wystawione są na zwietrzenie. — Wszelako oderwane kawałki upadają przed stromą ścianą skał, i tam nagromadzone tworzą rodzaj tamy, która wstrzymuje uderzenia bałwanów, i przeszkadza dalszemu odłamywaniu skał.

Jeżeli zaś wybrzeże składa się z ziemistych albo warstwowych mas, wtedy działanie morza jest nierównie wybitniejsze. W warstwowych skałach nachylenie ich płaszczyzn względem morza jest ważne; albowiem warstwy, zapuszczające się w morze swoim nachyleniem, nierównie rychlej ulegną zniszczeniu, aniżeli warstwy, zagłębiające się w kierunku do lądu. Na tamte woda może łatwo uderzać, i w czasie odpływu unieść ze sobą część zniszczonej masy, przez co wierzchnie warstwy rozmiękczają się i usuwają się; to działanie jest mechaniczne, które przy nachyleniu warstw ku lądowi nastąpić nie może.

Od strony morza, wyspa Helgoland podobna do twierdzy zbudowanej z cegieł, pokazuje na południowo zachodnim wybrzeżu przykład ostatniego rodzaju; gdyż wysokie, strome, powcinane wybrzeże składa się z czerwonych, drobno ziarnistych, ilasto marglowych warstw, zagłębiających się ku lądowi, i z białych drobniejszych, bardzo delikatnych piaskowców, między niemi leżących, których poodrywane nagłówki narażone są na pociski bałwanów. Skraj wybrzeża, rozmaitym sposobem niszczony, utrzymuje się najwyżej prosto na zewnętrznej krawędzi, tymczasem ku morzu wystające naroża, zniżane jak stopnie i przedzierane z boków, tworzą wielkie bramy, gdzie leżą luźne gruzy, z których podczas przełamania skał składały się

oderwane bryły. — Jeszcze łatwiej ulegają zniszczeniu skaliste brzegi, niż te warstwy piaskowca i marglu; mianowicie warstwy krédowe wybrzeża Anglii, wysp Duńskich i Rygi.

Na szczególniejszą uwagę zasługują wyspy Brytanii, albowiem narażone są ze wszystkich stron na wdzieranie się morza. Przez to powstają w wielu miejscach bardzo malownicze profile.

Jak tu kamienne tamy zabezpieczają skraj wybrzeży od wypłokującej siły morza, tak w innych miejscach samo morze go zabezpiecza przez naniesienia, t. j. *odmiały* i *żwirowiska*. Już w deltach poznaliśmy podobne zjawiska, które są skutkiem zetknięcia się rzeki z morzem. — Te ławice żwirowe są nagromadzeniem mniejszych i większych mas odtokowych i okruchów skał, które morze odpłokuje na swoim dnie, albo też z skorup muszlowych w niem pływających tworzy, a które albo prąd albo pewien ciąg wiatru do lądu sprowadza. — Wszelako te masy do lądu zbliżone, zwykle ten sam bałwan od niego oddala; dla tego nie nagromadzają się one na wybrzeżu, lecz tam gdzie pewne wiatry, a czasem i burze panują, i gdzie silniejsze bicie bałwanów miota masami żwiru po nad cofające się od lądu bałwany. — Tamy utworzone z żwirów są dobrą ochroną przeciw natłokowi fal. — *Odmiały* (ławice piaskowe) różnią się od ławic żwirowych tem, że się składają tylko z drobnutkich, piaskowych ziarn, i dla tego z czasem swą postać i rozległość zmieniają. One powstają po części u płaskich brzegów piaskowych z odpłokanego piasku, po części i szczególnie w miejscach, gdzie się zderzają różne ruchy wody, albo też gdzie pewien ruch morza wstrzymany zostanie. — Tym sposobem powstają piaskowe ławice prawie przed wszystkimi ujściami rzek, które nie tworzą delty albo wyspy ujściowej, i przy nich występują także zawsze pierwszej odmiały. Osobliwie cieśniny morskie i sterczące, ostre końce brzegów podatne są do tworzenia odmiałów, ponieważ w pobliżu onych spotykają się prawie zawsze dwa prądy wodne; jak się to zdarza n. p. na Bałtyku.

Z tego, co dotąd powiedziano, wynika, że i same wody i w połączeniu z panującymi prądami powietrza czyli z wiatrami, jeszcze podziśdzień znaczny, mechaniczny wpływ na ląd wywierają, a zatem wywierały go i w dawniejszych okresach, i że wody były przyczyną wielkiej części przemian, które ziemia swoją tarażniejszą własnością poświadcza. Lecz musimy mieć na to wzgląd, że te wszystkie odmiany są nieznaczne i po największej części miejscowe; że nic nowego nie wywołują; lecz tylko przepostacniają, i że przez mechaniczne działanie wody możemy wprawdzie postać, ale nie istotę materyjalną wielkich warstwowych osadów objaśnić, których wychodnię postrzegamy jeszcze na wysokości wielu szczytów gór. Później znowu o tem pomówimy.

B.

Terażniejsze chemiczne działanie wód; wpływ powietrzni (atmosfery); udział organizmów, tudzież śniegu i lodu.

Wpływy, które woda chemicznie jako środek rozpuszczający wywiera na skały, nie mniejsze mają znaczenie, niż mechaniczne, powyżej opisane. — Lecz działanie wody w tym względzie jest jeszcze różnorodniejsze; bo gdy niektórych substancyj, n. p. metalów, rozpuścić nie zdoła albo tylko po części, to inne, n. p. sole, rozpuszczają się w niej zupełnie; podobnie dzieje się także z innymi substancjami, chociaż tylko powoli. Nie idzie tu o jakoweś wnikanie wody w przestworza ciał, ażeby je zamienić w masę płynną, jak n. p. glinę; lecz o istotne rozpuszczenie, przyczem rozpuszczone ciało niejako znika, a jego obecność pojawia się tylko jeszcze w pewnych własnościach, które wodzie udziela, n. p. w barwie lub smaku właściwym, w powiększeniu objętości albo ciężkości. — Przez to zmienia się także woda; lecz ta zmiana występuje jako nowa własność; tymczasem rozpuszczonego w niej ciała nie można już dostrzedz osobno. Przeciwnie, okoliczność ta

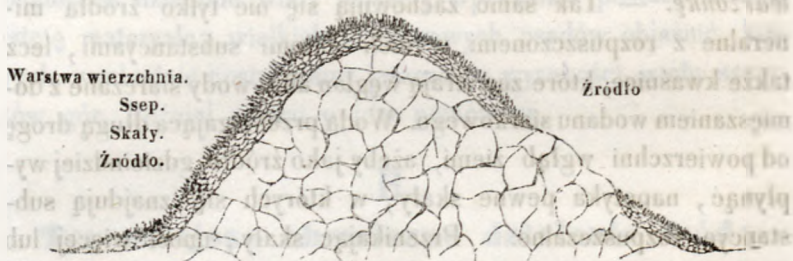
zachodzi zawsze we wszystkich mieszaninach mechanicznych, chociażby substancya najdelikatniej rozdzieloną była.

Lecz woda może tylko mało składowych części ziemi łatwo albo w większych ilościach istotnie rozpuścić; do tych należą sole, jako to: sól kuchenna, glauberska, gorzka, saletra, alun i witryole. Te rozpuszczają się wszędzie w wodzie, gdzie się z nią zetkną, i dają początek najrozmaitszym, mineralnym źródłom, między innymi także źródłom słonym (solicom), z których przez odparowanie i warzenie otrzymujemy sól — *warzonkę*. — Tak samo zachowują się nie tylko źródła mineralne z rozpuszczonemi w nich stałemi substancjami, lecz także kwaśnice, które zawierają węglan albo wody siarczane z domięszaniem wodanu siarkowego. Woda przebiegająca długą drogę od powierzchni w głąb ziemi, ażeby jako źródło gdzieindziej wypłynąć, napotyka pewne skały, w których się znajdują substancje rozpuszczalne. Przenikając skały, unosi więcej lub mniej owych substancyj według ilości w jakiej się tam znajdują, albo według chyżości, którą przepływa ich pokłady, i wydobywa się nareszcie w innym miejscu na wierzch jako ciecz zmieniona. Niewiele źródeł zawiera tak znaczne domięszania, aby je łatwo ze smaku rozpoznać; woda takich źródeł jest na pozór najczęściej czysta i niezmięszana. Ztąd możemy wnosić, że otaczające kamienie nie zawierały rozpuszczalnych substancyj, albowiem wody mineralne, solice i kwaśnice do mniej ogólnych zjawisk należą. — Nim jednak objaśnimy chemiczne działanie wód, musimy pierwej poznać zjawiska źródeł. — Źródła są — z małemi wyjątkami — ową częścią wody, spadłej z atmosfery na powierzchnię ziemi, wsiąkłej do pewnej głębokości, i wydobywającej się znowu w pewnych punktach jako woda płynąca. Miejsce, w którym ta woda występuje, zależy od geologicznych stosunków; a te mogą być różne. — Najpospolitszy wypadek jest następujący.

Zewnętrzna powierzchnia gór, pagórków i dolin, składa się pospolicie z warstwy ziemi ogrodowej, zarosłej. — Pod tą leży tuż zwykle pokład ssep, po części z zwietrzałych okru-

chów skał masy przylegającej, składającej się z piasku albo odtoków. — Wszystkie te warstwy łatwo przepuszczają wodę spadającą z atmosfery. Lecz jeżeli pod niemi leżą ściśle skały, przepuszczające ją tylko z trudnością albo wcale nie, wtedy woda wsiąknięta nagromadza się na powierzchni tych skał, a jeżeli ta jest pochyła, więc musi w kierunku pochylenia ku najniższemu punktowi spłynąć. Taki stosunek zachodzi na obrazku 11ty.

Obrazek 11.



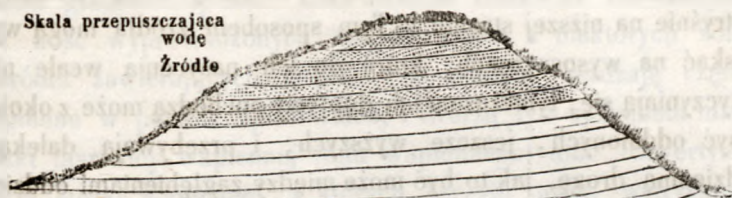
Woda szuka sobie tu wychodu i tworzy źródło, które musi tem obliciej i dłużej wypływać, im rozleglejsze jest miejsce jej zbiorowiska. — Tym sposobem powstaje bardzo wiele źródeł, które wytryskują u podnóża gór albo wysoczyzn, mają średnią temperaturę okolicy, i dla tego latem są zimniejsze, a zimą cieplejsze od powietrza.

Woda deszczowa albo rosowa wsiąknięta w czystym stanie, rozpuszcza wszystko, cokolwiek rozpuszczalnego na drodze spotyka. — Ma się rozumieć, że nie wiele rozpuszcza; najczęściej nieco węgla, niektóre alkalia i sole, nieco wapna i krzemionki, lecz w tak małych ilościach, że trudno wynaleść te części składowe; wszelako jest ich dostatecznie, ażeby woda nabyła smaku orzeźwiającego. — Tym sposobem woda uprowadza z ziemi nieustannie i na niezliczonych punktach równocześnie niektóre stałe części składowe, które w jeziorach lądowych i w głębi morza znowu osiadają.

Drugi prosty sposób powstania źródeł, unaocznia obrazek 12ty; co zależy od tego, że cała wierzchnia część jakiej wy-

soczyny albo góry składa się ze skały, łatwo przepuszczającej wodę, tymczasem część spodnia wody nie przepuszcza.

Obrazek 12.



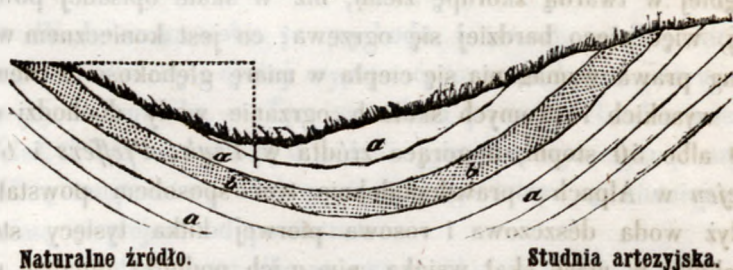
Warstwy nieprzepuszczające wody.

Dla tego wszystka woda atmosferyczna, spadająca na powierzchnię góry, dojdzie do granicy skały ścistej, a jeżeli jej powierzchnia graniczna pochylona w jedną stronę albo ku jednemu punktowi przyłękowato jest wyżłobiona, wtedy wszystka woda zmierzać będzie do tego punktu i wystąpi jako źródło. — Ponieważ woda takich źródeł wdziera się nieco głębiej w twardą skorupę ziemi, niż w skałę opisaną powyżej, więc nieco bardziej się ogrzewa; co jest koniecznym według prawa wzmaganania się ciepła w miarę głębokości w ziemi. W wysokich i stromych skałach ogrzanie wody dochodzi do 40 albo 50 stopni, a gorące źródła w *Leyk*, *Pfeffers* i *Gastejen* w Alpach, prawdopodobnie tym sposobem powstały; gdyż woda deszczowa i rosowa pierwej kilka tysięcy stóp głęboko w masy skał wsiąka, nim u ich podnóża pojawić się może. Źródła tego rodzaju zawierają przeto daleko więcej mineralnych części, niż zwyczajne; ponieważ muszą dłuższą drogę przez skały odbywać, a wyższa temperatura powiększa ich władzę rozpuszczającą. — Dla tego wypada nazwać raczej te źródła mineralnemi, a nie poprzedzające; chociaż i to zależy od własności skał przepuszczających wodę.

Geologiczna budowa ziemi jest przyczyną powstania źródeł trzeciego rodzaju; mianowicie: że warstwy skał przepuszczające wodę leżą między ścisłymi skałami, tymczasem cały systemat skał jest łękowaty albo kotlinowaty. Są to stosunki tak zwanych artezyjskich studzien, co unaocznia obrazek 13ty.

Jeżeli więc w takim wypadku jedna strona warstwy, przepuszczającej wodę, wystąpi na powierzchnię wyżej poziomu, niż druga, albo niżeli część drugiej, wtedy wszystka woda, wdzierająca się na stronie wyżej położonej w tę warstwę, wytrysknie na niższej stronie.— Tym sposobem źródła mogą wytryskać na wysoczyznach, które do ich nasycenia wcale nie przyczyniają się; tymczasem ich dopływy pochodzą może z okolic dosyć oddalonych, jeszcze wyższych, i przebywają daleką, podziemną drogę, jak to być może między zagłębieniami oddzielającymi. — Jeżeli przewiercimy, n. p. warstwy wody *a*, w poprzecznym przecięciu (zob. obraz. 13) unaoecznione, wtedy w warstwie wodnej *b* zebrana woda będzie gwałtownie wytryskała otworem świdrowym, i można ją ponadstawianemi rurami wyprowadzić równo z naturalnym poziomem punktu źródła warstwy *b*. — Źródła tego rodzaju mają zawsze wyższą tempe-

Obrazek 13.



raturę od średniej temperatury okolicy; a to tem wyższą, im z większej głębi pochodzą. — One są także często źródłami mineralnemi, a jeżeli w swoim przepływie rozpuszczały sól w pokładach — źródłami stonemi czyli solicami. — Tu i owdzie wiercono dziury kilka tysięcy stóp w głąb do pokładów soli kamiennej sięgające, ażeby otrzymać nasyconą solicę przez wpuszczanie wody słodkiej, która przejmując sól, nią się nasycała, i bez stopniowania wywarzoną być mogła. Stosunki prostym sposobem tu objaśnione, pojawiają się w naturze najrozmaiciej. Źródła mineralne, wydobywające się z wielkiej głębokości, uprowadzają zwykle więcej stałych części

z wnętrza ziemi na powierzchnię, niżeli źródła płytsze. Obliczono, że źródła Karlsbadzkie wyprowadzają na powierzchnię corocznie 130.000 centnarów węglanowej sody i 200.000 centnarów Glauberskiej soli. Lecz jeszcze nierównie znaczniejsza jest ilość wyprowadzonych stałych części z niektórych solic i źródeł zawierających wapno. Te ostatnie osadzają części wapienne w pobliżu ujść swoich, i tworzą tym sposobem małe stożki martwicy wapiennej (tufu wapiennego) albo trawertynu. Takie stożki wapienne, z których szczytu woda wytryskuje, znachodzimy n. p. w Węgrzech lub w Algeryi.

Całkiem taką samą postać mają stożki *Gejzeru*, jeno ich masa nie składa się z węglanowego wapna, lecz z ziemi krzemionkowej. — *Gejzery* Islandyi są w ogólności tak właściwemi zjawiskami, że się nad nimi bliżej zastanowimy. Obrazek 14 unaocznia *Gejzery*.

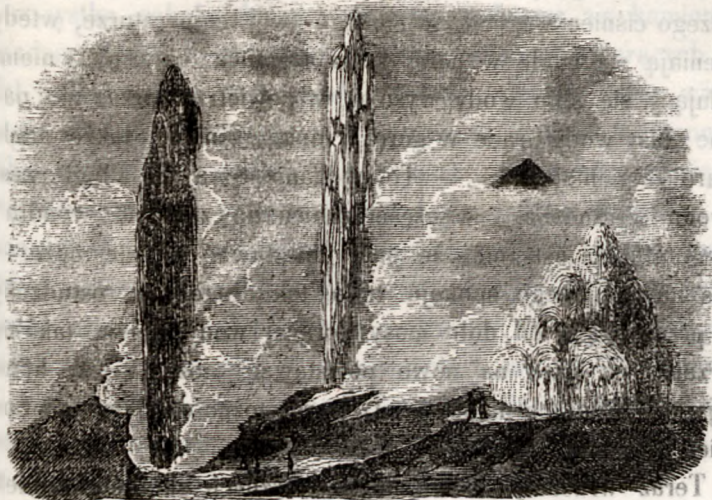
Źródłowa woda Islandyi ma nader rozmaite własności i rozmaitą temperaturę; albowiem niektóre źródła są tylko letnie, inne gorące jak woda kipiąca. — W pierwszych nie widać kłębowania, wtóre wytryskują kipiąc ustawicznie, i tworzą naturalne wodotryski, które krajowcy zowią *Gejzerami*. Największy znachodzi się w równinie, która na 2 mile rozległości od podnóża *Blafell* aż do wybrzeża morskiego sięga, i tam łączy się z krajem płaskim, oparzelistym. Źródło wielkiego *Gejzeru* znajduje się u podnóża pagórka z łupkowatego dźwiękowca (fonolitu) i szarego trachitu. Całą dolinę zdobi bujna zieloność łąk. Widać kilka większych i mniejszych rzek wijących się, które w oddali wydają się jak srebrzyste wstęgi na zielonej murawie; dalej zasłaniają je wyższe brzegi, i znowu występują na widownię. Daleko na północnym wschodzie leży na tle niebieskiem *Blafell* częściowo śniegiem pokryty; ku wschodowi i południowemu zachodowi widać płaskie szeregi gór, nad nimi panuje stożek *Hekli* — o którym później. Na stronie przeciwległej widać także szczyty o stromych skałach. — Już z oddali postrzegasz w różnych miejscach białe, lekkie nad ziemią przeciągające pary, które w krótkich prze-

stankach jako potężniejsze słupce dymu obłoczkowato wzbijają się w górę wirując, a gdy się tam zbliżysz, ujrzysz cały skład większych i mniejszych gorących źródeł i wrzących studzien, które rokrocznie z wspólnego wulkanicznego układu rozpadlin w północno wschodnim kierunku buchają.

Dolina Gejzeru jest po największej części bardzo młodym napływem; tu i owdzie później wydźwigniętym. Ten grunt przediera Gejzer i osadza warstwę nacieku krzemienego, który grubieje, i tym sposobem powstaje w około ujścia stożek z rurą prostopadłą, w środku walcowatą. W tym stożku jest płaskie zagłębienie prawie 50 stóp średnicy, a w środku prostopadła, 70 stóp głęboka, i prawie 16 stóp szeroka rura, rozgałęziająca się na dole. — W zwyczajnych okolicznościach to zagłębienie zawiera wodę zieloną, czystą jak kryształ, gorącą na 80 stopni *Cel.*, spływającą trzema małemi rowkami po stoczystości stożka. — Po niejakim czasie usłyszysz podziemny grzmot jak w wulkanicznym wybuchu, lecz głośniejszy; przyczem postrzeżesz drzenie stożka. Skoro się to zjawisko w krótkich przerwach jeszcze powtórzyło, wzdyma się woda w zagłębieniu, sklepi się wypukło, i wychodzą wielkie bańki pary, które pękają na powierzchni i wyrzucają gotującą się wodę kilka stóp wysoko. Teraz znowu cisza.

Gęsta, biała para, którą wiatr unosi po nad dolinę, osłania na chwilę zagłębienie, i w bardzo regularnych odstępach od 80 do 90 minut powtarza się to samo zjawisko przez cały dzień i dłużej, bez przerwy — wtem nagle przybiera inny charakter. — Wtedy słyszysz silniejszy grzmot z głębi, woda nadyma się w zagłębieniu, wiruje w górę, w środku wznoszą się potężne banie pary, a po kilku chwilach wystrzela w powietrze promień wody, zamienionej w pył lśniący. Zaledwo dosięgnął 80 do 100 stóp wysoko, i jego krople jeszcze nie spadają, tryska drugi i trzeci promień, który się jeszcze wyżej wzbija. — Na wszystkie strony tryskają większe i mniejsze promienie—jedne w łukach, inne prostopadle z sykiem—jakby rakiety, przyczem ogromne przewalają się chmury pary i osła-

Obrazek 14



Gejzer w Islandyi.

niąją w części snop wodny. — Teraz następuje jeszcze jedno pchnięcie, głucho uderzenie z głębi, po którym wystrzela z kamieniami promień ostrokończysty, wyższy od poprzedzających — i przepada całe zjawisko, które tylko kilka minut trwało. Nim jeszcze gęsta para z wiatrem się rozeszła, i woda kipiąca spłynęła po bokach stożka, zagłębienie jest suche, pokryte szaro popielatymi perlami nacieku, a teraz możesz tam bezpiecznie przystąpić, i widzieć wodę spokojnie stojącą na 6 stóp pod skrajem. — Po upływie godziny albo w krótszym czasie, woda kipiąca w rurze znowu zwolna podnosi się i wypełnia zagłębienie aż do przelewu. W 4. lub 6. godzinach po upływie poprzedniego odgłosu następują nowe; potem znowu wybuch; na który jednak czasem dłużej niż dzień czekać musisz. — Tym sposobem pojawia się to zadziwiające widowisko rokrocznie, całkiem niezawisłe od wybuchów Hekli, i bez przestanku.

To zjawisko polega jedynie na tem, że woda podnosząca się w rurze Gejzeru i pod ciężarem słupa nad nią, ma daleko wyższą temperaturę od kipiącej wody na powierzchni. —

Gdy więc tak gorące masy, podniosły się, doznają prędko słabszego ciśnienia, nieodpowiedniego swej temperaturze, wtedy zamieniają się nagle w parę, która wyrzuca cały nad nimi znajdujący się słup wody wysoko w powietrze, przez co następne masy wody prące w górę, i mniej ciśnione, także nagle w parę zamieniają się. — To buchanie trwa tak długi czas, aż woda wyrzucona, i w części znowu do zagłębienia wpadła, do tego stopnia ostygnie, że para powstawać już nie może. — Okres następującego spokoju trwa tak długo, aż ostudzony słup przez prące od dołu masy gorącej wody znowu tak się rozgrzeje, że para na nowo powstawać może. — W kilku mniejszych źródłach niedaleko Gejzeru można całkiem podobne widzieć zjawiska.

Teraz wracamy znowu do chemicznych skutków źródeł. Wspomnieliśmy, że ani okiem, ani smakiem obcych części, znajdujących się w wodzie źródłowej, rozpoznać nie można; zaś ściślejsze poszukiwania przekonywają, że istotnie zaledwo jedno źródło jest całkiem czyste, i że prawie wszystkie zawierają ślady rozmaitych sol, kwasy albo także ziemie rozpuszczone. — Z ostatnich najczęściej znachodzi się wapienna ziemia, połączona z węglanami, z wapnem, tudzież z siarczanem — jako gips. — Ten ostatni sam przez się rozpuszczalny jest w czystej wodzie, i jego ślady znachodzą się we wszystkich źródłach, które w swoim przepływie przez skały napotykają pokłady gipsowe. — Jeżeli woda zawiera wolny węglan, wtedy rozтворя także wapno. Samo wapno nie łatwo można dostrzedz, lecz znachodzimy je jako osad na dnie naczyń, w których woda paruje albo się gotuje; najczęściej w kotłach i garnkach do gotowania wody; każde mocniejsze rozgrzanie wody sprzyja wydzieleniu wapna. Do takich osadów należy także *kamień kottowy*, — który jest prawdziwą plagą machin parowych, i może być nawet przyczyną niebezpiecznych eksplozji. Jak wielkie masy stałych części mogą się znajdować w wodzie źródłowej, dowodem jest piękny, pstrokaty kamień źródła Karlsbadzkiego, używany na różne wyroby; zwłaszcza gdy uwzględ-

dnimy jak prędko n. p. bukiety kwiatowe, gniazda ptasie i wszystko, cokolwiek tam wrzucimy, pokrywa się kamiennym osadem źródła Karlsbadzkiego. Wiele zimnych i gorących źródeł tworzy osobne stałe osady i czasem rozległe masy wapna, które się zowią *naciekami* wapiennymi (tufami wapiennymi) albo soplami — według ich postaci. *Naciekiem* zowią się wapienne osady o wyraźniejszym, krystalicznym złożeniu; *tufy* (martwice) mają więcej ziemiste wejrzenie i bywają zwykle dziurkowate; *sople* (stalaktyty) okazują spółśrodkowo krystaliczne ułożenie; podobne są z wejrzenia do potężnych sopli lodowych, i powstają w naturalnych i sztucznych jaskiniach z wody, spływającej z sklepienia w kroplach, która parując pozostawia wapno rozpuszczone w przepływie swoim od powierzchni ziemi aż do sklepienia jaskini.

O tych różnych utworach później jeszcze pomówimy. Martwice i nacieki, szczególnie we Włoszech, najczęściej napotykamy; tam nazwano je *trawertynem*, i już w starożytności używano ich jako wybornych kamieni w budownictwie, także w Niemczech w tych miejscach, gdzie się znajdują. Dowodem są piękne budowle na kolei Turyngskiej, ratusz Wejmarski i t. d. Te trzy wspomniane osady składają się nietylko z węglanowego wapna, lecz zawierają zwykle jeszcze inne części, z kąd pochodzi także owo uprzążkowanie i różne ubarwienie.

Rzecz uwagi godna, że substancje wydzielające się z wody są zwykle krystaliczne, bo nawet tufy, pojawiające się często ziemisto i zawsze brylcowato, składają się z kryształów bardzo drobnych, proszkowatych. Nie należy zatem ziemistych substancji i pokładów uważać za materje chemicznie roztworzone w wodzie, chociażby nawet były niewątpliwymi jej osadami, ale raczej za mechaniczne domieszania.

Krzemionka występuje wprawdzie między składowemi częściami źródeł nie mniej powszechnie jak wapno, lecz daleko w mniejszej ilości. Przyjąwszy $1\frac{1}{2}$ do 3% w przecięciu rozpuszczonych składowych części w zwyczajnej wodzie źródłowej, to z tych najmniej połowa, często nawet dwie trzecie

części przypadają na węglanową ziemię wapienną, ale tylko mniej może o dwie tysięczne części na krzemionkę, co pochodzi od jej ograniczonej rozpuszczalności. Krzemionka sama przez się jest równie nierozpuszczalna jak węglanowe wapno, lecz gdy ze swoich poprzednich połączeń, mianowicie z bardziej upowszechnionego połączenia z alkaliami przez kwas mocniejszy wydzieli się, wtedy nie rozpuszcza się w wodzie, w której rozkład nastąpił, i dopiero wówczas z niej się wydzieli, gdy woda wyparuje. Nawet węglan może w pewnych okolicznościach sprawić powolny rozkład krzemianowych alkaliów, i szczególnie gorące pary wody mogą łatwo sprowadzić ten rozkład; dla tego krzemionkowy zasób źródła z temperaturą zwykle się wzmacza. Poznaliśmy już w Gejzerze znaczny osad krzemianowego nacieku.

Woda morska posiada jeszcze dzielniejsze własności rozpuszczania; co wynika już z jej składowych części. — Woda morska składa się głównie z kuchennej soli i chloranowego magnezu, lecz przy tych znachodzi się zawsze jeszcze chlorowe wapno, gips i sól glauberska, a tu i owdzie jod i brom. Zasób soli w morskiej wodzie pochodzi oczywiście z udzieleni wód śródziemnych, a co najwięcej, jak się zdaje przypuścić można, od miejscowej zmiany przez własny roztwór morza. Za tem przemawia także ta okoliczność, że właśnie mniej upowszechnione substancje znachodzą się w pewnych, mianowicie wulkanicznych okolicach przeważnie rozpuszczone w morzu, i tylko przez parowanie znouu wydzielające się z niego w stałej postaci. Tym sposobem powstają jeszcze teraz piaskowce morskie i warstwy wapna. Tu należy na wybrzeżu Gwadelupy znaleziony pokład wapna z całkowitemi szkieletami ludzi — co tak wielkie zrobiło wrażenie; albowiem szukano w tem zjawisku niezbitego dowodu istnienia rodu człowieka przedadamowego. Ścisłejsze poszukiwania wykazały powstanie tego wapienia. Niemniej zadziwiły znalezione rury wapieniowe na wybrzeżach Nowej Holandyi, które powstają przez to, że morze w czasie burzy wysoko wzniesione,

opryskuje wodą rośliny stojące na brzegu, i z czasem oskorpia je wapnem. — Ta okoliczność objaśnia także powstanie niektórych pokładów wapienia w wcześniejszych okresach ziemi; znachodzą się także połączone z nim znaczne, mechanicznie utworzone pokłady piaskowe. W dawniejszych okresach krzemionka musiała się znachodzić w większej ilości w morzu rozpuszczona, albowiem znajdujemy tak zwane skałki (kule skałkowe) w wielu osadach, które są widocznymi płodami morza, i ponieważ krzemienie prawie zawsze w skamieniałościach znachodzą się, nawet całe ciała zwierzęce otaczają. Przypuszczają, że gąbki przejęły krzemionkę mechanicznie z morza, na którego dnie rosły, albo że ją z niego same chemicznie wydzieliły.

W ogólności organizmy mają główny udział w zamianie organicznych składowych części naszej ziemi. Lecz czynność organizmów polega jedynie na rozpuszczającej władzy wody; bo zwierzęta i rośliny mogą przyjmować tylko rozpuszczalne, nieorganiczne substancje. Nieorganiczne osady, których powodem jest świat zwierzęcy i roślinny, udowodniają przeto pośrednio rozpuszczającą władzę wody. Jakoż w istocie mało jest żyjących stworzeń, których sprawy żywotne nie potrzebują pewnych nieorganicznych substancyj, i które, po śmierci na pierwiastki rozkładające się stworzenie, znowu w stałej postaci żywiołowi zwraca, których mu udzielił w płynnym stanie. Wapienna i krzemionkowa ziemia dostarczają największą część stałych składowych części stworzeń, więc są najbardziej upowszechnionymi substancjami. Wapno wchodzi szczególnie w skład kości. Zwierzęta niższego rzędu przyjmują węglanowe, zaś wyższego rzędu — fosforanowe wapno. Masa wapna tym sposobem z wód przejęta jest bardzo znaczna, gdy uwzględnimy owe miliony muszli, ślimaków i koralów morskich, tudzież większe zwierzęta kregowce (kregowce). Licząc na każdego człowieka tylko 3 funty wapna — a w dorosłym, zdrowym jest może 7 funtów — wypadnie ogółem 27.000.000 centnarów, które pochodzą z wody użytej za na-

pój albo w pokarmach. Po śmierci tylko mniejsza część tego wapna wraca do wód, albowiem wielka część pozostaje w ziemi jako część stała.

Wapno zwierząt lądowych, a zatem i człowieka, pochodzi wreszcie po największej części z śródziemnych wód, mianowicie ze źródeł, których woda służy za napój. Tylko małą ilość ziemi wapiennej przyjmują zwierzęta, bo wiele onej wydziela się z wody przez parowanie, a jeszcze więcej rozpuszczonej dostaje się do morza, gdzie się rozpoczyna olbrzymia sprawa wydzielania przez muszle, ślimaki, polipy i inne rozliczne morskie zwierzęta, przejmujące wapno. Ilość wapna tym sposobem z muszli i ślimaków wydzielonego, nie jest wprawdzie nieznaczną, albowiem skorupa jednej wielkiej ostrygi waży 20—25 łutów, a łakotnisie wszystkich narodów oddają znowu rokrocznie miliony tych zwierząt; ale to znika wobec niesłychanej działalności koralowych zwierząt, od których zależy istnienie wielkich skalistych raf, a nawet powstanie wysp. Dla tego zastanowimy się nad temi stworzeniami, i nad ich budownictwem.

Powstanie *raf* i *wysp koralowych* jest bardzo zajmującym i ciekawym zjawiskiem; dla tego rzecz ta wymaga bliższego objaśnienia. Pewne zwierzokrzewy, mianowicie gatunki *skłótwi* (*Milepora*), *gwiazdeczni* (*Astraea*), *gwoźdźcienic* (*pieczętnik*, *Caryophylla*), *krętoporni* (*Meandrina*)—żyją towarzysko nagromadzone, a ich wapienne osłony, *korale*, tworzą na dnie morza ławice koralowe (koralnice?) albo rafy koralowe. Te zwierzątka zakładają swoje budowy w niewielkiej, zaledwo 100 stóp przechodzącej głębokości, a budują aż do powierzchni wód, i to jak się zdaje w rozmaitych głębokościach rozmaite korale. Te rafy znachodzą się obecnie tylko w strefie równikowej między 32gim stopniem północnej i 29tym południowej szerokości, a dla utrzymania się onych potrzebują nie głębokiego, twardego gruntu, falującej wody morskiej, zawierającej i sprowadzającej wapno i pożywienie. Ta woda nie powinna zawierać ani mułu, ani piaskowych domieszanych części, ponieważ te są bardzo szkodliwe ich życiu.

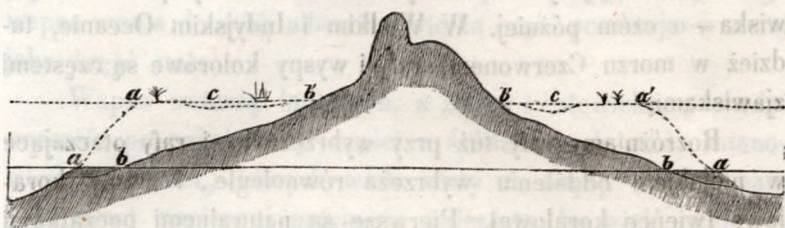
W dawniejszych formacjach znajdujemy podobne zjawiska—o czém później. W Wielkim i Indyjskim Oceanie, tudzież w morzu Czerwonem, rafa i wyspy kolorowe są częstymi zjawiskami.

Rozróżniamy rafa tuż przy wybrzeżach, i rafa otaczające w niejakiem oddaleniu wybrzeża równoległe, i wyspy koralowe (wieńce koralowe). Pierwsze są naturalnymi początkami drugich; gdyż koralowe rozpoczynają budowy swoje zawsze tylko u skalistych wybrzeży morza, gdzie im sprzyjają zewnętrzne warunki, a ujścia rzek przeszkody nie stawiają.

Rafa przybrzeżne znajdują się często w morzu Czerwonem, na wschodnim wybrzeżu Afryki, na wybrzeżach Madagaskaru, Sumatry, Filipinów, wysp Salomona, Hebrydów i Antyllów, i prawdopodobnie płaskie dno morza pokryte nimi w znacznej rozległości. Jeżeli takie okolice wybrzeży, przy których zwierzkowały swoje budowy pozakładały, nagle albo z wolna przez wulkaniczne działanie wydzwignięte zostaną, wtedy te koralowe masy w części albo całkiem nad powierzchnię wody wynurzą się, zwierzątka umierają, i znajdziemy pozaczynane rafa na suchym lądzie, co się zdarza często w wyżej wspomnianych okolicach. Są one oraz wybitnym dowodem wydzwignięcia znacznej części skorupy ziemskiej. Całkiem inny zachodzi wypadek, gdy rafa wybrzeży albo obszary wysp, gdzie budowały koralowe, ulegają powolnemu zniżaniu. Obrazek 15ty unaocznia rafa koralową, która otacza wyspę w przecięciu narysowaną. Ta rafa sięga aż do powierzchni morza *a, b*, lecz skoro doszła prawie do tej wysokości, wyspa z przyległym dnem morza zniża się tak głęboko pod zwierciadło wody, że to sięga tylko do *a' b'*, co jednak na jeden raz więcej wynosić nie może, jak głębokość, w której takie koralowe żyć mogą.

Tym sposobem koralowe mogą budować wyżej i aż do nowego zwierciadła morza, a że zewnętrznym koralom fale morskie więcej żywności doprowadzają, niż wewnętrznym w bliskości wyspy, dla tego rafa przybiera postać na obrazku 15tym krop-

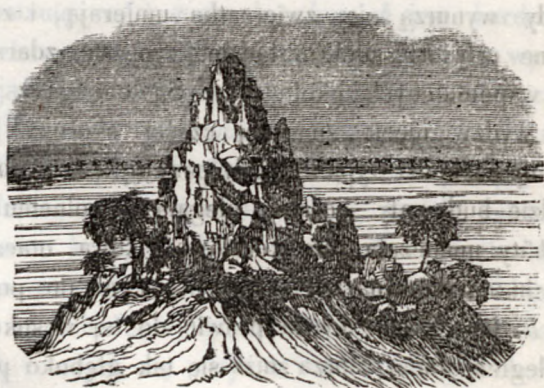
Obrazek 15.



a a zewnętrzny skraj rafy; *b b* brzeg wyspy; *a' a'* zewnętrzny skraj rafy po dłuższym wzrastaniu; *c c* kanał lagunowy między rafą i brzegiem nowej, okółkowej wyspy; *b' b'* brzegi nowej wyspy.

kami wskazaną. Przez to powstaje rafa równoległa do wybrzeża, między którem a wyspą morze bywa często tak głębokie, że przez pojedyncze otwory spółśrodkowej rafy wielkie okręty przepływać, i między nią a stałym lądem kotwicę zarzucać mogą. Taką wyspą jest n. p. Balabola na morzu Południowym, otoczona rafą koralową, zarostą palmami. (Zob. obrazek 16ty).

Obrazek 16.

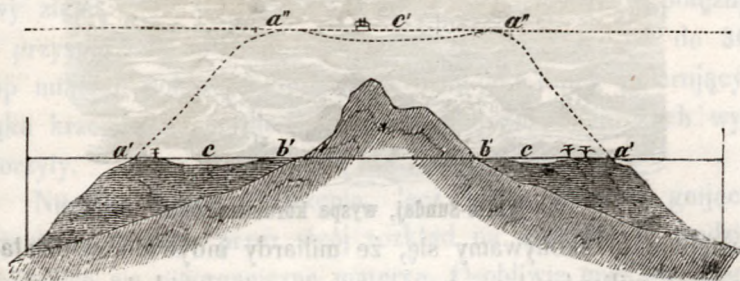


Wyspa Bolabola otoczona rafą koralową, palmami opasaną. —

Jeżeli taka wyspa z okółkową, koralową rafą ciągle się zniża, to bałwany morskie w poziomie *a" a"* (zob. obr. 17.) zderzać się będą nad jej szczytem skalistym; a gdy to zniżanie następuje powoli, i dozwala koralom ciągle budować aż do powierzchni, wtedy wyspa skalista zamieni się w okół-

kową wyspę koralową — w płaski pierścień lądu, który mało co nad powierzchnię morza wystaje i otacza koliste morskie zagłębienie.

Obrazek 17.



$a' a'$ zewnętrzny skraj koralowej rafy; $c c$ kanał lagunowy; $b' b'$ brzegi wyspy, piasek napływowy i okrucowce kanału lagunowego; $a'' a''$ zewnętrzne skraje wyspy; c' laguna nowo utworzonego wieńca (atoll).

