

118/A

SYGN.

15384/III

Politechnika Warszawska
WYDZIAŁ ARCHITECTURY
BIBLIOTEKA

NR
INWENT.



Kom. Biblj. Fct.
Z. S. A. Pol. Warsz.

№ Inw. ~~10174~~ ~~10174~~

Fatowarice poslauga kithandaga
wopyleria

Omytka. a obuwie

~~12760~~ (promień) ~~12720~~ (promień)

kilometrów. Cylindryczny promień ziemi = 6370 km

Stwierdza się, że promień $\frac{1}{3}$ promienia =

2127 kilometrów (nie!) przybliżenie 2000 kilometrów

a nie metrow jak podawał ksiądz

K. N.



1487. 71
Nr. Inw. 15.

GEOLOGIA



~~Jawiszewski Belski~~
St. inż. bud.

Q

WYKŁAD I KOREKTA PR. J. LEWIŃSKIEGO

WARSZAWA SEMESTR I. 1908 R.

Wyd. i Lit. P. A. Bukaty Wspólna 46.-

WZIAŁ ARCHITEKTURY
Politechniki Warszawskiej
Nr. ~~118~~ Inwentarza

~~CLXXXVI~~

nr inw. 15384 / III

sygn. 118 / A

~~Marion Bell~~
St. inż. bud.

Wykład 19¹² 08

Nazwa nauki pochodzi z języka greckiego (ἡ γῆ = ziemia, λόγος = nauka) i oznacza naukę (= rzecz) o ziemi. Geologia jest nauką historyczną, jest ona historią bytów ziemskiej; jako taka doświadczeniem w swych dociekaniach posługuje się tylko nadzwyczajnie mało i z wielkimi zastrzeżeniami, a natomiast zastosowuje do badań te same metody, co i historia. Celem geologii jest poznanie tych wspaniałych „kopalnych geografij”, które na ziemi istniały. Trudne to zadanie wypełniane bywa, dzięki źródłom dziejowym w głębi ziemi spotykanym, źródła te są to przede wszystkim skamieniałości a następnie skały.

Geologia dzieli się na: historyczną, zajmującą się temi stosunkami, które istniały na ziemi od jej początku i pro-

mianami, które na niej zachodziły; 2) dynamiczną, przygotowawczą, która poucza nas jak ze znalezionych źródeł dzieje ziemi odczytywać. Jedyną metodą poznania tych źródeł jest szeregowe studjowanie obecnie istniejących na ziemi warunków, gdyż niema dziś zjawiska, któreby śladów po sobie nie zostawiało, śladów w skorupie ziemskiej; odnajdując w skałach dawniejszych podobne ślady możemy wnioskować o tem, co dawniej działo się na globie.

Historja rozwoju geologii.

Geologja jest nauką b. starą, szczególnie geogenerja. Dociekania o tem skąd się wzięła ziemia jak się utworzyła są iak stare, jak myśl. Ale dociekania te nie były dociekaniami naukowymi, gdyż ludy pierwotne mieszają naukę, religję i poezję, stąd tworzą się podania kosmogoniczne o początku ziemi, jak np. znane podanie mojrzeszowe, przejęte od Asyryjczyków. Dopiero Grecy wyodrębili naukę i zrobili z niej spekulację, opartą na podstawach logicznych. Pisma Herjoda o pochodzeniu bogów są bezładnym nagromadzeniem mitów i podań. Z początkiem istniejącej w 11 wieku ante Chr. n. szko-

Byłoby to powieść fantastyczna, a nie nauka

buduje system przyrody na podstawach natural-
nych. Uważa on, iż wszystko powstało z wody. Głębiej
zastanawia się nad tym Anaximander, gdy twier-
dzi, że wszystko powstało z hipotetycznej substan-
cji protyleu, a to w porządku następującym.

protyle { ciepłe } ciekłe { state
{ zimne } { powietrze
{ ogień.

Pierwsze istoty organiczne powstały, według
niego z muty. Ziemia była płaska, tarcają oko-
loną firnamentem, a ten znów był otoczony
ogniem, pierwiastkiem najłżejszym.

W VII^o wieku również Xenophanes i Anaxthos
dostreśli istnienie skamieniałości na górach
Azji Mniejszej. Xenophanes uważa je za szkie-^{szkiełki}
łki istot żywych, przyniesionych tam dzięki
perjodycznym zalewom, Anaxthos zaś przyjmu-
je zmiany lądów i mórz. Herodot spotykał
muszle skamieniałe około oazy Ammona,
wiadomo mu również, że podobne muszle skami-
niałe znajdują się w głębi Egiptu. Korzumi-
on, że delta Nilu powstała drogą osadzenia
się szlamu rzeki i jest autorem zdania: „Egipt
jest darem Nilu.” Heraklit, filozof ze szkoły
joniskiej, uważał, iż niema nic stałego, wszyst-
ko płynie (panta rei); za początek wręczony

miat on ogień. Stoić, według niego, zapala się
codziennie nowe z wyziwoń ziemi. Pytagorejcy
cy pracują spekulacyjnie, poszukując harmo-
nii we wszechświecie. Ziemia jest kulą (Philobolus)
gdzie kula jest najdoskonalszą bryłą. Ziemia we
wszechświecie zajmuje miejsce środkowe, a dookoła
niej znajduje się cały szereg sfer materialnych,
w każdej znowu sferze istnieje planeta, a dalej
najwyższe istnienie (summus ipse Deus).

Empedokles w V^o wieku wyprowadza urey-
tho z pierwotnie istniejących czterech żywiołów
(ziemi, wody, ognia i powietrza). Zajmuje się on
również badaniem wulkanów, uważając je
za klapy bezpieczeństwa, i nawet podobno
ginię w kraterze Etny. Wnętrze ziemi jest
według niego wypełnione ognisto-ciektą masą.

W tym czasie zaczyna przeważać kieru-
nek sofistyczny. Protagoras odrzuca objek-
tywne badanie, a zwraca się ku subiektyw-
nemu, dzięki czemu postęp nauk obniża się.

Zśród filozofów jónskich występuje pre-
ciwko niemu Demokryt; jest on atomista
i twierdzi że świat pierwotnie składa się
z nieczajtek - atomów, które spadając na
niebie opaly woszek wryszabieny

Plato pisze że słyszał od kapitanów o istnieniu zagadkowego lądu Atlantyd, na oceanie Atlantyckim. Ląd ten znikł na 9000 lat przed Platonem. W przypuszczeniu, iż ląd taki naprawdę musiał istnieć zrobiono poszukiwania, ale śladów jego istnienia nie odkryto. Arystoteles, który w rzymskim naukom przyrodniczym oddał b. wielkie usługi, przystąpił się tej rozwojowi geologii. Przyjął on istnienie czterech pierwiastków Empedoklesa i dotychczas do nich jeszcze pierwiastek pozaziemski - eter. Wiedziat Arystoteles o istnieniu wód podziemnych i pisał o tem. Theophrastus napisał księę: „περι ορυων” (o rybach). Wraz z upadkiem Grecji, upadają i nauki, a choć nauki przyrodnicze budzą się znowu w Aleksandrii, to jednak rozwijają się tam tylko matematyka, astronomja, geografia, gdy geologia tu rozwija się niewiele.

Eratosthenes chce zmierzyć kulę ziemską; w tym celu mierzy południk; jest to pierwszy pomiar południka i zawarem racjonalne wzięcie się do rzeczy. Cyfra otrzymana przez niego (90,000 stadji) jest zbliżona do prawdziwej, o ile tylko, w tamtych czasach

długości stacji. On również pierwszy narysował
 mapę opartą na rzucie kartograficznym. Arabi
 zajmowali się bardziej badaniami bezpośrednimi;
 obserwowaniem samych zjawisk w przyrodzie;
 znał on skamieniałości i przypisywał ich pow-
 stanie wulkanom lądu i morza. Zauważył
 też, że gdy Etna wybucha, to słabnie są trzęsie-
 nia ziemi - stąd uważał wulkany za klapy
 bezpieczeństwa. Te badania były punktem kul-
 minacyjnym w rozwoju geologii greckiej;
 gwiazda nauki zgasła na długie, ciemne okresy
 średniowiecza.