Na obrazku 18tym unaoczniona wyspa *Biała Niedziela* jest tu przykładem. (Zob. stron. 108).

Nad wierzchołkiem skały powstało tu koliste zagłębienie; ponieważ zewnętrzne koralowe, jak już wspomniano, prędzej rosną, niżeli wewnętrzne, które w kotlinie całkiem zamkniętej już rosnąć nie mogą. Takie wieńcowe wyspy, mało wystające nad powierzchnię morza, tudzież pojedyncze skaliste wyspy, otoczone równoległymi rafami, znachodzą się tysiącami w pewnych okolicach Spokojnego i Indyjskiego morza. One zajmują z swojemi przestworzami bardzo rozległe płaszczyzny, a gdyby kiedyś z swoim gruntem miały być wydźwignione nad powierzchnię wody przez działanie wulkanizmu, wtedy przedstawiałyby dość jednostajną koralową formację, zajmującą tysiące mil kwadratowych, której pojedyncze wyniosłości łatwo poczytałyby można na szczątki pierwotnie na całej rozległości połączonego, potężnego pokładu; a tem, jak oczywista, one nigdy nie były. Jest to skazówką dla geologów badających i opisujących dawniejsze formacje tego rodzaju.

Widzimy, że przy powstaniu koralowych wysp wulkaniczne działanie wdziera się w sprawę żywotną drobnych organizmów;

Obrazek 18.



White-Sundaj, wyspa koralowa.

następnie przekonujemy się, że miliardy indywiduów działały podczas milionów lat w tym samym zamiarze i były przyczyną skutków godnych podziwu, wszelako tylko pod warunkiem powolnego zniżania się morskiego dna.

Że Ocean nadweręża ustawicznie koralowe wyspy, dowodem są wielkie na brzegu nagromadzone gruzowiska, wśród których bujają rozkoszne kokosowe palmy. Te wysepki musiałyby przeto ulegnąć bałwanom, gdyby organiczne siły nie równoważyły ich natarczywości, a mimo fal nie wydzielają z morza cząstek węglanowego wapna, i nie przyczyniały się przeto do trwałego spajania części budowy.

Krzemionka da się wykazać tylko w bardzo małej ilości jako składowa część zwierzęcych ciał, natomiast w roślinach jest bardzo rozpowszechnioną. Wszystkie trawy, osobiwie gatunki trzciny, palmy, skrzypy, zawierają w swoich utworach naskórkowych wiele krzemionki, i ztąd pochodzi ich twardość i ta ostrość ich krawędzi. Skrzyp zawiera w swoim popiele 95% krzemionki, a do wyplatania stołków używana trzcina nawet 97%. Lecz w przyswajaniu krzemionki zawartej w wodzie szczególnie czynne są *Bacylarye* i *Diatomy*, najmniejsze roślinne postacie, składające się tylko z pojedynczych komórek albo krzemienych skorup. Miliony tych stworzeń, mylnie za zwierzęta poczytanych, zapełniają wody, od najmniejszej łąkowej kałuży aż do Oceanu. Nie-słychana mnożność i mnóstwo tak małych ostrokrawędzistych

jestestw, otoczonych szklistą, krzemioną powłoką, a wewnątrz po części wypełnionych substancją żółto-brunatno lub zielono ubarwioną, jest niezaprzeczenie przyczyną zadziwiających wypadków. Te jestestwa wydają w krótkim czasie warstwy ziemi kilka stóp grube; co dowodzi ich wpływ potężny na przysporzenie stałego ładu przez ich rozległe, 20 do 30 stóp miększe pokłady, które się z nich jako łupek polerujący, mąka krzemionna, trypla — w przedhistorycznych okresach wytworzyły.

Nietylko żyjące stworzenia, lecz także nieżywe, gnijące organizmy działają przez swój rozkład na niektóre w wodzie znajdujące się nieorganiczne materye. Osobliwie miękkie części umarłych ślimaków, muszli i promieniaków, jak się zdaje, mogą wywierać przyciągającą siłę na krzemionkową galaretę, mechanicznie unoszącą się w wodzie; gdyż skorupy, tudzież ich wnętrza krzemionka często zapelnia i zamienia się w krzemień. Zdaje się także, że i gąbki działały podobnie na krzemionkę morza krédowego, i że złąd pochodzi nieregularna bulasta, szczątkami zwierzęcemi albo roślinnemi przenikniona postać krzemieni. Rozkładające się organizmy działają także na żelazo, w wielu wodach źródłowych jako węgleczek znajdujące się, który przy parowaniu z wody się wydziela. Tę sprawę wspierają przeto gnijące, zwierzęce substancye przejmując kwasoród żelazka do swego rozkładu, a skłaniając żelazo do innych połączeń. Najpospolitszem jest połączenie z siarką, przez co powstaje iskrzyk złocisty (piryt); a gdy największa część wody, zawierająca w sobie węglanowy żelazek, zawiera także siarczanowe sole rozpuszczone, to w niej rozkładające się organiczne ciała sprowadzają połączenie siarki z żelazem, przyswajając sobie kwasoród pierwej utworzonego siarczanowego żelazka, a uwalniając węglan. Tym sposobem daje się objaśnić znajdowanie się tak wielu roślinnych i zwierzęcych skamieniałości w iskrzyku złocistym.

Teraz objaśnimy *działanie atmosfery na stężalą skorupę ziemi*. — Atmosfera zawiera wszędzie wyziewy wodne, i te za-

opatrują skorupę ziemi w wysokości równie wodą, jak ją własny jej ciężar na dół ściąga, i nawet w najciaśniejsze szpary sprowadza. Lecz woda w atmosferze wywiera, chociaż powoli, znaczne wpływy, podobnie jak woda znajdująca się na powierzchni i wewnątrz ziemi. To działanie znane jest pod nazwą *wietrzenia*, które jest tylko rozkładem skał w wodzie i w wolnych kwasach atmosfery. Zwiertzeniu ulegają najtwardsze kamienie, n. p. granit, którego części mieszaniny, osobliwie feldspat do tego skłania; a ponieważ w największej liczbie granitów feldspat przeważa, więc ten jest przyczyną zwiertzenia całej masy. Przez działanie węglanu w atmosferze i w wodzie, zasób potasku, sody i wapna odmian feldspatu, opuszcza swoje połączenie się z krzemionką, zamienia się w węglanowe sole, które wtedy roztwarzają się w wodzie albo w wilgotnej atmosferze. Wówczas rozpada się stężały krystaliczny feldspat w utwór biały, ziemisty, składający się głównie z połączenia krzemionki z item i z wodą, i jest użytecznym jako *ziemia porcelanowa* albo *kaolin*. Także brylcowy feldspat tworząc porfiry rozpada się w ziemię porcelanową (porcelankę). To samo dzieje się z bazaltami, w których rozkładają się alkalia i żelazek; ztąd powstają brunatno ubarwione ility.

Taką to drogą powstają płody zwiertzenia; woda je unosi (odpłókuje), napotyka ją z nią inne substancje, otaczają je i tworzą tam, gdzie się woda zatrzyma, nowe warstwy skał—*osady* — zmieszane często z ziarnami piasku i okrucowcami innych skał; — dla tego zowią się *złepieńcami* albo *brekcyami*. Masy ciężkie osadzają się w najgłębszych punktach, nad temi ziarna piasku, a dopiero na tych drobniejsze części itu. Wszelakoż zwiertzenie nie zawsze jest tworzącem, często raczej niszczącem; ono uprowadza przez wodę atmosferyczną lepiszcze wielu piaskowców, potem spadający deszcz zabiera poodłączane ziarna piaskowe. Widzimy różne stopnie zwiertzenia w wielu starych murach z piaskowca i wapieni. Te objaśniają podobne zjawisko, któremu skorupa ziemiska od tysięcy lat

ulega. Osobliwie wpada w oko zwietrzenie w dorzeczach ciągnących się przez piaskowce; ponieważ para wodna, unosząca się ustawicznie z rzeki, zaopatruje atmosferę doliny obficie wodą, przez co bardzo ciasne doliny mogą się z czasem rozszerzyć, a zasób piasku w wielu rzekach może stąd pochodzić. Zwietrzenie objaśnia także wiele zjawisk w skałach; i tak n. p. kotlinowate zagłębienia w granitach, w niektórych miejscach Harcu, przypisują zwietrzeniu. Tu należą także kotliny Druidów w granitach Kornwallu i Devonshire, i chwiejące się kamienie tychże okolic. Te skały składają się z słupów granitowych z kulistymi bryłami, leżącymi na ich szczycie, które łatwo w ruch wprowadzić można. Te bryły chwieją się w czasie burzy to w tę to w ową stronę. Takie słupy powstają przez to, że wszystkie krystaliczne i bryłcowe kamienie pękają w pewnych kierunkach, i dla tego oddzielają się w pojedynczych kawałkach. — W te rozpadliny wnika atmosfera, zwietrza ich ściany, ogładza krawędzie i naroża brył, i nadaje im wejrzenie kuliste. — Takie bryły spoczywają wtedy często tylko na małej płaszczyźnie; a że podstawa jest tak samo zaokrąglona jak one, dla tego się chwieją, nakoniec spadają.

Teraz pomówimy o wodzie stężalej, t. j. o *śniegu* i o *lodzie*, których działanie należy do najgłówniejszych pod względem geologicznym.

W klimatach umiarkowanych i zimnych wierzchnia pokrywa ziemi składa się często ze śniegu, na równiku nigdy; zaś zawsze na biegunach i wysokich górach. Granica wiecznego śniegu i lodu przypada w 70tym stopniu szerokości północnej, a 60tym południowej nad poziom morza; lecz ku równikowi coraz wyżej sięga, a to w ten sposób, że góry naszych szerokości geograf. muszą być 7.000 do 8.000 stóp wysokie, zaś na równiku 16.000 — 17.000 stóp, ażeby ich wierzchołki pokrywał wieczny śnieg.

W miejscach, gdzie śnieg latem wcale nie topnieje albo tylko częściowo, rokrocznie nagromadza się go tam coraz więcej, lecz tylko peryodycznie; tymczasem w innych porach

powstają skorupy lodowe przez działanie słońca, albo też wiatry sprowadzają atmosferyczny pył na białą powierzchnię śniegu; przez to powstają różne warstwy lodu. — Wszelako to roczne przybywanie równoważy się przez częściowe odtańnianie w czasie słonecznych dni, nawet w okolicach bieguna i na najwyższych górach przez parowanie, ściśnienie, tworzenie się lodu i przez zmianę miejsca części lodu. Masy śniegu zamieniają się tym sposobem w lód biegunowy i w lodowce, a gdy pierwszy jako kra (płynący lód) posuwa się ku południowi, lodowce posuwają się ku niższym miejscom.

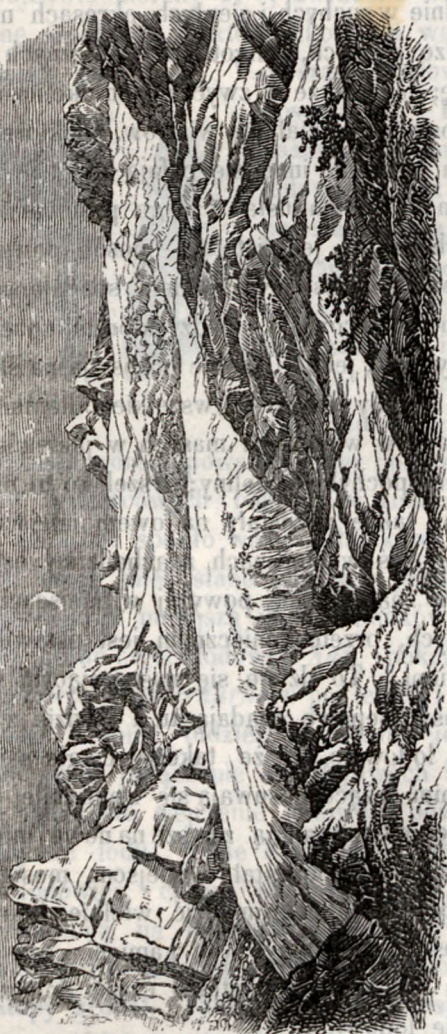
Lodowce powstały ze śniegu wysokich gór, i nie są wcale zmarzłymi zbiorowiskami wody. Śnieg utracą sytkość, a przez dłuższe nagromadzanie się przy zmiennej temperaturze i wnikanie rosy, przechodzi w stan ziarnisty — *w szron*. W Alpach śnieg dawny, w wysokości 8000 stóp, nigdy całkiem nie topnieje; góry musiałyby podwyższać się rokrocznie, gdyby masy wysokich śniegów nie zsuwały się w parowy i doliny. Przy tem pojedyncze oraz rosą nasiąkłe ziarna lodu szronowego ściskają się coraz bardziej z sobą i w sobie, i tworzą nareszcie ścisły lód lodowców, który jednak mniej jest ścisły, niż woda wprost zamarzała.

Lodowce są przeto masami szronu na dół zesuniętymi i wtłoczonemi w parowy i doliny, zamienionemi w lód, które jednak prawie zawsze więcej lub mniej na dół poniżej okolicy wiecznego śniegu są postręcane; w Alpach na 2000—4000 stóp, w lodowcu Grindelwald nawet na 5000 stóp. — Osobliwie w dolnym końcu lodowce topnieją w lecie coraz bardziej, im więcej śniegu w zinie upada, i z czasem zniknęłyby zupełnie, gdyby się lód z okolicy szczytowej na dół nie zsuwał.—Że lodowce zsuwają się z góry na dół, dowodem są nasamprzód posuwanie się ich końców, przyroda *morenów*, t. j. wałów z kamieni runionych na lodowce i przy nich; powtórnie: bezpośrednie pomiary.

Dólne końce lodowców nie trzymają się tego samego miejsca, lecz niekiedy cofają się, a niekiedy naprzód posuwają

się; co często postrzegano. Cofanie się lodowca następuje przez odtajanie, a posuwanie się naprzód dla tego, że obecny koniec lodowca przez rozszerzenie się całego lodowca dalej w do-

Obrazek 19.



Lodowce góry Montblanc.

linę zwozi się. Lecz jeżeli dolny koniec pozostaje w miejscu, przyczyną tego jest tylko równowaga obu działań. Jeżeli odtopienie wynosi tyleż co posuwanie się naprzód, wtedy koniec trzyma się tego samego miejsca. Jak naturalnie musiały wszy-

stkie lodowce w ogólności przyjąć to stanowisko z biegiem czasu; one tak długo powiększały się albo tajały, aż równowaga znowu nastąpiła. Wszelako średnia temperatura i wiatry wywierają wielki wpływ na lodowce, a więc naturalną rzeczą, że szczególnie w suchych i ciepłych okresach nieco się cofają, zaś w bardzo zimnych, wilgotnych i śnieżnych wszystkie nieco posuwają się; lecz także w zwyczajnych okolicznościach, w skutek niejednostajnego działania wiatrów, niektóre lodowce postępują dolnym końcem, inne się cofają.

Drugim dowodem ustawicznego posuwania się wszystkich lodowcowych części jest istota i sposób powstania morenów. Moreny powstają z ssepów kamieni spadających ze stromych stoków dolin lodowcowych, między którymi znachodzą się także wielkie bryły skał; jedne i drugie pozostają na skraju lodowców. Te skrajne moreny zawierają wszelkie odłamki skał stojących nad lodowcami w większych masach w jakimkolwiek miejscu, odpowiedniem pochyłowi doliny; wszelako to nie mogłoby nastąpić, gdyby także pozostały na owem miejscu, gdzie na lód spadają. Że zaś w morenach znachodzimy często razem kamienie, które znajdują się powyżej w miejscach niekiedy znacznie odległych, przeto koniecznem jest ustawiczne przenoszenie się kamieni. To dzieje się następującym sposobem: kamienie i masy ssepowe spadają tu i owdzie z skalistych spadzistości na lodowiec, a że takowy ciągle się posuwa, więc i masy na nim leżące posuwają się z nim dalej w dolinę; tymczasem nowe masy spadają zawsze na nowe miejsca lodowca. Gdyby zaś lodowiec pozostał w miejscu, musiałyby się w pojedynczych punktach nagromadzić wielkie kupy; tymczasem powstaje dość jednostajny wał kamieni, zawierający w każdym miejscu odtoki ze wszystkich części doliny, koło których przesuwiał się lodowiec.

Rozróżniamy: *moreny skrajne, środkowe* (grzbietowe) i *końcowe* albo *wały kamienne*. Moreny skrajne tworzą dwie długie linie wałów obwodzących po obu bokach lodowiec. Jeżeli wysoczyzny każdej strony dostarczają potrzebnego mate-

ryału, albo masa skały w środku także odłamków, wtedy i te moreny posuwa lód wzdłuż brzegu, na którym leżą. Gdy dwa lodowce *A B* (obrazek 20) zetkną się w tej samej dolinie, wtedy objedwie moreny 2, 3, zwrócone do siebie łączą się w morenę środkową *b*, która jako długi wał grzbietny

Obrazek 20.



na środku lodowca naprzód posuwa się. Dla tego za każdym nowym przyrostem lodowca przez połączenie powstaje nowa, środkowa morena; a lodowiec jest z tyłu pojedynczych dopływów złożony, ile ma środkowych morenów, dodawszy jednostkę.

Wielka środkowa morena powstaje przez połączenie dwóch długich szeregów lodowcowych boków, w znacznej zdłużni nieprzerwanych, na które spadło wiele odłamków; tymczasem przeciwległe boki mogą mieć słabe moreny, jeżeli pochodzą od ssepów otrzymujących mniejszą ilość odłamków. Obrazek 21. unaoczniający górne części lodowca *Aar*, pokazuje moreny pochodzące od lodowca *Finsteraarhorn* po lewej, i *Lauteraarhörner* po prawej stronie; tudzież powstanie jednej tylko moreny w środku przez połączenie się obydwóch bocznych.

Także owo gębczaste wejście lodowca, powstało przez niejednostajne tajanie lodu, gdzie bryła skały, jeżeli spadła jakby wyspa na lodowiec, chroni lód od tajania; wtedy ta bryła zostaje wzniesioną na lodowym trzonie. Te bryły są często bardzo wielkie (do 23 stóp wysokie, 17 stóp szerokie, a prawie $3\frac{1}{2}$ stopy grube). Także morena wznosi się często nad lód pod nią znajdujący się, i chroni go od deszczów i od słońca.

Następny obrazek 22. górnej części lodowca *Zermat* wskazuje także skutki w morenach przez połączenie lodowców. Po lewej stronie, moreny pochodzą od lodowca *Monte Rosa* i Gor-

Obrazek 21.



Lodowiec Aar górnej części.

nerhorn, i widać skrajną morenę podnóża Riffelhorn z wielką moreną Breithorn. Po prawej stronie są lodowce gór Mat-terhorn i Fürkellu; widać rozpadliny lodowcowe nad połączonymi lodowcami, tudzież podniesienie lodu nad bokiem lodowca, przy czym bryły i inne odłamki kamieni mają takie położenie, że mogą runąć i nagromadzić się w skrajnej morenie w bliskości i w oddaleniu od lodu.

Trzecim dowodem ciągłego posuwania się lodowców są pomiary. — Ten dowód jest najważniejszy, ponieważ wskazuje prędkość i miejscową niejednostajność ruchu. Kilku znakomitych Fizyków wykonało te pomiary na różnych miejscach w największych Alpejskich lodowcach. Lód ma największą chyżość w środkowej okolicy wzdłuż rozległości, a to w środkowej okolicy szerokości. Ten ruch wynosi tam w lecie w jednym skraju codziennie prawie 5 cali, w drugim skraju prawie 2 cale, a w środku szerokości 11 cali; tymczasem w bliskości dolnego końca w jednym skraju 3, w drugim 4, a w środku także 4 cale.

Obrazek 22.



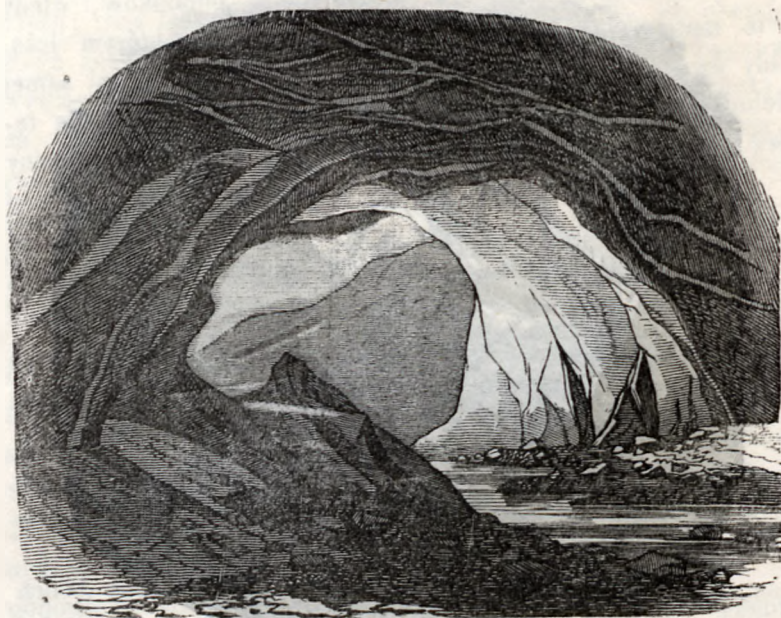
Moreny lodowca Zermatt.

Z tych badań wynika, że lodowce nie tylko w środku swojej szerokości posuwają się prędzej niż na skrajach, a przyczyną tego może być opór tarcia jak w rzekach; lecz że także w środku swego położenia zwykle prędzej posuwają się, niż ku dolnemu końcowi; dla tego muszą nieco w siebie pousuwać się. Lód lodowcowy porusza się według tych samych praw jak woda, lecz nieporównanie powolniej. To pochodzi nasamprzód ztąd, że lodowce zapełniają wszelkie nierówności dolin, co nastąpićby nie mogło, gdyby były całkiem twarde ciałami i nie mogły się sunąć; że zaś ta okoliczność zachodzi, okazuje się z wielu badań.

Profesor *Agasyc* z Newszatelu wyprowadził następujące wnioski o postępowem posuwaniu się lodowców, które sam badał:

1) Lodowiec tylko dla tego posuwa się, że masa jego przez wsiąknięcie wody oślizła.

Obrazek 23.



Brama lodowa lodowca Marcellego.

2) Różnice chyżości różnych lodowców i różnych miejsc lodowca są skutkiem niejednakowej miąższości i niejednakowego pochylenia; a więc właśnie tak samo, jak się to dzieje w prądach wodnych.

3) Peryodyczne zmiany prędkości zawisty od stanu nasylenia lodu wodą.

4) Nakoniec, przyspieszenie ruchu na wiosnę, kiedy chyżość lodowców zdaje się być największa, oprócz powyższych przyczyn, należy przypisać także rozszerzaniu się wody marznącej w włoskowatych szparach.

Z tego co tu i pierwej powiedziano, wynika, że ruch lodowców polega głównie na posuwaniu się nader powolnem, a nadto jeszcze tu i owdzie na ślizganiu się przez własny ciężar i na ciśnieniu szronowych mas. Całkiem podrzędnie może przy tem działać powiększenie objętości wody marznącej w szparach, która tężejąc rozszerza się o $\frac{1}{9}$ część swojej objętości.

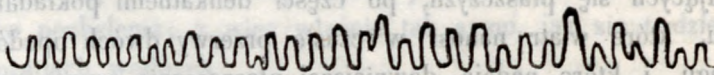
Ruch posuwania się przeważać będzie w dolnych, zaś ślizgania się w górnych okolicach lodowca, najczęściej stromych i zimniejszych. Kamienie i ziarna piasku wmarzłe w lodowce i z lodem, który je tłoczy, posuwane razem, są podczas tych obu ruchów przyczyną zaokrąglenia, ogładzenia, porysowania i zbrózdowania powierzchni skał, co tak często w Alpejskich dolinach postrzegamy. Dla tego każdy lodowiec jest jakby pilnik zwolna poruszany ogromnym ciężarem. Te kamienie i ziarna piasku, wyobrażające niby pilnik, zmieniają przytem swoje położenie, a kamienie same zaokrągłają się jak nieregularne kamyki stoczone, na których powierzchni widzimy często jeszcze kręsy i brózdy, co się nigdy nie zdarza na kamieniach stoczonych przez wodę. Takie kamyki stoczone znachodzą się nietylko tuż przed końcami lodowców, lecz także w częściach morenów oddalonych od Alpów wysokich w górach Jura.

Wspomniemy tu jeszcze o niektórych geologicznie i fizykalnie ważnych wypadkach, ściśle badanych w lodowcach. Naturalnie, że śnieg padający peryodycznie nagromadza się warstwami, oddzielonemi po części małą różnicą złożenia dotykających się płaszczyzn, po części delikatnemi pokładami pyłu, które wiatr nanosi w czasie przerwy dwóch upadów śniegu, i które nadają dawniejszej płaszczyźnie szronu wejście szare. Te szare pokłady pyłu na śniegu można rozróżnić nawet w lodzie jako odgraniczenia peryodycznych upadów śniegu czyli warstw jego. W pewnych stosunkach oświetlenia można je wszędzie poznać w niepokrytym lodzie lodowca, a wtedy pokazują często najdziwniejsze skrety, pochodzące z niejednostajnego ruchu pojedynczych części lodowca. Pojedyncze warstwy lodu głównie przesiąknięte są wodą.

Wnętrzna temperatura lodowców wynosi latem 0° stopni; inaczej też być nie może. Lecz w zimie, gdy dzienne odtajanie na powierzchni już ustało, woda przestaje wnikać, wielka gąbka lodowa rozplywa się, nakoniec ginie źródło z niej pochodzące. Od tego czasu temperatura znizą się pod 0° , najwięcej do $2\frac{1}{10}$ stopni.

Dostrzegano często, że przedmioty, które wpadły w szpary lodowca albo też obce w nim zamknięte, wydobywają się znowu na powierzchnię; a to objaśnia się prostym sposobem przez ustawiczne odtajanie onejże podczas lata. Ciągłe topnienie podczas ciepłych słonecznych dni, jest przyczyną jeszcze innych w oko wpadających zjawisk. Jeżeli na powierzchni lodu leżą ciemne ciała, wtedy słońce je oświetla, i ogrzewa bardziej niż lód; gdy nie są za wielkie i w ciągu dnia ogrzeją się na wskrós, wtedy przez to ogrzanie zagłębiają się po części w lodzie; tymczasem w rzadkiej atmosferze wysokich okolic przez odtajanie utworzona woda paruje szybko, albo wnika w drobniutkie szpary lodu. Ponieważ cała powierzchnia lodowca pokryta jest małemi kamykami, ziarnami piasku, pyłem albo szczątkami owadów i innymi organicznemi ciałami, które wiatr porozrzucił i naniósł, więc wszystkie te przedmioty zagłębiając się częściowo w powierzchnię, zostawiają w niej małe dziury; przez co lodowiec ma dziurkowate, jakby powygryzane wejrzenie, jak to widać na 24tym obrazku, w przecięciu poprzecznem. W każdym zagłębieniu leży ciemne ciało. Lecz

Obrazek 24.



gdy na lodzie leżą za wielkie kamienie, ażeby się w całej masie rozgrzały, wtedy są ochroną lodu, który pokrywają; a że w około nich powierzchnia ustawicznie zniża się przez topnienie lodu, dla tego leżą i utrzymują się na słupach lodowych, które coraz bardziej podwyższają się i cienczeją. Wszelako to podwyższanie się słupów jest względne, i zawisło od tego, że nie topnieją; tymczasem w około nich inaczej się dzieje. Takim to sposobem powstają tak zwane stoły lodowcowe. (Zobacz na końcu niniejszego rozdziału).

Owe słupy dochodzą wkrótce do ostatecznej wysokości: albowiem promienie słońca działają nieco ukośnie od strony

południowej, i z tej strony podkopują kamień. Tym sposobem te słupy przybierają ukośne położenie od południa ku północy. Jeżeli przeto od południowej strony za nadto odtajały, natenczas słup się łamie, a kamień spada ku południowi. Tu rozpoczyna się znowu to samo, i powtarza się, jeżeli kamień spadnie na lód oświetlony od słońca. W ten sposób wędrują wszystkie większe bryły po lodowcach ku południowi, i ta okoliczność objaśnia, dla czego w ogólności są porozrzucane; one pochodzą zawsze z moreny leżącej na północ. Liczba kamieni od góry ku dołowi wzrasta ustawicznie, a między obiema ostatecznościami zachodzi wiele stopniowań.

Jeżeli gdziekolwiek cienka kupa piasku leży, która się całkiem rozgrzewa, powstaje zwykle okrągła albo owalna dziura, zagłębiająca się ukośnie ku północy, i bywa niekiedy bardzo głęboka. Te dziury wodą napelnione zowią się *południowemi dziurami*. Jeżeli grubsze masy piasku albo odtoków razem leżą, wtedy ochraniają lód między sobą i tworzą pagórek lodowy, żwirem pokryty; złąd pochodzi także to, że wszystkie ścisłe moreny często bardzo znacznie występują nad zwyczajny poziom lodowca. Z morenów ziemistych tu i owdzie pozostałych albo pojedynczych morenowych brył, tudzież z zaokrąglenia, ogładzenia i równoległego pokresowania pochyłków skał w bardzo wielu Alpejskich dolinach, poznajemy, że dawniejsze lodowce były daleko rozleglejsze; co większa, ta okoliczność objaśnia wszystkie tak zwane „*glazy narzutowe*“ znajdujące się licznie w okolicach otaczających Alpy, i pochodzące z pasma gór wewnętrznych i najwyższych; a przecież te masy skał, niekiedy wielkie jak dom, znajdujemy na 8—10 mil oddalone na wysoczyznach kilku tysięcy stóp, n. p. w górach Jura przeszło 3.000 stóp wysoko.

Wyższa część górnej doliny Aar, na której dnie leży znakomity lodowiec, pokazuje najwyraźniejsze zaokrąglenie pochyłków skał aż do pewnego poziomu, niegdyś najwyższego stanowiska lodowca. Nie zapominajmy przy tem, że górne, ponajezane skały składają się całkiem z tych samych ka-

mieni, jak dolne zaokrąglone, i często połyskująco oglądzone albo równoległe zbrózdowane, i że różnicą postaci jest tu tylko zewnętrzne wejrzenie, zależące od przyczyn zewnętrznych. Zebrawszy te zjawiska, okaże się, że lodowce Alpejskie były dawniej nierównie rozleglejsze, i że w pewnym geologicznym okresie cała niższa Szwajcarya między wysokimi Alpami i Jurasem pokryta była lodem, który pochodził osobliwie z dwóch głównych dolin Rodanu i Aary (rzeki). Teraźniejsze lodowce, chociaż największe jeszcze do 8.000 stóp są grube, $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ mili szerokie, 1— $2\frac{3}{4}$ mil długie, są tylko małemi zabytkami dawniejszych.

Na Spitzbergen, w Islandyi i w Patagonii, lodowce sięgają aż do morza, są szersze niż dłuższe; także w Pyrenejach znajdziemy mniejsze, tudzież w Norwegii. W kilku wspomnianych i innych okolicach górskich północnej półkuli czyniono także badania, i postrzeżono, że wszystkie lodowce musiały w pewnym okresie być daleko rozleglejsze, a nawet tam gdzie teraz nie ma wcale wiecznego śniegu i lodu, wykazano wyraźne ślady dawniejszych lodowców; n. p. w Szkocyi i w Wogezach.

Dla tego ani wątpić, że były czasy, w których północna półkula ziemi była zimniejszą niż teraz, może jak teraz południowa, gdzie jak to widzieliśmy w tej samej szerokości geograficznej, w której leżą Alpy, lodowce aż do morza sięgają. Inne rozdzielenie lądu i wód wystarczy na objaśnienie tych wypadków.

Lodowce są przeto jeszcze teraz nie tylko zajmującemi, geologicznemi zjawiskami, przyczyniającemi się przez oglądzenie i przenoszenie skalistych brył do przeobrażenia powierzchni ziemi, ale nadto ślady dawniejszej ich rozległości objaśniają oraz dawne, fizykalne stosunki ziemicy.

Co się tyczy lodu biegunowego, powstanie onego nie polega tylko na przemianie śniegu w lód; co większa, lód biegunowy powstaje nawet jeszcze częściej z marznącej wody morskiej. Jego rozległość od biegunów ku równikowi zawisła

głównie od niejednakich, klimatycznych stosunków powierzchni ziemi. Lód biegunowy przekracza okolice wiecznego zamarzania; ale tylko w postaci odłamanych lodowych skał i kry, które prąd morza często do stref umiarkowanych sprowadza. Te kry dźwigają często gruzy skał, i wielkie bryły kamienne, które tym sposobem z okolic biegunowych do stref umiarkowanych przybywają, gdzie po stopnieniu lodu spadają na ziemię. Tym sposobem przybywają corocznie jeszcze teraz z południowych i północnych biegunowych okolic tak zwane głązy narzutowe (naniesione) do stref umiarkowanych, i widzimy je tam na płaskich wybrzeżach albo na dnie morza. Można zatem przypuścić z pewnością, że tak zwane północne odtoki, rozścielające się po wielkiej Europejskiej nizinie w Niemczech, Danii i Rosyi, i które pochodzą z Skandynawii i Finlandyi, podobnym sposobem zostały naniesione.

I te daleko rozdzielone głązy narzutowe wskazują podobnie jak ślady przedhistorycznych lodowców ów okres, w którym fizykalne stosunki północnej półkuli były całkiem inne. W ogólności klimat musiał być zimniejszy, a rozległość morza w stosunku do powierzchni lądu musiała być większa. Obie okoliczności zgadzają się ze sobą i z śladami dawnych lodowców; bo jedna objaśnia drugą, i naprowadza na ten wniosek, że w okresie ziemi, który poprzedzał pojawienie się człowieka, fizykalne stosunki północnej półkuli w pewnym względzie, co do klimatu i stosunku wody z lądem, były podobne do obecnych stosunków półkuli południowej. Niektórzy geolodzy nazwali ten okres „*czasem lodowym*“ — wszelako niestety, jeżeli ta nazwa odnosi się do całej ziemi, a nie tylko do północnej półkuli. W dawniejszych okresach ziemi, w czasach kredowej lub innej formacji dawniejszej nie znachodzimy ani narzutowych głązów, ani płaszczyn polodowcowych. Wszelako przyroda i znajdowanie się organicznych szczątków zdaje się bardzo wybitnie wskazywać, że wówczas ziemia była wszędzie cieplejszą niż teraz. Jak oczywista lód zaczął się tworzyć w przedostatnim owych wielkich okresów, które geolodzy odróżniają zwykli.

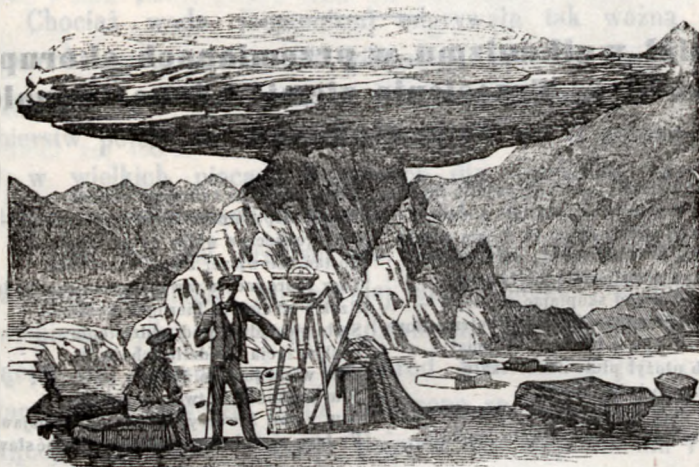
W okolicach biegunowych śnieg i lód należą widocznie do trwałych, składowych części skorupy ziemskiej, podobnie jak skały, i znachodzą się nie tylko na powierzchni, ale także w niejkiej głębokości; n. p. w Irkucku na Syberji znaleziono lód w głębi 382 stóp, lecz już topniejący. Można więc przypuścić, że go już nie masz na 500 stóp w głąb. Przecież w tejże okolicy odtaja grunt latem do trzech stóp w skibie i można go uprawiać. Warstwy pokazują najniższą temperaturę blisko powierzchni, zaś w głąb ciepło się wzmacza. Ku biegunom miąższość lodowych warstw widocznie powiększa się, wszelako zapewne nie głębiej sięga jak 1000—1100 stóp—bo wewnętrzne ciepło ziemi sprzeciwia się temu.

Woda w stanie stężałym, jako śnieg i lód, działa przeto nie tylko sposobem przeobrażającym skorupę ziemską, skoro—iż tak powiemy—piłuje doliny, a potężne bryły skał i odtoki dolinami albo po Oceanie daleko roznosi, lecz sama występuje także jako dość trwała, składowa część skorupy ziemskiej — jako skała.

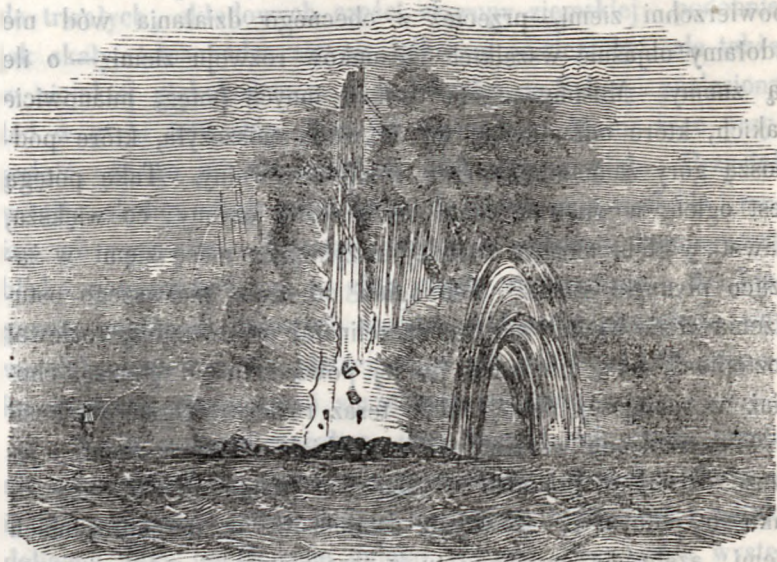
Te badania wyczerpują poniekąd zakres działania, które woda w różnych postaciach na skały wywiera, i możemy przypuścić, że jeszcze terażniejsze jej działania niedostateczne są na objaśnienie powstania wszystkich stężałych mas. Chociaż już przekonał się, że ziemne warstwy, że nawet wiele krystalicznych i brylcowych skał można według ich własności uważać za osady lub naniesienia z wody, przecież w innych krystalicznych i brylcowych masach woda okazywała częściowo tylko zmieniające działanie, lecz nie zdołała onych całkiem roztworzyć. Z tej to przyczyny masy tego rodzaju nie mogą być osadami, albo chemicznymi wydzieleniami z wód, a jej wpływ, który wywiera na wspomniane masy, nie wystarczy na wyjaśnienie ich powstania. W ogólności dostrzegliśmy w każdym względzie, że działanie dzisiejszych wód jest może bardziej niszczącem, niż tworzącem; co unaoczniają utwory skał (zobacz obrazki IIgo i niniejszego rozdziału); a chociaż według wyluszczonego zjawisk nie możemy zaprzeczyć możebności

licznych, nawet olbrzymich zaburzeń zdziałanych przez wodę na powierzchni ziemi, przecież z obecnego działania wód nie zdołamy objaśnić wszelkich stosunków rozwoju ziemi — o ile ją znamy. Musimy przeto szukać innych potęg, mianowicie takich, które odbudowują to, co woda zniszczyła, które podnoszą góry zamienione przez wodę w równiny. Taką potęgą jest ogień, w wnętrzu ziemi bez przerwy czynny; co większa, nawet w głębi niezbyt wielkiej utrzymujący masę ziemi w żarząco płynnym stanie. Ten ogień od czasu pierwszego ostudzenia ziemi wydobywał się szczelinami na zewnątrz, rozlewał roztopioną masę potokami po jej powierzchni, i tę masę, chociaż w mniejszej ilości, także teraz rozlewa. Ogień podnosił z wód osadzone warstwy we wszystkich okresach ziemi, i jeszcze dzisiaj je podnosi. — Będziem przeto mówili o ogniu, jako o jednym z głównych działaczy w przeobrażeniach ziemi, ażebyśmy jeszcze i tu z terażniejszości mogli o przeszłości wnioskować.

Obrazek 25.



Lodowcowe stoły.



Podmorski wulkaniczny wybuch koło wyspy Azorskiej ś. Michała.

CZWARTY ROZDZIAŁ.

Udział wulkanizmu w przemianach skorupy ziemskiej. Trzęsienia ziemi, i inne tu należące zjawiska.

...I na skinienie: „Niechaj światło będzie,
Jasność w przestworzu rozlała się wszędzie:
Promienie słońca dzień za dniem witały,
Księżyc i gwiazdy nocom przymilały. —
Tworzywa ziemi ściśle się łączyły.
W masę kulistej skupiając się bryły —
Powstała ziemia. — Ogień w wnętrzu płonął,
Masy roztopów z jej łona wyzionął,
I z nich ułożył plutoniczne skały.
Aby żarzące jądro otaczały.
Gorące pary wzbily się w przestworze,
Powierzchnię ziemi zalewało morze.

I rozpuszczone tworzywa strącało,
Z nich neptuniczne warstwy osadzało. —
I długowieczna walka potęg trwała,
Postać dziewiczej ziemi wzorowała.
Lecz skoro morza w wybrzeżach zamknęła,
Rzek i strumieni kierunek wytknęła —
Stalo się ładu i wód oddzielenie,
I iskra życia obudziła technienie
Lecz wieki jeszcze żywiły walczyły.
Nim doskonalsze twory wystąpiły,
Nim z woli Stwórcy — człowiek się pojawił,
By Jego wszechmoc, mądrość, dobroć sławił.

I któż nie zadrży mimowolnie, gdy nagle i niespodzianie zaskoczy go zaburzenie w przyrodzie pojawiające się n. p. w burzy lądowej i morskiej, w trąbach wodnych i t. p.? Wszak niejednego przeraża już sam łoskot gromu, błyskawica

w oddali, poświst gwałtownego wichru? — Jeżeli takie wal-ki żywiołów, mogące codziennie wydarzyć się, wydają się nam wspaniale straszne, jakiegoż doznamy uczucia, jakie widzenie owładnie naszą wyobraźnię, gdy zechcemy uobecnić sobie ów olbrzymi dramat, którego rozwiązaniem jest dzisiejszy stan ziemi?

I czemu są owe trzęsienia ziemi, które pochłaniają miasta i krainy z ich mieszkańcami, w porównaniu z ową potęgą wulkanizmu, która na skinienie Wszechmocy dała początek światom i wywiodła je z chaosu? Im głębiej wiedza umiętna wnika w tajemnice ziemi, im ściślej bada początek jej dziejów, tem bardziej sprawdza się ta myśl *Baktona z Werulam*: „*Powierzchnowa znajomość przyrody oddala nas od Boga; dokładne jej poznanie zbliża nas do Niego.*“ — Wędrówka do owej tajemniczej pracowni, z kąd pochodzi większa część przeobrażeń ziemi, naprowadza już na tę myśl. Świadcstwo o wszechmocy i mądrości Stwórcy, lapidarnemi głoskami wypisane, stwierdza najwymowniej potęga ognia, — o którym teraz pomówimy.

Chociaż woda (neptunizm) odgrywała tak ważną rolę w przeobrażeniu powierzchni ziemskiej, przecież dzielniejszą potęgą jest *ogień* (wulkanizm). Ileż to przemysłowych przedsięwzięć polega na działaniu ognia? N. p. w przetapianiu rud w wielkich piecach hutniczych dla uzyskania czystych metalów, w odlewniach dzwonów, dział i t. d.

Ogień nie jest prostym pierwiastkiem, jak to starożytni filozofowie mniemali; bo później udowodniono, że on jest zjawiskiem, tylko wtenczas widzialnem, gdy pewne utwory połączą się, mianowicie: kwasoród z innymi pojedynczemi ciałami. Z zjawiskiem ognia połączone są dwa inne: *ciepło* (gorąco) i *światło*. Światło pojawia się w płomieniu i zarzeniu, a ta różnica zależy od substancyj, w których występuje ogień. Płomienie mogą pojawić się tylko w tych substancjach, które łącząc się z kwasorodem przechodzą w stan lotny (gazu.) Gorzeniu towarzyszy zawsze ciepło rozwijające

się, i właśnie to ciepło jest koniecznym płodem zjawisk połączonych z rozwijaniem się ognia.

Rozszerzalność ciał przez działanie ciepła (ognia), jest powszechnem zjawiskiem; lecz stopień rozszerzalności w różnych ciałach jest różny; bo jedno ciało rozszerza się powolniej lub mniej, inne prędzej lub więcej. Na tem polegają tak zwane stany skupienia (spistości) ciał, których jest trzy: *ciała stałe* (stężałe), *płynne* (ciekłe) i *lotne* (powietrzne, gazy). N. p. woda zamienia się w lód przy temperaturze na 0 stopni termometru; następnie woda przechodzi w parę, która się wznosi z ziemi i tworzy chmury, które znów gęstnieją przez zimno i spadają jako deszcz; woda ogrzana do 80 stopni termometru *Rom.*, a do 100 stopni według *Celzyusza*, kipi i przechodzi w parę. Takie same własności posiada wiele innych ciał; lecz w największej onych liczbie nie postrzegamy tak dokładnie tej własności; tymczasem można ją dostrzedz, n. p. w rtęci, która na 32 stopni *Rom.* pod zerem tężeje, a takie zimno nierzadkie w Syberyi. W zwyczajnej temperaturze rtęć jest ciekłą; rozgrzana do 280 stopni *Rom.* kipi i przechodzi w gaz (uoltnia się). Wszystkie materye w pewnym stopniu gorąca mogą przejść w stan ciekły, a nawet lotny; wszelako niektóre będą już płynne, tymczasem inne w tymże stopniu są jeszcze stałe; a jeszcze inne nawet już uoltniły się. N. p. żelazo przechodzi w stan ciekły dopiero w gorącu na 1000—1300 stopni; woda zaś już całkiem się uoltniła, gdy rtęć jest jeszcze płynna.

Widzimy przeto dzielność ognia (ciepła) w przeobrażeniach ziemi, więc nie trudno wyobrazić sobie stężałe, twarde masy w stanie ciekłym albo nawet lotnym. I teraz jeszcze widać w wielu miejscach ziemi otwory, z kąd wychodzą płynne albo lotne materye w pewnych czasach lub bez przerwy. Te otwory zowią się *wulkanami*, i przekonywają nas, że w wnętrzu ziemi panuje gorącość, zdołająca roztopić i uoltnić różne substancye. Widoczną rzeczą, że wulkany są drogami stale łączącemi wnętrze ziemi, jeszcze żarząco płynne,



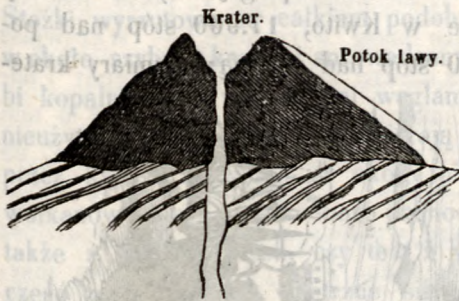
Cypel Tejde na Teneryffie.

(Pico de Teyde.)

Wysoki 11,424 stop (zwiadzony przez A. Humboldta 1799 r.)

Wojewódzka Biblioteka Publiczna
Nr
* im. H. Łopacińskiego *

Obrazek 27.



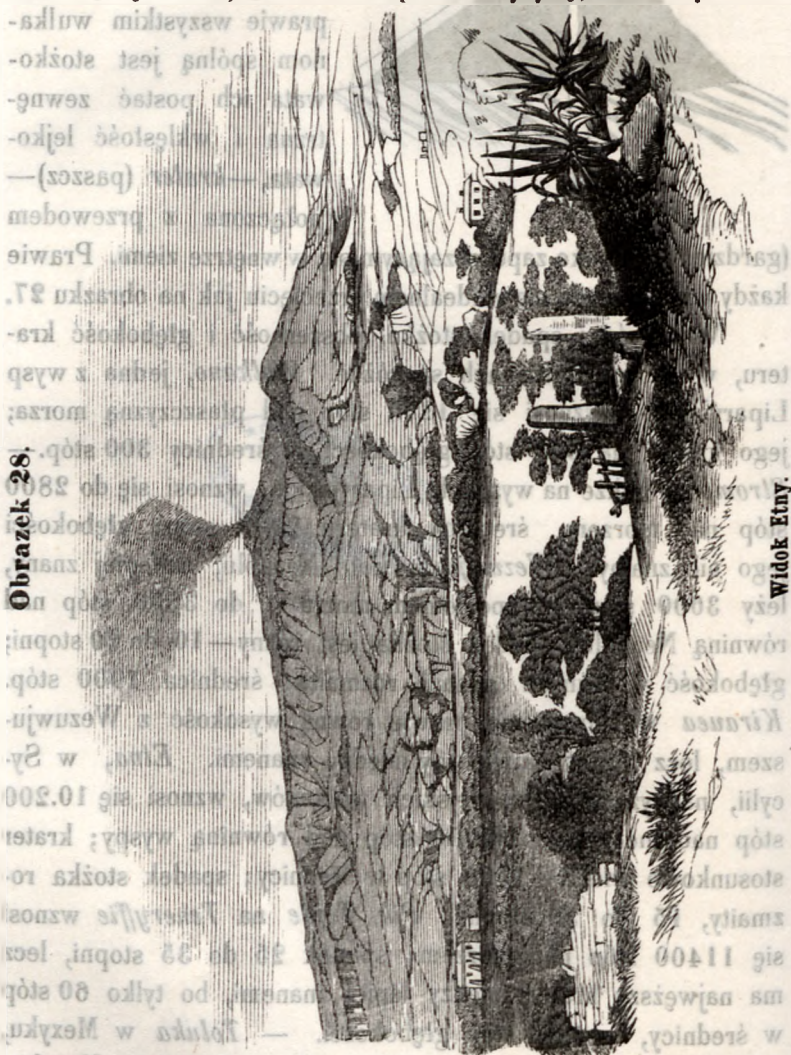
z jej stężalą powierzchnią. Cechą charakterystyczną prawie wszystkim wulkanom spólną jest stożkowa ich postać zewnętrzna i wklęsłość lejkowa, — *krater* (paszcz) — połączona z przewodem

(gardzielą) głęboko zapuszczającym się w wnętrze ziemi. Prawie każdy wulkan wyda się w idealnem przecięciu jak na obrazku 27.

Wysokość i spadek stożka, obszerność i głębokość krateru, w różnych wulkanach są różne. *Wolkano*, jedna z wysp Liparyjskich, wznosi się 1230 stóp nad płaszczyznę morza; jego krater ma 600 stóp głębokości, w średnicy 300 stóp. — *Stromboli*, także na wyspach Liparyjskich, wznosi się do 2800 stóp nad morzem, średnica krateru 2000 stóp; głębokości jego nie znamy. *Wezuwjuusz*, koło Neapolu, najlepiej znany, leży 3600 stóp nad poziomem morza i do 3500 stóp nad równiną Neapolu; spadek stożka jest różny — 10 do 20 stopni; głębokość w różnych czasach rozmaita; średnica 1900 stóp. *Kiraueu* w Hawaj, ma prawie równą wysokość z Wezuwjuuszem, lecz krater największy między znanymi. *Etna*, w Sycylii, najwyższa z Europejskich wulkanów, wznosi się 10.200 stóp nad morzem, a 10.000 stóp nad równiną wyspy; krater stosunkowo wielki — 1500 stóp w średnicy; spadek stożka rozmaity, 15 do 35 stopni. *Pik Tejde* na *Teneryffie* wznosi się 11400 stóp nad morzem; spadek 25 do 35 stopni, lecz ma najwęższy krater między lepiej znanymi, bo tylko 60 stóp w średnicy, a 120 stóp głębokości. — *Toluka* w Meksyku, 14.200 stóp nad morzem, a 8000 stóp nad wyżyną Meksyku; krater 3000 stóp w średnicy, a 1200 stóp głębokości. *Popocatepetl* w Meksyku, 16.630 stóp nad morzem, 8000 stóp nad wyżyną; krater 5000 stóp obszerny, 1000 stóp głęboki. *Pichincha* w Kwito, 17.650 stóp nad morzem; 6000 stóp

nad wyżyną Kwito; krater 1500 stóp głęboki, 5000 stóp szeroki. *Kotopaxy*, także w Kwito, 17.900 stóp nad powierzchnią morza, a 9000 stóp nad wyżyną; rozmiary krateru

Obrazek 28.



Widok Etny.

ru nieznanne. *Akonkagua* w Chile, 21.300 stóp wysoki. Wspomniane wysokości wskazują różnorodność rozmiaru wulkanów.

Właściwe stożki (ostrokregi) wulkanów składają się po największej części z wyrzuconych żużli i z potoków lawy. Te stożki utworzone z nagromadzonych mas w około krateru

zowią się *stożkami wyrzutowemi* (kraterami wyrzutowemi). Stożki wyrzutowe są całkiem podobne do *haldy*, utworzonej w około szybu z kamieni sprowadzonych na powierzchnię z głębi kopalni, które nie są ani węglami, ani rudami, i dla tego nieużyteczne.—Materiały wydzierają się z wnętrza wulkanu przez krater i tworzą w około niego stożek. Dolna część wulkanów miewa często inne pochodzenie; a czy się składa także z wulkanicznych, czy też z wody osadzonych skał, ta część została przez wewnętrzne siły wydźwigniętą, masy albo warstwy rozdarły się w jednym punkcie i utworzyły krater. Wtedy ta część wulkanu zowie się *stożkiem wzniesienia* (kraterem wzniesienia).

Przypatrzmy się n. p. *Etnie*, której widok od południowo wschodniej strony uobecnia obrazek 28. Postrzegamy tu, że właściwa, główna skała, 9100 stóp wysoka, składa się z warstw widocznie w stanie stężalym podniesionych; tymczasem na stożku wzniesienia stoi stożek wyrzutowy, prawie 1100 stóp wysoki, z głównym kraterem. Lecz na stokach tego wulkanu znajduje się jeszcze może 700 innych stożków wyrzutowych, wysokich na 500—700 stóp, z których wiele ma swoje kratery.

Jeżeli wzniesione warstwy w około wyrzutowego stożka tworzą jeszcze drugi, więcej lub mniej spółośrodkowy, zamknięty wał, jak n. p. *Somma* w około Wezuwjusza, wtedy ten wał zowie się *kraterem wzniesienia*. Można to rozróżnić na obrazku 29, unaoczniającym obecne własności *Sommy* Wezuwjusza, w przecięciu od południa ku północy.

Obrazek 29.



a) *Somma*; b) *Atrio del Cavallo*; c) *Punta del Palo*; d) stożek popiołowy; f) *Camalduoli*; g) *Torre del Anunciata*;

m) powierzchnia morza; 1. tuf pumexowy; 1. porfir leucytowy Sommy; 3. terażniejsze masy wyrzutowe. — Wezuwjuż jest wprawdzie mały, lecz bardzo zajmujący, przystępny i nastęrcza w ogólności tyle nauczającego, że kilka słów o nim powiemy. — Wychodząc na wysoczyznę powyżej Neapolu, na której stoi klasztor Kamedułów, i spoglądnąwszy na wspaniałą zatokę, wtedy od razu wpadnie nam w oko Wezuwjuż stojący po lewej stronie; za nim leży *Pompeja* miasto zasypane, i dopiero po siedemnastu wiekach odgrzebane — ów pomnik klasycznej starożytności. Dalej zatoka ma znaczne wcięcie; naprzeciw wulkanu widać przylądek *Sorento*, a na prawo tegoż, naprost naszego stanowiska małą wyspę *Kapri*. Od wyspy *Kapri* patrząc coraz bardziej w prawo widać rozległe morze; następnie wyspa *Ischia* wynurza się stożkowato z morza i jest największa z trzech wysp zatoki. — Między *Ischią* a przylądkiem *Mizenum* leży mała wyspa *Procida*.... Naprost przed nami jest przylądek *Pozylippo*; między tym i pierwszej nazwanym zatoka *Baja* wrzyna się w ląd. Nad nią leży miasto *Baja* z szczątkami świątyni *Serapisa*, zamek *Puzzuoli* i *Monte nouvo* utworzony w jednym dniu XVI. wieku; dalej siarkowica (solfatara) i owe wulkaniczne zjawiska znane pod nazwą *flegrejskich pól*.

Nasamprzód opiszemy treściwie zjawiska wybuchu Wezuwjuża, wspólne z największą liczbą innych wulkanów, a potem płody wulkaniczne. Obecne działanie wulkanów można odnieść głównie do *rzeczywistych wybuchów*, połączonych z materyami wybuchowemi, i do *trzęsień ziemi* w pobliżu wulkanów. Zwykle oba te zjawiska równocześnie, albo na przemian w krótkich okresach podobnym sposobem powtarzają się i występują. Skreślić wspaniałe widowisko wybuchu — prawie niepodobna dla rozlicznych równoczesnych zjawisk; zwłaszcza że trudno uobecnić wrażenie, jakie sprawia ów widok przerażająco wspaniały....

Już znacznie pierwszej trzęsienia ziemi zwykle poprzedzają wybuch; szczególnie gdy lejkowate zagłębienie krateru od nie-

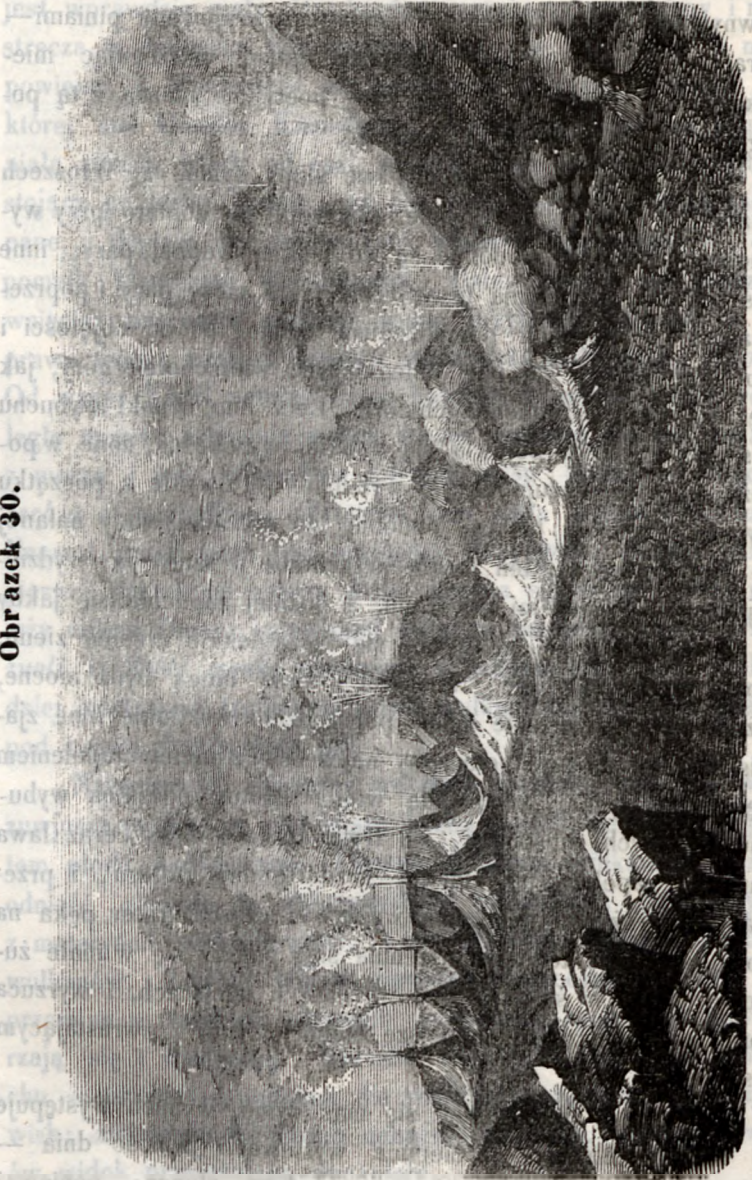
jakiego czasu podniosło się i powoli w kilku latach zamieniło się w płaszczyznę lekko zagłębioną. Wtedy pary unoszące się z krateru prostopadle, wirujące i krążące nad nim — a porównywane przez Włochów ze smukłymi krajowemi piniami — zdradzają ocknienie się wewnętrznego ognia, ostrzegając mieszkańców okolicy, że według słów poety nie można z tą potęgą trwałego przymierza zawierać.

W niektórych wulkanach owe słupy dymu, we Włoszech *dymicami* (fumarolami) zwane, pokazują się dopiero przy wybuchach, i zrazu podobne są do lekkiej wodnej pary; inne zaś wulkany wyziewają ustawicznie takie masy pary, i poprzedzają bliski wybuch pomnożeniem dymic, co do objętości i mocy tworzących się par, oblegających wierzchołek góry, jak ciężka, burzą brzemienna chmura. Lecz nim oznaki wybuchu z samego krateru pojawią się w takiej wysokości, inne w pobliżu onego wskazują chwilę wybuchu. — Zwykle z początku słysząc właściwy łoskot, podobny do syczącej wody nalanej na żarzące węgle; ten łoskot przechodzi w szum par wydzierających się ciasnemi otworami, a później zamienia się jakby w działowy łuk — z którym się łączą lekkie drzenia ziemi, wnet wzmagające się, a nawet i teraz mogą być mocne, jeżeli lekkie trzęsienie ziemi poprzedzało wszystkie inne zjawiska. Huk mocny, połączony najczęściej z nagłym zapaleniem się słupa dymu, zapowiada wtedy istotny początek wybuchu żarzących substancyj, co trwa aż do końca. Teraz lava żarząca zapełnia już pierwszej rozdarte dno krateru, i przestankowo różnemi miejscami wypływa; często krater pęka na nowo w czasie tego wznoszenia się, piętrzy się w małe żużlowe stożki w środku albo w różnych miejscach, i wyrzuca coraz potężniejsze, ciemniejsze chmury dymu z zwrastającym łoskotem.

W czasie wzmagania się mas dymu, wybuch występuje w całej dzielności: zaciemnia wyziewami jasność dnia — zaledwo przepuszczając światło bladego słońca; ponieważ drobny, popiołowaty pył spada z powietrza; co dowodzi, że

nie tylko chmury wyziewów, lecz także ziemiste części unoszą się z parą, spadają z zimniejszych warstw powietrza,

Obrazek 30.



Wzruwjuż podług rysunku Abicha w 1843 roku.

zmieszane z drobnymi kropelkami wody i pokrywają wszystkie przedmioty okoliczne, a często zabijają zwierzęta i rośliny,

czy to gorącością, czy też drobnym pyłem i siarczystemi wyziewami albo kwasami zmieszanemi z wodą. Przy tem widać dolne części dymu ciągle oświetlone, nawet płonące. Jest to odbłask żaru lawy podnoszącej się w kraterze i świeżo wypływającej; lecz ten odbłask słabnie ku górze, gubi się w masach wyziewów, nakoniec tylko łukowate ich skraje ognistą smugą obwodzi.

Łoskot rozmaga się, uderzenia coraz częstsze, grzmot po grzmocie miota płonącemi masami pary nadzwyczaj wysoko. Wyrzucone, rozżarzone ciała przesywają prostopadłe słupy dymu, i spadają w łukach na ściany krateru z trzaskiem, rozpryskując się; co nawet i w powietrzu następuje, a wtedy podobne są do rakiet pękających.

Coraz chyżej i chyżej następuje pchnięcie po pchnięciu — coraz donośniejszy huk; — coraz więcej wyrzuconych brył, — coraz silniejszy łomot upadających utamków, zderzających się tu i owdzie z wyrzuconemi i pękających jak bomby. W tem ponawia się wstrząśnienie ziemi; wyziewy pracę rozdierają równię w promienistych kierunkach na wszystkie strony od środka góry.

To wstrząśnienie wygania człowieka z poddasza i zmusza go być świadkiem zjawiska, które niegdyś przeobrażało powierzchnię ziemi, i ten sam grunt wydzwignęło z morza, a dziś w ponowionej katastrofie znowu go naraża na pociski. W tem zbliża się koniec widowiska. Już żarzący potok występuje sklepiąc się lekko nad najniższemi miejscami krateru, już lava splywa pojedynczemi punktami wijąc się zwolna po ścianach stożka i zapalając po drodze niskie krzewy. Po takich zwiastunach główny rozżarzony potok w krótkce się wylewa. Powstaje coraz więcej kraterów; lava żarząca opada nagle w kraterze przy odgłosie grzmotu i przy silnych wstrząśnieniach, i w tejsze chwili wypływa z rozpadliny na dole w podnózu stożka, rozlewając się po uprawnej równinie. Potok żaru płynie wzmagającą się siłą ku miejscu pochytemu równiny, i zostawia sprężystym substancynom wychód przez

krater wypróżniony. Pary zmieszane z popiołem unoszą się ciągle jako słup ciemny i przybierają wysoko w powietrzu postać pinii, co już w najdawniejszych czasach wpadało w oko. To zjawisko jest zakończeniem wybuchu; a owe ogromne drzewo dymu i popiołu zasypało miasta *Herkulanum* i *Pompeję* warstwami 100 stóp grubemi.

Pliniusz, rzymski badacz przyrody, nie uważał *Wezuwjsza* za czynny wulkan. W czasie narodzenia *Zbawiciela*, stożek góry miał postać regularną i płaski wierzchołek o małym zagłębieniu. Stoki były uprawiane i zarosłe lasami, a u podnóża leżały miasta *Herkulanum* i *Pompeja*. W 63 r. (po narodzeniu *J. Chrystusa*) były trzęsienia ziemi, które w tych miastach wielkie wyrządziły szkody; powtórzyły się w następnych 16 latach, nakoniec w Sierpniu 79 r. zakończyły się wybuchem. *Pliniusz starszy*, admirał rzymski, był wówczas z flotą w *Mizenum*, niedaleko wspomnianych miast, i zginął chcąc zbliżyć się do wybuchu. *Pliniusz młodszy*, jego brataniec, który w *Mizenum* pozostał, opisał to zjawisko w swoich listach. — Nasamprzód pojawił się gruby słup dymu rozpościerający się jak chmura dokoła, i ten słup porównywa *Pliniusz* z pinią włoską (*Pinus pinea*). Ta czarna chmura zaciemniała dokoła atmosferę, i zagrzebała nietylko oba wielkie miasta, lecz i mniejszą *Stabie*, a pokryła pod *Mizenum* morze tak dalece, że flotta musiała opuścić stanowisko. *Herkulanum*, bliższe *Wezuwjsza*, zostało jeszcze podczas pięciu późniejszych wybuchów pokryte warstwą popiołu i lapillów na 70—112 stóp grubą.

To miasto odkryto 1713 r. przy kopaniu studni, *Pompeję* dopiero później, i prawie już całkiem ją odkopano; *Herkulanum* tylko po części; ponieważ na to potrzebaby robót górniczych. Zalecamy czytelnikom wyborny romans *Bulwera*: „*Ostatnie chwile Pompei*“. Wspomnimy jeszcze, że w powyższych miastach znaleziono tylko mało kości ludzkich, bo mieszkańcy mieli dość czasu do ucieczki, gdy się wybuch zaczął.

Opisanym sposobem towarzyszą podobne zjawiska w rozleglejszych i burzliwszych odmianach okresowi wybuchu, wracając do owego słupa dymu, który rozpoczął to straszne widowisko.

Gdy nakoniec po tym przerażającym ogniu tylko słabo oświetlającym ciemności rozwidni się, wtedy ujrzysz okropny obraz zniszczenia. Uprawne pola zasypane popiołem dokoła, na zboczach góry i u podnóża leżą tysiące tysięcy wyrzutowych popękanych mas, a między nowymi warstwami ziemi jeszcze żarzący i dymiący potok lawy przeistacza się w łożysko, które wyłobitł do takiej głębokości, że się zatrzymuje, bo nie ma spadku. Cała okolica podobna do ponurej samotni — znikła zieloność. Suche drzewa wyciągają swoje opylone gałęzie w smętne powietrze; tu nawet ślady życia w popiele zaginęły.

Taką mogła być katastrofa 79 r., gdy po długiej ciszy Wezuwjustz ocknął się znowu po raz pierwszy i swojemi wyrzutami pokrył ziemię na 30 mil kwadratowych w około z 3 miastami. Dopiero w 1700 lat później odkryto te miasta zagrzebane — tylko jako cienie dawnej wspaniałości.

Zastanowiwszy się nad powyższemi zjawiskami, postrzeżemy cztery różne wyrzutowe utwory: *dym*, *popiół*, *wyrzucone masy* i *lawę*.

Dym poprzedza zwykle inne zjawiska wybuchu; a pokąd jest białawy, składa się po największej części z *pary wodnej*, powstałej w kraterze już przy niskich stopniach gorąca. Ten dym bucha ustawicznie w większych wulkanach i zdaje się, że w tych wszystkich, które nie leżą tuż przy morzu, powstaje z wilgoci atmosferycznej, zamieniającej się w parę po zetknięciu się z podwyższoną temperaturą. Ta woda atmosferyczna wnika w ziemię do znacznej głębi, a zatem i do ognisk wulkanicznych, i dla tego nie można przypuszczać, że woda morska musi się tam dostać, aby się zamieniła w parę, ani też innych zjawisk ztąd wyjaśniać. Pary wodne są rzadko czyste, i zwykle połączone z innemi

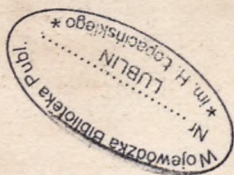
gazami, nawet z utworami skrzepłemi, które przez wulkaniczne gorąco zamieniły się w pary. Są to głównie pary siarczane w rozmaitych chemicznych połączeniach, szczególnie jako *wodan siarkowy* i *siarczyn* towarzyszące parom wodnym; nawet w *dymicach* znachodzimy pary siarczane.

Te substancje łatwo rozpoznać z zapachu, bo wodan siarkowy trąci zgniętymi jajami. Te wyziewy są bardzo szkodliwe okolicznej roślinności. Siarka osiada z tych par często w rozpadlinach jako żółta, proszkowata powłoka; nagromadza się także w próżnych miejscach i nierzadko znachodzi się skryształizowana w towarzystwie gipsu, także i w dawniejszych masach skał. Siarczan zamienia także część węglanowego wapna w *gips*, który bardzo często bywa drobnoziarnisty, albo w *alabaster*, i nierzadko w bliskości wulkanów znachodzi się. Tak samo siarczan łączy się z ziemią iltową i tworzy *kamień alunowy*, znajdujący się koło Rzymu, na Węgrach i we Francji; z niego fabrykują alun.

Połączenia chloru znachodzą się często w wulkanicznych parach; najważniejszym jest *wodan chlorowy* (kwas solny) z chloru i wodorodu, a poznać je można po ostrym zapachu i po śnieżno białej barwie ich par. Wodan chlorowy znajduje się w sodzie jako *sól kuchenna*, zaś z *ammoniakiem* jako *salmiak*. Ostatni jest bardzo lotny; więc jego pary znajdują się w dymicach całkiem tak samo jak pary siarczane, tworząc w miejscach zimniejszych powłokę. Skorupy solne, znajdujące się w różnych miejscach niektórych wulkanów, mianowicie Wezuwjusza, Hekli w Islandyi, są także osadami soli kuchennej, która się ulotnia w gorącu rozżarzonego żelaza.— Ubogi lud Neapolitański zbiera tę sól wulkaniczną na swój użytek i na sprzedaż. — Tylko rzadko węgiel w połączeniu z kwasorodem znachodzi się jako *węglan*, znany szczególnie w dymicach wulkanów nieczynnych Ameryki południowej. Możemy przypuścić, że wiele źródeł zawierających węglan — których woda chłodząca, podobnie jak *selterska* burzy się i rozwija bańki lotnego gazu, i jest przyjemnym i zdrowym na-



Wulkany błotne.



pojem — pochodzi od działania nieczynnych wulkanów, zwłaszcza że takie kwaśnice (źródła kwaśne) znachodzą się prawie tylko w bliskości wulkanów. W Neapolu napotykamy wyziewy węglanu prawie we wszystkich piwnicach, i w *psiej grocie*, w okolicy miasta. Te wyziewy są tak obfite, że nie wielkie zwierzęta, n. p. psy od nich giną, skoro tam wejdą; albowiem węglan cięższy od powietrza trzyma się nisko tuż nad ziemią. Miejsca, w których węglanowe pary w większej ilości się rozwijają, zowią Włochy *mofetami*. — Te pary zmieniają często barwę utworów, na które działają. Lawy najczęściej żelaziakiem magnetycznym ciemno ubarwione, otrzymują przez to z czasem białawą barwę, nareszcie białą jak kręda. Stawna *siarkowica* koło Neapolu jest wulkanicznym ogniskiem tym sposobem przez pary siarczanowe zmienionem. Podobne zjawiska postrzegamy na wyspach Liparyjskich i Kanaryjskich.

Popiół pojawia się zwykle dopiero w połowie albo ku końcowi wybuchu; składa się z delikatnie rozdrobnionej substancji lawy, ma wejrzenie szarej mąki albo grubego żwiru, i w tej postaci zowie się także *piaskiem*. W obu tych postaciach popiół jest rozdrobnioną, jakby sproszkowaną, ziemistą lawą, którą para z sobą unosi i daleko po równinie rozsypuje. Popiół nadaje dymicom owe ciemne wejrzenie, a smętność słonecznemu światłu w czasie wybuchu; bo się znajduje w takiej ilości w powietrzu i dla swej lekkości opada tak powoli, że nie przepuszcza wiele promieni słonecznych. Nie znamy dokładnie przyczyny takiego sproszkowania lawy, lecz ono musi być powszechne, gdyż bardzo znaczna ilość popiołu bywa wyrzucana. Podczas wybuchu Wezuwjusza — 79 r. po narodzeniu J. Chrystusa — popiół zasypał nie tylko 3 wspomniane miasta, lecz w takiej ilości upadł, że według świadectwa młodszego *Pliniusza* w Mizenum 5 mil w prostej linii od Wezuwjusza oddalonem, ciemność zaległa; zaś w Stabii, gdzie zginął starszy *Pliniusz*, w mieszkaniach noc panowała. Ówczesni pisarze zapewniają, że widziano popiół w Rzymie, na

wybrzeżu Afrykańskim, a nawet w Syrii. Prawdopodobnie popiół powstaje w skutek nagłych wybuchów gazów przedzierających się przez płynną lawę; żarzący jej potok rozbryzguje się w postaci popiołu i wtedy ostyga. Za tem przemawia także ta okoliczność, że mnóstwo popiołu dopiero wtenczas wyrzuczone zostaje, gdy już wiele płynnej lawy znajduje się w kraterze, i w krótkce po jej wypływie także najwięcej popiołu się wypróżnia. Często ten popiół połączony jest z kroplami wody i parami wodnymi, dla tego powstają *dłeszce popiołowe* i pokłady mułu na powierzchni ziemi.

Miasta Herkulanum i Pompeja zasypane zostały w kilku dniach takimi masami, że przez kilkanaście wieków i śladu onych nie dostrzeżono. Były to napływy wulkaniczne, które je pogrzebały, a ich powstanie jest następujące.

Podczas wybuchów, a często daleko później po wyrzuceniu lawy i żuźłów, rozwijają się ogromne masy par wodnych z krateru. Te pary gęstnieją w zimnej atmosferze otaczającej wysokie szczyty wulkanów, a niekiedy powstają gwałtowne ulewy nawet w okolicach, gdzie takie zjawiska w innych okolicznościach są całkiem nieznanne. Tym sposobem powstaje powódź, rozlewa się po proszkowanym popiele i po lekkich żuźlach, i tworzy potok mułu, w Kampanii „*lava d' acqua*“ zwany, który dla większej chyżości swego biegu bardziej zatrważa, niż ognisty potok lawy (*lava di fuoco*). Dopiero 27. Października 1843 r. taki napływ zlał się po stożku Wezuwiusza, a pokrywszy znaczną część uprawnego kraju, wtargnął nagle do włości St. Sebastyan i Massa, zapełnił ulice, wnętrze kilku domów — siedm osób udusił. Zdarza się przeto często, że u podnóża stożka wulkanicznego znachodzą się naprzemian warstwy lawy, napływów i popiołu.

Czy napływ, czy też popiół pokrył miasta Herkulanum i Pompeję, o to spierano się długi czas; lecz tę rzecz łatwo by można było rozstrzygnąć, gdyby zapaśnicy byli uwzględnili tę okoliczność, że jeżeli wulkaniczny piasek i popiół podczas wybuchu były sprowadzone do miast przez płynącą wodę albo

przez powietrze, wtedy wewnątrz domów dopokąd dachy stały, tudzież podziemne sklepienia i piwnice, mógł tylko napływ zapętnić. Wiemy z dziejów, że gwałtowne nawałnice piasku, pumex i lapilli padając przez 8 dni i 8 nocy w 79 r., wyludniły wspomniane dwa miasta, i że tym nawałnicom towarzyszyły ulewne deszcze. Słuszną więc rzeczą, jeżeli upatrujemy wielkie podobieństwo między warstwami, które pokryły te miasta, i owemi warstwami, które tworzą małe stożki flegrejskich pól, które równie jak *Monte nuovo* zostały podczas nieustannych wybuchów nagromadzone. Wszelako zachodzi między nimi ta różnica, że warstwy leżące na miastach są poziome, zaś owe stożków flegrejskich pochylone, i że wielkie bryły skał, które w pobliżu krateru padły, w niejakiem od niego oddaleniu nie zachodzą się, gdyż znajdujemy tam tylko drobne lapilli. Wyjąwszy to, nie masz w istocie żadnego większego podobieństwa, jak tylko postać i rozdzielenie materij u podnóża *Monte nuovo* przez morze odplókanych i odstoniętych, i wejście warstw leżących na Pompei. To miasto pokrywają poziome warstwy tufu i lapillów naprzemian po największej części na bardzo cienkie pokłady podzielone. W 1828 r. *Lyell*, sławny geolog angielski, badał te warstwy koło amfiteatru.

Od czasów zbudowania Pompei potok lawy nigdy tu nie sięgnął, chociaż gruntem miasta jest dawna lawa leucytowa Sommy; kilka tych warstw z pokładami tufu przecięto przy odkopywaniu. W Herkulanum całkiem inny zachodzi wypadek, chociaż tu do wnętrza domów i sklepów musiał muł wtargnąć, jak w podobnych miejscach w Pompei. Warstwy leżące na Herkulanum mają całkiem inną własność i miąższość. To miasto leżało bliżej Wezuwjusza, i dla tego zagrożony mu ustawicznie nie tylko nawałnice popiołu, lecz także napływy i potoki lawy. Jakoż w istocie masy napływów i lawy nagromadziły się nad miastem, i te w niektórych miejscach są na 70 stóp, w innych na 112 stóp grube.

Tuf pokrywający te miasta składa się z drobnego wulkanicznego popiołu zmieszanego z pumexami. W tej mieszaninie znalazł *Hamilton* odcisk poczwarki zgoła nieuszkodzonej; a to nastąpićby nie mogło, gdyby ją była osłoniła materia gorąca. Tuf jest dziurkowany, a świeżo odkopany miękki i łatwy do obrabiania, lecz na powietrzu znacznie twardej. Nad tą spodnią warstwą, leżą według *Hamiltona* materiały sześciu wybuchów, wszystkie podzielane ogrodową ziemią. — W tej ziemi ogrodowej znajduje się według postrzeżenia *P. Lippi* mnóstwo ślimaków lądowych. Ani wątpić, że to postrzeżenie jest trafne, bo wiadomą rzeczą, że we Włoszech różne gatunki corocznie wgrzebują się w ziemię kilka stóp w głąb. *Della Torre* czyni uwagę, że część masy nakładowej stanowi pokład „*lawy krzemiennej*“; a gdy żaden z tych potoków nie wystąpił wcześniej jak 1000 lat po zniszczeniu miasta Herkulanum, więc musimy wnosić, że powstanie wielkiej części narzutu daleko jest młodsze od pierwszego zasypania. — Herkulanum i Pompeja były miastami morskimi, lecz między Pompeją i zatoką Neapolu leży kraina może na milę angielską szeroka. W obu wypadkach przybyło lądu przez nagromadzenie wulkanicznych materij w łożysku morza, a nie w skutek wydzwignięcia wybrzeża przez trzęsienie ziemi; bo poziom lądu i morza nie zmienił się. Pompeja leżała na małej wysoczyźnie utworzonej z lawy dawnego Wezuwjusza, a do powierzchni wody prowadziły schody, z których najniższy stopień był równo z poziomem morza.