Filozofia rzymska podziała dla rozwoju
 naszej nauki nie była, chociaż i od rzymsian
 geologia coś, nieco skorzystała. Seneka po-
 daje ściśle obserwacje trzęsień lokalnych i
 powstałych zapadłisk, przypisuje on trzęsienia
 ziemi przesłonięci pary wodnej i gazów pod
 skorupą ziemską znajdujących się. Oprócz
 Seneki geologią zajmuje się Pliniusz Starszy,
 który ginie w czasie wybuchu Wieruwjusza w
 79 r. p. Chr. w., co opisuje Pliniusz młodszy.
 Na tem urzuwa się wątek myśli ludzkiej,
 tylko arobowie pracują nad nauką, ale

ich poglad i obserwacje nowowprowadzone do geologii sa niesciaste i cos rajszyj wartosci jakis przedstawiaja qtorone i komentowane przez nich nauki Arystotelesa.

W wieku XIII^{im} powstal spiw o skamienia-
Tosci. Merony arabski Avicenna ma je za
wytwor sily plastycznej (vis plastica)
ktora znajduje sie w skatach i wytworza
te igranki przyrody (lusus naturae). Wojciech
Mielki upatruje zwow istnienie w skatach vis
formativa, dzieki ktorej powstaja skamienia.

Wyjatkowym uceonym w chwili przejacio-
wej od wiekow srednich do nowych byl
Leonardo da Vinci (1452-1519), byl on artysta;
zararem inzynierem, prowadzac budowe
kanatow we Włoszech pót. spotykaj tam
mnostwo skamienialosci, ktore uwazal
za prawdziwe szczatki istot organicznych.
Ind on szerzynie dziatanie wod, opisuje
jak rzeki delikatnym nutem nakrywa
ja nadbrzeine rosliny i zwierzeta mor-
skie, aby je skamienie lub zachowac
odciski; warstwy te pozniej wzniosly sie
z morza, zostana porwane wydobieraniem

protokół i odstonia zachowane ślady dawnej
życia. (Leonardo da Vinci stoi zupełnie odosobn-
ny ze swoimi poglądami; spotykamy je de-
piers w dwa stulecia po nim u Stevona).

Fracastoro jednocześnie tłumaczy, że są to ska-
miatosei, ale na szczycach gór Istrija, nie
dzięki ich wyniesieniu, a zaniósł je tam poryw.

W tym czasie kiedy zaczęto się rozwijać
górnictwo w Niemczech i Anglii Georg Be-
ner (Agricola) miał możności zebrać
wielu wiadomości o występowaniu skal.

W dziełach „Bernannus“ i „de re Metallica
(o rzeczy metalicznej) zebrał on dużo wiado-
mości geologicznych.

Między innymi spo-
ro miejsca poświęca opisowi kopalni Ol-
kuskich. Twierdzi on, że krysztaly, stal-
tyty, stalagnity, kamienie drogic i skamu-
niatosei powstaly pod wpływem succus

lapideus. Lapides figurati (kamienie figu-
ralne) istnieja wedlug Gessnera Bantino.

Lister uważa je za utwory lokalne i spo-
strzeżę podobienstwo do dziś żyjących.

Sp. podobne do ostrzy (ostrea) nazywa
ostracites. W Radej warstwie są inne

skamienności jej wtorek.

Byli jednak i tacy, którzy istnienie i tworzenie się skamienności przypisawali wiatrowi nasennemu (aura seminalis), który zanosi nasiona do szlamu, gdzie się rozwijają. Tęmi znów, jak Beriniego, jestere w 1726o przyjmowali skamienności za lusus naturae. (Badacz, wyżej wymierzony, zwałart był nawet takową igraszkę przyrody zaopatrową w jego wtasne narewsko, a zrobioną przez, drowiącyh z jego wiedzy o skamiennościach, studentów). Gdy zgodono się na organiczne pochodzenie skamienności spierano się o to, czy powstają one w tym miejscu, gdzie je znajdujemy (Hooke), czy też zostaty w te miejsca przyniesione. Zauważono również podobieństwo pomiędzy skamienotociarni, a istotami dris zyjacymi, pomiędzy zotwiarni kochalnymi i zyjacymi dotychczas podrotnikowymi. Kierunek dileruialny epwoerentowat Schuchter. W piśmie: "Disciumi quevelae et iudiciciae" (Thargi,

karze on rybom kopalnym podwodną szczupaka z kamieniołomów w Öttingen uskarżać się na krzywdę jako im się dzieje; naprzód zginęły one marnie bez najmniejszej ujmę podczas potopu, a teraz świat niechce ich nawet uważać za szczupaki prawdziwych ryb. Później Scheuchzer przypuszczał nawet, że w olbrzymiej salamandrze odkrył jednego z owych niebogałych ludzi, którzy zginęli w czasie potopu i nawiązał te szczupaki homo tristes diluivitum (człowiek smutny świadek potopu). Künz i Walch opisują 2000 skamieniałości. Zjawia się pierwsza mapa mineralogiczna opracowana przez Luidiusa.

Wogóle w wieku XVI wyróżniają się dwa kierunki w geologii: 1) empiryczny, badający indukcyjnie i 2) spekulacyjny, wydający sąd o rzeczach a priori. L. da Vinci czynnikom obecnie na ziemi działającym przypisował również te zmiany, które dawniej na ziemi zaszły. Giordano Bruno odrzucał możliwość potopu, ale jego poglądy mało były w czas znane, gdyż człowiek ten był wciąż prześladowany i zginął na stosie.

Wielkim hamulcem w rozwoju geologii była
relacja moizenowa o stworzeniu świata, wię-
kszości imponował jej autorytet, inni zaś,
obawiając się inkwizycji, nie głosili odważnie
swoich poglądów. A miast stusznych pog-
lądów Bruna panowały przemożne dzieła
Anatolego Kirchera, w których ten opisuje
hydrofilację t.j. zbiorniki wód podziemnych
i pyrofilację - zbiorniki ognia podziemnego.
W skatach istnieje według niego *spiritus archi-
tectonicus*, dzięki któremu powstają ska-
mieniałości. Dba on jedynie o zgodność
z biblją. Rozwojowi geologii przystąpił
się zbieraniem wiadomości o podniesieniu
temperatury w głębi ziemi.

W XVII wieku skamieniałości porzyskują
takich powaiszych obrońców jak dencyk
Steno (*Stensen*). W dziele: „*De solido later
solidum naturaliter contento*” pisze on
o skamieniałościach i wyróżnia lądowe
i morskie warstwy w których je znajdu-
jemy. Skamieniałości powstały tam,
gdzie były złożone kości zwierząt, lub
rośliny. Opowir tego dał on następujące

Zasady osadzania się warstw:

- 1) Warstwa osadza się na podłożu stałym.
- 2) Warstwa dolna była już stała, zanim na niej zaczęła się osadzać nowa warstwa.
- 3) Nad osadzającą się warstwą musi być istnieć ciecz.

4) Każda warstwa ograniczona jest innymi, lub pokrywa powierzchnię całej ziemi.
Zasady te dziś jeszcze są podstawą stratygrafii, na tych zasadach chciałbym odtworzyć historję Toskanji.

Wzrost 2^{gi} 24/8 08 r.

Zauważył on, iż bardzo wiele skał nie leży w swym pierwotnym położeniu, a to dzięki trzęsieniom ziemi i cyrkulacji wód podziemnych.

Odpowiada on góry powstałe przez działanie sił podziemnych; góry erozyjne od tektonicznych. Toskanja według niego przechodziła przez następujące okresy:

1) morski, gdy morze pokrywało całą ziemię, a organizmów w nim żadnych
nie było.

2) wystąpienie się łańdów.

3) na wytonionych łańdach tworzą się nie-
równości droga, erozji

4) potop, dzięki zmianie środka ciężkości

5) wody potopu spływają, na wytonionych ^{ziemi} łańdach powstają, osady wtórnego regresyjne.

6) dalsze działanie erozji, zniszczenie
Atlantydy, pojawienie się oceanu
Atlantyckiego. Okres bierzący. W XVIII i XIX w.

znów zaczynają być smute spekulacji,
niektóre nawet humorystyczne.