Chociaż Herkulanum zostało grubszą warstwą pokryte, przecież je pierwiej odkryto niż Pompeję, i to przypadkowo podczas kopania studni 1713 r. W tem miejscu trafiono właśnie na teatr, gdzie znaleziono posągi Herkulesa i Kleopatry. Dawni pisarze liczyli oba miasta do najbardziej kwitnących siedmiu miast Kampanii. Mury Pompei miały 3 mil angiels. obwodu, rozległość Herkulanum podziśdzien nieznana. W ostatniem mieście tylko teatr widzieć można; forum, świątynię Jo-

wisza i inne budynki zapełnił ssep, który trudno wyprowadzić z znacznej głębi. Teatr można oglądać tylko przy świetle pochodni. Najważniejszą rzeczą dla geologa jest ciągle tworzenie się sopli (stalaktytów) w galeryach wykutych w tufie; ponieważ woda zawierająca węglanowe wapno z trochę magnezyi, ciągle tam przecieka. Takie mineralne wody musiały z czasem wielkie zmiany w niektórych skałach spowodować; trudno więc pojąć dla czego niektórzy geologowie utrzymują, że bardzo dawne i młode wulkaniczne skały zgadzają się ze sobą; tymczasem rzecz jasna, że niektóre w naszych czasach utworzone nie długo zachowują to samo wejrzenie i ten sam skład.

W Herkulanum i w Pompei znaleziono świątynie z napisami, które wskazują, że te miasta znowu odbudowano po zburzeniu przez trzęsienie ziemi, które przypadło za czasów Nerona, 16 lat przed zasypaniem miast. Publiczne i prywatne gmachy w Pompei stwierdzają ową katastrofę. Widać tam popękane mury, w niektórych miejscach są jeszcze otwarte szpary. Słupy dopiero w połowie z ogromnych brył trawertynu wyciosane leżały powalone, a świątynia, koło której je znaleziono, tylko w połowie była odbudowana. W niektórych miejscach bruk uliczny był zakłęsły, lecz w ogólności nie uszkodzony, i składał się z wielkich brył lawy, w których wytłoczone są dwie wozowe wyraźne koleje, z każdej strony jedna w ulicach wąskich; w szerszych jest więcej nieregularnych kolei. Rzecz uwagi godna, że te koleje są głębokie, a kamienie brukowe twarde.

W obu miastach znaleziono niewielu skieletów; więc oczywiście, że mieszkańcy mieli czas do ucieczki i wielu mogło unieść swoje kosztowności. W koszarach Pompei znaleziono skielety dwóch żołnierzy łańcuchem przykute, a w piwnicach domu wiejskiego, na przedmieściu, 17 skieletów ludzi, którzy się tam schronili — jak się zdaje — aby uniknąć dęszczu popiołowego. Znaleziono tych ludzi w tufie stężalym, a oprócz tego także odcisk kobiety trzymającej dziecię. Chociaż jej postać odcisnięta w skale, wszelakoż oprócz kości nic więcej tam

nie było; na tym skielecie wisiał złoty łańcuch, a na palcach były pierścienie z drogiemi kamieniami. Po bokach piwnicy stały szeregiem gliniane naczynia.

Napisy żołnierzy na ścianach baraków i nad drzwiami wypisane imiona są jeszcze całkiem czytelne. Farby alfresków na ścianach powleczonych szkliwem wewnątrz budynków są po największej części całkiem świeże. Skoro te sztuczne barwy wytrzymały, więc niedziw, że i barwy muszli także nie zmieniły się. Studnie publiczne są tak samo ozdobione muszlami jak dzisiejsze w Neapolu, a w pracowni malarza znaleziono znaczny zbiór muszli, który, jak się zdaje, był naturalistą. Między temi muszlami było wiele gatunków z morza Śródziemnego tak dobrze przechowanych jak w muzeum.

Drewniane belki w domach Herkulańskich są zewnątrz czarne; lecz rozłupane mają najczęściej wejrzenie zwyczajnego drzewa, i zaledwo dostrzedz, że cała masa zamieniła się w węgiel brunatny. Niektóre zwierzęce i roślinne substancje, łatwiej psujące się, uległy znacznej zmianie i znacznemu zniszczeniu, lecz uwagi godnem jest ich ocalenie. Sićcie rybackie znaleziono w obu miastach ocalone; a ich liczba w Pompei tem bardziej uderza, że to miasto obecnie na milę od morza oddalone. W Herkulanum znaleziono płótno, którego tkanka była wyraźna, a w sklepie owocarza naczynia napełnione migdałami orzechami, owocami i t. d., wszystko można było rozpoznać. W piekarskim sklepie znaleziono bochenek chleba, w którym wytłoczone było imię piekarza; na stole aptekarskim stała puszka z pigułkami, zamienionemi w drobną ziemistą substancję, przy niej leżał waleczek, z którego miano robić pigułki, i stał dzbanek z aptecznemi ziołami. W 1827. r. znaleziono przyprawione oliwki w czworobocznem, szklannem naczyniu; kawior i ikrę jesiotrową. *Covelli* ogłosił w Neapolu badania tych przedmiotów, które się przechowują w naczyniach szczelnie zamkniętych w muzeum królewskim.

Nie można przeoczyć widocznej różnicy stanu części zwierzęcych i roślinnych znalezionych w obu miastach. Znalezione

w Pompei przenika szary, proszkowany tuf, owe w Herkulanum, jak się zdaje, pokryte były najpierw ciastem, które w około nich stwardniało, przez co powoli zwięgły się. Niektóre zwitki papyrusowe w Pompei zachowały swą postać, lecz w ogólności pismo i ich roślinna materya zniknęły, a zastąpiła je odrobina proszkowanego tufu. W Herkulanum ziemia materya zaledwo wszystko przeniknęła, a roślinna substancya papyrusu zamieniła się w roztarliwą materję, podobną do przepalonego tęgiego papieru, na którym głoski czasem jeszcze dostrzedz można. Małe wiązki z 5 albo 6 zwitek leżały czasem poziomo i w tem położeniu są ściśnione; niekiedy stały prostopadle. Do każdej wiązki przyczepione są karteczki z napisem dzieła. Tylko raz znaleziono kartki na obu stronach zapisane. Na niektórych widać tyle poprawek, że to musiały być oryginalne rękopisy. Te rękopisy są najrozmaitsze; prawie wszystkie pisane są po grecku, a mało po łacinie. Wszystkie znaleziono w prywatnym księgozbiorniku; napisy 400 dzieł nieuszkodzonych można odczytać, lecz te nie są ważne; wszelakoż uznano je za dzieła nowsze o muzyce, krasomowstwie, o kucharstwie. Znaleziono dwa dzieła *Epikura* „o przyrodzie“; inne autorów tej samej szkoły, a tylko jeden fragment *Chryzypa*, przeciwnika Epikura.

Oprócz wspomnianych miast wybuch zasypał małą *Stabie*, prawie 6 mil od Wezuwjusza oddaloną. *Pliniusz* wspomina, że musiał ztamtąd uciekać—takie mnóstwo kamieni i popiołu padało. W ruinach tego miasta znaleziono tylko kilka skieleatów z różnemi starożytnościami, tudzież kilka nieczytelnych zwitek papyrusowych, zagrzebanych w wulkanicznych wyrzutach.

Tylko Herkulanum zalała roztopiona masa law, lecz nie mogła się dostać do wnętrza domów ani ich uszkodzić, ponieważ już poprzednio były pokryte tufem; natomiast potoki lawy żarzącej wdzierały się często ulicami od *Torre del Greco* i zniszczyły wielką część miasta, albo też otoczyły twarde mi skałami. Prawdopodobnie przyczyną śmierci 300 mieszkańców

1631 r. przypisywanej przez niektórych kipiącej wodzie, był głównie jeden z pomienionych napływów. W 1737 r. lawa płynęła nawet przez wschodnią część miasta i doszła później do morza, a w 1794 r. rozlał się inny potok po zachodniej stronie, zapełnił ulice i domy, i pogrzebał przeszło 400 ludzi. Ta lawa przedarła główną ulicę i dostarczyła kamieni budowlanych na nowe domy, które zbudowano na miejscu zniszczonych. Kościół został zagrzebany do połowy w masie kamiennej, górna zaś jego część posłużyła za fundament nowego budynku.

Według obliczeń miasto miało 15.000 mieszkańców. Ktoby zapytał, dla czego ci ludzie nie zważali na działanie przyrody, i osiedlali się w miejscach zagrożonych?—temu można odpowiedzieć: że nie ma i zakątka w pobliżu, któreby było bezpiecznem i miało te same korzyści przyległości morza, stolicy i bogactwa ziemi u pochyłów Wezuwjusza. Gdyby ztamtąd dzisiejszą wypędzono ludność, wtedy inna zajęłaby zaraz jej miejsce; a to dla tych samych powodów, dla których nie wyludni się nigdy Maremma w Toskanii, ani Kampania di Roma, chociaż febra malaria w niewielu latach większe wyrządza tam spustoszenia, niż lawy Wezuwjusza w niejednym stuleciu. Powiat Neapolitański jest jednym z wielu przykładów, że owe okolice, których powierzchnia często zmienia się, gdzie w różnych okresach następuje częściowe zniszczenie zwierzęcego i roślinnego życia, należą do najludniejszych i najwyborniejszych.

Stoki Wezuwjusza żywią prawie 80.000 mieszkańców, a przyлегłe pagórki i równiny z niektórymi wyspami zawdzięczają swą urodzajność wulkanicznym materiom. Gdyby wapien Apeniński przez cały czas był został niepokryty, wtedy zaledwo dwudziesta część dzisiejszej ludności mogłaby żyć. Każdy geolog to zrozumie, który baczył na zmianę kultury gruntu po za granicą wulkanicznych wybuchów; co też jest w istocie, gdy n. p. w oddaleniu na 7 mil angielsk. od

Wezuwjusza opuszcza się równiny i schodzi się na dół pochyłym pagórków Sorentyńskich.

I jakież był stan Kampanii w latach owych wstrząśnień okropnych? — Było to podniebie, w którym powietrze woneje; — gdzie młoda, bujna, nie zrównana przyroda — wybrzeże; niegdyś zaczarowana kraina poetów i ulubiony przebytek wielkich mężów. Nawet tyrani lubili tę powabną okolicę, szanowali ją, żyli tam i umierali. Tymczasem mieszkańcy nie doznali swobody w niedoli. Wszelakoż największe zło, które ich przyciskało, musimy przypisać moralnym, a nie fizycznym przyczynom i raczej takim nieszczęsnym wydarzeniom, któremi człowiek mógł władać, aniżeli owym nieuchronnym, podziemną potęgą spowodowanym wypadkom. Kiedy Spartakus swoją armię z 10000 gladiatorów rozłożył obozem w drzymiącym kraterze Wezuwjusza, wulkan był równie postrachem Kampanii, jakim był od czasu powtórnego wybuchu.

Lapilli (rapilli) są to rozognione ciała wznoszące się z wybuchem przez chmury par i spadające w ulamkach; odrywają się od ścian krateru albo od masy lawy. Przyczyną tego odrywania i miotania onych są wydzierające się pary z krateru. Wielkość lapillów i odległość do której bywają wyrzucane zawisły od siły przedzierającej się masy pary. Lapilli oderwane od krateru są czarne, wyrzucone z lawy — żarząco czerwone. Te ostatnie stygną bardzo prędko i przyjmują postać szklistą law, są przeto zupełnie do żuzli podobne, lecz dla tego bardzo łatwo pękają. Niekiedy wznoszą się z hukiem.

Lawa stanowi najważniejsze wulkaniczne twory; dla tego bliżej o nich pomówimy, zwłaszcza że w rozwoju ziemi mają znaczenie. *Lawą* zowie się roztopiona materya z krateru wulkanów w pewnych okolicznościach i w nieoznaczonych okresach wyrzucana, albo też spływająca jako żarzący potok; czasem stygnąca i tworząca nowe warstwy ziemi. Lawy uderzają swoim podobieństwem krystalicznego albo brylcowego złożenia kamieni, które później poznamy. Badając je ściśle

postrzeżemy w lawach prawie te wszystkie minerały, z których składają się także inne, dawniejsze kamienie. W lawach ostudzonych, tudzież w niektórych wyrzuconych bryłach, znajdujemy mnóstwo minerałów krystalicznie odosobnionych, które zupełnie tak samo zachodzą się w bazaltach, porfirach, granitach, syenitach i zieleńcach, albo też tworzą ich główne składowe części. Nakoniec są w nich powbryzgane granaty, leucyty, zeolity, epidoty, skoryle, korundy i cyrkony, należące po części do najtwardszych, których woda ani rozтворя, ani niszczy, i które jeszcze tem mniej mogą być utworzone jako krystaliczny osad. Nawet otaczająca je masa nie może być osadem; bo w takim wypadku substancje powkrapiane, musiałyby się uwarstwować albo też według gatunkowej ciężkości w głównej materji porozdzielać, co w lawach wcale nie zachodzi. Przeciwnie, powkrapiane minerały otoczone są masami wybuchowemi jednego wulkanu w tak pstrej mieszance, że doświadczeni zbieracze uzyskują z nich bardzo wiele różnorodnych minerałów.

Nareszcie sposób, jakim stygnące lawy uposadzają się, wyświeca dostatecznie różnice postaci materji, które już pierwszej rozróżniliśmy na *krystaliczne* i *bryłowe*; tudzież przyczyny pęknięć albo odosobnienia znajdujących się w skałach krystalicznych albo bryłowych. Ten sposób wskazuje, że jedno i to samo położenie może przyjąć tę lub ową postać według własności w czasie wystąpienia z wulkanu i według prędkości ostudzenia. Będziemy przeto nasamprzód badali różnice w lawach.

Każdy zna *pumex*, tę lekką, kruchą, dziurkowaną masę podobną do stężalej piany, używaną w niektórych rzemiosłach. Pumex jest zwyczajną wyrzutową masą wielu wulkanów, i znajduje się niedaleko wygasłych; lecz ta substancja tężejąc zamienia się w *obsydyan*, a zatem obie składają się z tej samej substancji, wszelakoż w dwóch bardzo różnych stanach. Obsydyan jest jednorodną, czarną, brunatną albo żółtawo brunatną masą, podobną do stężalej smoły, także

całkiem jak ona skorupiasto albo muszlowato pękającą; więc obsydyan nie jest krystaliczną lecz szklistą albo bezkształtną substancją. Chemiczny skład obsydyanu i pumexu jest taką samą mieszaniną jak szkło roztopione; a przeto można obsydyan uważać za szkło przez żelazek na czarno ubarwione, pienisty zaś pumex za masę szklistą, która nabyła dziurkowości przez działanie wznoszących się gazów. To samo zjawisko można widzieć w wielkim piecu huty żelaznej. Gdy żuźle odpływają spokojnie, wtedy podobne są do obsydyanu jako czarne, ściste szkło. Jeżeli szczególne okoliczności są przyczyną wypływu wiatru miechowego przez otwór, zwany *piersią pieca* (czeluścią roboczą), wtedy powstaje pienista żuźel do pumexu podobna, która często w około bywa miotana. Pumex wskazuje przeto ruch gotującej się lawy, gwałtowne rozwijanie się gazu w masie rozżarzonej, która według nowszych badań pochodzi z odparującego potasku. Lecz obsydyan niestracając swojej jednorodności przechodzi w substancję podobną do szklawa, mniej kruchą, mniej ostrokrawędzistą albo graniastą. Ta substancja oddziela się albo w małych okrągławych kawałkach i zowie się wtedy *perłowcem*, albo zatrzymuje swoją jednorodność i zowie się *smołowieniem*. W każdym razie obie te substancje są tylko na pozór różnymi odmianami obsydyanu.

Spólną własnością wulkanicznych wyrzutów czyli law jest bezkształtność, dla tego nazwano je także *lawami szklistymi*; z wejrzenia są one całkiem do żuźli wielkich pieców podobne. Natomiast są jeszcze inne lawy, w których przeimaga cecha krystaliczna ich składowych części, i które dla odróżnienia od poprzedzających nazwano *lawami kamiennymi*. Według odosobnienia kamieni rozróżniamy kilka odmian onychże. Lawy, których cała substancja jest wyraźnie krystaliczna, i które składają się z wyraźnie rozróżnialnych, większych części swej mieszaniny, zowią się *granitowatymi*; te w których brylcowa masa otacza poodosobniane kryształy — *lawami porfirowatymi*; inne o drobno ziarnistej, krystalicznej i jednorodnej

substancyi — *lawami bazaltowemi* nakoniec *ziemiste lawy* są te, których cząstki krystaliczne są bardzo drobne i drobno ziarniste.

Znaczenie lawy ściąga się nie tylko do płodów wulkanicznych czasu historycznego, a poniekąd i teraźniejszego, lecz i do najdawniejszych płodów wylanych potokiem albo roztopionych i wyrzuconych. W takim znaczeniu lawa ma bardzo rozległy zakres, a pod względem swego chemicznego składu nie da się wybitnie odróżnić od wszystkich wulkanicznych płodów; zwłaszcza że w pewnych okolicznościach każdy wulkaniczny kamień może rozlać się potokiem i utworzyć lawę. Wszelakoż to oznaczenie nie ma zastosowania w geologii; lecz dawniejsze masy podobne do law zowiemy *skalami plutonicznemi*, i odnosimy nazwę lawy do historycznych albo nowych utworów tego rodzaju.

Najważniejszą zewnętrzną cechą młodych law są okrągławe, pęcherzykowate ich przerwy, rozpostarte w całej ich masie, gęściej ściśnione w częściach wierzchnich, mające rozmaitą wielkość, lecz nie tworzące nigdy masy pumexowatej. Te przerwy są zwykle próżne, i tylko powierzchnia ich ścian jest połyskująca; niekiedy, gdy w tych przerwach zawarte gazy osadzą się, wtedy okazują inną, proszkowatą, naleciałą barwę, i tylko rzadko zawierają delikatne kryształy. Te przerwy pęcherzykowate mają często postać migdałowcowatą i położenie skośne według kierunku potoku; dla tego, że rychlejsze ostudzenie wierzchniej części masy przeszkadzało jednostajnemu posuwaniu się całej masy, dozwalało zaś dolnym jeszcze miękkim postępować, gdy wierzchnie już stężały. Dla tego zrazu okrągłe przerwy musiały zukośnieć czyli przyjmując postać migdałowcowatą. Gdy te przerwy wypełnione są obcemi tworami, wtedy zowią się *migdałowcami*, szczególnie gdy w nich zawarte twory są twardsze, niż kamień otaczający, i przy zwietrzeniu tegoż pozostają. Młode lawy nie okazują tak zupełnego wypełnienia migdałowców.

Nadto — drobno ziarniste, mdłe, bryłcowe, młode lawy w głębokości, tudzież najczęściej zużłowane części wierzchnich, są bardzo charakterystyczne; wszelakoż w tym względzie nie są jednostajne, ale według różnych okoliczności bardzo rozmaite. Tak to jako i barwa law zdaje się zależeć szczególnie od ich składowych części, a osobliwie od przewagi feldspatu albo augitu w masie lawy.

Lawy augitowe znachodzą się częściej; są ciemne, czarno szare, czarno brunatne, a nawet czarne; składają się z ścisłej mieszaniny feldspatu i augitu; *labrador* zdaje się przemagać w tych lawach. Jego barwa jest biaława, zwykle jasno szara i czerwoniawa; cięż. gat. mniejsza niż augitu, mianowicie = 2,7. — *Augit* jest czarno zielony albo czysto czarny, cięż. gat. = 3,5. — Skład chemiczny obu minerałów jest różny; albowiem feldspat składa się z ziemi krzemionkowej, iłowej i z alkali, zaś augit z ziemi krzemionkowej, wiele ziemi wapiennej i talkowej, a mało iłowej. Do obu części mieszaniny przystępuje często jeszcze *żelaziak magnetyczny* czarny; cięż. gat. = 5. Wszystkie trzy minerały tworzą jednostajną mieszaninę, i tylko rzadziej wydziela się żelaziak magnetyczny. Lecz natomiast przystępują jeszcze inne minerały, n. p. *leucyt*, przezco lawa przyjmuje czasem wejrzenie porfirowate. Leucyt opiera się zwietrzeniu, któremu podlega lawa, i wtedy z niej wypada.

W innych lawach feldspat przemaga w masie i nadaje kamieniom barwę nieco jaśniejszą tak dalece, że nabywają wielkiego podobieństwa do bazaltu albo dolerytu, i zaledwo rozróżnić je można bez chemicznego rozbioru.

Lawy feldspatowe są jaśniejsze, żółtawe, białawo żółte i białawo żółtawo, a nawet czerwoniawo szare. Masa składa się z drobno ziarnistego, niewyraźnie krystalicznego, mdłego feldspatu, złożenia małego twardego i często dziurkowego, otacza pojedyncze, wielkie i lśniące kryształy szklistego feldspatu, i także jeszcze mniejsze kryształy albitu, łyszczyka, hornblendy, kwarcu, wapnospatu, augitu i żelaziaka magnetycznego.

Jeżeli ten kamień tworzy udzielne stożki albo jarmutki, jak to jest w bazalcie i dolerycie, wtedy zowie się *trachitem* albo *domitem*. — *Trachityczne* potoki law są w ogólności rzadkie, wszelakoż znachodzą się w siarkowicy, na Etnie, a głównie na wyspie Ischia. Tu wznoszą się trachity wnet prostopadle jako masowe kawały skał z poziomemi rozpadlinami, wnet jako warstwy z żuźlowatą powierzchnią, które przedstawiają wyraźne podmorskie lawy, dzwignięte z głębi wulkanicznej; tu zlane z zamkniętymi, tam z pokrywającymi je pokładami okruców bardziej do smołowienia niż do obsydyanu podobnemi, a ich żuźlowate, baniaste, nareszcie w pumex przechodzące postacie dają jeszcze rozpoznać działanie z wnętrza pochodzących wylewów, pod których wpływem żarząco płynne utwory zwyciężyły opór nakładającego żywiołu.

Masowy trachit tworzy w tych wulkanach, w których się znachodzi, wierzchnie i wewnątrz części krateru, zwykle początek stożka wyrzutowego. Dla tego ta skała nie wpada w oko i leży w głębi; można ją więc rozpoznać tylko po wyrzuconych bryłach. Inaczej dzieje się w wielu nieczynnych wulkanach, które później na odpłókania przez wodę narażone były, bo w tych stożki trachitowe są wolne. Nie bez zasady przypuszczamy, że takie wolne trachitowe masy powstały przez najdawniejsze i prawdopodobnie dorazowe, gwałtowne wulkaniczne działanie góry, którą tworzą, i że potokowe wylewy mogły mniej pojawiać się. W Europie Owernia (Auvergne), Węgry, okolice niższego Renu, wyspy Lipary, a szczególnie sąsiednie wyspy Ponza bogate są w trachit. W ostatniej grupie trachit jest bardzo podobny do granitów i porfirów. — Obsydyan i pumex są tylko odmianami trachitu.

Fonolit (dźwiękowiec) jest ciemno barwnym trachitem, którego części mieszaniny są bardzo delikatne i jednorodne, jest twardszy i kruwszy. Różni się wodą chemicznie uwięzioną i jest właściwie mieszaniną feldspatu i zeolitu. Tworzy jarmutki albo mniejsze pasma gór, mianowicie w Śródgórzu Czeskiem, pojawia się płytowato popękany, i za uderzeniem wy-

daje właściwy dźwięk. Tylko rzadko występuje jako potok, n. p. w Monte nuovo koło Puzzuoli i na wyspie Ischia.

Zgodność dotąd opisanych wulkanicznych wyrzutowych mas z najtwardszemi i najściślejszemi skałami ziemi udowodnia, że i te mogły znajdować się w stanie żarząco płynnym. Że te dawniejsze skały nie pojawiają się nigdy w pienistej albo szklistej postaci, można tem wyjaśnić, że stygły bardzo powoli. Ścisłe badania okazały, że lava naturalna, roztopiona i nagle ostudzona przyjmuje szklistość, więc jest bezkształtną; przeciwnie gdy w próżnem, zamkniętem miejscu ostyga stopniowo i bardzo powoli, wtedy przybiera złożenie krystaliczne, a zatem odosobnia się granitowato albo bazaltowato. Doświadczenia czynione w wielkich piecach okazały te same wypadki. Sposób ostudzenia jest przeto główną przyczyną szklistej albo kamiennej własności wszystkich naturalnych, składowych części ziemi, które kiedykolwiek z stanu żarząco płynnego w stan stężały przeszły; a że substancye szkliste nigdy w wielkich masach jako składowe części zie-

Obrazek 31.



Stożek wybuchowy i krater Wezuwjusza.

mi nie występują, możemy wnioskować: że ostudzenie w ogólności było bardzo powolne.

Całkiem niezawisłe od tych stosunków krystalizacji, okazują lawy kamienne także właściwe *oddzielenie* i *uszczelinowanie*, które znachodzą się jeszcze w krystalicznych i brylowych skałach, jak to już widzieliśmy i później zobaczymy. Szczególnie bazalt występuje w całkiem właściwych stosunkach i postaciach, które już poznaliśmy w petrografii; dla tego tam odsyłamy naszych czytelników.

Pomówimy jeszcze o sposobie wznoszenia się law. — W kraterze stojąca lawa podnosi się wprawdzie zwolna, jak już wspomniono, nie tylko podczas wybuchu, lecz częściej znacznie pierwej przed innem zjawiskiem wybuchu. Stożek wybuchowy ma wówczas wejrzenie jakie pokazuje obrazek 31. Wulkan wyziewa różne pary i gazy, słupy dymu uchodzą

Obrazek 32.



Wybuchowy żużlowy stożek.

szczelinami krateru albo ze stożków, a temperatura jest często wyższa od średniej temperatury okolicy. Lecz paszcz krateru jest zamknięta, zapełniona stężoną lawą albo kupą żużłów; krater ma w tem miejscu prawie równe dno, na które wejść można, i z kąd pojedynczemi otworami uchodzą pary.

Inne wejście ma krater w krótko po wybuchu, gdy lawa już odpłynęła; bo wtedy zwykle zapada się i przybiera postać głębokiego lejka, którego dno ma nawet zagłębienie, niby gardziel prowadzącą do wnętrza. Zwykle ten przewód najpierwej zatyka się, i zamyka swoje ujście do wewnętrznych części wulkanu. Krater może przez długi czas, dziesiątki lat a nawet i dłużej zatrzymać lejkowate zagłębienie, a dopokąd to pozostaje, nie masz przyczyny lękać się wybuchu. Lecz skoro dno lejka zaczyna się podnosić, i coraz bardziej płaszczaje, jak na obrazku 31., wtedy wybuch prędzej lub później nastąpi.

Bardzo charakterystyczne są unaocznione stożki żuźłów wyrzutowych w kraterze Wezuwiusza (obr. 32), i wulkanu Kirauea w Hawaj (obraz. 33); z tych jeden jest czynny, drugi wygasły.

Przyczyny podnoszenia się lawy trzeba szukać w rozszerzalności gazów i par nowo utworzonych, ułatwiających wychód. Ich rozszerzanie się jest z początku przyczyną trzęsienia ziemi, które zwykle poprzedza wybuchy; a że pokrywa najłatwiej ustępuje w miejscach, gdzie najłabszy opór, więc gazy i pary przełamując ten opór w kierunku krateru, uchodzą także w części tą samą drogą, podnoszą przy tem ustawicznie pokrywę, wyrzucają za przerwaniem jej popiół i lapilli, i rozsadzają nakoniec ścianę stożka, jeżeli lawa nagromadzona w kraterze wywiera za wielkie ciśnienie na pary w głębi, i zmusza je do szukania sobie wychodu przez samą ścianę krateru. Tymczasem gorące paszce wypróżniły się tą szparą; pary cisnące uchodzą — unoszą popiół i wszelkie odłamki stożka ze sobą. Żadna zaporą nie wstrzymuje lawy znajdującej się jeszcze na dole w kraterze, ażeby nie opadła swoją ciężkością, i spada znowu w głąb; dawna gardziel

Obrazek 33.



Wybuchowy żuźłowy stożek.

tworzy się na nowo, i całe zjawisko powtarza się podobnym sposobem w przeciągu czasu, który wystarczył, ażeby powstały nowe podnoszące pary, nowe wybuchowe utwory.

Rozdzielenie wulkanów na ziemi nie jest jednakowe, ani prawidłowe, i w tym względzie nie zachodzi żaden ogólny wzgląd do postaci ziemi i stref. Znamy wulkany zwiedzane we wszystkich szerokościach geograficznych, na równiku i na biegunach, na półkuli północnej i południowej; słowem wulkany należą do ogólnych własności ziemi. Znamy już kilka tysięcy wulkanów, które w wielu względach, wszelakoż nie wszędzie regularnie są rozdzielone.

Podziśdzeń uznane prawidła rozdzielenia wulkanów są następujące:

1. Wulkany znajdują się liczniej na wybrzeżach morza, na wyspach albo na dnie morza, niż w środku kontynentów; tylko bardzo mało leży w oddaleniu nad 30 mil od morza.

2. Zwykle jest ich więcej razem w wulkanicznej okolicy.

3. Gdzie ich jest więcej, tam są częścią ugrupowane w około jednego środka, i te zowią się *wulkanami dośrodkowemi* (centralnemi); a częścią stoją w długich szeregach. — *wulkany szeregowe*. Znachodzimy n. p. 24 takich szeregów w Chile, między Yanketes i Akonoagua. Inny szereg 40 czynnych wulkanów wzdłuż zachodniego wybrzeża Ameryki północnej w pasmie Kordyllerów, lecz z tą różnicą, że tu pojedyncze wulkany są pooddalane od siebie, a tu i owdzie ugrupowane.

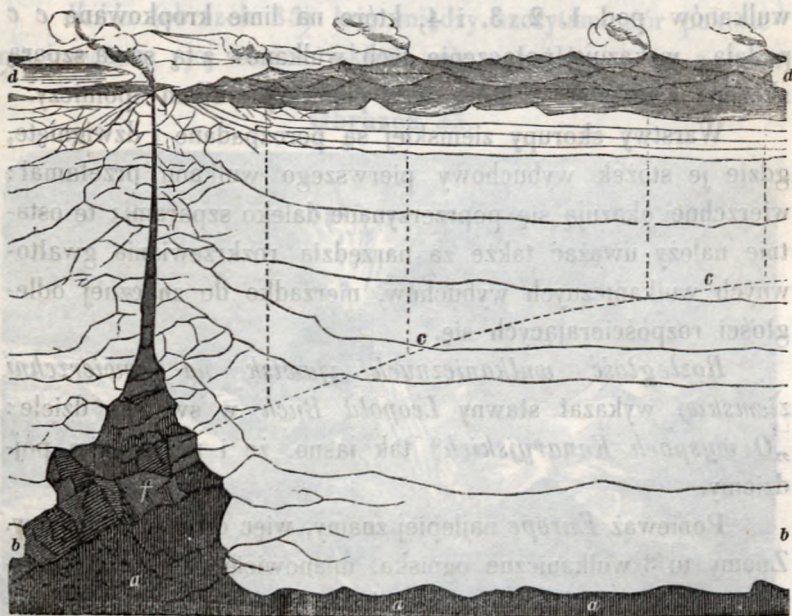
Natomiast w wielkiej przestrzeni n. p. w środku Europy, nie masz zgoła czynnych wulkanów; można przeto przypuścić, że owe szeregi i grupy spólniczą ze sobą przez szparę, która ułatwia spólne działanie ognia centralnego z powierzchnią ziemi. Jak się zdaje takie połączenia powierzchni z wnętrzem były dawniej dość znaczne, bo jeszcze dzisiaj napotykamy nieczynne wulkany między czynnemi.

Za szeregami wulkanów i ich działalnością przemawia jeszcze ta okoliczność, że w punkcie skrzyżowania się dwóch

szeregów znachodzi się zwykle grupa; dla tego łatwo pojąć, że dzielność wulkaniczna mogłaby się pojawić najskuteczniej, gdyby się dwie szpary w stężalej skorupie skrzyżowały.

Wprowadzamy teraz czytelników na wyspę wulkaniczną, wprawdzie idealnie, lecz zgodnie z prawami przyrody wyobrażoną dla objaśnienia tego co powiedziano.

Obrazek 34.



Ta wyspa nad linią *dd* (obrazek 34) przedstawia kawałek powierzchni ziemi; na lewo jest morze, obok niego łańcuch gór ciągnący się na prawo w linii nieco krzywej. Widzimy prostopadłe przecięcie kawałka stężalej skorupy ziemskiej *d*, aż do jej granicy *b* — ogniska centralnego ognia *a a a*.

Oddalenie od *b* do *d* wynosi 50 mil — przypuszczona grubość stężalej skorupy ziemskiej.

W łańcuchu gór jest 5 wulkanów; prostopadłe przecięcie idzie od szczytu pierwszego przez kanał wybuchowy na dół, który coraz bardziej w głąb się rozszerza i w jednej

wewnętrznej stronie skorupy stężałej ma ujście w obszernej szparze *c*, pod którą leży ognisko centralne *a a a*.

Według tego rysunku można sobie łatwo uobecnić rzecz, gdy dodamy, że ta szpara, której poprzeczne przecięcie widzimy przy *c*, ciągnie się na dole w tym samym kierunku, jak w górze łańcuch wysoczyzn. Wytknęliśmy ją linią kropkowaną *cc*; a punktowane prostopadłe linie, wychodzące od wulkanów pod 1. 2. 3. i 4, które na linie kropkowane *cc* padają, wskazują połączenie tych wulkanów z tą samą szparą skorupy ziemskiej, z którą w *c* pierwszy wulkan spółniczy.

Warstwy skorupy ziemskiej są porozpadane i dzwignięte, gdzie je stożek wybuchowy pierwszego wulkanu przełamał; wierzchne okazują się poprzerzynane daleko szparami; te ostatnie należy uważać także za narzędzia rozkrzewiania gwałtownych wulkanicznych wybuchów, nierzadko do znacznej odległości rozpościerających się.

Rozległość wulkanicznych zjawisk na powierzchni ziemskiej wykazał sławny *Leopold Buch* w swoim dziele: „*O wyspach Kanaryjskich*“ tak jasno, że i my za nim pójdziemy.

Ponieważ *Europę* najlepiej znamy, więc od niej zaczniemy. Znamy tu 3 wulkaniczne ogniska, mianowicie: *Islandyą*, *Neapol* z okolicą i *Sycylię* z sąsiednimi grupami wysp.—*Islandya* ma na 1800 mil rozległości 29 wulkanów; lecz z tych tylko 7 od czasu do czasu regularnie wybuchają; wszystkie inne, jak się zdaje, powstały za jednorazowym wybuchem. Rozłożone są na środkowej części wyspy w szerokim pasie, i znajdują się osobliwie po obu wybrzeżach morskich; tam stoją tylko stożki, które kilkakrotnie wybuchają. Na wybrzeżu północnem są: *Leihrnukur*, *Krabla* i *Trelladyngur*; na południowem: *Eyafalla*, *Hekla*, *Katlegiaa* i *Orefi Jekul*. Wszystkie zjawiska towarzyszące wybuchom w Islandyi badano. Trzęsienia ziemi w każdej porze roku, i rzadko tylko w dłuższej przerwie od lat 30; gorące źródła, najgorętsze na ziemi, o których mówiono; najpotężniejsze wyrzucanie lawy, jak

n. p. *Skaptar-Jekula* 1783 r.; wydzwignięcie nowej wyspy w ich pobliżu (pięć mil od wybrzeża południowego, naprzeciw przylądka Rejkianes), która powstała, w Styczniu tego samego roku podczas wybuchu *Skaptar-Jekula*. Ten wybuch zaczął się, gdy wyspa już powstała; lecz wnet znowu zniknęła, równie jak inna, która się pojawiła w tem samym miejscu 1561 roku.

Hekla (obrazek 35) leży między szczytami gór pokrytymi śniegiem; jej stożek składa się z żużli i ma z boku

Obrazek 35.



Hekla na wyspie Islandyi.

otwory, któredy wypływają potoki żarzącej lawy. Wybuch tego wulkanu należy do najstraszniejszych piękności owego dzikiego kraju, którego wejrzenie zatrwarza na widok śladów wulkanizmu. Wystawmy sobie krajobraz Islandzkich, śniegiem pokrytych gór, oświetlonych bladym promieniem księżyca i odbłask buchającego ognia, połyskującego w oddali na szczytach wyniosłych, wśród ubogiej, smętnej przyrody, której ciszę zaledwo przerywa zapędzony tam jaki ptak morski swoim

krzykiem albo gwizdające wołanie orła, prawie jedynych mieszkańców owych gór, skał i lodowych pól....

W przedłużeniu tego wulkanicznego pasa, który równolegle ciągnie się z wybrzeżem Grenlandyi, jest na północ wulkaniczna wyspa *Jan Mayen*. Jej wybuch badał *Skoresby* 1817 r. Na południe leży grupa *Azorów*, szereg wulkanicznych wysp, w których środku jest główny krater wulkanu *Piko* na 7000 stóp wysokiego. Ten wybuchał kilka razy w czasie historycznym — z jego szczytu bucha ciągle dym. Najznacniejsze po nim są dawne kratery na *S. Michale*; lecz te nie były czynne w czasie historycznym; dla tego masy wulkaniczne musiały szukać sobie wychodu w jego okolicy. W skutek tego powstała koło *S. Michała* wyspa 1811 r., i to samo zjawisko wydarzyło się dwa razy w 1638 i 1720 r. Co większa — według doniesień gazeciarskich — miało się pojawić 1757 r. nawet 18 takich małych wysepek dorazu w oddaleniu na 600 stóp od wybrzeża, koło wyspy *S. Grzegorza*. W każdym razie tak często powtarzające się wydźwignięcia wskazują bardzo czynne wulkaniczne ognisko między tą grupą wysp.

Pominąwszy wulkany Europy ciągnące się wzdłuż niektórych wybrzeży Śródziemnego morza, zwracamy się nasamprzód dalej na południe w kierunku, który wskazują *Jan Mayen*, *Islandya* i *Azory* do *wysp Kanaryjskich*. Większe wyspy, mianowicie: *Palma*, *Teneryffa*, *Kanarya*, *Fuertaventura* i *Lanzerotte* opisują wulkaniczny łuk, prawie równoległy z naprzeciw stojącym brzegiem Afryki. Na północ leży grupa *Azorów*, a na linii jej rozciągłości przypada *Pik* (cypel) na *Madejrze*. Na południe szeregują się wyspy *Zielonego przylądka* (*Cap Verd*) i tworzą z wyspami *Kanaryjskimi*, z *Madejrą* i *Azorami* kąt w wielkiej, siłą wulkaniczną otwartej szparze morskiego dna, która zdaje się pochodzić od *Islandyi*. Lecz ta szpara czyli ten kierunek wulkanicznych potęg pracujących od dołu w górę nie kończy się koło wysp *Zielonego przylądka*; ona zmienia tylko swój bieg jeszcze bardziej

ku południowi, a nawet ku stronie południowo wschodniej. W takim zboczeniu napotykamy na Atlantyku w zachodniej stronie Afryki 3 wygasłe wulkany: *Ascension*, *S. Helenę* i *Tristan d' Acunha*; z tych 3 wysp pierwsza jest wybitnie wulkaniczną w swoich trachitach i obsydyanach, druga zdaje się być na pół zapadłym bazaltowym stożkiem, trzecia ma zupełny krater, lecz wygasły jak w poprzedzających.

Zatrzymując się tu na chwilę dla przeglądu wędrówki naszej, postrzeżemy dwa uderzające zjawiska; po pierwsze: *linijne ułożenie* wszystkich systematów, powtórę *gromadne ugrupowanie* pojedynczych wulkanicznych systematów.