Descartes utworzył teorię wiórow (gorą-
cych) z których wytworzyły się ciała
niebieskie, a pomiędzy ziemi i rozpa-
loną ziemią. Bryła rozpalona stygła
i na zastygłej skorupie zaczęły się
tworzyć góry i doliny. Najbardziej
fantastyczne próby spekulacji były
wymyślone w Anglii. Burnet twierdził,
iż ziemia powstała z 4^{ch} pierwiastków,
(ziemia, woda, olej i powietrze) cha-
otycznie ze sobą, zamieszanych. Pierwiastki
te opadały kolejno, według ciężaru wła-
ściwego. Olej wytworzył zewnętrzny

ziemi powstawały samorodnie istoty
organiczne. Po upadku utworzyła po-
wstały góry it.p. Ale bardziej jeno-
dowcipna jest "teorja" Whistona. Uważał
on wrystkie ciała niebieskie za komety,
ziemia tej była kometą, w punkcie przy-
stosownym obecnie się znajdującą.

Dawniej ziemia nie miała ruchu wi-
rowego, a tylko postępowy. Woda uny-
dowała się pod powierzchnie ziemi,
wewnątrz ziemi była b. wysoka tem-
peratura. Ciepło i wilgoć sprzyjały
rozwojowi świata roślinnego i zwie-
rzęcego, ale dzięki tym sprzyjającym
warunkom ludzie i zwierzęta grzeszyli,
dlatego zostali ukarani potopem, sprowa-
dzonym przez ogon komety, na 2340
lat przed nar. Chr.

Przepowiedział też Whiston koniec ziem-
na ona zginąć spalić się od jakiegoś komety

W potopie w XVIII de Maillet w dziele
Tellamed rozwija w rozmowie m
nara z uroczym indyjskim José's

poglądy. Mianowicie cała powłoka zie-
mi składa się z osadów, w większości
których znajdują się szczątki organizmów,
ale w różnych osadach są różne organ.
szczątki. Na wyżynach występują inne
skamieniałości, niż w nizinach. Najprzód
ziemia pokryta była wodą, która zaczęła opa-
dać, osadzając na górach organizmy, dzi-
siejsze skamieniałości; morza wciąż opa-
dają, osadzając wciąż szczątki organizmów,
naturalnie w czasach późniejszych żyją
na górach, a w dolinach, stąd skamienia-
łości dolin, jako młodsze, bardziej są do
współczesnych organizmów podobne.
Wulkany pojawiać się zaczęły w miarę
opadania wód, na początku wcale ich
nie było. Poglądy te podzielił nawet
uczeń tej miary, co Celsius i Linnéus.
Pod równikiem tylko, na bezbrzeżnym,
potrąwającym całą ziemię oceanie,
wystawała wyspa, a na niej poro-
dziło się życie organizmów (ortowick i po pierwsze
zwierząt). Gdy jednak ludzie i zwie-
rzęta rozmnożywszy się nie mogli się

Geologia. Arkusz 27.

na onej wyspie promieiciu, wody zaczęły
ustępować, a ląd powiększał się. Powodem
tego sturzyto (ile pojste) zaobserwowanie ob-
niżanie się poziomu niektórych mórz.

W górniczych okrzegach pojęcia geolo-
giczne postępowały naprriod. Fuchfel
& Leckman ustalili podstawy straty-
grafji; wprowadzili do nauki pojęcia
warstwy (stratum), Toria (strata) i szeregu
górnkiego (series montana) Fuchfel rysuje
mapę mineralogiczną, i w tym czasie
pozostaje geologia aż do połowy XVIII wiek
to jest, do Buffona, który wydana przez
siebie książka, p. t. „Epoki natury” *)
zdotat stanąć na odrębny i to na bardzo
postępowym stanowisku, gdzie zerwany
z tradycją biblijną, usiłuje opisać his-
torję ziemi na materiale faktycznym.
W dziele swym podaje 5 faktów i 5 dowodów
następujących:

Fakty: 1. Ziemia ^{jest} wypukła pod równikiem,
a wklęta pod biegunami, o ile tego
wymaga prawo powszechnego ciężaru.

*) To to wyrażto w roku 1749, a w 1786 przez Harnica na polski
buto w owych czasach istniała polska książka geologiczna

-19-

i siła dośrodkowa.

2. Ziemia posiada swe własne ciepło.

3. Ciepło, które ziemia otrzymuje od słońca, jest tak małe że żadnej roli nie gra (okazało się, że nie jest to wcale faktem).

4. Wszystkie ciała mogą mieć kształt szklisty, t.j. mogą być stopione.

5. w powłoce ziemskiej jest wiele skał-
niałości.

Dowody: 1. Wapienie są skałkami ognistymi.

2. Organizmów dziś żyjących identycznych ze skałkami niema, lub są tylko na południu.

3. Na Syberji są spotykane kłby, nosorożce i konie w takiej ilości iż ich posiadacze musieli tam żyć dawniej.

4. Kłby i konie stoni są jednakowo w Europie i w Ameryce północnej.

5. W skorupie ziemskiej jest niekliczona mnogość skałności.

Epoki natury wyróżnia Buffon siedem:

1. Kłęk słońca został oderwany przez kometę i utworzył ziemię, trwał to lat 2936.

2. Ziemia stygła i kłękła, tworzyły się góry i skały, co trwał lat 35.000.

3. Woda pokryła prawie całą ziemię, powstają osady z istot org. i węgiel kamienny trwało to lat 15-20 tysięcy.

4. Wody opadają, a zaczynają działać wulkany.

5. Płonie mieszkają na północy; temperatura zatem była wyższą, lody były połączone.

6. Powstaje człowieka.

7. Okres dzisiejszej kultury.

We współczesnych terrapismach rozgłoszenie w Polsce a także kanonika Hluka, są brednie niewytłumaczające krytyki nawet z punktu widzenia księcia Buffona.

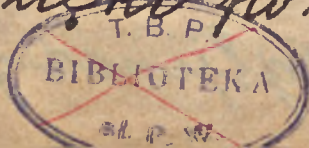
Na tym kończy się ^{pierwszy} okres ^{hist. geol. a raczej} drugi, który dzięki wielkiemu postępowi geologii stusnie miano bohaterkiego nosi.

Okres ten zaczyna się działalnością Abrahama Gottloba Wernera, profesora Akademii górniczej w Freiburgu. Swymi porównawczymi wykładami ścigał on masę młodzieży z całej Europy, a jego to szkoły wyszli wszyscy współcześni mu geolodzy francuzi i niemieccy. Werner pisać nie lubił i dlatego nie wszystkie jego połowy są dokładnie znane. Był on jasnym, powądkującym umysłem i robił dla miene-

*) Urodzony 25/11 1750 w Verhanu a zmarł 30/11 1817 w Dreźnie.

nalogji i geologii to, co Linneusz dla zoologii i botaniki: ustalił on rozporowowanie minerałów na podstawie cech zewnętrznych, i co dloc nos najwzniejsze, zaczął wyktadać „Geognozja”. Przedmiot niejednokrotnie dotychczas nie wyktadany. Był on neptunistą, gdyż twierdził, że wszystkie skały osadziły się z wody, nawet łupki krystaliczne, przytem, na dno opadły ciała najcięższe. Skały podzielił Werner, jak następuje:

1. Urogenbige - pierwotne były one nieważne.
 2. Übergangsgebirge - przechodnie, daje się zauważyć utwórcie, choć zdarzają się i skały krystaliczne.
 3. Flözgebirge - pokładowe, nie krystaliczne np. węgiel.
 4. Aufgeschwemmtes Land - nąptynowe.
- Te klasyfikacje i wodne pochodzenie występków bez wyjątków skąd ma się Wernerowi bazalt, występujący żyłowo, ale przypuszczał on, że bazalt jest skałą wtórną. stopioną, a wulkany znowiskami lokalnymi pochodzące. Inni niektórzy poradzom węgla kamiennego.