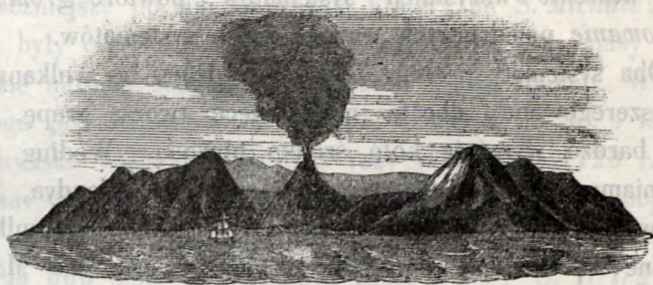
Oba systematy powtarzają się wszędzie; bo wulkany są albo uszeregowane, albo też mniej więcej tworzą grupę, niekiedy bardzo wyraźnie koło środka ułożoną. Według tego rozróżniamy wulkany na *szeregowe* i *centralne*. Islandya, Azory i wyspy Kanaryjskie przedstawiają w ogólności wulkany centralne; przeciwnie Islandya w połączeniu z Jan Mayen i Azorami jest tylko główną częścią układu wulkanów szeregowych, który na południe od zachodniego skraju Afryki znowu występuje i w odosobnionych śladach aż po nad południową kończynę kontynentu sięga.

U wschodniego skraju Afryki postrzegamy nasamprzód w wulkanie wyspy *Burbon* środek systematu grupy *Maskarenów*. Ten wulkan należy do najczynniejszych między znanymi, i jest przeszło 7000 stóp wysoki. Odtąd nie mamy już dokładniejszych wiadomości o czynnych wulkanach u wschodnich i południowych brzegów Afryki i Azji, chociaż nowsi podróżnicy przywieźli próby wulkanicznych płodów z brzegów górnego Nilu, a przy ujściu rzeki Indus pojawiały się znaczne wulkaniczne katastrofy w czasach historycznych. Dopiero u wschodniego wybrzeża zatoki Bengalskiej napotykamy prawdziwe wulkany na wyspach: *Stamri* i *Cheduba*; one tworzą ostateczny koniec doskonałego układu szeregowych wulkanów, ciągnącego się prawie bez przerwy przez *Narkondam*, wyspę *Barren* do wysp *Sunda*, ztąd do *Molukków* i *Filippinów*, dalej przez *Japanię*

i *Kurylle* do *Kamczatki* prawie nieprzerwanie, a nawet dalej przez *Aleuty* na zachodni skraj Ameryki przechodzącego, i tu podobnym sposobem aż do południowej kończyny. — Tak rozległy łańcuch wulkaniczny zasługuje na uwagę — dla tego nad nim bliżej zastanowimy się.

Wyspa Barren (obrazek 36) najlepiej znana między pierwszemi wulkanami układu, zbudowana jest z wielkiego bazaltowego pierścienia przerwanego w jednym miejscu, któ-

Obrazek 36.



Wyspa Barren.

rędy morze ma przystęp do dawnego krateru. W środku tego dawnego stożka wzniesienia jest młodszy, mały, morzem oblany stożek wybuchowy, prawie 1700 stóp wysoki, który potwornie wyrzucał chmury dymu, popiół i rozognione lapille.

Najbliższe wulkany wytkniętego szeregu są na *Sumatrze*. Tymczasem między wulkanami tej wielkiej wyspy znamy podziś dzień tylko niektóre czynniejsze stożki, n. p. *Gunong Allas* koło *Deli* na północnym skraju; *Merapi* — między oboma najwyższemi górami Sumatry, mianowicie w środku między *Gunong Pasaman* (*Ophir*) i *Gunong Kasumbra* (*Pik Indrapura*); *Gunong Api* bardziej wewnątrz wyspy leżący.

Główne ognisko wulkanicznej działalności u południowo-wschodniego skraju *Azyi* znajduje się na *Jawie*. Tę wyspę niemniej nawiedzają wybuchy i towarzyszące im zjawiska jak Islandyę. Na rozległości 2500 kwadratowych mil znajduje się 49 wulkanów; więc stosunkowo więcej niż w Islandyi albo gdzieindziej na ziemi.

Do Jawy szeregują się wyspy: *Bali*, *Lombok* i *Sumbawa*, każda z wulkanem; z tych *Tomboro* na północno wschodniej kończyźnie Sumbawy znany jest z wybuchu d. 11. Kwietnia 1815 r. Równie gwałtowny wybuch nastąpił z początkiem 1853 r. i wyrządził dalekie spustoszenia. Teraz następuje *Gunong Api* w cieśninie morskiej między *Sumbawą* i *Flores*; potem *Tszyndana* albo *Sandelbos*, *Mandszyrej* albo *Flores*, ostatnia z dwoma wulkanami. Kilka małych wysp przyłączających się do wspomnianych większych, ciągnie się szeregiem wulkanicznym na północnym skraju *Timors* aż do wysp *Banda*, i rozdziela się przed ostatnimi na szeroki pas, łączący Molukki z Filipinami. W tym pasie najlepiej znane są małe wyspy *Damme*, *Nila*, *Seroa* i *Banda* z *Gunong Api* wsuniętym na zachód w morze. *Kemas* (Klobat) na wyspie *Celebes* i *Gammakanore* na *Dszylolo*; mniejsze wyspy między temi są mniej znane, wszelako także wulkaniczne. Do *Kemas* przyłącza się wulkan na *Siao* i ciągnie się dalej do *Mindanao*, gdzie się znajduje *Sanguili* w południowej części wyspy, o którym wspominają jako o wulkanie. Mała wyssepka *Sykwior* albo *Fuego*, między *Mindanao* i *Negros*, prowadzi dalej szereg na południową kończyinę *Luzon* z wulkanem *Mayon*, który w czasie historycznym kilkakrotnie wybuchał. Drugi wulkan tamże, zwany *Taal*, stoi na południe od *Manilli*; trzeci *Aringvaj* jest w środku części północnej, a czwarty na małej wyspie *Kamigwin*. Nakoniec wulkany wyspy *Luzon* rozlegają się licznie u wschodniego skraju wybrzeża półwyspy *Kamarines*; tu są najdzielniejsze w całym szeregu od Jawy aż do Kamczatki w górę. — Lecz na tem nie kończy się jeszcze szereg czynnych wulkanów w tej okolicy; on się zaczyna już na *Formozie* i pojawia się na małej *Siar-czystej wyspie*, która leży na morzu między *Lieu-Khieu* i *Ja-pańskimi wyspami*. Z tych ostatnich 3 większe mają po kilka wulkanów. Na głównej wyspie *Nipon* są wulkany w 3 miejscach. Wyspa *Yesso* ma stosunkowo najwięcej wulkanów; lecz właściwy ciąg szeregu zwraca się bardziej na wschód

i przechodzi na wyspy *Kurylle*, które prawie wszystkie mają po jednym albo kilka wulkanów. Od *Itury* do *Kamczatki* liczą 17 różnych stożków; tych nieco większa wyspa *Onnekotan* ma trzy; największa liczba innych stożków ma tylko samotne kratery na morzu. *Kamczatka* tworzy wysokie płaskowzgórze, na którego wschodniej pochyłości ciągnie się szereg wulkanów, a te po największej części były czynne w czasie historycznym, i poniekąd jeszcze obecnie są czynnymi. Z 13 lepiej znanych leży koło brzegu; inne 4 są na obu brzegach rzeki *Kamczatki*; z tych *Krasnaja Sopka* z tamtej strony rzeki wsunięty wewnątrz kraju. Jest to północno wschodni i ostatni wulkan szeregu. Naprzeciw tego wulkanu, tuż koło ujścia rzeki jest największy 16.500 stóp wysoki *Kuczewskaja*.

Jako wulkaniczny szereg wyspy *Aleuty* tem się wstawiły, że między niemi powstała nowa wyspa w czasie historycznym. Te wyspy podobne do *Kuryłów*, tworzą prawie nieprzerwany wulkaniczny szereg, który się zaczyna naprzeciw owego punktu, gdzie się kończą wulkany *Kamczatki* na stałym lądzie. Tymczasem pierwszy czynny wulkan tego szeregu znajduje się dopiero na *Semi Soposhna*, na północ większej wyspy *Am-szytka*; drugi jest nagim stożkiem, i na zachód koło *Tanaga* wynurza się z morza. Sama *Tanaga* ma prawdopodobnie największy wulkan całego szeregu, i *Kanaga* tuż koło tamtej równie bardzo znakomity; mniejsze stożki są w *Amuchta* i *Umnak*; na północno wschodniej kończynie tychże, kilka mil od brzegu, wystąpiła 18go Maja 1796 r. nowa wyspa, która się po dziś dzień utrzymuje; co jest rzadkim przykładem między podobnymi zjawiskami. Jej wulkan pracuje ustawicznie nad powiększeniem swego wybuchowego stożka. *Unalaszka*, najlepiej znana między *Aleutami* ma wulkan 5000 stóp wysoki — cypel *Makuszkin* — który ustawicznie dymi; otaczają go jeszcze mniejsze stożki. Na półwyspie *Alaszka* uważano dwa wielkie stożki, a powyżej jeszcze jeden na lądzie u wjazdu *Kooku*. Nie zbadano jeszcze dokładnie

wybrzeża Ameryki północnej zwróconego ztąd ku południowi, wszelako prawdopodobnie znajdują się tam także wulkaniczne stożki.

W takim porządku przechodzi szereg wulkanów u zachodniego skraju Spokojnego Oceanu prawie nieprzerwanie na ląd Ameryki; lecz zdaje się tu przynajmniej w jej północnej połowie dochodzić do swego kresu, albowiem od *Sytki*, w której pobliżu jest czynny *Edgecombe*, nie znamy z pewnością aż do Meksyku na dół żadnego czynnego wulkanu, chociaż w tak wielkiej rozległości mogłoby nie zbywać na bazaltowych stożkach.

W Meksyku zaczynają się czynne stożki Ameryki, i to prawie dokładnie pod 19tym stopniem północnej szerokości od zachodu na wschód. Ta linia ma 8 wielkich stożków; lecz z tych 3 nie wybuchwały w historycznym czasie; tymczasem jeden *Jorullo* powstał dopiero przed 95 laty. Wulkan *Kolima* koło miasta tegoż nazwiska, jest jeszcze teraz bardzo czynny; po nim jest najpierw *Jorullo* ku wschodowi. Na południe Meksyku są 3 stożki: *Newado de Toluca* na zachód, *Iztaccihuatl* na wschód, oba nieczynne; koło nich na południu *Popocatepetl*, czynny i najwyższy w Meksyku (16000 stóp). Dwadzieścia mil dalej na wschód z tamtej strony doliny *Puebla* jest sławny cypel (Pik) *Oryzaba (Cytlattepetl)* o 300 stóp niższy od poprzedzającego i najczynniejszy ze wszystkich Meksykańskich; na północ onego *Naukampsatepetl* wygasły; na koniec całkiem na wybrzeżu, 20 mil na południe od *Vera-Cruz*, wulkan *Tuxtla*.

Od szeregu Meksykańskiego wulkany Gwatemali różnią się całkiem uporządkowaniem, ciągną się na południowo zachodniem wybrzeżu wielkiego Amerykańskiego międzymorza przeszło 200 mil daleko, i jest między niemi 27 czynnych kraterów, lecz żaden nie zasługuje na szczególniejszą uwagę,

Wspanialszą od wszystkich jest grupa wulkanów koło *Kwito*, właściwie szereg podwójny, po obu stronach długiej doliny, na której leży stolica i *Riohamba*. Tam są najwyższe

wulkany świata. W szeregu zewnętrznym, zwróconym do morza, leżą od północy ku południowi: *Pichincha*, *Korazon*, *Ilini-za*, *Kurgwajrazo*, *Czymboraso* i *Kunambaj*; w wewnętrznym szeregu w tym samym kierunku: *Kujamba*, *Antizana*, *Synchulagua*, *Kotopaxi*, *Tunguragua*, i *Sungway*; czynne są tylko *Sangwaj*, *Kotopaxi*, *Tunguragua*, *Antyzana* i *Pichincha*; wszystkie są ogromnemi górami trachitowemi, których szczyty wyziewają nieustannie słupy dymu, lecz lawa po nich nie spływa. Tylko na Antyzanie odkrył *A. Humboldt* masę obsydyanową; wszystkie inne miały wprawdzie na pochyłach pumex i lapille, ale nie było śladu, że po nich spływały masy roztopione. Na północy szereg podwójny przechodzi w pojedynczy, który zostaje na zachodnim pochyłe wielkiego granitycznego głównego pasma i wybiega w grzebień, tworzący dział wód między *Rio Kauka* i rzeką *Magdaleną*. Do tej części należą *Imbaburu*, wulkan w *Chili* koło *Tulkanu*, *Kumbal* ciągle dymiący, *Azufral*, wulkan *Pasto*, także ustawicznie czynny; *Sorata* i *Puracé*, oba na południe od *Popajun* i u zachodniego pochyłu wspomnianego grzebienia przełamują masy granitowe jego szczytu; tymczasem owe większe, pierwiej uazwane stożki koło *Kwito*, wznoszą się z granitu samego grzbietu. Naprzeciw *Puracé* stoi całkiem odosobniony wulkan *Rio Fragwa*, ciągle dymiąca trachitowa góra, wskazująca połączenie wulkanów w *Kwito* z układem Antylów w podobny sposób, jak wulkany zachodniego grzebienia zdają się zostawać w pewnym stosunku do szeregu w *Gwaty-mali*. Od nich rozciąga się główny łańcuch Andów między *Rio Kauka* i rzeką *Magdaleną* w prostej linii na północ, i dźwiga pod 5tym stopniem północnej szerokości *Tolinę* 17.000 stóp wysoką — ten jest ostatnim czynnym wulkanem w tymże łańcuchu.

Do tej wulkanicznej wysoczyzny tuż pod równikiem przyłącza się na południe układ *Chile*, oddzielony od niej przerwą przeszło 300 mil geograficznych, na której mniejsza grupa czynnych wulkanów *Boliwii* i *Mists Arekwipa*, między

wybrzeżem morza i jeziorem *Titikaka*, jako łączące ogniwo występuje. Dwadzieściantery kraterów stoi tam od północy ku południowi jeden za drugim; zaczynają się wulkanem *Kopiapo* pod 27 stopniem południowej szerokości, a kończą się wulkanem *Clemente* pod 46 stopniem. Najlepiej znanym między nimi jest wulkan *Maypu*. Trzęsienie ziemi 1822 r., które zburzyło *Walparaizo*, rozpoczęło jego ostatnie wybuchy, i od tego czasu ten wulkan rozpościera zniszczenie i przestracach na 60 mil dokoła. Jego wstrząśnienia były tak gwałtowne, że w twierdzy *San Karlo*, na 20 mil od krateru, drzewo masztowe, tkwiące 30 stóp w ziemi głęboko, zostało prostopadle wypchnięte i zostawiło po sobie tylko otwór walcowaty.

Te są czynne wulkany towarzyszące stałemu lądowi na obydwóch półkulach. Pod względem ich stosunku do lądu zachodzi ta uwagi godna różnica, że wulkany półkuli wschodniej, wyjąwszy *Kamczatkę*, prawie nigdy na kontynentalnej masie nie stoją, lecz natomiast u jej wschodnich i zachodnich wybrzeży w dość regularnym szeregu ciągną się, zaś największa liczba wulkanów Amerykańskich znajduje się na lądzie, i to tylko na wybrzeżu zachodnim—na wschodnim nie masz ani jednego. Tymczasem znajduje się tu wulkaniczny szereg małych Antyllów z 10 czynnymi kraterami, który można porównać z układem *Molukków*, *Kuryllów* i *Aleutów*. Ten szereg rozciąga się przez wyspy *S. Eustachego*, *S. Krzysztofa*, *Newis*, *Montferrat*, *Gwadelupe*, *Dominikę*, *Martynikę*, *S. Łucyę*, *S. Wincentego* i *Grenadę*; idzie przeto całkiem z wewnętrznym kierunkiem tego podwójnego łańcucha wysp, i ciągnie się dalej przez wygasłe stożki wielkich Antyllów, albo może i przez takie, które nigdy nie wybuchały, wyjąwszy Kube, aż do szeregu wulkanów Meksyku, z którym nazwane większe wyspy całkiem w tym samym równoleżniku znajdują się.

Wschodnia półkula ma podobny podrzędny szereg, w linii od zachodu na wschód, który przez całą masę kontynentalną w pojedynczych śladach rozciąga się, lecz więcej na

północ pod 40tym stopniem. Ten szereg dotyka w Europie północne wybrzeża morza Śródziemnego i pojawia się w postaci dwóch równoległych szeregów, które w kierunku łańcucha *Apenińskiego* towarzyszą Włochom zachodniego wybrzeża, w *Egiejskiem* morzu idą przez zachodnie *Cyklady*, i biorą początek od Argolskiego wybrzeża. Dalej postrzegamy je w *Matej Azji* w *Araracie*, którego wulkaniczna przyroda niedawno (20 Czerwca 1840 r.) tak gwałtownie pojawiła się, w *Persyi* na *Demawend*, i w wysokiej *Tartaryi*, gdzie wulkan *Ho-tszej* i *Peszau* znajdują się. Także w *Chinach*, według świadectw krajowych, znachodzą się wulkaniczne ślady w równoległym położeniu z wulkanami centralnej Azji; lecz zdaje się, że nie pochodzą od istotnych wulkanicznych wybuchów, ale raczej od pożarów ziemskich, i są z wulkanizmem tylko w dalszym stosunku.

W Europejskiej części tego wielkiego wulkanicznego pasma rozwinął się szczególnie *szereg Włoski*. Pojawia się nasamprzód w Lombardyi w pagórkach *Berycyjjskich* i *Euganejskich* jako wygasły, następnie tak samo w środkowych *Włoszech*, na zachodniej stronie Apenninów, w dawnych kraterach u jeziora *Wiko* (Vico) i w górach *Albańskich*; nakoniec czynny w *Wezuwiuszu* i w *Flegrejskich* polach. Ztąd zwraca się do wysp *Liparyjskich*, których prawie bezprzerwane wybuchy, mianowicie na *Stromboli*, powszechnie są znane, przechodzi do *Sycylii* i ma w *Etnie* swoje główne gniazdo. Dalej w wulkanach *Girgenti*, w *Pantellaryi* i w podmorskim wybuchu koło *Sciaccia* okazują się ślady tej gałęzi skierowanej na zachód. Na morzu Egiejskim *Santoryn* z swojemi podrzędnymi wyspami należy do szeregu wulkanicznego, dalej *Milo*, *Poros* i kończy na łądu *Methone*, na której w historycznym czasie (290 r. przed n. J. C.) powstał stożek, którego dzieje *Owidyusz* skreślił w kilku malowniczych wierszach (Metam. księg. 15, wiersz 296 — 306).

Od obu wulkanicznych systematów, — z których jeden rozciąga się na skraju wszystkich wielkich kontynentów a drugi

oba kontynenty od zachodu na wschód przerzyna — całkiem niezawisłe są wulkany centralne na morzu Południowem, które przynajmniej tu dały początek tak zwanym *wysokim wyspom*, a jeżeli nie wszystkim. Te wulkany tworzą jądro wysp *Sandwichskich*, *Gallopagos*, *Markezas*, wysp *Towarzyskich* i *Przyjacielskich*; więc opisują poniekąd elipsę poprzecznie na Oceanie Spokojnym, której strona zachodnia przez wulkany łańcucha *zachodnio Australskiego* składającego się z *Nowych Hebrydów*, wyspy *Salomona* i z *Nowej Gwinei* przyłącza się do wulkanów *Moluckich*. Nakoniec wulkany kraju *Wiktoryi* — z kórych jeden *Erebus* jest nagą stożkową wyspą, 11600 stóp wysoko z lodu wystającą — nie mają żadnego związku z innymi wulkanami.

Wyliczyliśmy tylko czynne wulkany; bo w wielu okolicach nie znamy rozdzielenia wygasłych albo tylko stożków wzniesienia. Lecz jeżeli wszystkie odosobnione albo w grupach na lądzie znajdowane *bazaltowe* i *trachitowe* góry poczytamy za wulkaniczne, a zatem za stożki wzniesione, co zgodność mas dostatecznie dowodzi; to rozległość wulkanicznych zjawisk jest nierównie większa, niżeli się zdaje według powyższych skazówek. Rzućmy okiem tylko na środkową Europę najlepiej znaną; a pojawiają się tu wszędzie stożki albo skały bazaltowe, które przedzierają się przez szpary w uwarstwionych pokładach i na powierzchni nad nimi występują; co pochodzi koniecznie od żarząco płynnej własności tych mas podczas ich wypływu. Osobliwie brzegi Renu od *Bingen* do *Bonn* mają wulkaniczne masy, ponieważ jezioro *Laacher* koło *Andernach* jest kraterem zapełnionym wodą, a *Eifel* i *Siedmiogórze* tworzą cały systemat wulkanicznych stożków. W Hesyi — *Habichtswald* koło Kassel; *Mejsner*, stożek koło *Schwarzenborn*, są najwyższymi punktami dwóch szeregów bazaltowych stożków, obejmujących dolinę *Fulda*, i ciągnących się ku Wezerze daleko przez *Minden* i t. d. Także w Szwajcaryi Saskiej wielka góra *Winterberg* jest stożkiem bazaltowym, a w Czechach *Srédgórze* między górami *Kruszcowymi* i *Elbą*

składa się z stożków fonolitowych, które w malowniczych grupach stanowią granicę doliny Cieplic. Lecz najpiękniej występują uśpione wulkany środkowej Europy w *Owernii*, gdzie liczne bazaltowe i trachitowe stożki połączone są w łańcuch, którego najwyższym punktem jest *Mont d'or*, 5800 stóp wysoki. Najślawniejszy jest *Puy de Dome*, w środku łańcucha, wielki dość smukły stożek, 4500 stóp wysoki z pięknego trachitu.

Nie możemy mówić obszerniej o tych zjawiskach; lecz z tego co powiedziano możemy wnosić, że czynne i wygasłe wulkany i płody wulkaniczne są ogólnymi składowemi częściami ziemi, że leżą po całej jej powierzchni i po części samotnie albo też w grupach na równinach, nawet na morzu, po części szeregują się osobiwie koło wybrzeży, albo też wśród kraju postępują ciągiem wytkniętym szeregami gór większych.

Ta różnica zasługuje jeszcze i dla tego na uwagę, bo była powodem wystawienia dwóch wulkanicznych systematów; *wulkanów centralnych* i *szeregowych*. Wszelako to odróżnienie dowodzi nie tylko samą różnicę postaciowości, — ale poucza, że wulkaniczne potęgi w głębi szukały wychodu dwojakim sposobem, i albo w kierunku promieni parły prostopadle od dołu w górę, albo też rozczepiając się działały w przeciwne strony. W pierwszym wypadku rozdarły skorupę ziemską tylko w jednym punkcie, w około którego masy wypchnięte nagromadziły się stożkowato, jakby w około szybu; przez co się główny krater ukształcił. Jeżeli zaś został wolny, wtedy z biegiem tysięcy lat pomnażały się płaszczowate pasy jego w około stożka przez powtórzone wylewy roztopionych mas; jeżeli został zatkany, wtedy skały wybuchowe szukały innego wychodu, przedarły się w pobliżu dawnego krateru u jego podnóża, i utworzyły nowe wyrzutowe stożki w mniejszej lub większej rozległości dokoła. Lecz ów pierwszy krater został środkiem systematu wybuchowego wszystkich innych stożków, i dla tego nazwano go *wulkanem centralnym*. — Rzuciwszy okiem na rozdzielenie wulkanizmu, postrzeżemy, że wulkany centralne występują bardziej poodosobniane i bez styczności

z innymi układami gór. Widzimy je najczęściej samotnie na Oceanie świata wynurzone z głębi i daleko od wszystkich wybrzeży, w morzu Południowym do nich jakby zbliżone i oblegające, na wyspach *Liparyjskich* (u starożytnych *Eolskich*) albo *Kanaryjskich*, na wyspach *Zielonego przyłądka* i na grupie *Gallopagos* w Oceanie Spokojnym. — Inne zachodzą stosunki w *wulkanach szeregowych*. Ich uszeregowanie dowodzi powtarzającą działalność nie w około jednego środkowego punktu, lecz w różnych miejscach pochodzącą i wznoszącą się z dłuższej szpary, powstałej w skorupie ziemskiej. Jeżeli przypuścić możemy, że opór — który stężała pokrywa stawiała wulkanizmowi w wulkanach centralnych — na wszystkie strony był jednostajny, i właśnie dla tego wulkan bezpośrednio nad swoim nagłówkiem tam, gdzie najkrótsza droga przelamanym być musiał i wybuchnął — możemy się domyślać, że w szeregowych wulkanach pokrywa wulkanicznego ogniska już była przedartą, skoro się rozmogła potęga wulkaniczna, albo że skały pokrywy dla łatwiejszej łupliwości w pewnym kierunku łatwiej się rozłupują, niż prostopadle przewiercić się dadzą. Lecz zważywszy rzecz bliżej — to łatwiejsza łupliwość i dawniejsza szczelina znaczą jedno i to samo, o ile ta jest warunkiem poprzedzającej; być może, że ta ostatnia była stanowczą przyczyną powstania szeregowych wulkanów.

Teraz opiszemy niektóre nowsze wybuchy najpotężniejszego wulkanu Europy, mianowicie: *Etny* na wyspie Sycylii.

O wybuchu *Etny* 1842 r. mamy wyborne postrzeżenia niemieckiego naturalisty, który podówczas przebywał w Katanii i badał naocznie zjawisko wybuchowe.

Już z początkiem Października 1842 r. dały się uczuć w południowo zachodniej stronie wstrząśnienia ziemi na *Piano delle vite* i *Monte mazzo*, które dnia 8go i 18go Listopada powtórzyły się i znaczną w niektórych miejscach szkodę wyrządziły. Dnia 27go w południe góra pokryta była trochę dymu, który jakby czepiec otulał jej śnieżną koronę, i części-

wo można było poczytać go za mgłę. Z nadchodzącą nocą słyszano w Katanii wołanie „*Fuoco alla montagna.*“ Od *Porta d'Acì* widziano cały krater w ogniu, a nad nim unosiła się żyrandola rozżarzonych kamieni, które na wszystkie strony spadały. Było tam nieprzerwane bryzganie rozognionych mas, które się wznosiły i spadały, zderzały się i krzyżowały się w powietrzu, a dla ogromnej wysokości do jakiej wzlatywały, zdawały się tylko tak powoli poruszać, że często 15 i więcej sekund potrzebowały, aby upadły. Dnia 20go Listopada o 2giej godzinie po północy, lawa buchnęła ze stożka i zbliżyła się do *Casa di Gemmellaro* (dom Gemellarego *).

Mimo późnej pory roku nasz sprawodawca postanowił udać się na górę. Już na wyjeździe widział dym unoszący się w różnych postaciach, wydłużający swój ogon daleko na wschód do morza. Pod wielkim słupem kraterowego dymu wydobywał się inny żółtawy. Po 4tej godzinie wyszedł sprawodawca z *Nicolosi* i puścił się na górę po czarnym wybuchowym piasku z 1669 r. Ledwo zapadł wieczór, już szczyt góry stał w ogniu, jakby olbrzymia morska latarnia na Śródziemnem morzu. Góra wydawała huk podobny do działowego w oddali, który się wzmagał im wyżej postępowano. Gwiazdy wynurzały się w milczeniu i powoli z poza ciemnego

*) Najlepiej zwiedzać Etnę w czasie pełni księżyca, od połowy Czerwca aż do pierwszych jesiennych deszczów; bo te pojawiają się na szczycie góry w postaci śniegu. Po porównaniu dnia z nocą powietrze bywa znowu przyjazne, i do połowy Października można udać się na szczyt. Przedsięwzięcie się wycieczkę z Katanii przez *Nicolosi*; to ostatnie miejsce leży najwyżej na granicy między podnóżem uprawnym i lesistym pasem góry, gdzie wiele śladów przypomina zniszczenie. Do domu *Gemmellaro* (*Casa di Gemellaro*) jedzie się na mułach, albo też w lektykach, które muły dźwigają. — Ten dom jest mały, 1811 r. z lawy zbudowany, na skraju słabo wystającego pęchy!u *Piano del Lugo*, w bliskości miejsca, gdzie w połowie 18go stulecia wybuchnął potok lawy i rozdzielił się we dwoje. Ten domek zowie się także *Casa inglese*; ponieważ angielscy oficerowie największą część kosztów dołożyli; lecz główną zasługę ma *Gemmellaro*, bo on kierował przy budowaniu i utrzymuje ten dom, który ma pokoje, stajnię dla mułów, i jest schronieniem w czasie wycieczek.

Ta droga jest bardzo przykra.

morza. Blask opromieniał idących w znacznym oddaleniu od krateru, muły rzucały cień, skazówki na zegarku wyraźnie widziano. Ogień rozmagalał się, im więcej do krateru zbliżano się, który w górze wydawał się przelupanym. Białe i czerwone płomienie kłębowwały bez przerwy, a tymczasem niezliczone bryły kamienne trzaskały w powietrzu. Masy wiele centnarów ważące wzbijały się na 2000 do 3000 stóp wysoko i wachlarzowato z jednego punktu, a nim wleciały do największej wysokości, albo gdy już spadały, krzyżował się z nimi powtórny kamienny grad. Część tych wyrzutów spadała znowu do paszczy, inne na zewnętrzną ścianę stożka i staczały się rozognione w gwałtownych podskokach po popiele i potokach lawy. Od *Casa di Gemmellaro* wyruszono zaraz do podnóża stożka, i w 15. minutach przybyli do pierwszego małego potoku lawy, może 100 metrów szerokiego, który w nocy wypłynął i po kilku godzinach po największej części już ostygł. Posuwał się bardzo powoli, bo tylko jeszcze wewnątrz żarzył się; zewnętrzna zaś ostudzona skorupa chrobotając jak czerepy szklane lub porcelanowe waliła się ze stromego skraju potoka. Drugi potok lawy doszedł do górnego końca *Val del bove*. Wilgoć śniegu topniejącego przeniknęła obuwie mimo przyjemnej temperatury u skrajów lawy; schroniono się więc do *Casa di Gemmellaro*. W powrocie dokuczało zimno, wszelako niebo było pogodne, powietrze spokojne. Przybywszy od lawy do *Casa di Gemmellaro*, podróżnicy udali się na spoczynek. Wulkan grzmiał jak huk działowy — wnet bliżej, wnet dalej; wnet głucho i głęboko, wnet po krótkiej przerwie uderzał gwałtownie; a gdy na chwilę sfolgował, zdawało się że sarka i sapi ciężko jak potwór morski. W krótkich przestankach ponawiały się wstrząśnienia ziemi; dom, drzwi i okienice drżały. Dnia 29go Listopada rozmogły się jeszcze bardziej odgłosy. — Dym lśniący biały, chwilowo żółtawy i znowu z czarną sadzą zmieszany — posuwał się na wschód; przeszywały go niezliczone kamienie upadające z łoskotem. Gdzie jaki kamień upadł, tam

podniosła się chmura kurzu — a łoskot padających brył, podobny był do nieprzerwanych strzałów ręcznej broni; tymczasem od 2 do 2 godzin odzywał się działowy huk. Na *Val de bore* potok był wązki i pokrył w części lawę z 1838 r., a posunął się na południowej stronie miejsca wybuchu z 1811 r. w dolinę. O 10tej godzinie wzniosła się na boku stożka chmura pary, o w pół do pierwszej druga u wschodniego podnóża, ztąd można było wnosić, że w tem miejscu nowy krater powstaje. Wybuch był niesłychany. — Gęsta, czarna para kłębowiała w ciemnem powietrzu wznosząc się powoli. Przy zapadającej nocy widziano na wschodniej stronie nowy potok lawy buchającej z krateru. Z początku swego biegu zwałił się on na wysokie rozległe pola śniegowe, i zamienił je w kilku minutach w białą parę, podobną do dymu mniemanego nowego krateru. Z południa nasz sprawodawca wyruszył w celu oglądania krateru. — Przez strome i ślízkie pola śniegu i lodu, walcząc z niebezpieczeństwem dla spadających kamieni, dostał się do skraju krateru na stronie północno zachodniej. Postać krateru nie była istotnie odmienną od owej 1838 r., tylko na skraju południowym już po 2 dniach zaczęła powstawać nowa góra. Wieczorem widziano potok lawy walący się z strony wschodniej krateru, a o 3ciej po północy udano się do pożaru, i przy ogniu oświetlającym całą scenę jasnością dnia; podróżnicy przeszli przez starsze potoki lawy i śniegi, potem przez potok poprzedzającej nocy, który z wierzchu ostygł, lecz w szparach było widać jeszcze czerwony ogień. Szli jak najspieszniej, bo w niektórych miejscach gorąco zapierało oddech. Wnet przybyli do wielkiego potoku buchającego z najwyższego punktu — był to strasznie wspaniały widok. Krater grzmiał — z gorejących często z ciemnym dymem zmieszanych chmur popiołowych padały kamienie, tymczasem lawa, przewalając się bałwanami rozczarzonemi z łoskotem, zwierzchu jasno, spodem ciemno czerwona dostała się na dół, gdzie u podnóża stożka rozlała się. Tysiące brył i kawałów skał zderzało się ze sobą, i ta

cała masa posunęła się do *Val del bore*, gdzie wszystko runęło w przepaść, ażeby się tam znowu jak góry upiętrzyć. Zewnętrzny skraj lawy już stwardniał i utworzył na 3 metry wysoki wał, który obrzeżył potok gorejący, w którego środku poruszały się ostudzone bryły skał. — Gdy dzień zawitał, a ciemno czerwone masy zaczęły czarnieć, można było lepiej widzieć cały bieg potoku na skraju *Val del bore*. Szerokość potoka wynosiła prawie 400 metrów; w 16 godzinach upłynęła 4000 metrów; na 15 sekund można więc przyjąć jeden metr za średnią prędkość. —

Wybuch Etny 1843 r.

Niespełna rok później nastąpił znowu wybuch *Etny* w Listopadzie 1843 r. — *Karol Gemnellaro* skreślił ten wybuch niespodziany, który był przyczyną najsmutniejszych wypadków w dziejach Sycylijskiego wulkanu.

Dnia 17. Listopada 1843 r. robotnicy w lesie *Aderno* postrzegli w części grzbietu góry szereg gardzieli ognistych tak pozbliżanych, że zdawały się tworzyć tylko jedną szparę w żarze; miejsce, w którym to zjawisko nastąpiło, należy do okolicy pustej, prawie $\frac{2}{3}$ mili włoskiej powyżej krateru wybuchu z 1832 r., a 7000 stóp nad zwierciadłem morza.

Wstrząśnienia, które już pierwej uczuć się dały, trwały bez przerwy, a w całej okolicy *Etny* słyszano podziemny łoskot. Z gardzieli, które się najpierw rozwarły, buchały masy rozmaitej wielkości wysoko, potem żuźle i lapilli. Wnet znowu wznosiło się innóstwo piasku z dymem, które wiatr po całej okolicy roznosił. Z owych gardzieli wybuchnął potok żarzącej lawy, który przyspieszonym biegiem rozlał się po potoku z 1832 r. i miał różną szerokość — miejscami $\frac{1}{2}$ mili. W kilku godzinach posunął się na 2 mile, a między *Monte Egilto* i *Monte Rovere* rozczepił się na 3 ramiona, z których jedno skierowało się ku lasowi *Maletto*, drugie ku lasowi *Aderno*; środkowe zaś wprost spuszczało się na *Brontę* przerażając mieszkańców. Oba ramiona boczne zatrzymały się; środkowe postępowało chyżością przyspieszoną.

Dnia 18. z nowych gardzieli i z wielkiego krateru Etny unosiły się ogromne masy dymu. Od Bronty potok ognisty zaledwo tylko jeszcze 3 mil był oddalony. Powstała trwoga. Na szczęście intendent prowincyi usiłował usunąć nieład. Tymczasem pagórek *Vittoria* wstrzymał lawę na 2 mile od Brenty; więc przybrała inny kierunek i rozlała się po dawnych potokach.

Dnia 20go dym z wulkanicznym piaskiem buchał ogromnemi słupami z krateru, które się wznosiły bardzo wysoko, i tam się łączyły. To zjawisko zwracało powszechną uwagę i od tego dnia w nierównych przerwach powtarzało się.

Dnia 23go *Giuseppe Gemenellaro* (Józef) brat naszego sprawodawcy, udał się z Nicolosi do źródła wybuchu, i udzielił następujących wiadomości:

„Juz 20go Listopada wysłałem doświadczonego człowieka, aby się przekonał jak dalece można zbliżyć się do owego miejsca; wycieczka ta była trudna i niebezpieczna. Tymczasem osiągnąłem mój cel i dnia 23go o zachodzie słońca byłem niedaleko od miejsca wybuchu, naprzeciw krateru z 1832 roku, na wzgórzu panującym nad całą okolicą — tu przepędziłem noc.

„Lawa wybuchła prawie na $\frac{1}{2}$ mili szeroko a nie wyżej jak 10 stóp. Jej prędkość wynosiła prawie 3 stóp na sekundę w równinie pochylonej na 25 stopni. Do szpary była jeszcze mila; bliżej przystąpić nie śmiałem, ponieważ masy i żuźle rozognione ciągle spadały i staczały się; nie było też dogodniejszego punktu, ażeby przejrzyć okolicę aż do *Monte Lepre* i do tego miejsca, gdzie potok lawy występował. Piętnaście gardzieli rozwarło się w szparze, a wszystkie wyrzucały w krótkich przerwach dym z piaskiem i miotały mnóstwem żuźli; nadto wszystkie otwory od najwyżej do najniżej położonych wylewały płynną lawę; co większa zdawało się jak gdyby lawa wylewała się z jednego otworu w drugi i tak dalej — aż do ostatniego. Wybuchom towarzyszył niesłychany łoskot; a chociaż zjawiska każdego otworu można było wy-

rażnie odróżnić, przecież zdawało się, że były połączone, o ile z mojego stanowiska osądzić mogłem; te otwory były poprzepierzane ścianami szerokimi najwięcej 4 stóp. Długość linii owych gardzieli mogła wynosić 400 kroków, szerokość 20 do 30 stóp. — Zaledwo lawa wystąpiła, a już rozlała się kilkoma ramionami prawie dwumilowej szerokości. Koło krateru z 1832 r. tudzież koło miejsca, gdzie się zatrzymałem, przesuwał się potok ściągając się na pół mili, poczem znowu rozszerzył się i rozdzielił się na 3 ramiona. Przepędziłem noc na tych badaniach, udałem się potem wzdłuż skraju potoku lawy ku Broncie i postrzegłem, że jeszcze inna gardziel rozwarła się dnia 24go Listopada w miejscu zwanem „*Tache di Coriazzo*“, z kąd mały żarzący potok płynął wprost ku lasowi *Muletto*.”

Potąd *Józef Gemmellaro*. Słuchajmy co dalej mówi nasz sprawodawca :

Tłumy ciekawych zewsząd przybywały, aby oglądać lawę. Lecz gdy się pokazało, że swój bieg zwraca do ulicy konsularnej łączącej Palermo i Messynę, wtedy powstał wielki natłok wozów, bo się lękano, że nie będzie można powrócić do Bronty, lecz wypadnie jechać do Katanii przez Randazzo i Giarre. I w istocie lawa doszła d. 23. Listopada do konsularnej ulicy, przekroczyła ją i wplynęła d. 24. na urodzajną dolinę *Sismetto*, gdzie było wiele zasianych pól, owocowych drzew i jarzyn. Wszyscy właściciele pospieszyli na to miejsce. Był to widok przerażający — tyle ludzi, którym przestraszył oddech, którzy drętwieli patrząc na owe potężne masy lawy. Jej powierzchnię zamienioną w żuźle można było porównać z kupą gruzów skał; lecz poruszanie się tej masy, jej właściwy łoskot do metalicznego podobny, nareszcie nagłe runienie całego przedniego końca potoku, przez co żarząco płynna materya odstąpiła się, — wszystko zapowiadało, że na tem nie koniec. Wkrótce drzewa stały się łupem płomieni. Lawa posuwała się ciągle ku okolicy *Dagale* i *Barile* zagrażając jeszcze upra-

wnym ziemiom i wodociągom; lękano się wylewu rzeki *Symeto*; co większa, że ta rzeka mogła przybrać inny kierunek.