Ale oprócz niemieckiej szkoły neptunistów utworzyła się w Anglii szkoła plutonistów, zwolenników ogniowego pochodzenia bazaltu, na czele której stali Hutton i Playfair. Twierdzili oni, iż łądy podnosi ciepło wewnętrzne ziemi, a Hutton nawet pierwszy stopił bazalt, w celu otrzymania skały krystalicznej, jest on zatem pierwszym eksperymentatorem. Poglądy neptunistyczne utrzymywały się pierwotnie dzięki Leopoldowi v. Buch i Aleksandrowi v. Humboldt. Po śmierci Werner'a ogień zwyciężył wodę, tym bardziej że dawniej wyżej wymienił jego uczeń po podróży odbytej w Włoszech zmierili we neptunistyczne przekonania i oświadczyli się za ogniowym pochodzeniem bazaltu. Humboldt od czasu widzi w wulkanach przyczynny zjawisk górotwórczych i wypychanie warstw górskich od dołu przypisuje działaniu siły elewacyjnej. Humboldt wykonywał ogromną ilość podróży, które potem opisuje w swym dwudziesto-tomowym Dziele. Poznaje on, między innymi, środowisko Amerykę, klasyczny kraj wulkanów i nagle w 1859 roku powstały wulkan-Jorullo.

W tym czasie w Anglii nad geolog-

ja pracuje William Smith, nie jest on zawodo-
wym ucronym, a inżynierem, który przeprowadza
w Anglii drogi i kanały. Smith był samoukiem,
skamieniatości dobre określać nie potrafił, ale
spostreżenia jego były dla nauki bardzo ważne.

Stwierdził on, że skamieniatości mają znaczenie dla
klasyfikacji warstw, gdyż każdą warstwę charak-
teryzują pewne, jej tylko właściwe skamieniatości,
t.j. skamieniatości przewodnie. Opracował on pierw-
szą, naprawdę geologiczną, mapę Anglii. Wielkie
znaczenie w rozwoju geologii, a właściwie paleon-
tologii, miały prace Josepha Cuviera. Wygłosił on
zasadę korelacji, t.j. współzależności organów, dróg-
ki której mając część zwierzęcia, mógł całe zwierzę
opisać. W roku 1804 publicznie przekonywał pne-
cowników tej zasady preparując z gipsu skie-
let zwierzęcia na podstawie kości torbowych (ossa
marsupialia), który okazał się bardzo podobnym
do skieletu dydelfa. Ale Cuvier wywarł też
wielki wpływ ujemny swą teorią kataklizmów.

Badał on raki Kopalne Zagłębia Paryskiego-
go i doszedł do wniosku, że każda warstwa, a
zatem i każdy okres ziemi, miał swoją i sobie
tylko właściwą florę i faunę; w warstwach wy-
szych i niższych danych skamieniatości nie spo-
tykał. Opierając się na tych spostrzeżeniach, Cu-
vier stwierdził, iż dany okres miał sobie tylko

właściwą florę i faunę, która ginęła w czasie wielkich kataklizmów. Teoria kataklizmów panowała do roku 1816 w którym v. Hoff wydał dzieło: „Ozmianach kształtu ziemi w czasach historycznych”, w którym pisze, że procesy i siły, które dziś obserwujemy, skutecznymi też wszystkie zjawiska i zmiany okresów dawniejszych. We Francji wszakże skutkiem wpływu jaki Cuvier swym stanowiskiem i powagą wywarł, teoria kataklizmów przetrwała znacznie dłużej.

Charles Lyell w dziele: „Principles of geology” stawia znów to twierdzenie Hoffa i popiera je ogromną ilością spostrzeżeń własnych w różnych krajach. Jest on twórcą teorii uniformitaryzmu, a wprowadzoną przez siebie ideją nieprzerwanego ewolucyjnego rozwoju zależeć cios stanowcy Cuvierowski kataklizmami i wprowadza geologję na nowe tory. Lyell w rozwoju geologii odegrał znaczenie b. doniosłe, jego twierdzenia i spostrzeżenia stanowią podstawę współczesnej nauki o ziemi. Później sformułowana teoria Darwina popiera jego wnioski.

Wykład 3^{ci} 31/x

Zasadnicze pojęcia geologii.

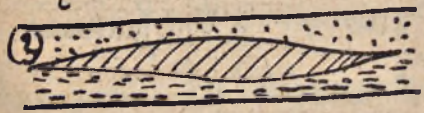
Predmiotem badań geologii jest stała powłoka ziemska, pokrywająca glob. Ta powłoka nosi nazwę litosfery. Ziemia otoczona

jest powłoką lotną - atmosferą, a pomiędzy atmosferą i litosferą znajduje się w miejscach niższych hydrosfera t.j. miejsca pokryte wodą. W czasach późniejszych pomiędzy te sfery wdartą się organizmy roślinne i zwierzęce, tworząc sferę życia, złożoną z poszczególnych osobników, a zwaną biosferą. Ponadto wewnątrz ziemi istnieje hypotetyczna pyrosfera t.j. warstwa ognista.

Litosfera składa się ze skał, te zaś są skupieniami mineralnymi występującymi w wielkich ilościach, przy czym obojętną jest rzecz czy są one twarde, czy też sypkie, jak np. piasek. Skały dzielą się na lite (masowe) inaczej zwane ogniwymi lub wybuchowymi i uwarstwione (osadowe). Pierwsze wydostają się z wnętrza ziemi w postaci magmy, a później zaś zasychają, drugie zaś są pochodzenia przeważnie wodnego, powstały one z innych skał, które przedtym uległy zburzeniu, a obecnie, dzięki działaniu wody, przybrały kształt warstw. Na rubieżach tych dwóch typów stoją łupki krystaliczne, mające pewne własności jednych i drugich. Z litami mają tyle wspólnego, że są krystaliczne, a do osadowych podobne są z utworzenia materiału skalnego. Są to skały osadowe, lub lite z metamorfizowane dzięki późniejszym wpływom. Skały lite przy poznawaniu ziemi wielkich ustug nam nie wyswiadczaają, zato uwarstwione pośredzą nam bez porównania więcej.

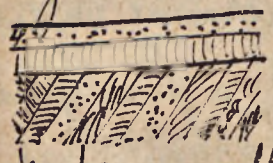
Tektonika. Większość skał osadowych osadzała

się w postaci warstw pierwotnie poziomych (nachylenie zwykle nie przekracza kilkunastu minut) i dopiero później warstwy ulegały dyslokacji. Warstwa leżąca bezpośrednio na omawianej zważy się ¹⁾ podkładem lub szropem, a leżąca pod nią podkładem ²⁾ lub spągkiem. Jeżeli warstwa staje się coraz cieńszą aż w końcu zanika, to mówimy, iż warstwa się wy-

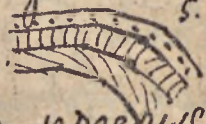


klinia, a gdy zachodzi to z dwóch stron na niewielkiej przestrzeni,

to warstwa wyklinająca się nosi miano soczewki ⁽³⁾. Ustawienie może być zgodne ⁽³⁾ (concordant), gdy warstwy leżą równolegle jedna na drugiej, lub niezgodne ⁽⁴⁾



(discordant), gdy część warstw jest nachylona do poziomych pod jakimś kątem, albo też diagonalnie ⁽⁵⁾ v. przekrotnie.



Niezgodności ustawienia wskazuje na przerwy w sedymentacji. Do oznaczenia warstwy w przestrzeni potrzebne są dwie dane: 1) bieg v. kierunek warstwy i 2) nachylenie v. upad. Do celów tych służy Kompas górniczy, mierzący się w zasadzie od zwykłego. Kompas górniczy osadzony jest nieruchomo na kwadratowej płaskiej podstawie, przytem kierunek północno-południowy jest równoległy do jednego z boków płytki. Kierunek odczytuje się w stopniach odchylenia igły magnetycznej od N.S., gdy przyłożymy bok równoległy N.S. do skały. W celu odczytania upadku stawia się busolę tym-

ze bokiem w kierunku upadu, a umieszczony w niej pion odchyła się i daje kąt nachylenia (Przed oznaczeniem pionu należy unieruchomić igłę magnesową) Bardzo często warstwy nie leżą w swym położeniu pierwotnym, a pod wpływem pewnych sił zmieniają je np. przerwy pęknięcia warstwy mogą one nagle kończyć się - łączyć, jak mówią górnicy. Ale warstwy mogą łączyć w różny sposób, uwidoczniony na schematach i nosi zaliczną od tego narzę-



zawu geologicznego⁽⁶⁾, zwanego inaczej fosą, zapadliskiem, lub z niemieckiego graben, albo też horstu⁽⁷⁾ - uskoku dwustronnego. Zdarza się czasami, choć dość rzadko, że warstwy nie uregują się nagle, a przeginać się niejako opuszczają się - mamy wtedy fleksurę⁽⁸⁾.