Dnia 25go z południa nierównie większe nieszczęście dotknęło wielu mieszkańców Bronty. Znajdowali się na „*Pianotto*“ dla przypatrzenia się posuwającej się lawie, i o ile być mogło usiłowali zabezpieczyć swoje grunta. Potok posuwał się wolniej. — W tem nagle i niespodzianie nastąpił gwałtowny wybuch w końcu potoku. Ta część masy żarzącej i jej żuźłowata pokrywa rozstrzaskała się sposobem niepojętym w kawałki, w lapille i najdrobniejszy piasek. Grunt się podniósł, a piaskiem rozognionym obciążony dym gęsty do mgły podobny, wystąpił i rozległ się nad całą okolicą. To gwałtowne uderzenie powaliło drzewa i ludzi w oddaleniu na 90 łokci. Według urzędowego doniesienia w samej gminie Bronty 30 ludzi padło na miejscu; 25 ciężko ranionych zabrano i odniesiono. Wszystkie trupy były brunatne albo zaczernione, suknie na poły spalone, tak samo i grunt.

Dnia 26go Listopada wybuch sfolgował — lawa posuwała się powoli ku okolicy Dagale i Barile; — dnia 27go ustało działanie gardzieli; żarząco płynne masy już nie wypływały, a posuwanie się potoku było tak powolne, że stężała, częściowo żuźłowata pokrywa, załamywała się i zapadała, i zasłaniała lawę żarzącą. Słupy dymu wychodzące z wielkiego krateru wzmagały się; następowały chyżej po sobie, a towarzyszył im mocny podziemny łoskot. Skoro dym wzniosł się do niestychanej wysokości nad szczytem Etny, skierował się w bok i utworzył długą smugę daleko unoszącą się nad wyspą.

Płodami wybuchowemi były jak zwykle piasek wulkaniczny, żuźłowate wyrzuty najrozmaitszej wielkości i lawa. Piasek, który upadł w Katanii, był bardzo delikatny i czarny; w okolicy wschodniej naniesiony — był grubszy, przy spadaniu kwasem solnym z wodą przesiąkły, przez co niebieskie suknie i parasole ubarwiły się na czerwono, delikatne rośliny osobliwie pomarańcze i cytryny przepaliły się. Wiele owiec w takie miejsca zapędzonych na paszę — padło. Żuźle były

po największej części szarawo czarne, bardzo dziurkowane, a powierzchnia ich bańkowatych wydrążeń była zeszkłona. Lawa chociaż w augit obfita i żelazista, była całkiem zapełniona małymi listkami feldspatu t. j. labradoru, po największej części na pół zeszkłoneni. Tu i owdzie lawa otacza także cząstki oliwinu.

Dym wychodził jeszcze z krateru; słyszano niezwykle głuchy łoskot — do grzmotu podobny. W takich zjawiskach występowała największa czynność i w przerwach od jednego wybuchu gęstego dymu do drugiego pokazywał się nie tylko krater przeszłorocznego wybuchu, lecz także zewnętrzny stożek na wschodzie, który częściowo zapadł się. O właściwym stanie krateru nie było dokładniejszej wiadomości. Śnieg, niska temperatura, a osobliwie podziemny huk, tudzież ciągłe wstrząśnienia w okolicy lesistej odstraszały najśmielszych od krateru. Wszelako znalazło się 3 śmiałych Anglików, którzy chcieli oglądać krater; lecz zaledwo zdołali dojść do lawy niedaleko domu Gemmellarego i musieli powrócić do Nicolosi.

Od 1go Grudnia ustały wypływy dymu i spadanie czarnego piasku; natomiast mnóstwo wulkanicznego popiołu padło w okolicy Etny, a wiatry rozniosły go także po okolicy Katanii, co jest niezwyčajnem zjawiskiem wulkanu Sycylijskiego; bo tylko 1821 r. znaleziono znaczną ilość popiołu w środku i na skraju krateru. Nagłe ulewy dżdżu zamieniły pył lawy w muł. Popiół zaszkodził roślinom i zwierzętom na paszy; kilku mieszkańców z Nicolosi, którzy zjedli kapustę pokrytą popiołem, uczuło gwałtowne bólesci.

Od 4go Grudnia aż do nocy 10go pokazywały się dymy, a łoskot w głębi trwał ustawicznie. Obawiano się nowego wybuchu — tymczasem wulkan umilkł, i tylko jeszcze 15go i 16go Grudnia wieczorem pojawiły się niektóre ślady ognia w najwyższych miejscach krateru. —

Powstanie nowych wysp przez wulkaniczne wybuchy jest także nierzadkiem zjawiskiem. — W 1757 r., 3 mile od Pondyszery, powstała wyspa na 1 milę angielską w śre-

dnicy. Przy okropném łoskocie i zjawiskach ogniowych, buchał z jej krateru popiół, piasek i pumex w takiej ilości, że okręty wśród pływających pumexów ledwo posuwać się mogły. Prawie na miesiąc przed wybuchem jednego z większych wulkanów Islandyi w kierunku południowo-wschodnim od przystani, nastąpił wybuch podmorski, który miotał ogromnemi masami pumexu, i tam powstała także wyspa, lecz morze wnet ją odpłókało, zostawiwszy tylko mieliznę.

W sąsiedztwie wyspy Azorskiej *S. Michała* powtarzały się wybuchy i powstanie wysp. W 1811 r. ponowiło się zjawisko, i w oczach Kapitana *Tillard* pojawiła się wyspa, której nadano nazwę *Sabryna*; lecz w krótkce bałwany morskie pochłoneły ją. Pół roku pierwej częste trzęsienia ziemi nawiedzały wyspę *S. Michała*, i powtarzały się coraz mocniej do końca Stycznia. Pierwszego Lutego w dwóchmilowem oddaleniu od wybrzeża wznosił się dym i ogień z chmurami popiołu. Po ośmiu dniach wybuch przeminął, a dno morza na 300 do 480 stóp głębokie podniosło się blisko powierzchni wody. Dnia 13go Czerwca trzęsienie ziemi poprzedziło nowy wybuch, który nastąpił $2\frac{1}{2}$ mili na zachód od pierwszego miejsca i wzmagał się gwałtownie do 17go Czerwca. Po wybuchu postrzeżono na 300 stóp wysoką, w jednym końcu stożkowatą przyostrzoną wyspę, która w drugim końcu miała głęboki krater, z kąd buchał ogień, chociaż jego najwyższy skraj w czasie przyływu stał pod wodą. Gdy kapitan *Tillard* zwiedzał tę wyspę (porównaj obrazek wstępny do czwartego rozdziału), jej masa składająca się z popiołu i żuzli była jeszcze tak gorąca, że nie można było tam wejść. Morze wdzierało się gwałtownie w czasie przyływu do krateru, a woda gotowała się w nim ciągle. Przez dalsze wybuchy rozognionych kamieni, piasku i popiołu, stożkowata góra wzrosła z jednej strony krateru do 600 stóp wysoko i zniknęła w ostatnich dniach Lutego 1812 r.

Na Śródziemnem morzu, między Sycylią i Pantelaryą powstała 1831 r. nowa wyspa, którą nazwano *Ferdinandą*,

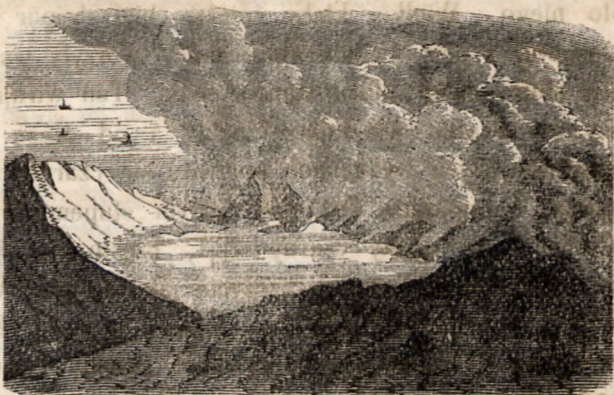
(Julią albo Graham), a nawet dano jej jeszcze 4 inne nazwy; lecz ta wkrótce zniknęła. Miejsce w którym powstała, leży 8 mil od Sciacchi u wybrzeża Sycylijskiego; od d. 28 Czerwca do 2 Lipca nastąpiło kilka wstrząśnień, potem z morza na 600 — 700 stóp głębokiego wynurzyła się nowa wyspa, którą 8go Lipca dostrzeżono. Wielka masa wody podnosiła się przy łoskocie podobnym do grzmotu i tryskała przez 10 minut, 80—90 stóp wysoko. Potem znów opadała, i znowu w różnych przerwach od 15, 22 do 30 minut to samo powtarzało się; tymczasem wychodziła z niej chmura dymu osłaniająca cały widokrąg. Morze, po którym pływało wiele niezwykłych ryb, było bardzo wzruszone. U Sycylijskiego wybrzeża widziano zrana 12go Lipca mnóstwo kawałków pływających żużli, które wiatr przypędził; nazajutrz postrzeżono unoszący się słup dymu na widokręgu, a wieczorem ogień. Mieszkańcy wyspy *Sciacca* nie powątpiewali, że nastąpi wybuch — co stwierdzał huk podobny do grzmotu.

Fryderyk Hoffmann, profesor z Berlina, który był wówczas w Sycylii, zbliżył się na czołnie d. 24go Lipca do wybuchu na ćwierć mili i opisał to zjawisko: „Widzieliśmy wyraźnie, że płaska, czarna wyspa tworzyła skraj małego krateru na 600 stóp w średnicy, który ciągle wyrzucał i przez to podwyższał się widocznie; bo masy wyrzucane gromadziły się w około niego. Wielkie kłęby śnieżno białych par buchały bez łoskotu, i przy świetle słonecznem tworzyły wspinały, lśniący słup, może 2000 stóp wysoki. Ten wirujący słup przeszywały czarne wlatujące żużle; a od czasu do czasu w gwałtowniejszych wybuchach pojawiły się czarne masy żużli, piasku i popiołu. Tuż pod białym słupem dymu i przy nim wznosił się gęsty czarny słup, często do 600 stóp wysoko, i rozpościerał się na szczycie jak snopek. Widziano w nim gwałtownie miotane masy piasku, popiołu i kamieni, które w około wznosiły się i spadały. Każdy kamień wyżej po nad masę wyrzucony ciągnął za sobą ogon czarnego piasku; przezco powstawały zadziwiające, promieniste

grupy, jakby wiązki rakiet ciemnej barwy, albo jak gałęzie cyprysów — był to wspaniały widok! Morze syczało bez przerwy; bo spadające masy piasku i popiołu były rozgwieżdżone. Białe pary unosiły się do koła i zasłaniały widok wyspy. Tymczasem słyszano pęknięcie i trzask zderzających się w powietrzu kamieni, i szum podobny do padającego gradu albo ulewy. Płomienie nie buchały z krateru, i nie widziano przyświechtania; natomiast w chwilach wysokiego wznoszenia się wyrzutów, pojawiały się częste błyskawice w czarnym słupie dymu, i po każdej słyszano przeciągły grzmot. To wspaniałe zjawisko trwało naprzemian często tylko 8 do 10 minut, a nawet prawie godzinę bez przerwy, potem znikło, i nastąpił krótszy okres spokoju, w którym tylko kłęby pary buchały.

„Te kolejne wybuchy usypały w krótkim czasie nową wyspę *Ferdynandę* do 200 stóp wysoko nad poziomem morza, a na ćwierć godziny w obwodzie. Jej krater unaczyniony na obrazku 37mym. Wybuchy słabły coraz bardziej, nakoniec d. 12go Sierpnia całkiem ustały. Teraz można było wejść na wyspę. Anglicy wzięli ją w posiadanie. Wszelako bałwany morskie niszczyły tę wyspę z piasku i żużli, a w Grudniu już i śladu onej niedostrzeżono.

Obrazek 37.



Wyspa Ferdynandea.

Na morzu Kamczackiem, w łańcuchu Aleutów, na zachód północnej kończyny wyspy Unalaszki, powstała 1796 r. nowa wyspa *Jounna Bogoszłowa*; 1819 r. miała prawie 4 mile obwodu, 2100 stóp wysokości; lecz do 1832 r. tak się zniżyła, że jej obwód miał tylko 2 mile, a wysokość 1400 stóp — Także cały grunt morza w okolicy tej wyspy podniósł się, i tam gdzie *Kook* 1778 r. płynął przy rozwiniętych żaglach, dziś liczne rafy i skały przeszkadzają żegludze. Moglibyśmy jeszcze niejeden taki przykład przytoczyć.

Mniemano, że niektóre wulkany wyrzucają tylko wodę i muł nawet z rybami zamiast roztopionej lawy. Te wylewy pochodzą w części od nagle stopionych mas śniegu wulkanów sięgających szczytem w okolicę śnieżną, jak n. p. *Hekla*, albo też od gwałtownego zlewu chmury, lecz w części także (w niektórych wulkanach w Kwito) z jaskiń podziemnych, napełnionych wodą, gdzie żyje mały gatunek ryb. Gwałtowne wstrząśnienia otwierają w takich górach szpary, któredy woda i ryby z jaskiń gwałtownie wyrzucane bywają, przez co powstaje powódź namułu, która się rozlewa po sąsiednich wyżynach, i zaraża powietrze gnijącymi rybami.

Są także tak zwane *wulkany błotne*, wszelakoż między niemi a właściwymi wulkanami daleki zachodzi stosunek. Są to potężne nagromadzenia ilowego mułu, z których częścią palne, częścią inne gazy występują, które wzdymają skorupę stężającą się przez wyschnięcie mułu i wyrzucając go w około paszczowatych otworów usypują stółki. Lecz z takich błotnych wulkanów buchają niekiedy płomieniem palące się gazy, albo wytryskują z nich nafta, olej skalny i roztwory soli. Znamy takie zjawisko koło *Girgenti* w Sycylii pod nazwą „*makaluba*“, koło Sassuolo w Modenie, w Krymie, na Jawie, na Trynidad i koło Kartageny w Nowej-Grenadzie. (Zobacz tablicę litogr. pod liczbą 4.)

Teraz zastanowimy się nad *trzęsieniami ziemi*, tem zjawiskiem tak ściśle połączonem z działaniem wulkanów. Nie tylko w wulkanicznych okolicach zdarzają się najczęściej trzę-

sienia ziemi, lecz postrzeżono nieraz, że kończyły się wybuchem sąsiedniego wulkanu, i że prawie każdy wulkaniczny wybuch zaczynał się zwykle małym trzęsieniem ziemi. Wszelakoż oba te zjawiska ani historycznie, ani geograficznie nie zdarzają się zawsze razem; bo przestrzeniowa rozległość niektórych trzęsień ziemi jest tak wielka, że sięgają daleko za obręb wulkanicznej działalności. I tak n. p. trzęsienie ziemi, które zniszczyło *Lisbonę* 1755 r. dało się uczuć prawie we wszystkich częściach Europy, w wielu miejscach północnego wybrzeża Afryki, w małych Antyllach i w pobrzeżnych krajach Ameryki północnej. Chociaż to trzęsienie ziemi należy do najrozleglejszych, wszelako wiele innych mu wyrównało, a gwałtownością nawet prześcignęło.

Dla objaśnienia tego co powiedziano i co jeszcze powiemy, opiszemy trzęsienie ziemi w Lisbonie, w Waldywii i Gwadelupie.

W żadnym punkcie wulkanicznej okolicy Europy południowej nie było w nowszych czasach takiej katastrofy jak w *Lisbonie* d. 1go Listopada 1755 r. — Pod ziemią rozległ się łoskot podobny do grzmotu, a tuż potem gwałtowne wstrząśnienie obaliło większą część miasta. Prawie w sześciu minutach padło 60.000 ludzi. Nasamprzód morze się cofnęło, i odsłoniło część gruntu; potem znów wróciło i podniosło się 50 stóp albo wyżej nad zwykły swój poziom. Góry Orrabida, Estrella, Julio, Marwan i Cyntra, należące do najwyższych Portugalii, okropnie się wstrząsnęły; wiele onych rozwarło swoje wierzchołki dziwnie rozdarte i rozłupane, i wielkie masy zostały wyrzucone na doliny przyległe. Mówią, że elektryczne płomienie buchały z gór i że dymiły, lecz przyczyną tego mogły być wielkie chmury pyłu.

*) Profesor *Naumann* odróżnia *plutaniczne* i *wulkaniczne* trzęsienia ziemi. Pierwsze pojawiają się w bardzo odległych okolicach od wulkanów; wulkaniczne zaś są albo w przestrzeniowym albo nawet w czynnym stosunku z wulkanami. *Cacciotore* w Palermo wynalazł 1818 r. narzędzie — do mierzenia mocy i kierunku trzęsienia ziemi — tak zwany *Sejsmometer*.

Nadzwyczajnem wydarzeniem było zapadnięcie się nowego pobrzeża w Lisbonie, wielkim kosztem z marmuru zbudowanego. Mnóstwo tam było ludu dla schronienia się przed walącemi się budynkami; lecz nagle zapadło się pobrzeże ze wszystkim, i niejeden trup wypłynął na powierzchnię. Łodzie i małe okręty napełnione ludźmi stały na kotwicy u wybrzeża — wszystko przepadło. Rozbitków już nigdy nie ujrzano, a woda ma być w tych miejscach niezgruntowana; lecz można przyjąć, że jest 100 sążni głęboka.

Musimy przeto albo przypuścić, że pewna część lądu runęła w głębinę podziemną, która w warstwach zrobiła szparę albo przepaść na 600 stóp głęboką, albo też ze zniknięcia pochłoniętych utworów wnioskować, że się otworzyła przepaść i potem znów zamknęła. Trzymając się jednak ostatniego przypuszczenia, musimy sobie wyobrazić, że górna część przepaści została otworem na 100 sążni głęboko.

Według nowszych badań działanie trzęsienia ziemi ograniczało się na warstwach trzeciej formacji, a najgwałtowniej na niebieskim ile, na którym zbudowana była niższa część miasta. Żaden budynek stojący na wapieniu drugiej formacji albo na bazalcie miał być nieuszkodzony.

Uwagi godną jest rozległość działania trzęsienia ziemi w Lisbonie. Wstrząśnienie było najgwałtowniejsze w całej Hiszpanii, w Portugalii i północnej Afryce; lecz prawie w całej Europie, a nawet w Indjach Zachodnich w tymże samym dniu. Przepadł port morski *St. Ubes* prawie 20 mil angielskich na południe odległy. W Algierze i Fez w Afryce trzęsienie było także bardzo mocne, a 8 mil franc. od Marokko zaprzepaściła się wieś z 8000—10000 mieszkańców ze wszystkimi zwierzętami. W krótko potem ziemia zamknęła się nad przepaścią.

Wstrząśnienia i uderzenia w ten sam sposób jak na lądzie dały się uczuć na pokładzie okrętu na zachód od Lisbony. Na *St. Lucur*, kapitan fregatty Nancy, uczuł takie wstrząśnienie statku, jak gdyby osiadł na dnie; lecz mierząc

wodę przekonał się, że była bardzo głęboka. Kapitan *Klark* żeglując zrana między 9 i 10 godziną pod 36° 24' północnej szerokości postrzegł, że jego statek był tak uderzany i pędzony, jak gdyby trafił na podwodne skały. Inny okręt 40 mil francuzkich oddalony na zachód od *St Vincent* był tak gwałtownie uderzony, że ludzie załogi na pokładzie podskoczyli 1½ stopy wysoko. W Antigua i Barbadoes, tudzież w Norwegii, Szwecyi, w Niemczech, Holandyi, na Korsyce, w Szwajcaryi i we Włoszech dały się uczuć uderzenia i lekkie poruszenia ziemi.

Uwagi godne było wzruszenie jezior, rzek i źródeł Wielkiej Brytanii. W *Lomond* (jezioro w Szkocyi) podniosła się woda ku brzegom, i znów opadła niżej zwykłego poziomu. Mówią, że ruch tego trzęsienia ziemi był falisty, i że w tymże stosunku posuwał się 20 mil angielskich w jednej minucie; gdyż obliczono jego chyżość różnicą czasu, w którym postrzeżono pierwsze uderzenia w Lisbonie i w innych odległych miejscach.

Na wybrzeżu Hiszpanii parł wielki bałwan, który w Kadyx miał upiętrzyć się na 60 stóp wysoko. W Tangerze w Afryce wznosił się prostopadle 15 stóp po nad znakiem powodzi. Fale wtargnęły do miasta i wyrządziły wielkie spustoszenia; lecz i inne porty wyspy były pozalewane. W Kinsale w Irlandyi wdarła się masa wody do portu, miotła kilkoma okrętami jakby w wirze, i wylała się na targowicę.

Nadmieniono powyżej, że morze w Lisbonie nasamprzód cofnęło się. To cofanie się morza od wybrzeży z początku trzęsienia i potem następujący powrót gwałtownego bałwanu, jest zwyczajnem zdarzeniem, które objaśniano rozmaicie. Najprawdopodobniejsze rozwiązanie byłoby to, gdy przypuścimy, że jest skutkiem zwyczajnego bałwanowania wody, wychodzącego z punktu niezbyt odległego albo jakiej linii naruszenia. Kiedy od kół wiosłowych parowca płynącego bałwany wychodzące łamią się na pochyłych brzegach spokojnej rzeki, wtedy postrzegamy, że woda nasamprzód 2 albo 3 stóp cofa się, a potem znowu małemi falami powraca, podobnemi do tych, jakie następują po

trzęsieniu ziemi. Wachania pochodzące od trzęsienia ziemi następują w niejakiem czasie po wstrząśnieniu; woda cofa się nasamprzód od lądu i od wysp przed nią leżących, i powraca potem w upiętrzonej fali. Jej postać jest rozmaita według postaci wybrzeży przyległych; ponieważ w południowej Ameryce dostrzeżono, że miejsca leżące na wierzchołku płytkich zatok nadzwyczaj ucierpiały, tymczasem miejsca leżące tuż na wybrzeżu głębokiego Oceanu, jak n. p. *Walparaizo*, nigdy nie były zalane, chociaż je nawiedzało mocne trzęsienie.

Dnia 20go Lutego 1835 r. dotknęło *Waldywię* najgwałtowniejsze trzęsienie ziemi. *Darwin* opisuje okropne zniszczenie, które tam nastąpiło; dla tego powiemy o tem słów kilka. Wspomniony podróżnik był wtenczas w owym kraju i odpoczywał w lesie w chwili najgroźniejszej. Tam zaskoczyła go nagle ta katastrofa, która trwała tylko 2 minuty; powtórzyła się wieczór w słabszych uderzeniach, które były przyczyną różnych, a częścią mocnych poruszeń wody w porcie. Dotykalne kołysanie się gruntu i ruchy okrętu, podobne do krótkich mocnych uderzeń bałwanów, dozwalały wprowadzić utrzymać się na nogach, lecz sprowadzały prawie zawroty głowy. W mieście powstało wielkie przerażenie; a chociaż domy drewniane utrzymały się, wszelako były najgwałtowniej wstrząśnięte. Najznaczniejsze wstrząśnienie pojawiło się w czasie odpływu; woda przybyła bardzo prędko, lecz w niezbyt wielkich bałwanach i równie chyżo odpływała do właściwej wysokości.

Z *Waldywii* popłynął sprawodawca do portu *Conception* i tu zawiął d. 4go Marca. Następnie wylądowano na wyspę *Kwirykwinę*. Tu dowiedział się nasz podróżnik, że trzęsienie ziemi d. 20go Lutego zburzyło wszystkie domy w *Talkahuana* (w porcie) i 70 wsi, i że wielki bałwan uniósł zwaliska portu. — Na całym wybrzeżu było porozrzucane drzewo i sprzęty, jak gdyby się wiele okrętów rozbiło; nawet niektóre dachy woda zupełnie spławiła. Składy towarów potwierano, wielkie wory z bawełną i inne kosztowne

towary leżały na brzegu. Na Kwirikwinie jeździec został powalony z koniem, a gdy wstał, znowu upadł. Kilka krów spadło z brzegu i stoczyło się do morza. Gdy *Darwin* przeglądał wyspę, postrzegł wysoko na brzegu liczne urwiska skał, które musiały leżeć w głębi, jak to widać było po płodach morskich przyczepionych do nich; jedno takie urwisko miało 6 stóp długości, a 3 stóp szerokości. Wyspa była w wielu miejscach popękana w kierunku od północy ku południowi; niektóre szpary w pobliżu skał były na łokieć szerokie. Wiele ogromnych mas pospadało z wysokości na pobrzeże, i obawiano się, że z początkiem pory deszczowej jeszcze większe przygody nastąpią.

Najgodniejsze uwagi były skutki wstrząśnienia twardego „pierwotnego łupka“, który jest podstawą wyspy; widziano powierzchnię części niektórych wązkich krawędzi gór tak zniszczone, jak gdyby je rozsadzono prochem.

Talkahuana i *Conception* przedstawiały widok najokropniejszy. Wszędzie ruiny — ani śladu, że tam mieszkali ludzie. Trzęsienie ziemi zaczęło się o 10¹/₂ godzinie rano; gdyby to było w nocy, i jeden człowiek nie byłby ocalał; tymczasem tylko do 100 ludzi zginęło. W *Conception* każdy dom, każda ulica leżały na kupie osobnej albo szeregami; lecz w *Talkahuana* można było rozróżnić tylko pokłady cegieł, kamieni, belków, tu i owdzie z stojącymi kawałami murów. Trudno pojąć jakim cudem większa część mieszkańców umknęła.

W zatoce *Conception* widziano dwa wybuchy; jeden jakby słup dymu, drugi podobny do pryskania wielkiego wieloryba. Zdawało się, że woda wszędzie kłębuje, a była czarna i wydawała nieprzyjemną woń siarki. Miasto było zbudowane na sposób hiszpański — wszystkie ulice krzyżowały się pod kątem prostym. Największa liczba cegieł runęła w stronę północno-wschodnią. Chociaż rozpadliny nie były jednostajne, miały jednak w ogólności kierunek południowo-wschodni i północno-zachodni. — Prawie przy każdym

gwałtownem wstrząśnieniu, przyległe morze miało być bardzo poruszone. Niedaleko Conception widziano dwojakie prądowanie morza: raz podnosiła się woda w chwili wstrząśnienia poruszając się zwolna wysoko na brzeg i cofnęła się spokojnie, potem wkrótce cała masa wody wracała wielkimi bałwanami z gwałtownością do morza. Pierwszy mniej regularny ruch zależy zapewne od tego, że trzęsienie ziemi działa inaczej na ciała stałe, inaczej na ciecz. Drugie zjawisko według *Darwina* polega na zwyczajnych bałwanach w wodzie, które wychodzą od linii nieco oddalonej albo od punktu wstrząśnienia. Gdy bałwany poruszone wiosłami parowca łamią się na pochyłych brzegach spokojnej rzeki, wtedy woda nasamprzód cofnie się o 2 lub 3 stopy, a potem znowu w małych bałwanach powraca, całkiem podobnie jak po trzęsieniu ziemi. Dla ukośnego kierunku bałwanów wiosłami odrzuconych, okręt już znacznie posunął się, nim ruch falisty uderzy o brzeg, i dla tego ruch ten nie ma żadnej styczności z istotną odmianą cieczy przez masę okrętu. Zdaje się to być ogólnem wypadkiem, że w każdym razie, gdzie równowaga ruchu bałwanów w ten sposób naruszoną zostanie, opór powierzchni odprowadza wodę, aby wywołać postępowy ruch falowania przyspieszonego. Gdy więc bałwan, który powstał przez trzęsienie ziemi uważamy za zwyczajny, pochodzący od jakiego punktu albo od linii na otwartem morzu, stąd pokazuje się, dla czego *a*) w niejakiem czasie po wstrząśnieniu pojawia się ruch bałwanu; *b*) dla czego dotyka jednako brzegów lądu i wysp przed sobą leżących? — ponieważ woda nasamprzód się cofa, a potem dopiero jako fala nakształt góry powraca; nareszcie *c* — ponieważ wielkość bałwana zależy od postaci przyległych wybrzeży. *Talkahuana* i *Callao* leżą w wielkich płytkich zatokach, i zawsze wiele ucierpiały; tymczasem *Walparaizo* w pobliżu wielkiego Oceanu zbudowane, nie niszczyły nigdy powodzie, chociaż to miasto nawiedzały najgwałtowniejsze trzęsienia ziemi.

Co się tyczy *Conception*, musimy wyobrazić sobie jeden punkt naruszenia w dnie morza w kierunku południowo zachodnim, z kąd przychodziły bałwany, i gdzie ląd wyżej był podniesiony, niż w jakiegokolwiek innej części.

Zdaje się, że u każdego wybrzeża główna linia wstrząśnienia w owym oddaleniu na otwartem morzu znajduje się, gdzie woda dla płytkości gruntu i bliskości lądu najbardziej poruszana znajdowała się z tą częścią, która pokryła teraz lekko poruszoną głębokość Oceanu. We wszystkich odległych częściach wybrzeża małe wachania morza tak w chwili mocnego wstrząśnienia, jako też następujących słabych, mieszają się z ruchem bałwanów, który się udziela od ogniska naruszenia; dla tej przyczyny możnaby odróżnić szereg pojedynczych ruchów.

Wiadomo, że trzęsienie ziemi daje się uczuć w ogromnej rozległości i że prawie w takim samym oddaleniu słychać podziemne głosy; lecz mało takich wypadków, w których wulkany dalekie od siebie równocześnie wybuchały. Podczas katastrofy, o której mowa, gdy cały ląd w około *Conception* był podniesiony, szereg wulkanów leżący w Andach naprzeciw *Chiloe* wyrzucał równocześnie czarne chmury dymu, i w następnym roku ciągle był bardzo czynny. Dalej na północ wynurzył się z morza wulkan w pobliżu wyspy *Juan Fernandez*, a kilka wielkich gardzieli w *Kordyllerach* środkowego *Chile* rozpoczęło nowy okres działania.

W nowszych czasach, trzęsienie ziemi nawiedziło dnia 8go Lutego 1843 r. wyspę *Gwadelupe*, należącą do *Antyllów*, gdzie wielkie wyrządziło spustoszenie, osobliwie w jej stolicy *Point-à-Pitre*. To trzęsienie trwało tylko 70 sekund. Obaliło wszystkie murowane domy, zapaliło ich zwaliska i domy drewniane, zabiło 6.000 ludzi. Także inne miejsca zostały zniszczone. Niesłychane szpary rozwarły się w ziemi i wyrzucały strumienie wody, płomienie i popiół. Obrazek 38 jest szkicą tej okropnej katastrofy.

Obrazek 38.



Trzęsienie ziemi na wyspie Gwadelupa.

Działanie trzęsienia ziemi pojawia się albo *prostopadle*, t. j. w górę i na dół pchnięciami, albo *falujące*, albo *kołujące* czyli wirujące. — Trzęsienia są istotnymi ruchami ziemi, i bardzo często towarzyszą im podziemny łoskot, grzmot i chrzęst z popękaniem gruntu, rzadziej i po części więcej przypadkowo także wybuchy gazów, par i płomieni; całkiem przypadkowo może mocne pchnięcia wiatrów i burze z właściwymi wachaniami igły magnetycznej. Poczytywano także pewne oznaki za przepowiednie trzęsienia ziemi, lecz te okazały się bezzasadnymi. Pojedyncze wstrząśnienia ziemi trwają zwykle krótko, zaledwo kilka sekund albo minut; lecz te zwykły powtarzać się często w nieoznaczonych przerwach czasu.

Możemy przypuścić, że każdy zna skutki trzęsienia ziemi szkodliwego człowiekowi i jego dzieciom; lecz pierwsze nie dowodzą wielkości tych wstrząśnień, gdyż eksplozja 20 centnarów może być przyczyną podobnych, chociaż bardziej miej-

scowych wypadków. Tu chodzi raczej o bliższe wykazanie trwających geologicznych skutków i związku trzęsień ziemi z działaniem wulkanicznym, co większa z dziejami rozwoju ziemi w ogólności. — Wszelako nie możemy tu pominąć ustępu „z Kosmosu“, w którym Humboldt skreśla tak żywo wrażenie trzęsienia ziemi na umysł człowieka: — „Co nas tak dziwnie ogarnia, jest to złudzenie wrodzonej wiary w spoczynek i nieruchomość martwych mas — warstw ziemi. Od dzieciństwa nawykliśmy do kontrastu między ruchomym żywiołem wody i nieruchomym żywiołem ziemi, po której stąpamy. Wszystkie świadectwa naszych zmysłów potwierdziły tę wiarę. Gdy więc nagle grunt się wstrząsa; wtedy nieznaną potęgą przyrody poruszająca martwe masy występuje tajemniczo jako potęga działająca. Jedna chwila odbiera ułudę całego życia.“

Najważniejszymi geologicznymi skutkami trzęsienia ziemi są niezaprzeczenie popękania gruntu i zmiana jego poziomu. Bardzo często rozwierają się długie i głębokie szpary w skorupie ziemskiej, których objedwie boczne ściany czasem nieco zesuwać się ku sobie. Te szpary, o ile pochodzą od wstrząśnień ziemi, są zwykle między sobą równoległe i przypominają tak zwane szpary żył, w których pewne kruszcze głównie znajdują się. Dla owego wielkiego podobieństwa przypuszcza najwięcej geologów, że szpary żył kruszczowych powstały przez dawniejsze trzęsienia ziemi.

Zmiany poziomu przez trzęsienie ziemi w nowszym czasie dostrzeżono często na wybrzeżach Chile. W ostatnich 30 latach wielkie obszary lądu bez znacznej zmiany ich poziomu zostały tam powtórnie na kilka stóp podniesione. Znalaziono oraz wielką liczbę nad sobą leżących śladów dawnych wybrzeży morskich, z których można wnioskować, że takie zmiany poziomu nastąpiły także oprócz wprost dostrzeżonych i przed nimi, tak w czasie historycznym jako i pierwej. Także we Włoszech, w Indyach Wschodnich i w Skandynawii znane są podobne zjawiska z dawniejszych czasów. Zwykle nastąpiły podniesienia, lecz niekiedy także zniżenia, albo też

oba zjawiska na przemian. Przytem ruchy te były tak powolne i spokojne, że wewnętrzna i zewnętrzna budowa podniesionych części skorupy ziemskiej, a nawet na nich stojące budynki, wcale nie były uszkodzone. Zwróciliśmy już pierwszej uwagę na to zjawisko. Tu należy przedewszystkiem owa świątynia *Serapisa*, z której jeszcze 3 słupy prostopadłe stoją, a z wielu innych leżą porozrzucane gruzy. Grunt świątyni i kilka innych budynków, które fundowała *Agryppina*, zalane są wodą; przypuścić jednak niepodobna, że te budynki postawiono w takim położeniu. — Zresztą owe 3 słupy mają na 6 do 10 stóp nad ziemią pas wygryziony przez *Lilophagi* (przewiertki); a to mogło tylko pod wodą nastąpić. — Najnaturalniejsze objaśnienie byłoby następujące: ani wątpić że tę świątynię i inne budynki w takiej wysokości zbudowano, aby były od powodzi zabezpieczone. Świątynia musiała przeto niemal 25, a nawet 28 stóp zniżyć się, a jej słupy musiały utrzymać się prosto pod wodą, ażeby je przewiertki mogły ponadgryzać, później zaś została wzniesioną do dzisiejszej wysokości, która jednak jest mniejszą od pierwotnej, bo podnóża słupów stoją pod wodą.

Zjawiskiem innego rodzaju, o którym tu tylko dla jego zewnętrznego podobieństwa jeszcze wspominamy, zdaje się być ciągle podnoszenie się Szwecyi — o czem już mówiliśmy. Przeszło od 100 lat to zjawisko zwraca uwagę, więc możemy przypuścić, że cały skraj wybrzeża Skandynawii od Frydrychshall aż do Abo w Finlandyi podnosi się powoli nad poziom morza, i w czasie historycznym przynajmniej o 200 stóp podniósł się. Podnoszenie zmniejsza się widocznie, im dalej postępujemy ku południowi i na wybrzeżach Schoonen jest ono niepostrzegalne; natomiast koło Sztokholmu występuje jeszcze bardzo wyraźnie, a najwidoczniej w okolicy Tornea i Pitea, gdzie w przeciągu 30 lat kraj wybrzeżowy woda odsłoniła. Zdaje się, że średnia liczba podnoszenia się wynosi 40 cali w przecięciu na stulecie. Tymczasem to podnoszenie się nie mogło być jednostajne, i musiały następować także zniżenia, jak to

udowadniają inne wypadki ; mianowicie chata rybacka niedaleko Sztokholmu, która stała na wybrzeżu blisko morza, znaleziona 60 stóp w głąb pod terażniejszym poziomem wody. Ztąd można wnosić, że Szwecya naprzemian się zniża i podnosi, albo dawniej przynajmniej raz się zniżyła. Jeżeli zatem z wypadkami powyżej opisanymi przy świątyni Serapisa w Baja, trzęsienie ziemi i wielorakie wulkaniczne siły są ze sobą w stosunku udowodnionym, to nie mamy zgoła postrzeżeń, któreby wykazały, że zjawiska w Skandynawii podobne mają przyczyny. A przecież całe to zjawisko musi być miejscowem, ograniczającym się na północnej Skandynawii; ponieważ ani na południowych Niemieckich wybrzeżach, ani też na zachodnich Duńskich Bałtyku, nie widać podobnego powiększania się brzegu; co musiałyby nastąpić koniecznie, gdyby podnoszenie się Szwecyi poczytano tylko za pozorne, a powiększanie się wybrzeża chcieliby wyprowadzić z opadania całego zwierciadła Bałtyku.

Na Spokojnym Oceanie wykazano przez wyspy koralowe, że są obszerne przestrzenie (które *znizami* nazwaćby można), których skalisty grunt w przeciągu tysiącleciów musiał zniżać się powoli, przeciwnie zaś niektóre sąsiednie wulkaniczne okolice w tymże samym czasie nieco się podniosły, a zatem tworzą podniesione obszary.

Te zjawiska podnoszenia albo zniżania się wielkich części skorupy ziemskiej, które trudno pogodzićby się dały z ciałem ziemi całkiem stężalem, są oraz dowodem możebności, że całe części świata powoli albo przerwami, część po części albo do razu mogły być podniesione daleko po nad zwierciadło morza, które je pierwiej pokrywało; przy czem ich wewnętrzna budowa co do istoty nadwergęzoną nie była, i że podobnie inne już pierwiej istniejące części zniżyły się pod poziom morza. Te kontynentalne podniesienia, które należy odróżnić od wulkanicznych albo wybuchowych, miejscowych podniesień skał, pouczają dostatecznie, że w rozdzieleniu lądu i wody mogły nastąpić wielokrotne zmiany.

Te wielkie wypadki naprowadzają nas znowu na hipotezę o przyczynach i przyrodzie wulkanów. Wszystkie podziś-dzień poznane wydarzenia w wulkanach i w wulkanicznym działaniu wskazują, że one należą do całkiem ogólnych własności ziemi, a zatem także od ogólnej przyczyny pochodzą. Wysoka temperatura law w porównaniu z udowodnionem wzmaganiem się ciepła wnętrza ziemi, i nadzwyczajna rozległość wulkanicznych wstrząśnień równocześnie nad $\frac{1}{100}$ do $\frac{1}{13}$ części całej powierzchni ziemskiej dowodzą następnie, że siedlisko tej przyczyny musi się znajdować w bardzo wielkiej głębi. Połączywszy więc te doświadczenia z owemi o ciepłe ziemi, o postaci i o stosunkach pokładów skał wybuchowych i z hipotezą o rozwoju ciała ziemskiego z stanu niegdyś żarząco płynnego wnętrza, wtedy z obecnego stanowiska wiadomości naszych okaże się wielkie prawdopodobieństwo, że wulkany są skutkami i wylewami jeszcze obecnie żarząco płynnego wnętrza ziemi. Ich kraterowe paszcze są w pewnym stopniu stałemi drogami, łączącemi wnętrze z powierzchnią ziemi. Jeżeli przeto płynne jądro, czy to wiekowem skurczeniem się stygnącej skorupy przez znizenie pewnych jej części, przez działanie słońca i księżyca, albo przez powstanie par, zostanie ściśnione albo gwałtownie wzruszone, wtedy pojawiają się trzęsienia ziemi z swojemi skutkami albo też wulkaniczne wybuchy, aż znowu równowaga nastąpi.