Dotychczas rozpatrywaliśmy typ utwierdzenia, w którym występowała przerwa, ale już fleksura wskazuje, że przerwy mogą niewystępować, a następne schematy lepiej jeszcze urzeczywistniają warstwy zdeformowane, a jednak nie przerwane.



Warstwy wyginające się łącznie tworzą fałdy synklinalne⁽⁹⁾

(niecka) i antyklinalne⁽¹⁰⁾ (siodło), będące fałdami symetrycznymi. Poratem mogą jeszcze istnieć fałdy iroklinalne⁽¹¹⁾ obalone, pochylone. Fałdy obalone dorastają niekiedy olbrzymich wymiarów; Alpy

utworzone są z takich fałd
obalonych - płaszczyzn wiel-
kości 40-50 km. Skaly ma-



sose występują w postaci ogromnych ortokias, bruz,
but olbrzymich i stanowią jądra górskie. W skałach
osadowych spotykane bywają w posta-
ci żył⁽¹¹⁾, lub pni⁽¹²⁾, zwanych inaczej



ortokami.

Geologia posługuje się jedynie chronologią względną,
i uwzględnia tylko kolejność różnych zjawisk i stanów,
chronologia bezwzględna - wyrażenie w cyfrach tych stanów
jest rzeczą nawet w przybliżeniu niemożliwą. Wiemy
jedynie, że okresy i epoki na ziemi trwały ogromną ilość
lat. W roku 1893 na kongresie geologicznym w Bolonii
przyjęto pewne nazwy jednostek czasu używanych w geologii.
Grupie odpowiada era, systemowi - okres, piętrom - epoka,
porządkowi - wiek.

Ogromne usługi oddają geologii „skamieniałości prze-
wodnie” umożliwiając identyfikowanie warstw w różnych
miejscach spotykanej, a także profile geologiczne.

Dziś ziemi zostały rozklasyfikowane i objęto pew-
ną ilość grup, te dzielą się na mniejsze druzyny i t.d.
Każdą grupę, system, czy piętro charakteryzują pew-
ne cechy zebrane na stronie następującej w tabeli,
w celu lepszego zapamiętania.

Cechy charakterystyczne.	System.	
Zupełna nieobecność organizmów. 2 spośród skat bardzo dużo Tur- kion krystalicznych. Wielkie morza i oceany. Era ta jest zupełnie odmienną od wszystkich późniejszych.		
Nieliczne ślady organizmów.		
Z spośród zwierząt są tu stawonogi, pewne raki, ryby, skrzeki i gady, wyszych zwierząt niema. Wąskie grupie tej są właściwie zwierzęta zupełnie odmiennie od druzszych. Z spośród janochłonów hydroidea i pewne koralce. Poziomy skrytożniatowe.		
Brak zupełny kręgowców.	1. Kambryjski	
Pierwsze kręgowce w postaci ryb pancernych, pierwsze zwi- erzę lądowe, owady, skorupiaki, pajęczaki.	2. Sylurski	
Bardziej częste ślady flory naziemnej.	3. Dewoński	
Pierwsze skrzeki (amphibia). Flora lądowa w postaci paproci drewniastych, obrywnych skrzypów i widlaków.	4. Karbonowy	
Szybka zmiana warunków, szybkie przejście od systemu	5. Permski.	

Palaeozoiczna.

5. Permski

względnego do mezozoicznego. Rozwój gadów. Temperatura obrusza się do tego stopnia, że lotowe rozcigają się na półkuli południowej. Rośliny ewoluują bardzo szybko, flora wstępuje systemowi węglowemu ginię. Paprocie przechodzą w rośliny kwiatowe. Pierwsze drzewa iglaste.

1. Triasowy

Panowanie gadów lądowych trawierających, równie jak mięsożernych i latających. Rośliny i drzewa iglaste, a w drugiej połowie okresu jui i skrytonasienne.

2. Jurajski

Mata rozciągłości morza w Europie, pierwsze norytki ssaków. Pierwsze ryby kociaste.

3. Kredowy.

Ewolucja gadów w kierunku ptaków (archopteryx) i ich kłosałny rozwój. Amonity i belemnity. Nierówne transgresje morza. Wielki rozwój morza, rośliny kwiatowe i dwulicienne. Wielka ilość gąbek, koralonoiiki, morywoty, jęże morskie. Ryby kociaste.

1. Jure-

Rozwój ssaków wyższych. Gady chyły się ku upadkowi i wymier-

Systemy dzielą się na pionowe, te znow na poziomy i t. d. Jakkolwiek systemowi odpowiada pewien przeciąg czasu zwany okresem, to jednak systemy trwały bardzo nierówną ilości czasu. Im bliżej czasów dzisiejszych, tym klasyfikacja ta jest ściślejszą, tym mniejszą ilość czasu trwał system.

I. Geologia Dynamiczna.

Ziemia jest terenem, na którym działają siły wciąż przekształcające jej powierzchnię. Siły te dzielą się na 1) wewnętrzne (geodynamika), mające swe siedlisko we wnętrzu ziemi i 2) zewnętrzne, źródłem których jest słońce. Działają one w kierunkach wręcz przeciwnych; siły zewnętrzne niwelują nierówności na powierzchni ziemi, we wnętrzu ziemi wytwarzające się siły wewnętrzne zaktwiają równowagę, wtedy, gdy zewnętrzne dają do maximum równowagi.

Wykład 4^o 7/XI.

Siły zewnętrzne.

W tworzeniu się skał wyróżniają się pewne stadia litogenetyczne, następujące po sobie niekrotnie w porządku kolejnym, ale zwykle przechodzące niżej wymienione stadia.

A więc przedwysypkaniem materiałów dostarczają osady, a materiały te przechodzą różne koleje swego losu:

systemie stała. Naprzykład w sposób taki tworzą się
tęple gliniaste, piaskowce, konglomeraty itp. Pro-
ces ten nazywa się diagenesą.

7. Metamorfizm. Pod wpływem gorąca wnętrza
ziemi, lub bliskiego sąsiedztwa żyły lawy og-
nistej w skałach mogą zachodzić zmiany bądź to
fizycznej, bądź chemicznej natury. Ciśnienie przy
tworzeniu się gór wywołuje również zmiany w ska-
łach, ciśnieniu podległych. Zmienioną w taki
sposób skałę nazywamy zmetamorfizowaną.

Nie każda skała przechodzi przez te wszyst-
kie stadia litogienetyczne. Naprzykład powsta-
ły przez wietrzenie piasek może się gdzieś
w pobliżu swego miejsca powstania osadzić i
utworzyć piaskowiec. W danym przykładowie
występują tylko cztery stadia, w dodatku nie
bezpośrednio po sobie następujące, a mianow-
icie: wietrzenie, transport, sedimentacja i
diagenesa. Z tego już łatwo się przekonacie, że
rodzów skały nierównie można na pewno odzyskać.

Procesy denudacyjne zachodzą dzięki działaniu
sił zewnętrznych i jako takie zależą od energii
słonecznej, czy to w postaci wiatru, wody, czy
też organizmów.

Działanie sił zewnętrznych jest różnorodne,
pomimo to, można je sprowadzić do czterech za-
sadniczych kategorii:

I. Deflacja r. zuwanie zachodzi skutkiem zmian fizycznych, wywołanych przez bezpośrednio działanie powietrza.

II. Erozja - wytłabianie przez wody bieżące.

III. Egzaracja - wyrywanie przez wodę w stanie statycznym (lodowce).

IV. Abracja - działanie niszczące wody morskiej na brzegi.

Deflacja Wietrenie mechaniczne zachodzi jedynie dzięki wpływowi atmosferycznym. W strefach umiarkowanych dokładnie nie daje się zaobserwować, wskutek czego aż do czasów ostatnich niedoceniano tego potężnego czynnika, dopiero w pustyniach przekonano się o olbrzymim znaczeniu wietrenia mechanicznego. Działalność lodowców przeceniano.

Głównym czynnikiem wietrenia mechanicznego jest insolacja - ogrzewanie powierzchni skał przez słońce. W pustyniach, gdzie klimat jest zawsze kontynentalny, różnice pomiędzy temperaturą dnia i nocy są tak wielkie, że w dzień można w piasku jaja gotować (niekiedy temperatura dochodzi do 80°), a w nocy w tym samym miejscu woda mrozi. Silnie ogrzewane powierzchnie skał rozszerzają się bardziej, niżeli części wewnętrzne; Wiceversa powierzchnie szybko stygną i kurczą się, wtedy gdy części położone nieco głębiej nie tracą tak szybko ciepła i nie kurczą się w takim stopniu.

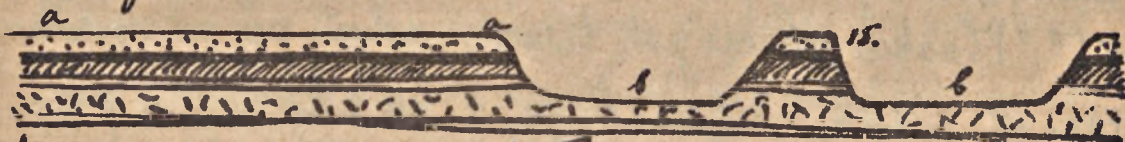
niu, jak powierzchnie. Takie nierównomierne rozszerzanie się skały powoduje tworzenie się t.j. odpryskiwanie cresei powierzchni. Występujące w pustyniach skały pokryte są „czarnym lakierem pustyniowym”. Wskutek nierównomiernego rozszerzania się skały odpryska on w ogromnej ilości, co również wskazuje na doniosłe znaczenie ogrzewania się skal. Ogrzewanie (a więc i rozszerzalność) zależy też od barwy skały: czarna powierzchnia pochłania więcej promieni ciepłych i prędzej się ogrzewa. W skałach utworzonych z minerałów różnym przewodnictwie, a tymbardziej anizotropowych, wytwarza się napięcie pomiędzy minerałami wchodzącymi w jej skład, co powoduje rozpadanie się skały na kawałki mniejsze, lub poszczególne osobniki mineralne.

Bardzo ważnym czynnikiem niszczącym w pustyni jest sól. W roztworze zdolną jest ona wsiąkać w drobne szczeliny skalne i krystalizując tam, rozsadza je. Strona skały zwrócona na północ podlega wietrzeniu cieniowemu, polegającemu na wietrzeniu skały przez wilgoć, nagromadzoną na nieogrzewanej stronie północnej. Na wiosnę można zaobserwować w Alpach po wschodzie słońca sypanie się odłamków skal z oświetlonej strony, co dzieje się dzięki zamrostej tam wilgoci. Wody, zamarzające na stokach gór, utwierdzonych w kierunku skośnym, zwlekają warstwy tworząc t.2.



Hackenwerfen⁽¹⁴⁾. Zamrażanie wody morskiej też powoduje obłamywanie skał nadbrzeżnych; w szczelinach tych skał wsiała woda, która zamrażając i rozszerzając się odrywa kawałki skalne.

Wiatry pustyni przenoszą piasek oderwany i uderzając nim o spotykane w drodze skały nadgryzają je. Korrozja zależy od wielkości ziaren i siły uderzeń, twardości nie grozi wielkiej roli, gdyż bardziej miękkie cząstki mogą nagryzać twardsze od siebie skały. Korrozja zatem przystosowała się w pustyni do wietrzenia i wspólnie z nim wywiera działanie niszczące. Zwyczajnie pustynia jest płaską wyżyną, które obniża się w jakimś miejscu (jednak o tyle tylko, że tam jest wyżyna). Na niższej wyżynie⁽¹⁵⁾ wznoszą się pagórki zwane żwiadkami,⁽¹⁵⁾ a uwarstwione

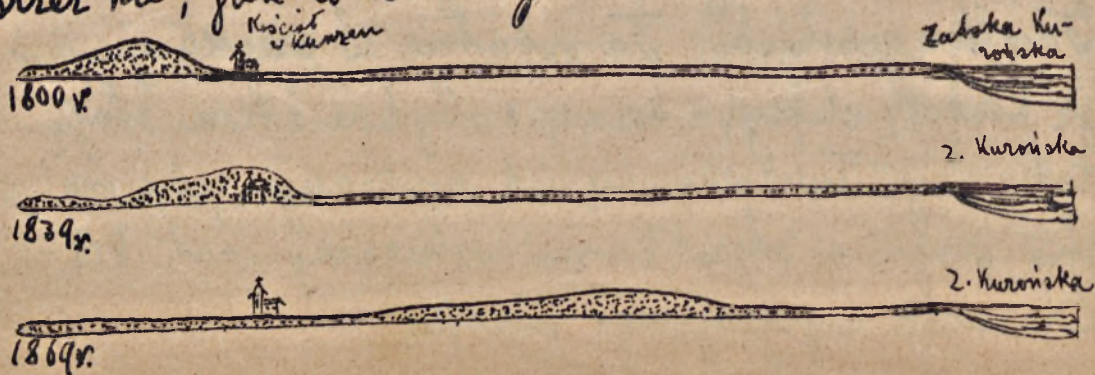


tak, jak wyżyna przyległa⁽¹⁴⁾. Żwiadki dowodzą, że powierzchnia pustyni w miejscach b b była wyższą i dorównywała obok położonej wyżynie a a.

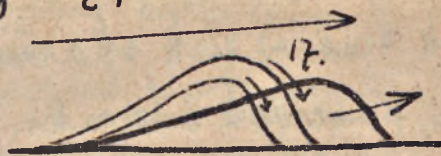
Działaniem korrozji zawdzięczamy odkształcanie głazów kanciastych, również jak głazików t. r. Facettengeschick. Te ostatnie w przekroju mają kształt elipsy, a na niej z obydwu stron stoją tetraedry. Tworzenie się ich wskazuje schemat, przy czym strzałkami wskazany jest kierunek nagryzającego piasku.



Transport wiatrowy ma nierównie doniosłe znaczenie w pustyni i na brzegu morskim. Wiatr porusza nawet większe kawałki skalne, rozcierając je po drodze; jedynie kwarc, jako twardy, zostaje. Najdrobniejszy pył i piasek wędruje najdalej unosząc się w powietrzu, a większe okruchy toczą się po piasku. Zwyczajnie pustynia składa się z dwóch obszarów: jeden z nich ma powierzchnię nierówną, kamienistą, drugi pokryty jest piaskiem i pyłem kwarcowym. Obrymą równinę piaskową urozmaicają pasy dune i przesypów, składające się z wyrwanego piasku. Dłuny bywają wysokie na 100, a nawet 200 metrów i mają charakterystyczne dla nich, niesymetryczne zbocza. Jedno nachylone bywa pod kątem 5° - 15° , a drugie około 45° . Tłaskie zbocze jest twarde, gdyż po nim wstarcie się piasek i ugniata go, a na stromym piasek jest sypki. Dłuny nie są zjawiskiem statycznym i posuwają się w kierunku stoku stromego, rocznie przeciętnie o kilka metrów. Może ona zasypywać spotykane na swej drodze budynki, a nawet przejść przez nie, jak to wskazuje schemat.⁽¹⁶⁾



Wiatr wtaera piasek po stoku łagodnym na
wierzchołek, a stamtąd zsypuje się, skutkiem
czego diuna posuwa się naprzód. (17)



W piaskach i pomiędzy diunami
mogą się gubić i wysychać nawet takie rzeki,
jak Larianwszan, bowiem rzeka nie mogąc sobie
wyrobić odpowiedniego koryta wlotnych piaskach,
dzieli się na ogromną ilość łach, z których woda mo-
że łatwiej wyparować, wsiąknąć, lub być zasypana.

Breg morza również jest podatny do deflacji.
przyniesiony przez przypływ piasek schnie i wy-
toczony bywa na ląd, gdzie też tworzy diuny. Pra-
wie całe zachodnie wybrzeża Europy ustrojone są
w pasy diun, które zaczynają się w okolicach Ga-
ronny i ciągną się z matemi przerwami aż do Pe-
tersburga prawie. Ciekawą jest rzecz, że ruch postę-
powy diun w Europie istnieje dopiero od lat 400^{tych}.