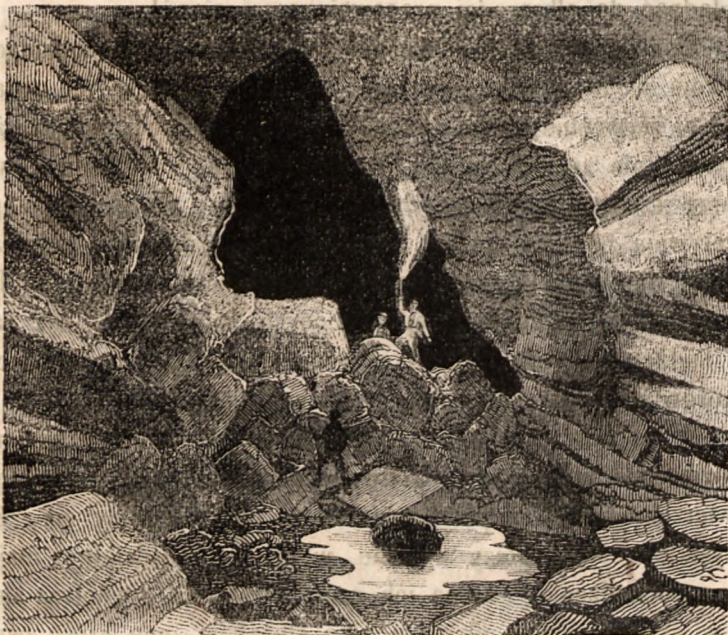
Żarząco płynne wnętrze ziemi pewnemi miejscami kraterowych paszczy wyparte, jako lawa styka się po drodze w wyższych lub niższych miejscach z masami wody; te ostatnie zamieniają się w prężące pary przez wielkie gorąco, i potęgują zjawiska wybuchu. Łatwo pojąć, że te stałe łączące drogi znachodzą się tak często w długich szeregach jedna za drugą; one leżą w tym razie na długich szparach stężącej skorupy ziemskiej, a gdzie to nie zdarza się, jak w wulkanach centralnych, tam możemy przypuścić kilkakrotne skrzyżowanie się kilku krótszych szpar w stężącej skorupie ziemskiej.

Łatwo pojąć częste znajdowanie się wulkanów w pobliżu wybrzeży, gdyż w tych okolicach w czasie podniesienia się lądów rozpadliny łatwo powstawać musiały. Że przyległość morza miała także szczególny wpływ na własność wybuchów i ich częste pojawianie się, do czego policzyć trzeba zachodzące przy tem zjawiska n. p. sublimacyi — jest rzeczą równie jasną.

Chociaż wulkanizm działał przeobrażając na skorupę ziemską i jej powierzchnię; chociaż wszystkie łańcuchy skał od niego pochodzą, wszelako zdaje się, że istota jego skutków z wzrastającym przybywaniem stężalej skorupy ziemskiej ciągle się zmieniała. Cieńsza skorupa łatwiej przedartą być mogła, dlatego wypyływy wydarzały się częściej i prawie zawsze w nowych miejscach i przez większe otwory. Skraje cieńszej skorupy mogły być łatwiej baniasto poderwane; powstały kratery niestałe z przewodowemi gardzielami i wysokimi stożkami nasepowemi. Zwycie masy wydzierające się stężały w szparach, zapelniając je i zamykając na zawsze; tymczasem nowe wydobywanie się utorowało także nowe drogi. Później te drogi przy grubszej skorupie ziemskiej, którą przedarły, bardziej ustaliły się.



Wybuchowy stożek Wezuwjusza.



Jaskinia zbójcka koło Balda Jökul w Islandyi.

PIĄTY ROZDZIAŁ.

Na górach czyste powietrze panuje,
Wyziew grobowy tam nie dolatuje —
Świat boży — śliczny, doskonały wszędzie.
Gdzie z udręczeniem człowiek nie osiedzie. . . .

Święte pisma ludów, podania i historyczne pomniki są tem dla dziejopisarza, czem dla badacza przyrody są góry i masy skał. On odgaduje z ich składu sposób jakim powstały, ich wiek, ich ułożenie, i jeszcze więcej zadziwiających rzeczy, które codziennie postrzega w owych masach na powierzchni i w wnętrzu ziemi — w owem wspaniałem i wzniosłym dziele Stwórcy! — Formacje gór i skał są jedynemi stronnicami ziemskiej przyrody, a wapienie, piaskowce i t. d. w których znajdujemy szczątki zaginionych zwierząt i roślin,

jedynymi głoskami, które pozwalają myślącemu badaczowi zaglądnąć do olbrzymiej pracowni naszej ziemi!

Umiejętność przewodnicząca swoim uczniom w badaniach rozwoju ziemi i następstwa jej stworzeń, jeszcze nie zaraz wyjaśni pierwotne dzieje skorupy ziemskiej. Lecz wiemy, że przyroda nie zmieniła się, i że po wszystkie czasy jednakowo tworzy i utrwała. Wnet działa spokojnie, wnet jej potęgi przerywają pozorny spokój, i jak badacz starożytności z wspaniałych ruin gmachów i świątyń we Włoszech, Grecyi, w Egipcie i t. d. odgaduje dzieje minionych tysiącleciów, tak samo badacz przyrody ze skał skorupy ziemskiej, z zwietrzałych utworów gór i z skamieniałości poznaje jej dzieła.

W poprzedzającym rozdziale poznaliśmy wodą i ogniem sprowadzone zniszczenia i nowe utwory w czasie przemiany powierzchni ziemi i powstania skał; przekonaliśmy się, że wszystkie skały i głązy opisane w drugim rozdziale, mają różne pochodzenie. Jedna ich część wystąpiła z wnętrza ziemi w stanie żarząco płynnym albo stężałym, inną część osadziła woda, nareszcie jeszcze inna powstała pod wpływem pierwszych na drugie. Możemy przeto pierwsze nazwać *plutonicznemi*, wtóre — *neptunicznemi*, trzecie *przeobrażonemi* (metamorficznemi) utworami.

1. Plutoniczne skały, (nieuwarstwowane, wybuchowe, masowe) jak już wspomnieliśmy — wyparte zostały z wnętrza ziemi aż do jej powierzchni albo na powierzchnię w stanie rzadko albo gęsto płynnym, albo też oziębione, i potem ostygły; a gdy to prędko nastąpiło, przyjęły bezkształtne (amorficzne) szkliste złożenie, zaś przy powolnem ostudzeniu ziarnisto kryształiczne albo porfirowate, a nie mają ani wyraźnego uwarstwowania, i nie zawierają w swojej masie szczątków zwierząt, które żyły na dnie morza. Kto przypuszcza, że lawy dzisiejszych wulkanów wydobyły się z wnętrza ziemi w stanie żarząco płynnym, musi przyznać to samo powstanie lawom w wulkanach wygasłych, trachitom i wielu bazaltom; bo i w tych nierzadko udowodnić można, że wyplęły z kraterów

jako lawy. Za tem przemawia także ich skład; bo niektóre lawy zawierające augit, co do części składowych zaledwo odróżnić można od bazaltów; lecz bazalty przechodzą znowu nieznacznie w doleryty, w doleryty nefelinowe i w niektóre waki. Wspomnione kamienie jeszcze w tem zgadzają się, że będąc tylko połączeniami krzemienia, wszelako w kwarczyc wykrystalizowanego krzemianu nie zawierają; najczęściej kwarcu w nich nie masz.

Za ich żarząco płynnem powstaniem przemawia jeszcze wpływ, który wywarły na boczne ściany rozpadlin, któremi wypływały; bo te są po części roztopione, po części postradały swą barwę. Piaskowce nie rzadko pooddziały się słupcowato; są to zjawiska, które otrzymamy w piaskowcach albo łupkach wystawiwszy je przez dłuższy czas na działanie znacznego gorąca, n. p. wielkich pieców.

Zastanowiwszy się znowu nad dawniejszemi plutonicznemi masami, które w kraterach nie były podniesione, to w kwarczyc bogate porfiry są znowu tak zbliżone do bazaltów, że podobnym sposobem powstać musiały. Także dyabazy, gabry i dyoryty ledwo że nie zawierają części składowych, któreśmy już poznali w lawach; bo nieznaczna różnica ich feldspatów nie może być powodem wątpliwości. Największa różnaitość zachodzi w skałach granitowatych i w felzytowych porfirach co do zasobu ich kwarcu, na którym także i trachitom niecałkiem zbywa. Wszystkie przeciwko takiemu sposobowi powstania czynione zarzuty są bezzasadne. Najwątpliwszym jest pochodzenie serpentynu, który dla wody w znacznej ilości w nim zawartej należy uważać za skałę metamorficzną (przeobrażoną).

Także lapille i piasek, które wulkany wyrzucają, tudzież zlepieńce (konglomeraty), które z dawniejszemi wybuchowemi skałami znajdują się, i przez to powstały, że przedzierając się otworem poodrywały kawałki od ścian bocznych i zmięszały je z własną stwardniałą skorupą — tak zwane *konglomeraty otarte* — należą do płodów ogniowych.

Niektórzy geologowie przypisują także gipsom plutoniczne pochodzenie, wszelako podobniejszym jest to do prawdy, że w morzu przy znacznem ciśnieniu osadzony był siarczan wapna jako anhidryt, który wtedy na powietrzu zamienił się z czasem w gips przez przyjęcie wody. Najwięcej mas anhidrytu ma skorupę krystalicznego gipsu.

2. Do **neptunicznych utworów** liczymy najrozmaitsze wapienie, piaskowe i ilowe kamienie, pokrywające największą część lądu, najczęściej wyraźnie uwarstwowane i zawierające w sobie skamieniałości. Wiemy, że jeszcze teraz Ocean utrzymuje w sobie mnóstwo stężytych, ziemistych składowych części: że w płytszych miejscach unosi ustawicznie żwir, masy piasku, wapna i mulu, i przez prądowanie daleko zanieść je może. W miejscach, gdzie poruszająca siła morza zmniejsza się, te utwory osiadają i tworzą tu wnet luźny piasek, wnet wapienie, wnet warstwy ilaste, z których spodnie zwolna stężyły przez wzmagające się ciśnienie i chemiczne przemiany, które przy spólnem działaniu wody w nich nastąpić musiały. W takich to warstwach, jak naturalnie, muszą często znachodzić się także szczątki zaginionych zwierząt, które w podobnych miejscach żyły, albo przez morze naniesione i zagrzebane zostały. Także w słodkich wodach, mianowicie w jeziorach stałego lądu, musiały podobne skały powstać. Wapienie dolomityczne, niektóre spaty żelaziste i anhidryty są bez wątpienia utworami wodnemi.

3. Do **skal metamorficznych** (krystalicznych łupkowych skal) liczymy gnejzy, łupki łyszczykowe i ilaste krystaliczne łupki. One leżą zwykle oddzielając plutoniczne i wyraźnie wulkaniczne masy, mają jeszcze mniej lub więcej wyraźne utłowienie, lecz prawidłowo nie zawierają skamieniałości, i połączone są przechodami z obiema swemi sąsiednimi masami. Łupek łyszczykowy i ilasty, tudzież przynajmniej wielka część gnejzu, były prawdopodobnie osadzone w morzu jako neptuniczne masy, lecz później przez zetknięcie się z masami plutonicznymi albo przez inne wpływy zamieniły się z cza-

sem w krystaliczne skały. Taka przemiana zowie się *metamorfizmem skal* (przeobrażeniem).

Przy wpływach *powietrznych* (atmosferyliów) wszystkie uległy zmianom na powierzchni; o czém już mówiono w trzecim rozdziale. Więcej miejscowemi są zmiany skał przez *pary wulkaniczne*; przez co trachity nadwęężone i w jasne masy iłu zamienione, a tufy w pstre iły roztworzone zostały, które otaczają składy gipsu. Nie tak znaczne są także zmiany, których doznać mogły skały przez gorąco pod nimi palących się pokładów węgla.

Plutoniczne i wulkaniczne skały w stanie żarząco płynnym były przyczyną niektórych przemian. Piaskowce w pobliżu *bazaltów* i *dolerytów* utraciły barwę, spiekły się, zeszkliły się, także często oddzieliły się słupcowato; węgle brunatne skosowały się, albo zamieniły się w węglobląsk; iły — w jaspis bazaltowy; tufy — zostały przetopione w masy podobne do obsydyanu albo smołowienia. W *trachitach* także wpływy na skały otaczające już rzadziej postrzegano. Także w *porfirach* i *zieleńcach* wykazano, że przy przetłamaniu pokładów węglowych spiekły masy ilowe, zamieniły węgle w masy antracytowe i często wydzieliły je przyzmatycznie. Wiemy o największej liczbie plutonicznych skał, że przyległych kamieni ani stopiły ani spiekły, lecz tylko ich złożenie zmieniły, mianowicie bardziej je ukrystalizowały, przyczem także całym nowymi minerałami w ich masie powstały. I tak znamy liczne miejsca, w których ściśle, często ciemno ubarwione *wapienie* w pobliżu bazaltu, trapu, zieleńca, syenitu albo granitu, postradały ciemną barwę, utłwiczenie, i zamieniły się w biały krystaliczno ziarnisty marmur, który w dalszej odległości od plutonicznych skał przechodzi w lias, w kręde i t. d., które zawierają w sobie skamieniałości. Marmur zdaje się być w istocie stopionym i zawiera niektóre minerały.

Itolupek w pobliżu większych granitowych albo granulitowych mas przyjmuje bardziej krystaliczne wejście i przechodzi powoli w łupek granulitowy i w gnejz, i zawiera niektóre

minerały; porfiry działały stwardniając na łupek ilasty. *Szarowaka* (tromat) mianowicie w Harcu, zamienia się w pobliżu granitu w rogoskał (krzemień), tudzież *piaskowiec* w krzemionoskał. Niektóre wapienne i piaskowe kamienie są *skrzemieniale* w pobliżu plutonicznych mas.

Wszystkie dotąd wspomniane przeobrażenia zostały dokonane przez skały nieuwarstwowane, lecz są jeszcze potężniejsze zjawiska, które jak się zdaje wyjaśnić można tylko przez samo wewnętrzne ciepło ziemi. W Alpach i w innych wielkich górach dostrzeżono, że n. p. potężne masy uwarstwowanego twardego wapienia w jednym kierunku nabywają krystaliczności i wtedy przechodzą w marmur, także w łupek talkowy i w gnejsz. Podobne przechody łupka marglowego przez talkowe marglowe i chlorytowe łupki; garnkowca i serpentynu w gabro i w dyoryt wykazać można; równie też ścisłego wapienia w krystalicznym i dolomitycznym wapieniu; prawdziwe dolomity, waka dymna i waka dymna zawierająca feldspat w gnejsz, w granit gnejszowy, a na koniec w granit. W takim razie masy granitowe są tak odległe od pierwotnie uwarstwowanej skały, że nie mogły zgoła na onę wywierać wpływu; musimy przeto przyjąć, że w wcześniejszych okresach ziemi, gdy jej skorupa była jeszcze stosunkowo cienka, żar wnętrza ziemi działał na pojedyncze masy skał, i przez to wywołał wyżej wspomniane przeobrażenia. Temu samemu źródłowi ciepła trzeba także przypisać i to, że bardziej krystaliczne łupki ilaste i wapienie znajdują się tylko w najdawniejszych oddziałach skał uwarstwowanych.

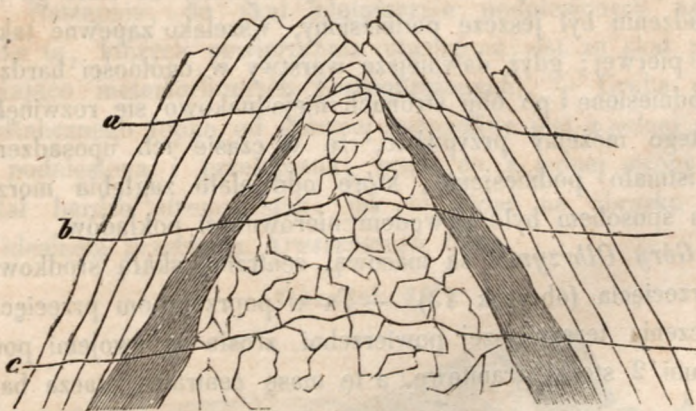
O powstaniu *dolomitu* panują różne zdania. Niektóre dolomity i dolomityczne margle powstały zaraz w morzu; inne z wapna. Ta przemiana nastąpiła według niektórych geologów tylko przez to, że magnezya, mianowicie w pobliżu plutonicznych skał obfitych w augit, wydobyła się z ziemi w postaci pary i napełniła nią wapno; inni twierdzą, że zmienne wapna już z samego początku kilka odsetek węglanowej magnezyi zawierały, i że woda zawierająca węglan upro-

wadziła później część węglanowego wapna (w takiej wodzie łatwiej roztopialnego) i przez to skałe nadała dziurkowane złożenie.

Teraz objaśnimy powstanie skał i ich wzajemne stosunki obrazkami z wyborneo dzieła *Kottly*: „*Geologiczne obrazy*“ (Lipsk 1854 r., wydanie drugie).

Skały wybuchowe (masowe) są zwykle plutoniczne; więc one nie wypłynęły do dnia. Ich wystąpienie zawisło od pewnego stopnia zewnętrznego zniszczenia. Według mniejszego lub większego wzniesienia masy skał nad otaczającą okolicą, tudzież według tego czy później mało albo znacznie z wierzchu była zniszczoną, występują przy tem do dnia coraz głębsze poprzeczne przecięcia, a przez to większe powierzchnie wybuchowych mas. Możemy przeto te stopnie zniszczenia wprawdzie nieco dowolnie rozróżnić na *masy centralnych skał* (skały plutoniczne) *poprzecznego przecięcia wierzchniego, środkowego i spodniego*; co najlepiej unaocznia obrazek 41.

Obrazek 41.



Linie *a*, *b*, i *c*, są tu przykładem przecięć powierzchni powstałych przez zniszczenie pierwotnie podniesionych mas skał, przyczem widzimy, jak przez głębsze cięcia nie tylko tem większe masy wybuchowe, lecz także tem bardziej przez one zmienione uwarstwowane skały jako krystaliczne łupki zostały wolno uposadzone. — Takie wystąpienie w poziomem

przecięciu zaokrąglonych obszarów mas wybuchowych całkiem krystalicznych, jak granit i syenit — jest bardzo częstem zjawiskiem. Objasnimy je wyraźniej niektórymi mniej idealnemi przecięciami istniejących gór.

Obrazek 42.



Harc jest nieuwarstwowaną, centralną, masową skałą, wierzchniego poprzecznego przecięcia (obrazek 42). — Granit wystaje tu tylko w dwóch miejscach z potężnych formacyj tromatu (szarowaki). Warstwy piaskowe wzniesione są w górę aż po warstwy krédowe, z kąd wynika, że *Harc* po ich uposadzeniu był jeszcze podniesiony, wszelako zapewne także już i pierwej; gdyż dawniejsze warstwy w ogólności bardziej są podniesione i po obu stronach niejednakowo się rozwinęły; dla tego możemy przypuścić, że w czasie ich uposadzenia już istniało podniesienie, które oddzielało zagłębienia morza, i tym sposobem było powodem nierówności pokładów.

Góry Olbrzymie są masową, centralną skałą środkowego przecięcia (obrazek 43). — Tu w poprzecznym przecięciu zniszczenia teraźniejszej powierzchni zrosłe są swojemi podstawami 2 stożki granitowe, a tę masę centralną otacza bar-

Obrazek 43.



dzo gruba opona (płaszcz) krystalicznych łupkowych skał, potem dopiero następują utwory szarowaki.

Wydźwignięcie warstw w górze Olbrzymiej, zatem i onychże wzniesienie, wskazuje wiele zgodności z wzniesieniem w Harcu. Także i tu utwory krédowe są jeszcze naruszone; tymczasem można daleko wcześniejsze istnienie skały także z nierówności pokładów po obu stronach poznać.

Jako masową, centralną skałę spodniego poprzecznego przecięcia, przytoczyć można *Wyższą Luzacyę* i *Odenwald*. W obu panują z wierzchu granitowe skały; tymczasem podniesione i zmienione warstwy występują tylko na skrajach. Obrazek 44 jest idealnem poprzecznym cięciem *Odenwaldu*.

Obrazek 44.



Następnie, do skał plutonicznie podniesionych należą także te, których powierzchnia utworzona jest ze skał przeważająco metamorficznych (przeobrażonych). — Gruba płyta krystalicznego łupka od głównej rozpadliny jest z jednej strony podniesiona i przełamana, przez co z jednej strony powstał bardzo stromy stok, jak to widać na obrazku 45, w idealnem przecięciu *Kruszcowych Gór*.

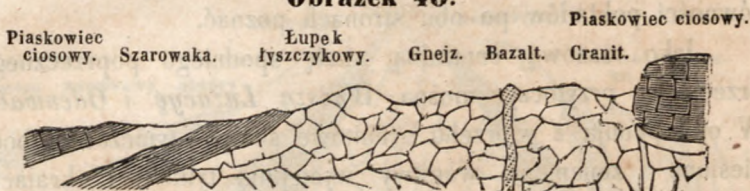
Obrazek 45.



Lecz to są tylko pojedyncze, charakterystyczne przykłady z większej liczby najrozmaitszych wypadków; przy tem nie uwzględniano tu pojedynczych gór wulkanicznie utworzonych,

które występują jeszcze na powierzchni, jakby powtórne zjawiska, co do głównego ich charakteru jako plutoniczne skały n. p. w *Górnej Luzacyi*. Obrazek 46 jest całkiem idealnym, poprzecznym przecięciem.

Obrazek 46.



Te wulkaniczne bazaltowe albo fonolitowe góry zachowują się podobnie względem głównych mas gór, jak stożki wulkaniczne względem wulkanicznych stożków wzniesienia.

Trzeci rodzaj powstania skał jest przez ciśnienie boczne, a przez to ich pogięcie, wzniesienie, pofałdowanie utworów warstwowych w pewnym oddaleniu od skał plutonicznie wydźwigniętych. — Wyborny przykład tego rodzaju jest łańcuch *Jurasa*, składający się z kilku równoległych fałdów grubego układu warstwowego, niemal podobnego do szkicu na obrazku 47.

Obrazek 47.

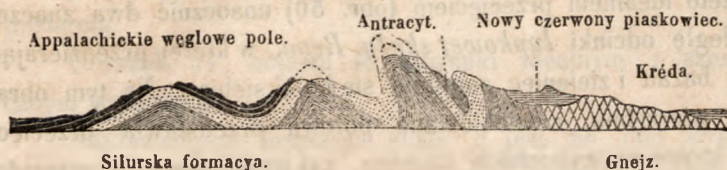


Wydźwignięta skała Alpejska.

Tu nie nastąpiło podniesienie z głębi, lecz właśnie tylko zesunięcie boczne. Te góry odznaczają się zwykle kilkoma równoległymi, pojedynczymi łańcuchami prawie jednakowego znaczenia i podłużnymi dolinami, które między nimi leżą.

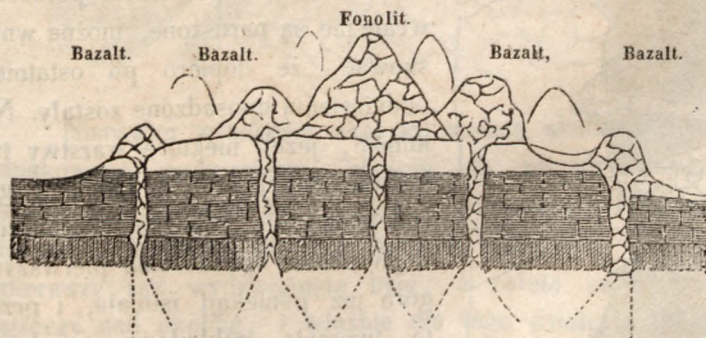
Także łańcuch *Alleghani* mógłby poniekąd należeć do tej gromady, jak wskazuje idealne poprzeczne cięcie na obrazku 48.

Obrazek 48.



Alpy wapienne w północnym skraju Alpów centralnych tu poniekąd należą. — Zresztą trudno dokładnie odróżnić te góry od połażowanych, powstałych przez bezpośrednie podniesienie, bo i w tamtych i w tych nie występują do dnia żadne wybuchowe masy. Plutonicznie podniesione góry okazują szczególną rozmaitość zniszczenia. Wszelako to nie w każdej wulkanicznej skale zdarza się, i pochodzi tak od skał plutonicznie podniesionych, nie okazujących żadnej wybuchowej drogi; tymczasem takowa tylko z wierzchu jest niepostrzegalną — tudzież od wewnętrznej budowy skał. W *Czeskim Śródgórzu* (obr. 49), w górze Rhön, w Ejfeli, tudzież w ogólności we wszystkich lepiej znanych bazaltowych górach w Niemczech, warstwy formacyj uwarstwowanych, które bazalt wyraźnie poprzedzierał, w pobliżu onego wcale nieznacznie są naruszone w swoim położeniu, ani bardzo wzniesione i t. p., co jednak zwykle zdarza się bardzo wybitnie koło plutonicznych skał.

Obrazek 49.

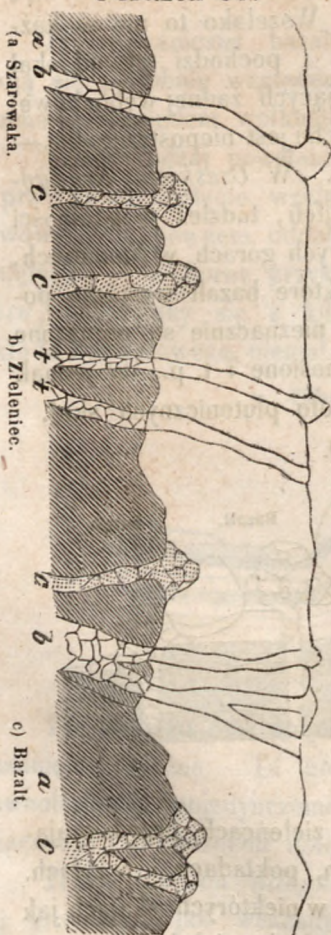


Podobne stosunki występują w zieleńcach przedzierających szarowakę tak często w składach, pokładach i w żyłach. I to jest bardzo prawdopodobnem, a w niektórych skałach jak n. p. w *Harcu*, można nawet wykazać, że zieleńce tworzyły

kiedyś podobne wybuchowe jarmutki, jak skały bazaltowe. Można przeto idealnem przecięciem (obr. 50) unaocznic dwa znacznie odległe odcinki *łupkowej skały Renu*, w której przedzierający się bazalt i zieleniec znajdują się koło siebie. Na tym obrazku wierzchna, niecieniowana połowa przedstawia przecięcie w krótkce po wybuchach zielenca, zaś ucieniowana — przecięcie terazniejsze.

Nie tylko sprawa zniszczenia lecz i tworzenia — podnoszenie gór — była i jest bardzo powolna. Potrzeba było bardzo wiele następnych, miejscowych podniesień, ażeby znaczną utworzyć górę. Podniesienia były przerywane długimi okresami spokoju, w których powolny napływ, albo też czasowe zniżenia działały. Taką kolejną zmianę można w części wykazać w niejednakowem zachowaniu się formacji warstwowej. Jeżeli niektóre warstwy są bardziej dźwignięte i wzniesione niż inne, można przyjąć, że pierwsze doznały więcej pojedynczych wydzwignień, niż wtóre; a jeżeli pojedyncze warstwy w swoim poziomem położeniu wcale nie są naruszone, można wnioskować, że dopiero po ostatniem podniesieniu uposadzone zostały. Nakoniec, jeżeli niektóre warstwy tylko na jednej stronie łańcucha gór znajdują się, można przypuścić, że w czasie uposadzenia pierwszych góra już poniekąd istniała, i przez to tworzyła pokładowy przedział, tymczasem w dawniejszych pokładach nie ma przedziału; albo w nowszych warstwach nie miała już nienaru-

Obrazek 50.



szonej rozciągłości, któraby mogła być taką przeszkodą rozpostarcia.

Obrazek 51. objaśni te stosunki idealnym i szematycznym sposobem.

Najdawniejsza formacja skały *a* jest po obu stronach skały *A* bardzo znacznie wzniesiona, ona istniała już przy pierwszym podniesieniu. Gdy *b* uposażiło się, góra utworzyła pokładowy przedział tego rodzaju, że tylko na stronie *B* mógł powstać pokład tejże formacji. Lecz skała później jeszcze bardziej podniesioną została, i dla tego *b* także nieco się wzniosło, ale nie tyle jak *a*. Gdy zaś *c* zostało uposażone, góra dla jakiej bądź przyczyny nie utworzyła już działu wód, a pokłady formacji *c* uposażyły się znowu po obu stronach *B* i *C*. Później nie nastąpiło podniesienie łańcucha gór, dlatego *c* wszędzie w poziomem położeniu utrzymało się.

Obrazek 51.



Nierówne wysokości skał są częścią skutkiem ich niejednakowego podniesienia, częścią ich niejednakowego zniszczenia; dla tego każda góra w jednakowych zresztą okolicznościach okaże się tem bardziej zniszczoną, im dawniej pierwszy raz wydzwigniętą była, a zatem im dłuższy czas sterczy nad okolicą, i właśnie dla tego działaniu zniszczenia i rozkładu podlegała.

Ogólne stosunki pokładów skał

I. Oddzielenie.

Badając skały, które jakąkolwiek górę tworzą, przekonamy się, że one nie składają się z całolitego kawałka wapienia, piaskowca, granitu i t. d., lecz że liczne szczeliny (przerwy) i spoje dzielą skałę na niezliczone kawałki. Takie pokawałkowanie masy skał — *oddzielenie* — jest tak ogólnem prawem, że w skorupie ziemskiej ani jednej niepodzielonej kostki na 10 stóp długiej, szerokiej i wysokiej nie znajdziemy.

Jeżeli w wodzie na warstwie piasku masy ilowe uposażą się i stężeją, powstaje między obiema płaszczyzna, która je łączy i zowie się *spojem*. Lecz gdy oba pokłady przez wyschnięcie skurczą się i przez to szpary albo rozpadliny pojawią się, albo też potem przez wydzwignięcia przelamane zostaną — wtedy powstają *przepaście*. Ich ściany przylegają do siebie albo też są oddalone; — w ostatnim razie szpary są próżne, albo później zapełnione innymi kamieniami. Według tego rozróżniamy rozpadliny na zamknięte i otwarte; te ostatnie na próżne i zapełnione.

Jeżeli ściany spojów albo rozpadlin w czasie podniesienia lub zniżenia bardzo o siebie się tarły, wtedy występują najczęściej brózdowane albo ogładzone płaszczyzny, a z kierunku tych brózd można poznać kierunek ruchu.

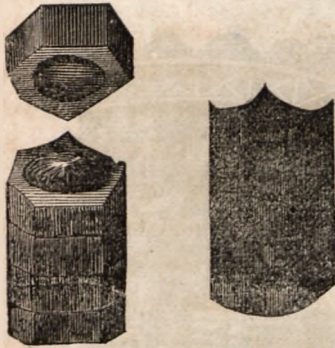
Odmiany oddzielenia są następujące:

1. Oddzielenie płytowate — gdy skała podzielona jest na tablicowate kawałki, w których przeważają dwie równoległe płaszczyzny. Oddzielenie to może być równo albo krzywo płaskie, i znachodzi się prawie tylko w plutonicznych masach, n. p. w granicie, porfirze, dyabazie.

2. Oddzielenie słupcowate — gdy skała występuje w długich, przyzmatycznych słupkach, n. p. w bazaltach prawie zawsze. Słupy te bywają na 4—12 stóp grube, są

zwykle pięcio albo sześćo graniaste (krawędziowe) i często ucłonkowane przez szczeliny poziome; w tym razie mogą przejść w oddzielenie płytowate. Płaszczyzny ucłonkowania

Obrazek 52—54.



są wnet równe, wnet w jednym końcu wklęsłe, w drugim wypukłe, a nawet o ostrych przydłużonych końcach na krawędziach (obr. 52 — 54)

Słupcowate oddzielenie bazaltów nadaje bazaltowym skałom prawie wszystkich okolic bardzo malownicze wejście (n. p. grotta Fingala, zob. II. część, tabl. F.)

3. Oddzielenie równoległościenne (paralello pipedyczne) — gdy prosto płaszczyznowe warstwy przecięte są dwojakimi równoległymi rozpadlinami; przez to powstają prostokątne albo skośnokątne, równoległościenne albo sześciennie kawałki (sześciiany, kostki), i jeżeli są dość wielkie — tak zwane ciosy (w wapieniu i piaskowcu).

4. Oddzielenie nieregularnie poliedryczne (wielokątne) — tu rozpadliny przechodzą przez skałę w kilku nieregularnych kierunkach i nie tworzą równoległych płaszczyzn. To oddzielenie jest najczęstsze, i znachodzi się w warstwowych skałach, n. p. w szarowace, tudzież w nieuwarstwowanych masach skał, n. p. w porfirze, zielenцу.

Wszystkie te oddzielenia powstały przez ostudzenie zarząco płynnych skał, a przez wyschnięcie utworzonych w wodzie; bo w obu wypadkach musiało nastąpić skurczenie.

5. Oddzielenie kuliste (sferoidyczne) — gdy skała oddziela się w podłużno kuliste albo soczewkowate części. Okrągłe kawałki mogą być wewnątrz oddzielone skorupiasto, albo płasko, jak porfiry i zielence, i są niekiedy słupcowato między sobą ustawione.

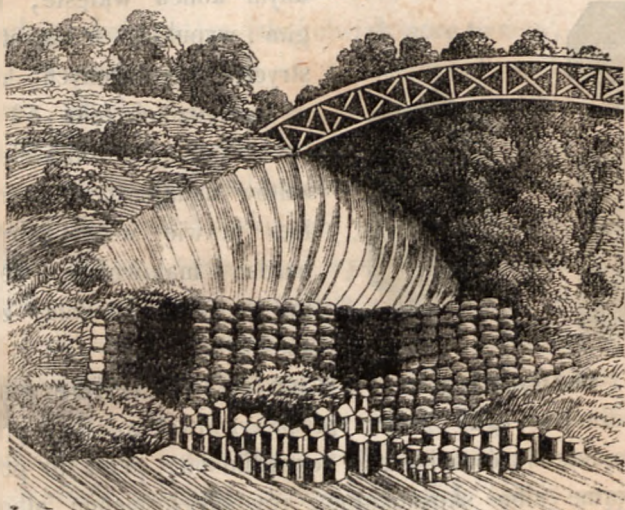
Obrazek 55.



Kule porfirowe, znachodzące się koło Cieplic w Czechach, mają oddzielenie spółośrodkowo muszlowate (obr. 55.)

W kulistym oddzieleniu występuje bazalt, n. p. w znacznej grocie w *Bad Bertrich*, (szkicowany obrazek 56).

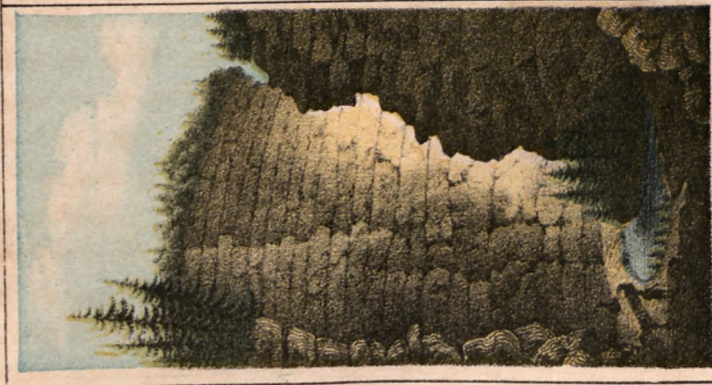
Obrazek 56.



II. Uwarstwowanie i uławicenie (stratification).

Podzielenie jakiej skały na liczne, stosunkowo cienkie, najczęściej milami rozległe, zwykle dwiema równoległymi płaszczyznami ograniczone płyty, które powstały przez kolejne od czasu do czasu osadzone pokłady w wodzie, zowie się *uławiceniem*. Warstwy, jedna nad drugą leżące oddzielone są między sobą spojami, i według tychże najczęściej dzielić je można. — Każda warstwa ma wierzchnią i spodnią płaszczyznę; masa między obiema płaszczyznami stanowi jej *miąższość* (grubość), która bywa rozmaita, — na 1 linię do 100 stóp. Od bocznej rozciągłości warstw zawisło ich *rozpostarcie*. Płaszczyzny warstw mogą być albo równo albo krzywo płaskie *).

*) Głębokie wcięcia dolin, tudzież strome brzegi potężnych rzek, wybrzeża morskie, wielkie kamieniołomy, unaoczniają najwybitniej zjawisko uławicenia. Do znacznej wysokości widać najręgularniej całą masę pewnych



Warstwiane skały
raki Gouasse.

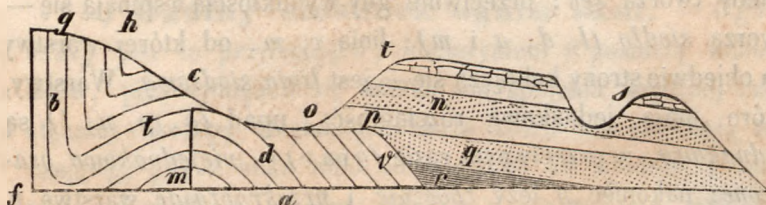


Warstwy w Pembrokeshire.

Wojewódzka Biblioteka Publiczna
* im. H. Łopacińskiego *
Nr LUGLIN

Gdy warstwy w swojej rozległości coraz bardziej cieńszeją (ściśniają się) i nareszcie całkiem ustają, wtedy *wykliniają się*; gdy je z boku inna warstwa nagle odgranicza, to zowie się ich *odsadem* — *q* i *r* (obrazek 57) odsadzają się od warstwy *v*; gdy od powierzchni skały są odcięte (przy

Obrazek 57.



g, *k*, *t*, *o*) wtedy *wychodzą do dnia* — mają *wychodnię* — (*t*, *o*); przy stromem uławiceniu — *nagłówki* (*g*, *h*). Następnie warstwy są *poziome* albo *pochyłe* (*q*, *p*, *n*), albo *prostopa-dłe* (*f*, *b*), także *przekinione*. Warstwa *q*, leżąca pod płaszczyzną *p*, zowie się jej *podkładem* (spągciem); lecz warstwa *n* nad nią leżąca — jej *nadkładem* (stropem). Linia przecięcia

utworów skał, poniekąd umiarowo (geometrycznie) pooddzielanych w stosunkach przestrzeniowych — w pokładach. Jak daleko zasiągnie oko, pojedyncze warstwy następują po sobie w tej samej równoległości (parallelizm), leżą na sobie jak kartki książki; spodnia porównana z wierzchną okazuje w zupełności podobniejsze stosunki. Przez położenie warstw, rozmaitość i szczególność ich budowy, występują często, uderzające cechy wejrzenia okolicy, a w niektórych krajach krążą nawet bardzo dawne podania, które poczytują owe szczególne, regularne masy za dzieła sztuki wykonane przez tak zwanych gigantów. Takie właściwe ułożenie w oddziałach warstw uderzająco regularnych, połączone bywa nierzadko z dziką malowniczością gwałtownie naruszonych części gór. —

Poniżej wodospadów rzeki *Genese*, na południu od jeziora Ontario, wznosi się bardzo regularnie ściana skalista 450 stóp wysoka, jakby dzieło sztuki. Piaskowiec, wapień i łupek. pooddzielane regularnie warstwiają ze sobą na przemian, a rozmaitość ubarwienia podnosi wzniosłość wrażenia widoku. Rzeka wijąc się wężykowato w przerażającej głębi, płynie pomiędzy masami skał. — Warstwy są osadami z wód, jak już wiemy. Te stosunki napotykamy tak w wielkim jak i w małym rozmiarze. Nawet w małych kawałkach, które weźmiemy do ręki, możemy wyraźnie rozpoznać pojedyncze pokłady. Warstwa zwykła dzielić się widocznie na kilka innych równoległych, cieńszych, zwanych *ławtcami*, które gdy nie są zbyt grube zowiemy *plaskurami* (obłazkami, feuillet). — (Zobacz tablicę litograf. pod liczbą 5).

płaszczyzny warstwy z równiną poziomą jest linią jej *rozciągłości*; a kąt pochylenia, który tworzy warstwa d z równiną poziomą f , u , — jest jej *upadem*. Poziome warstwy nie mają przeto ani rozciągłości (nie strychują) w pewną stronę świata, ani upadu.

Następnie, gdy warstwy są w głąb zakrzywione (g , b , l), wtedy tworzą *łęk*; przeciwnie gdy wypukłością wspinają się — tworzą *siodło* (l , d , u i m); linia c , m , od której warstwy na objedwie strony kabłączą się — jest *linią siodłową*. Warstwy, które mają jednakową rozciągłość i upad (q , p , n , l) są *jednakowo*, w przeciwnym razie (q na v) — *niejednakowo osadzone*; nakoniec p leży *zбочnie* i *przekraczając* warstwę v .