Diuny nadmorskie też wyrządzą wielkie szkody,
zasypując bądź wille nadmorskie, bądź to lasy, przy-
czem w miarę wygrabyswania lasów ruch diun zwiększa
się. Ruch diun można wstrzymać sadząc na stokach
rośliny, mogące rosnąć na piasku, a gdy te wykwoszą
jakaśkolwiek glebę, sadzić można sosny. Wystarczyło
jednak niekiedy przeprowadzić drogę przez diunę, aby
ta znów swój ruch odzyskała.

Wykład 5^{ty} 14/xi.

Na drodze diun porostają jeziora. Piasek zdja-

genetyzowany daje początek piaskowcom. Pochylenie wiatrowe piaskowców stwierdzają takie fakty, jak brak w nich skamieniałości, utawienie przekątne, kanciaste oberaki powstałe dzięki rylfowaniu przez piasek, pokrycie ich lakierem pustynnym. Osady powstające dzięki działaniu wiatru noszą miano eolicznych.

Wiatr wiejący ponad pustynią porzyna ze sobą piasek, bardzo drobne ziarna może przewozić nawet poza obszar pustyni. Z tego powodu miejscowości leżące w sąsiedztwie pustyni są terenem burz pyłowych, a nawet prawie zawsze są zapylone. Np. na wybrzeżach zachodniej Afryki nad Atlantykiem unoszą się olbrzymie ilości t. z. czerwonego pyłu passatowego, przynieszonego przez passaty z Sahary. Osadzając, pył pustyniowy tworzy nowe skały - eoliczne, złożone z bardzo małych ziarenek. Richtshofen, badając osadzenie się pyłu przynieszonego z pustyni Gobi, przekonał się, że pył pustyniowy nie może się osadzić w miejscach gładkich, albowiem pierwszy wiatr zabierze go stamtąd ze sobą. Jeżeli jednak pył padnie na murawę, i dółta roślin zabrymują go i nie może być zwiany. W taki sposób powstaje löss, składający się przeważnie z glinki i krzemionki z przewagą SiO_2 . Pokłady lössu w Chinach są na setki i metry grubo, każdy stromelek z łatwością

wyżłabia w nich głęboką dolinę, o stronnych pionowych bokach, co jest charakterystyczną cechą lössu, zarówno jak kanaliki, kukietki lössowe i skupienia wapniowe. Kanaliki są pozostałościami po idźłach roślinnych, pomiędzy którymi löss się osadzał. Wartość szwy lössu ciągną się w Europie po przez stepy i obniżenie czarnoziemny Rosji, a nas grunta lössowe występują w południowej części gubernii lubelskiej i w powiecie Sandomierskim gubernii Radomskiej. Löss ma wielką wartość rolniczą, albowiem ogromną ilość kanalików czyni go glebą przepuszczalną zarówno dla wody, jak i dla powietrza. Ziódłami lössu są pustynie.

II. Groźja. Woda występuje wszędzie na globie w ilościach dość wielkich (wyjątek stanowią pustynie). Cała ilość wody jest w ustawicznej cyrkulacji. Woda spada na ziemię w stanie stałym lub płynnym może ulec następującym zmianom swej konsystencji lub miejsca: 1) może wyparować, 2) spływać do morza za pośrednictwem strumieni lub rzek, 3) wsiąknąć w głąb ziemi. Stosunek ilościowy tych przeobrażeń jest rozmaity i zależy od ilości opadu i stosunków miejscowych. Wogóle im intensywniejsze opady, tym większa ilość wody spływa po powierzchni ziemi, lecz w krajach gorących stosunkowo dużo wody paruje i t.p. Przeciętnie 50% spadłej wody spływa, 25% paruje i tyle wsiąka.

Wieklenie chemiczne skal t.j. zmiany chemicznej

natury zachodzące w nich przed zmianami mechanicznymi zawieszamy w znacznej mierze wodzie. Woda kryształnie wywołuje wielkich zmian w skałach, potężnym czynnikiem wietrzenia chemicznego staje się dopiero wtedy, gdy zawiera w sobie rozpuszczone pewne domieszki. Wody chemicznie kryształ zupełnie niema w przyrodzie, gdyż zawsze są w niej rozpuszczone różne substancje, z których najczęściej - dwutlenek węgla (bardzo dobrze w wodzie rozpuszczalny) i kwas azotowy, tworzący się w powietrzu w czasie wyładowań elektrycznych i spadający z deszczem.

W każdej prawie skale wsiaka woda w takiej ilości, że poniżej pewnego poziomu skała jest wodą nasyconą, poziom ten nazywa się poziomem wód gruntowych. Jeżeli infiltrowuje się (wsiaka) taka ilość wody, która przesyca skałę, to ilość przesycająca spływa po poziomie wód gruntowych i tworzy źródła. W czasie posuchy poziom wód podnosi się wyżej. Dzięki infiltrowanej się wodzie w górnych warstwach zachodzą zmiany chemiczne i posuwają się wciąż niżej.

Najłatwiej rozpuszcza się w wodzie sól kamienna (sól), trudniej gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), gdyż 1 gram w 450 wody. Ale bez względu na to woda jest w stanie rozpuszczenia i wynieść takie ilości gipsu, że utworzą się jaskinie, te zaś mogą się zapadać, co stwierdza się na powierzchni ziemi t.ż. lekkie gipsowe. Wapniak (CaCO_3) w wodzie kryształ jest prawie nierozpuszczalny, lecz woda zawie-

rozpuszczalna CO_2 przekształca go w kwasiny węglan wapniowy, rozpuszczalny bez porównania łatwiej.

Ciekawym jest jeszcze wietrzenie złożone. Metale lekkie z CO_2 dają węglany tych metali. Krzemiany w skład których wchodzi wapi, tlenki żelaza i metali lekkich przekształcają się (kaolinizują) w kaolin, składający się z gliny, krzemionki i wody, a ile zaś są do mieszkki żelaza, lub innych minerałów, to produkt kaolinizacji nosi miano gliny. W tych wszystkich procesach krzemionka nie ulega żadnym zmianom chemicznym, a żelazo zostaje wyłączone jako węglan żelazowy, a później stracone w postaci wodorotlenków żelazowych. Woda łączy tlenki żelaza, które tracąc CO_2 przekształcają się w związki żelazowe.

Bunsen, Bischof i Roth sformułowali prawa przemiany minerałów. Zdaniem tych ueronych pomiędzy minerałami zachodzi ustawnienie „walka o byt”, rezultatem której jest zachowanie się minerałów trudno rozpuszczalnych. Kwarc i glina są końcowym stadium procesu wietrzenia.

Formy wietrzenia mogą być najrozmaitsze, a produktami zarówno margle loślawcowe, jak glina, piasek lub glazy. Warstwy podległe wietrzeniu mają u dołu barwę szarawo-niebieską, a u góry czerwona dzięki obecności tlenków żelazowych, utworzonych z żelazowych przez utlenianie. Jeżeli w dolnych warstwach jest wapno, to niema go u górnych, gdyż zostało ono

wyślukane. Drobne różnice w konsystencji skał powodują dziwne powierzchnie wietrzenia.¹² U nas wietrzenie odbywa się inaczej nieco, niż w strefach zwrotnikowych, gdzie woda zawiera większą ilość

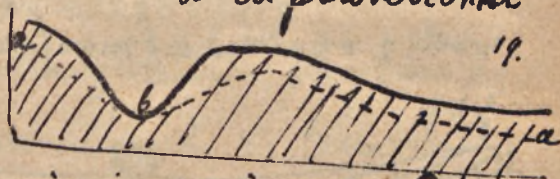


HNO_3 , dzięki czemu wietrzenie chemiczne jest tam bardziej intensywne. Zmieszanie produktów wietrzenia utrudnia bujną roślinność zwrotnikową, wskutek czego pozostają one na miejscu (wietrzenie kumulatywne). Produkty wietrzenia u nas mają zaledwie parę centymetrów grubości, gdyż np. na Dekanie dochodzą do 200 metrów.

Właściwością wietrzenia chemicznego w strefach zwrotnikowych jest produkt zwany od swej barwy laterytem (later = cegła). W skład jego wchodzi 35-50% tlenków żelazowych, lecz skład laterytu nie jest określony. Wszystkie skały mogą się przekształcać w lateryt, co zależy od kwasu azotowego (HNO_3). Ziwny Terai na brzegu Koromandelskim złożone są z laterytu.