Rozciągłość (kierunek w pewną stronę świata) warstwy oznacza się za pomocą *godzinnika* (kompasu) w około na dwa razy 12 godzin albo 360 stopni tym sposobem podzielonego, że jego północno południową linię wprowadzi się w linię rozciągłości, i wtedy uważa się, o ile stopni albo godzin iglica zbacza od linii północno południowej. Odciągnąwszy od liczby dostrzeżonej liczbę zachodniego zбочenia iglicy (w Niemczech w przecięciu 17 stopni albo $4\frac{1}{4}$ godziny), otrzyma się zredukowaną rozciągłość. Upad warstw oznacza się zwykle za pomocą łuku podzielonego na stopnie, przyprawionego do górniczego godzinnika; lecz trzeba baczyć w jakim kierunku warstwy mają upad. Zdjąwszy dokładnie kompasem kierunek upadu, można obliczyć linię rozciągłości odciągając lub dodając 6 godzin albo 90 stopni. — Chcąc wytknąć stale rozciągłość warstw jakiej okolicy, potrzeba na to wielokrotnych dostrzeżeń, z których się otrzymuje arytmetyczny środek, zwłaszcza że ów kierunek często przypadkowości nieco zmieniają.

Od uwarstwowania trzeba odróżnić *uławicenie*. Jeżeli warstwy n. p. iły łupkowe mają wewnątrz łupkowate złożenie, wtedy jest ono prawie zawsze równoległe z płaszczyznami uwarstwowania. W łupku dawniejszych skał, w łupku ilastym, szarowakowym i t. d., rzecz ma się inaczej. Uławicenie stoi

zwykle prostopadle na uwarstwowaniu, a taki stosunek bywa bardzo wyraźny, i polega na tem, że warstwy leżą poziomo lub pochyło, a ułupkowanie (uławicenie) ma prostopadle położenie względem onychże.

III. Pokłady.

a) **Ogólny stosunek ogniw skał.** — *Ogniwo skały* jest to przylegająca, materyałem i postacią udzielna masa, przyczyniająca się istotnie do spojenia większej części stężalej skorupy ziemskiej. Skała zowie się przyległą (otaczającą), gdy z boku albo od wierzchu ku spodowi z innymi albo jednorodnymi masami zostaje w pierwotnem zetknięciu. Oderwane i przypadkowo w jakim miejscu znajdujące się odłamy skał tworzą stosunek przeciwny. Według większej lub mniejszej masy rozróżniamy *główne* i *podrzędne* ogniwa; według *złożenia* zaś *uwarstwowane* albo *nieuwarstwowane* (masowe, wybuchowe) ogniwa skały. Uwarstwowane mogą znowu składać się z jednorodnych albo różnorodnych warstw; te ostatnie, n. p. gdy warstwy wapienia i piaskowca leżą naprzemian. Nakoniec, według postaci rozróżniamy masy *równoległe*, gdy są uposadzone w dwóch równoodległych płaszczyznach daleko rozpościerających się; *pokrywy* — leżące na wielkich płaszczyznach mniej albo więcej poziomych; *strefy* — w poziomym kierunku daleko rozciągnięte, w prostokątnej położeniu od powierzchni upadające; *składy* — soczewkowate, klinowate, elipsoidyczne albo całkiem nieregularne; *jarmulki* piramidalne i *potoki* (odsiężenia) w jednym kierunku bardzo rozciągnięte.

Gdy dwa ogniwa skał przylegają do siebie, wtedy są albo luźno połączone albo zrosłe ze sobą. *Spojenie* skał jest *prawidłowe* (normalne) — gdy płaszczyzny zetknięcia się obu ogniw są równoległe z płaszczyznami złożenia albo uwarstwowania; *nieprawidłowe* zaś — gdy odmienny zachodzi wypadek.

Według położenia mas rozróżniamy ogniwa skały względem granicznego ogniwa na a) *nakład* — gdy jedno ogniwo

leży prawidłowo na drugim. Nakład może być prawidłowy albo nieprawidłowy; ten ostatni stosunek zachodzi wtenczas, gdy n. p. w skutek przekinienia masy pod jaką warstwą leżą, na której pierwotnie były uposadzone; b) *pokład przedzierający* (przekraczający)— gdy jedno ogniwo poprzecznie przediera inne albo kilka innych; c) *pokład podkraczający* — gdy jedno ogniwo pod innymi uposadziło się; d) *pokład odosobniony* — gdy jedno ogniwo na kształt składu ze wszystkich stron otaczają inne ogniwa. Ten wypadek jest najrzadszy w przyrodzie.

Obrazek 58.



Na obrazku 58 — granit koło *g* i *h* jest przedzierający; koło *f* — podkraczający; koło *k* — samotny albo odosobniony. Warstwa wapienia *a* jest nakładem marglowej warstwy *b*; warstwa *d* jest względem ostatniej przy *e* nieprawidłowo; bo *b* leży koło *c* pierwotnie na tejże.

Wielkie, daleko rozpostarte równoległe masy, składające się ze skały odmiennej od nakładu i podkładu, zowią się *pokładami*. Jeżeli ta skała jest użyteczna, wtedy pokład nazywa się także *warstwą*; gdyby n. p. na obr. 58 warstwa *b* składała się z węgla kamiennego, wtedy mianowanoby ją warstwą węglową. — Pokłady poziome zowią się także *leżąciami składami*. Składy są to masy kopalnych ciał wypełniające nieforemną przestrzeń, lecz nie dzielące się na warstwy. *Składy piętrowe* są to jednostajne masy skał, w których mnóstwo żyłek rud, niekiedy zaledwo dostrzegalnych okiem, snuje się i przecina z sobą.

Równoległe masy, które napełniają szczeliny czyli szpary skorupy ziemskiej, powstałe przez jej podniesienia albo zniżenia (zapadnięcia), i przedzierają najczęściej przyległe ogniwa skał, zowią się *żyłami*. Gdy takie masy rozpościerają się na kształt składów, wtedy zowią się *składami żyłowymi* albo *stojąciami*. Na obrazku 58, granit przy *g* przedarł na kształt żyły uwarstwowaną skałę.

b) Złożenie (budowa) warstwowych ogniw gór. — Tu posłużą te same nazwy, które już przy warstwach poznano. Warstwy bywają czasem *rozmaicie pogięte* (zob. tabl. litogr. pod liczbą 11), niekiedy tak nieregularnie, że zaledwo pojedyncze rozpoznać można. W czasie pogięcia musiały być poniekąd miękkie; lecz często warstwy itu leżące między nimi umozębniają pogięcie, i wtedy twardsze warstwy skał między nimi będące rozlicznie są połamane. Kilkakrotnie *pogięte* warstwy znachodzą się głównie w skałach węgla kamiennego — o czem później. Zresztą takie stosunki znamy już na obrazkach 48 i 57. Oba złożenia powstać mogły tym sposobem, że poziomo leżące warstwy przy znacznem ciśnieniu od wierzchu na dół, były narażone także na gwałtowne parcie z boku.

Jeżeli warstwy dwóch ze sobą graniczących pokładów gór są równoległe, wtedy zowią się równokształtne, i zwykle osiadły spokojnie, jak n. p. różne pokłady w *c* (ob. obrazek 51). Przeciwnie warstwy *a*, *b* i *c* na obraz. 51 mają położenie zbaczające. Już w poprzedzającym rozdziale i przy objaśnieniu obr. 51 wspomnieliśmy, że gdy poziome warstwy były uposadzone, to ukośnie stojące przybrały już obecne położenie przez wydzwignięcie.

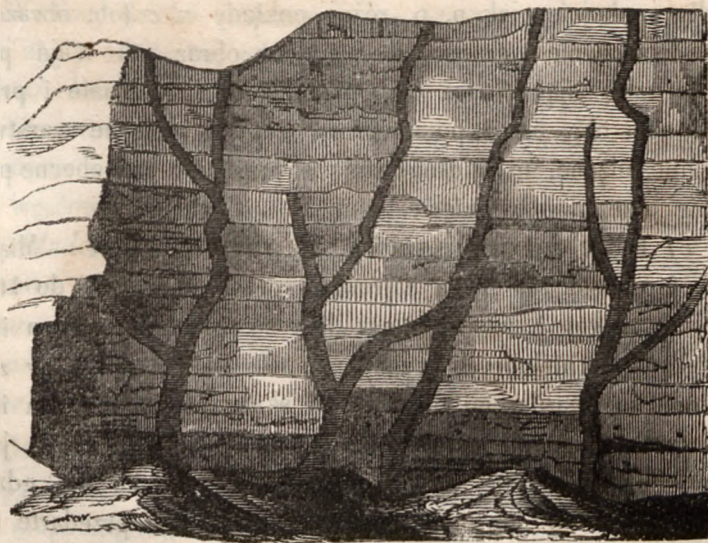
c) Pokłady masowych ogniw skał. — Mięszność (grubość) *żył* bywa najrozmaitsza — od 1 cala do 100 stóp, a nawet i więcej; lecz jeszcze rozmaitsza bywa ich długość — w niektórych wypadkach 40 — 50 mil. Gdy zapełnione są twardszemi masami od skały otaczającej, a ich powierzchnia ulegnie zniszczeniu, wtedy sterczą czasem jak mury. Bardzo wybitny przykład widać na obrazku 59, gdzie większe warstwy lawy Sommy na Wezuwjuszu przedarte są twardszemi żyłami lawy, które dla tego wystają, bo większe wietrzeją; co nie rzadko zdarza się w *Somme*.

Masowe skały, mianowicie bazalty, występują często w stogach (kopcach), zob. obr. 49. Rury przedzierające się przez skały warstwowe, ażeby wyprzeć żarząco płynną

masę na powierzchnię ziemi, są także żyłwatemi przestworami, a masy płynne w przechodzie swoim z wnętrza na powierzchnię ziemi tworzą często rozgałęzienia, jak to widać na obrazku 59tym.

d. Naruszenie pierwotnej budowy skorupy ziemskiej. W neptunicznych utworach leży wiele płaskich odtoków, łyszczykowych listeczków, szerszych skamieniałości i płaskich muszlowych skorup prawie zawsze równoległe z płaszczyzną uwarstwowania, i już dla tej przyczyny musimy przypuścić, że wszystkie skały zawierające skamieniałości zostały prawie w poziomych warstwach na dnie morza i jezior osadzone, i dalej rozciągają się bez przerwy. Wszelako skorupa ziemska w naszych czasach tylko rzadko pokazuje takie warstwy, gdyż ich poziome ułożenie zmieniło się i przybrało większą lub mniejszą pochyłość.

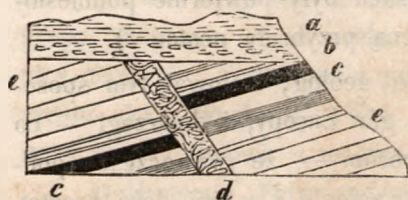
Obrazek 59.



W skałach postrzegamy często szpary (szczeliny), rozpadliny albo żyły, i wtenczas pojedyncze kawałki podniosły się albo zniżyły. Obrazek 60 pokazuje uskok warstwy węgla kamiennego *c*, przez który przechodzi żyła zieleńca *d*, i tu

po prawej stronie czyli w nakładzie żyły leżąca część skały węglowej musi być wzniesiona; lecz zwykłej nakład zniża się; konglomerat czerwony *b* i cechszejn *a* mogły być później osadzone nad skałą węglową, bo jej powierzchnię dopiero fale do poziomu sprowadzić musiały. — Więcej zajmujące są

Obrazek 60.



wzniesioną, część *b* już więcej; najwięcej zaś *a*.

Patrząc na te strome rozpadliny, zdaje się, że tu cztery różne pokłady węgla po sobie następowały; między *a* i *b* jest jedna klinowata

Obrazek 61.



szpara, która powstała przez uskok, a później

zapełniła się gruzem. — Także w dawniejszych górach znajdują się podobne rozpadliny.

IV. Wiek łańcuchów gór.

Nie idzie tu oto, ażeby wiedzieć ile tysięcy lub setek tysięcy lat upłynęło, nim ta lub owa formacja dokonana została — chociaż i w tym względzie poczyniono prawdopodobne obliczenia — lecz dość będzie poznać kolejne następstwo różnych formacyj podczas ich rańniejszego lub powolniejszego tworzenia. — Ile lat badacze przypisują okresowi głównego rozwoju ziemi — o tem jeszcze nieraz pomówimy.

Jeżeli tuż u podnóża jakiego pasma gór poziomo uwarstwowane ogniwo leży, możemy poniekąd z pewnością przypuścić, że to pasmo jeszcze przed uposadzeniem poziomej warstwy podniesione zostało, i że to nastąpiło dopiero po uposadzeniu razem podniesionych warstw znajdujących się w skałe. Wszelako za pomocą skamieniałości łatwo poradzimy sobie; bo te

wskazują w jakim porządku co do czasu następowały po sobie wszystkie neptuniczne warstwy. Za przewodnictwem tych zabytków stworzeń minionych, długi czas nieuwzględnianych, można także wykazać, po której i przed którą formacją warstw powstał ten lub ów łańcuch gór, i przekonać się, że niektóre skały w różnych okresach były powtórnie podniesione, a zatem tylko powoli obecną przybrały postać *).

Élie Beaumont, francuzki geolog, usiłował tym sposobem oznaczyć *względny wiek* gór Europy, i dostrzegł — co wprawdzie jeszcze podlega sporom — że równoczesne podniesienia nastąpiły wszędzie równolegle i w linii dość prostej. On zestawia różne podniesienia w pewne systemata (układy). Mimo że te postrzeżenia należą do rzędu najciekawszych w niniejszej nauce, nie możemy jednak zapuszczać się w szczegóły, dla tego przestaniemy tylko na wytknięciu wspomnianych systematów, których jest 13, a te są następujące:

1) Systemat *Westmorland* i *Hunsrück* z graniczącą z nim Eifelą i Taunusem. On jest *najdawniejszy* między temi, które wykazać można; chociaż są ślady jeszcze dawniejszych podniesień mas warstwowych, pojedynczych, w skorupie naszej ziemi; albowiem w nim nowsze warstwy przechodowych skał (piaskowiec węglowy, dawny czerwony piaskowiec i t. d.) już nie są podniesione. Tu należą łańcuchy gór rozciągających się dość dokładnie od półn. wschod. $\frac{1}{4}$ wsch., ku połudn. zach. $\frac{1}{4}$ zach. stronie, tudzież w południowej części Szkocyi, łańcuch szarawakowy na wyspie Man.

2) Systemat *Belchów* (nazwa kilku gór w południowej części Wogezów) i wzgórze *Bocage* w departamencie Calva-

*) Gdyby ziemia nie była doznała żadnych wstrząśnień, wtedy wszystkie osadowe pokłady jej skorupę składające, byłyby niechybnie spólsrodkowo ułożone, kolejno jedno na drugich, pokład zaś wierzchny oblewałaby woda — jednolite morze — i pokrywałaby całą powierzchnię ziemi. Wtedy nie widziano by lądu, i ludzie nie mogli by żyć na ziemi; ztąd wynika, że ziemia uległa wielokrotnym wstrząśnieniom, przez co ląd występował w różnych miejscach nad powierzchnię wody i ustalił się porządek więcej lub mniej do obecnego podobny. —

dos. Okres podniesienia przypada razem z końcem właściwej przechodowej skały albo dawnej łupkowej skały. Tu podniesione są warstwy aż do wapienia węglowego łącznie. Rozciągłość od wsch. 15° połud. — zach. 15° półn.

3) Systemat *północnej Anglii*. Obejmuje jako główną masę prawie wyłącznie ze skał węgla kamiennego utworzone grupy, ciągnące się od rzeki Trent w Derbyshire aż do granicy Szkocji. Podniesienie przypada bezpośrednio po utworzeniu skały węglowej. Ten systemat rozciąga się od północy ku południowi, z małemi zakrzywieniami na końcach.

4) Systemat *Niderlandów i południowego Wales*. Podniesienie całej węglowej skały. Ten systemat zostaje z pomienionym Hansrück i Taunus w bardzo bliskim stosunku; bo chociaż jest *młodszy*, przecież warstwy po obu stronach Renu mają prawie równoległy kierunek z onymże; dopiero dalej na zachodzie zmienia się ten stosunek na lewym brzegu rzeki Maas. Rozciągłość od półn. zach. ku połud. wschod.

5) Systemat *Renu* zawiera Wogezy, Czarny Las i Odenwald. Podniesienie ma bardzo bliski kierunek od połud. ku półn.; pochyły szczytów ściany, w której występują, zwrócone do siebie i do doliny Renu. Oba szeregi gór składają się z dawniejszych warstwowych skał, a w głębi daleko otwartej doliny Renu uposażyła się między niemi młodsza, warstwowa skała łagodnie falisto i poziomo pod szeroką pokrywą kraju napływowego.

6) Systemat *Czeskiego i Turyngskiego Lasu, Morwanu koło Autun, Wandei* i południowego wybrzeża *Bretanii* we Francji. Kierunek połud. wsch. ku północ. zach.; podniesienie aż do kejpru łącznie.

7) Systemat *Kruszcowych gór, Cote d' Or* w Burgundyi, *Mont Pilas* w Forez i części *Jura* na lewym brzegu Renu. Kierunek taki sam jak w Hunsrück, od połud. zachod. półn. wschod. Podniesienie utworów jurasowych.

8) Systemat *Monte Viso*. Tu należą całe Alpy morskie z okolicy Nicei (Nizza) i Antibes aż do okolicy Longs le Saul-

nier. Podniesienie głębszych krédowych warstw. Kierunek półn. półn. zach. — połud. połud. wschod.

9) Systemat *Pirenejów* i *Apeninów*. Podniesienie aż do najmłodszych krédowych warstw łącznie. Półn. zachod. — połud. wschod. Harc, Las Teutoburski i t. d. Ten systemat należy do najpotężniejszych w Europie.

10) Systemat *Korsykański* i *Sardyński*. Kierunek główny od połud. ku półn., i ciągnie się dalej do południowej Francji. Podniesienie spodniego oddziału skał formacji trzeciej.

11) Systemat *Alpów zachodnich* — tu należy przede wszystkim masa góry Mont Blanc. Ten systemat krzyżuje ów góry Monte Viso i jest bardzo młody. Podniesienie najmłodszych trzeciorzędowych warstw. Półn. wschod. — połud. zach.

12) Systemat głównego *łańcucha Alpów* od Wallis do Austrii. — Podniesienie części pokładów potopowych; kierunek od zach. ku wschod.

13) Systemat *Tenaru*. W Prowancyi, około Nicei, w Sardinii, Sycylii, na polach Flegrejskich. Ten systemat ma nazwę od przyłądka Tenare.

Powyższe dostrzeżenia o *podniesieniach skał*, według obecnego stanu geologicznych wiadomości, naprowadzają na ten wniosek, że z każdorazowem pojawieniem się nowszego osadzenia wapna na ziemi nastąpiło także *nowe podniesienie*. Bardzo prawdopodobną rzeczą, że góry ciągną się w takich kierunkach, w jakich wapienne masy rozpościerały się. Znajdujemy charakterystyczne podniesienia po wystąpieniu wapienia szarowakowego, wapienia węglowego, cechsztejnu, wapienia muszlowego, liasu, różnych ogniwi oolitu, krédy i wapieni wód słodkich.

Powtórzmy tu jeszcze, że owe podniesienia następowały — jak się zdaje — nie do razu, ani pchnięciem, lecz bardzo powoli. — Może i te okresy podniesień tysiącleciami oceniać wypada; to jest przypuszczenie, które wspierają podobne zjawiska czasu historycznego, jak n. p. podnoszenie się Skandynawii, wybrzeża Chile i t. d.

V. Formacje.

Wiemy już z powyższych badań, że na dnie wód od chwili ich wystąpienia osadzały się bez ustanku warstwowe skały, a przy tem także naniesienia ilowe, piaskowe i wapienne; że prawie w każdym z nich znajdują się szczątki zwierząt, które żyły w ówczesnych formacjach, i że w podniesionych górutworach musimy dostrzedz kolejne następstwo rozmaitych warstw. Kilka tych warstw posiada tak cechujące własności, że możemy n. p. łupek miedzianny rozpoznać w okolicach nawet bardzo odległych, i tym sposobem otrzymać poziom oddzielający wszystkie pod nim leżące, dawniejsze warstwy od warstw młodszych, leżących na nim. Wszelako niepodobna oznaczyć całe kolejne następstwo pojedynczych warstw; bo n. p. w jednym miejscu morza znachodzą się warstwy piaskowcowe, w innem zaś także masy wapna albo iltu zarazem; gdyż pierwotne stosunki osadzenia warstw zmieniły się przez późniejsze podniesienia do niepoznania, a nie rzadko jedna warstwa legła na innej, pod którą w innych okolicach leży. Ścisłe poszukiwanie i porównanie wszystkich skamieniałości w różnych warstwach usunęło te trudności. Badacz postrzega to ważne znamię, że te skamieniałości ograniczają się zawsze tylko na jednej albo na niewielu warstwach leżących nad sobą; że nad i pod niemi znajdowane od pierwszych różnią się gatunkowo, chociaż są do nich podobne; że często ten sam gatunek znajduje się znowu w najodleglejszych okolicach; a wtedy można przypuścić, że skała w której je znajdujemy, równocześnie była z tą osadzona, w której te skamieniałości najpierwej w innych miejscach odkryto. Każda ze znanych obecnie 24,000 skamieniałości zwierząt muszlowych i koralii jest więc cechującą dla pewnej warstwy i pewnego okresu ziemi.

Dla tego podzielono następstwo warstw na 30 *formacji* mniej więcej; z tych każda zawiera tylko sobie właściwe skamieniałości, i można ją oznaczyć dla sąsiednich okolic najczęściej

także mineralogicznym charakterem w niej znajdujących się rozmaitych pojedynczych warstw.

Odnosząc nasze badania do owych czasów przeobrażeń ziemi, przypuścić możemy, że między dwiema kolejnymi formacjami nastąpiły znakomite zaburzenia, które zniszczyły życie każdemu okresowi właściwe, a tem samem i charakter onegoż. Po tych wstrząśnieniach mogły następować okresy spokoju, podczas których rozwijały się znowu nowe organizmy w obszer-nych pustyniach wód, na dnie morza i na lądzie. Powtarzamy, że te zaburzenia możemy oceniać jeno tysiącami lat, i że każdy okres spokoju równie długi czas trwać musiał; a to przypuszczenie objaśnia ta okoliczność, że pewna skamieniałość nigdy w dwóch różnych warstwach nie znachodzi się. Jeżeli to zdarza się wyjątkowo, wtedy są to zwykle szczątki takich zwierząt, które mieszkały w otwartych morzach, i dla tego na zniszczenie mniej narażone były.

Wspomnimy tu jeszcze, że utwory wód morskich i słodkich powstały w różnych głębokościach; równoczesne formacje mogą przeto różne skamieniałości zawierać. Utwory tym sposobem powstałe zowią się *formacjami równoważnemi*, a każdą cechują właściwe skamieniałości.

Nazwy różnych formacyj są nadane albo od okolicy, w której je najpierwej albo najznakomiciej rozwinięte odkryto, albo od prowincjonalnych nazwisk skały tamże znajdującej się, albo nakoniec według skamieniałości mnogo tamże zawartych. Formacje podzielono znowu na *gromady* (grupy, układy gór, utwory, obszary i t. d.), których pojedyncze ogniwka okazują szczególne powinowactwo i często razem jedne z drugimi znajdują się.

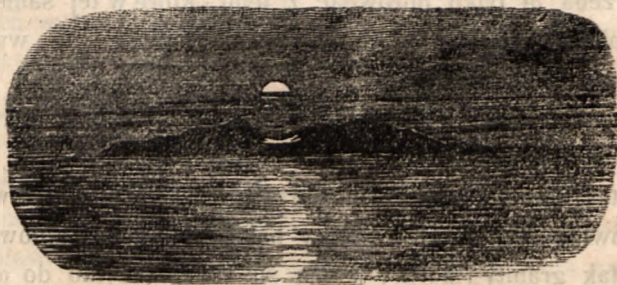
Aby poznać własność pojedynczych grup i formacyj uwarstwowanych skał, dostateczna jest znajomość niewielu skamielin muszli i koralów, znalezionych w największej poziomej rozległości. Wizerunki najważniejszych przyłączymy w 2giej części. — *Goniatyt* albo *trylobit* cechuje n. p. grupę krédową; *amonit* albo *belemnit* — jurasową i krédową;

turrilit albo *hamit* — krédową; *ceratyt* — tryasową, często nawet w małych odłamkach; pewien gatunek albo własność skały naprowadzi nas łatwo na pojedynczą formację. Te skamieniałości zowią się *cechującemi* (przewodniczącemi). Poznawszy formację i chcąc oznaczyć wszystkie jej skamieniałości, trzeba je tylko porównać z temi, które w tej samej formacji pierwiej unaocznione albo opisane były; — w wyborze żadnej nie masz trudności.

Masowe skały niepodobna ściśle podzielić na grupy i formacje; tymczasem coraz bardziej stwierdza się to, że każda z nich także tylko w pewnym okresie z wnętrza ziemi wystąpiła. Równie jak leucytowe lawy należą tylko do najnowszego czasu, tak granity i porfiry zdają się należeć tylko do okresu azoicznego i paleozoicznego. Moznaby przeto ich znajdowanie się w pojedynczych grupach warstwowych skał opisać; tymczasem to spowodowało wielkie trudności a zatem i powtarzanie konieczne. Opiszemy więc w następującej części niniejszego dzieła naprzód uwarstwowane, następnie masowe skały, nakoniec łóżyska rud.

Wszystko, co dotąd powiedziano, jest przygotowawczą częścią dla uczniów, a nie dla mistrza geologii. Jeżeli nasi młodzi czytelnicy towarzyszyli nam w spólnej wędrówce z taką chęcią, jaką my tchnęli, aby wzbudzić w nich zamilowanie tak powabnej umiejętności, wtedy łatwo pojmą dzieje ziemi, które w krótkości część następująca wyjaśni.

Tylko ten może świat i siebie zbadać,
Kto umie myślą, czuciem, czynem władać...



P o g l ą d na budowę skorupy ziemskiej.

Nim wyruszymy w dalszą wędrówkę, zastanowimy się jeszcze nad budową ziemi według obecnego stanowiska umiejętności, bo to ułatwi zrozumienie poprzedzających wiadomości i posłuży za przejście do wykładu geologii.

Historya naturalna ziemi poucza, że był czas, w którym ani rośliny, ani zwierzęta, ani ludzie nie żyli; że jednak rośliny i zwierzęta znacznie wyprzedziły człowieka i miały całym inną, najczęściej olbrzymią postać. — Wiemy — że według przypuszczenia geologów — przed milionami lat — ziemia była tylko obłoczkową masą gazów, tężejącą powoli, przez co się rozżarzała i zamieniła się w kulę rozżarzoną, stygnęła powoli na powierzchni i oskorupała się. Dla tego jej skorupa mogła coraz bardziej grubieć, a na jej dawnych warstwach powstawały nowe, i te olbrzymie przeobrażenia odbywały się na powierzchni w przeciągu tysięcy tysięcy lat w ten sposób,

że z czasem pojawiły się minerały, potem rośliny, zwierzęta, a na koniec — człowiek. Skorupa ziemska otacza wewnątrz żarząco płynne, — *ogień centralny*, i ma 15 do 20 mil grubości. Ów wewnętrzny ogień udziela znacznego ciepła tuż otaczającym go warstwom skorupy; wszelako to ciepło coraz bardziej ku powierzchni tak dalece słabnieje, że czujemy już tylko wpływ słonecznego ciepła. Lecz im bardziej zapuszczamy się w głąb wnętrza ziemi, tem bardziej ciepło się wzmacnia, na koniec dojdziemy do punktu, w którym wszystko roztopia się. Powyżej opisane wulkany są tylko przewodami spółniczącymi z płynnem wnętrzem ziemi i z jej stężoną powierzchnią.

Przyłączony przegląd różnych formacyj skorupy ziemskiej z Fauną i Florą minioną unaocznia **idealne przecięcie różnych warstw**. — Skorupa stężona, otaczająca tuż płynne wnętrze, składa się z granitu, syenitu, bazaltu, porfiru, zieleńca i. t. d., tudzież z najcięższych metalów. Dla jej bogactwa w kamienie krzemienne albo krzemionkany, moglibyśmy tę skorupę nazwać *plaszczem krzemienym*, owe skały, tworzące ten płaszcz i złożone z znięszanych odmian kamieni, nazwano *skalami pierwotnemi (masowemi, utworami plutonicznemi)*.

Po utworzeniu płaszcza (zapy) powietrze oddzieliło się prawdopodobnie przez ostudzenie od wody przy ulewach dęszczowych podobnych do wielkich zlewów chmury; powstało gorące, sone morze i gorąca powietrzna, zawierająca mnóstwo węgla. Skorupa grubiała coraz bardziej, popękała w wielu miejscach, powstała nierówna powierzchnia o znacznych zagłębieniach i wzniesieniach, a szparami i rozpadlinami wylała się część żarząco płynnych utworów z wnętrza na powierzchnię, przez co powstały tam masy, a pod wpływem wody kipiącej także warstwy na płaszczu krzemienym, które zowiemy *skalą łupkową*, jako to gnejsz, łupek łuszczkowy i łupek talkowy. — Na tem się kończy pierwszy **azoiczny okres** (bezwierzęcy).

Zwierzęta i rośliny nie mogły jeszcze istnieć w takich okolicznościach na ziemi; dla tego ani w plutonicznych, ani

w łupkowych skałach nie znajdują się nigdzie ich ślady. Ażeby powierzchnia ziemi sposobną była do przyjęcia organicznych jestestw, temperatura musiała się zniżyć, musiał powstać grunt, na którym rośliny mogłyby się rozwijać i służyć znowu zwierzętom za pokarm. Roślina żyje płodami nieorganicznymi: wodą, w szczególności węglanem, amoniakiem i solami; przeciwnie zwierzę potrzebuje roślin i innych zwierząt na pokarm. Taki grunt powstał z czasem z pierwotnych i łupkowych skał przez zwietrzenie, t. j. zniszczenie skał przy wpływie powietrza i wody na powierzchnię ziemi. Ta sprawa nastąpiła po części przez to, że woda roztworzyła pewne mineralne substancje, które wtedy znowu albo ze sobą albo z innymi substancjami połączyły się w nowe utwory i tu znowu wydzielili się, po części także przez to, że woda uniosła mechanicznie te części ze sobą, a później w tem lub owem miejscu, osadziła. Ponieważ utwory naniesione i zwykle w warstwach osadzone nazwano warstwami (osadami), więc wszystkie warstwy ziemi strącone z wody na skałę łupkowej są *utworami osadowymi* (uwarstwowanymi). Dopiero w tych warstwach znajdują się szczątki roślin i zwierząt — tak zwane *skamieniałości*.

Spodnia warstwa (pierwsza osadowa warstwa) zowie się **okresem paleozoicznym**. Odnosząc się do obrazu formacji tu przyłączonego, postrzegamy że ten okres od spodu ku wierzchowi składa się z następujących formacji, jako to: z formacji *kambryjskiej*, *sylurskiej* i *dewońskiej*, znanej także pod nazwą formacji *ilołupka* i *szarowaki* (tromatu). Te formacje tworzą najdawniejsze uwarstwowane skały, składające się z iłowych i piaskowcowych utworów, połączonych masami ścisłego wapienia. — Potem następuje *formacja węgla kamiennego*, bardzo ważnego w gospodarce ludowej, albowiem składa się z mineralnego palnego materiału zawartego między pokładami wapienia, iłu i piaskowca. Odróżniamy tu wapień węglowy od właściwej węglowej skały. — Na tej skałe rozpościera się czerwone leżące (konglomerat czer-



Terazniejsza powierzchnia ziemi.
Głazy narzutowe.

Warstwy naniesione,
(alluvium).

Warstwy potopowe,
(diluvium).

Formacja plioceniczna.

Formacja mioceniczna.

Formacja eoceniczna.

Biała kręda,
Piaszkowiec ciosowy,
Skały wealdenskie,
Kredowy.

Biały,
Brunatny,
Czarny (Lias).

Kejper,
Wapień muszlowy,
Pstry piaszkowiec,
Tryjasowy.

Cechsztein.

Konglomerat czerwony.

Węgla kamienne.

Wapień węglowy.

Dewońska,
Sylurska,
Kambryjska,

Skały łupkowe.

Skały masowe.

Ogień centralny.

Grupa III.

Grupa II.

Grupa I.
Okres paleozoiczny.

Okres
azoiczny.

Przeгляд różnych formаций skorupy ziemskiej.

Wojewódzka Biblioteka Publ.
Nr
LUBLIN
* Im. H. Łopacińskiego *

wony), po największej części czerwony piaskowiec; a nad tą formacją *grupa cechsztejnowa z łupkiem miedziannym*, z którego uzyskują gdzieś znaczna ilość miedzi. Cechsztejn jest ilastym wapieniem, który bywa często połączony z gipsem, dolomitem i z podobnymi utworami.

W tym okresie rozwoju ziemi, w którym powietrze zawierało znaczną ilość węgla, bujało mnóstwo morskich i olbrzymich, lądowych roślin. Między zwierzętami ryby zajmują pierwsze miejsce. Do ryb przyłączają się niektóre nieliczne muszle, polipy, ślimaki, szypułkowate gwiazdnice i rakowate pływające zwierzęta, tak zwane trylobity; nakoniec pojawia się pierwszy mieszkaniec lądu — to jest *gad* (Reptilia).

Sposobność ziemi do utrzymania jestestw żyjących wzmaga się w najgłębszym następującym okresie, to jest w **okresie tryasowym**, składającym się z *psstrego piaskowca*, *muszłowzgo wapienia* i *kejpru*. Toż samo w **grupie jurasowej** złożonej z kilku oddziałów (zobacz obrazowy przegląd). — **Okres krédowy**, składający się z *piaskowca* i *wapienia*, zamyka ważny, nowy oddział tworzenia ziemi.

Oprócz bedłków i porostów, pojawiających się w tych różnych okresach, występują głównie paprocie, skrzypy, palmy, drzewa szpilkowe i liściowe; tymczasem drzewa łuskowate i drzewiaste widłaki dawniejszego okresu zaginęły, a skrytopłciowe (kryptogamy) zostały znacznie uszczuplone; wierzby i klonowate rośliny znachodzą się nielicznie. Flora tych okresów jest pośredniczącym przejściem między roślinami okresu paleozoicznego i roślinami do okresu trzeciego. Lecz w tym czasie pojawił się olbrzymi *zwierzęcy świat*, którego kolosy występują w znalezionych szczątkach kości owych potworów pływających po morzu. Są to zwierzęta ziemnowodne (Amphibia), które podczas drugiego okresu zajmują pierwszy stopień nowych organizmów osobliwszej postaci, najczęściej podobnej do jaszczurów, krokodyłów, a nawet do latających (niedopezów) albo do pływających (wielorybów); bo zwierząt ssących jaszczurów nie było. Te jaszczury, odmiany krokodyla i żółwiów,

tudzież ich mieszaniny, nazwano *sauriami*. Nasi czytelnicy poznają później owe ichtyosaury, plezyosaury, mystriosaury, pterosaury, dynosaury i t. d. — Obok ziemnowodnych *ryby ościste* zamieszkują morze, na którego dnie powstają muszle i ślimaki wszelkiego rodzaju, amonity i belemnity, polipy, gwiazdnice i t. d.

W okresie tryasowym odznaczają się szczególnie długoogoniaste raki, eualiosaury i labiryntodonty. W Jurasic znajdują się koralowe polipy, wiele muszli i ślimaki, wolne gwiazdnice morskie i jeżowce, mątwy, belemnity i amonity, raki, ichtyosaury, plezyosaury i pterosaury.

W grupie krédowej napotykamy rodzaje roślin dobrze nam znanych. W niej występują nasamprzód wierzby, brzozy i drzewa szpilkowe; a pojawiają się także ryby ościste, krokodyl, jaszczurki i żółwie.

Po tych formacjach warstwowych następuje:

Grupa trzecia składająca się głównie z piaskowców, z itlu, węgla brunatnych i z marglu. Głównymi jej oddziałami są formacje: *eoceniczna* (paryzka, otwierająca nowy czas), *mioceniczna* (pół nowy czas) i *plioceniczna* (prawie nowy czas).

Rośliny warstw trzeciej formacji podobne są do teraźniejszych, tylko że mniej liczą gatunków. *Lądowe* i *morskie potwory* walczą o dzierżenie lądu i wspierają dzielniejsze potęgi przyrody dla przygotowania ziemi do przyjęcia najmłodszego i najdoskonalszego stworzenia — *człowieka*. Na lądach i w morzach pojawiają się roje zwierząt, i już żyje mnóstwo ssących. W morzu panują wieloryby, potfisz, delfiny i foki; znamy dwie zaginione odmiany wieloryba. Na wybrzeżach pokazują się morsy, dynoteryum i taxodon. Między *roślinożercami* na lądzie odznaczają się mastodon podobny do słonia, hippoteryum — do konia; olbrzymie słonie i nosorożce. Oprócz tych są węże, żaby, ropuchy, olbrzymie salamandry, наконец sokoły, sowy, wodne kurki, strusie.

Nad warstwami formacji trzeciej leży:

Formacja potopowa (diluvium). Zwierzęta tej formacji, jako to: jelenie, konie, woły, nosorożce, hippopotamy, niedźwiedzie i hyeny — ostatnie w jaskiniach, należą jeszcze do dzisiejszego stworzenia, lecz w części także zaginęły, jak n. p. olbrzymi gatunek kota, następnie kolosy: mamut, mastodon i mylodon — także zaginione.

Nakoniec na formacji potopowej:

Formacja napływowa (alluvium) składająca się głównie z mas pulchnych, których tworzenie trwa jeszcze bez przerwy. Do utworzenia napływowych warstw przyczyniają się pokłady piasku i ssep, warstwy tufu, gliny i marglu, pokłady wymoczków, torfu, płody ludzkiego przemysłu i t. d. Wszystko przemawia za tem, że dopiero w formacji napływowej nastąpiła różnica stref i pojawił się człowiek na ziemi, a to mogło według badań nastąpić mniej więcej przed 70.000 - 100.000, lecz nie przed 6.000 lat — jak to jeszcze niedawnymi czasy twierdzono (przed 30 laty).

Wzniosłe, biblijne opowiadanie o stworzeniu człowieka nie zgadza się wprawdzie z powyższem obliczeniem co do czasu; lecz już wspomniono, że przez nieznamość języków wschodnich zamieniono peryody (okresy) na dni; z kąd powstało nietrafne pojęcie Pisma Świętego przez geologów (zob. stron. 6, niniejszej części — przypisek). To błędne rozumienie niepodobna było pogodzić z ściśle umiejętnem badaniem, stwierdzonem licznymi dostrzeżeniami. — Wierzymy w Opatrzność kierującą wszechświatem od końca do końca — bo wiemy, że świat jest dziełem wszechmocy, dobroci i mądrości Stwórcy; a że wszystko stworzone ma swój początek, więc musimy przyjąć pewną chwilę za punkt wyjścia naszych badań. — Podobnie jak wielkie gospodarstwo przyrody wymagało, aby w tworzeniu roślinnego i zwierzęcego świata mniej doskonały gatunek

był poprzednikiem doskonalszego, tak samo też i w ostatnich zaburzeniach, które pochłonęły niezapełnione gatunki, świat organiczny uległ przygotowawczym przeobrażeniom, po których w najmłodszym okresie pojawił się z woli Boga człowiek, którego kolebką była owa kraina — rajski ogród — gdzie widać palmowe lasy schodząc z wierzchołków gór środkowej Azji na Indyjską wyżynę. —

Czemże ja jestem w obec Ciebie — Panie?
Pyłkiem żyjącym — w świata bezdenności
Lecz Tyś mi wytknął drogę do wieczności,
I kazał przebyć śmiertelne otchłanie —

Więc je przebędę na Twe rozkazanie,
I duch mój wnijdzie w kraj nieśmiertelności,
Gdzie czysta rozkosz — wieczne szczęście gości,
I dla wierzących Twoje miłowanie!



Koniec pierwszej części.



1000004283