Zśród organizmów czynnikami wietrzenia mogą być porosty, osiedlające się na wszelkich powierzchniach. (Na łanie Werwojusza po 5-6 latach osiadły porosty) Mechaniczne działanie mogą wywierać rośliny np. za pomocą korzeni rozpychających szczeliny skalne. Krety, myszy i dziurki również grają tu pewną rolę, szczególnie przy tworzeniu się gleby.

Pomiędzy dopływem i odpływem wód gruntowych zachodzi stan równowagi; poziom wód gruntowych zależy od stosunku pomiędzy dopływem i odpływem przytem odpływ będzie taki, jak przyptyw. Poziom zatem jest nie-
stały i przedstawia wypadkową dopływów i odpływów. Wody gruntowe spływają z wyższego poziomu ku niższemu, a poziom stosuje się do kształtu powierzchni⁽¹⁹⁾ i jest wyższy w miejscach położonych wyżej⁽²⁰⁾ niż w dolinach⁽¹⁹⁾. Dzięki temu stosowaniu się poziomu wód gruntowych do powierzchni ziemi rzeki nie wsiakają, gdyż płyną one na poziomie wód gruntowych. Zosta podskir-
na, nie mogą przejść przez warstwę nieprzepuszczalną, wzdłuż drogi na zewnątrz i wypływa, tworząc źródło. Najpospolitszy typ źródła przedstawiony jest na rys. 20, gdzie linia kropkowana przedstawia poziom wód gruntowych. Gdy poziom wód gruntowych leży tuż pod powierzchnią ziemi to mogą tworzyć się bagna, torfowiska lub też naraz wiele źródeł.

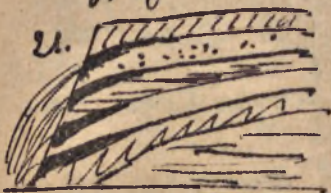


19.



20.

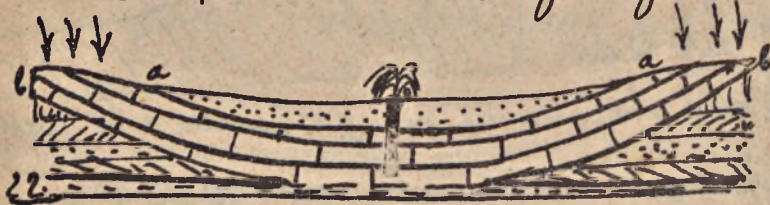
Woda filtruje się najlepiej w szczelinach pomiędzy warstwami, gdy warstwy utykają woda wypływa naraz ze wszystkich międzywarstw, tworząc źródła⁽²¹⁾. W wypadku dostatecznie wielkich i w różnych kierunkach ciągnących się szczelin, może wyka-



21.

Kiśwai nagle cała rzeka, jak np. w utworach karstowych Bosni.

Wody arteryjskie są też wodami gruntowymi, ale są one pod ciśnieniem hydrostatycznym. Wody arteryjskie znajdują się pod warstwami nieprzepuszczalnymi, a woda w nich zbiera się z miejscowości oddległych, w których warstwy wodonośne bezpośrednio wychodzą na powierzchnię ziemi i czerpią wodę z opadów atmosferycznych.⁽¹¹⁾ Miejsca w których

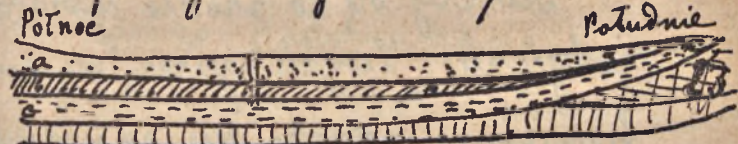


warstwy wodonośne leżą na powierzchni, położone są

wyżej niż te, na których omawiane warstwy leżą pod warstwami przepuszczalnymi i nieprzepuszczalnymi. Takie ułożenie warunkuje istnienie ciśnienia hydrostatycznego i w wypadku wywiercenia otworu świdrowego dochodzącego do warstw wodonośnych, woda wznieśli się do swego poziomu i może nawet wystąpić w kształcie fontanny, a to w wypadku, gdy te części warstw, w które infiltruje się woda, położone są wyżej, niżeli poziom studni arteryjskiej⁽¹²⁾.

W studniach arteryjskich Warszawy, woda do powierzchni ziemi nie dochodzi, na Pradze zaś bije, jak fontanna. Dzieje się to wskutek tego, że Praga nie jest położona i wody arteryjskie płynące pod warstwą pskanych skał mają swój poziom na wysokości Piardomia, gdzie wychodzą na powierzchnię ziemi.

Wody Sahary istnienie swe zawdziękuje ~~istotom~~
arteryjjskiem, w nieprzebrane ilości których obfituje
Sahara. Budowa jej geologiczna jest nadzwyczaj prosta,^(2,3)
mianowicie pod piaskiem pustyniowym^(a) leży warstwa

piaskowa^(b), a pod tym  wody arteryjjskie in-
filtrujące się w bogatych w opady strefach zwrotniko-
wych, w Sudanie i okolicach jeziora Tsade.

Większość źródeł ma stałą temperaturę, przytem je-
żeli woda wychodzi z głębokości niewielkich to temperatu-
ra wody odpowiada średniej temperaturze roku danej miej-
scowości (u nas $+8^{\circ}\text{C}$). Źródła arteryjjskie mają tempera-
turę wyższą.

W wodzie krążącej pod ziemią zachodzą procesy
mineralizacji; woda zawierająca węgiel wapnia (CaCO_3) na-
zywa się twardą i po odparowaniu porostawia osad
t.j. kamień nawarowy. Stopień twardości wody (zawar-
tości CaCO_3) określa się w procentach strąconego na pod-
stawie przerzniętą mydła. Inne ciała znajdują się
w wodach mineralnych w ilościach mniejszych; np. NaCl
(sól kuchenna) u nas w Liechocinku jest w roztworze
wielki wypływający z warstw trzaskawych 4%.
Stosunkowo wiele rozpuszczonego gipsu (CaSO_4) jest w wo-
dach trzaskawych. Węgiel wapnia (CaCO_3) tracąc dwu-
tlenek węgla (CO_2) przechodzi w tuf (martwicę wapien-
ną). Tufy takie tworzą nieraz kamienie nawarowych
i wyciekają nawet w dużych ilościach np. kamień orpud-

Ławy. Oprócz tych bardzo pospolitych domieszek mineralnych wody mineralne zawierają wiele innych np. metale lekkie. Najwięcej mineralów w roztworze wynoszą źródła posiadające wyższą temperaturę.

Geizery są to źródła gorące, które wybuchają periodycznie. Zwykle geizer ma kontakt stożka z zagłębieniem na wierzchołku; ze środka zagłębienia zwanego też miską opuszcza się kanał pionowy głęboki na 20-30 m. Woda normalnie wypełnia miskę i posiada temperaturę około $+85^{\circ}$. Poziom wody na środku wydyma się, wychodząc pod niego pschere powietrza, aż nagle następuje gwałtowny wybuch wyrzucający stęp wody na kilkadziesiąt metrów wysokości. Po tym wybuchu następuje parę mniejszych. Całe zjawisko trwa kilka minut po czym następuje spokój, lecz woda miski nie zapetnia, a dopiero stopniowo podnosi się i w końcu dosięga poziomu, na którym była przed wybuchem. Typową krainą geizerów jest Islandja, najniższy zśród jej geizerów nosi nazwę Wielkiego, średni kanał wynosi $2\frac{1}{2}$ m., a stęp wyrzucanej wody dochodzi 80 m; wybuchu raz na dobę. Inny geizer strukturalnie ciekawy jest z tego powodu, że można w nim sztucznie wywołać wybuch, zapychając wroconemi kamieniami zwężoną część jego kanału. Stożek geizeru utworzony jest z tufu krzemionkowego, a tę wynosi woda z geizerów. Zjawiska nawarowe szczególnie uwidaczniają się na Nowej Zelandji. Nawar mogą osadzać wodorosty, a

w geizerach mogą żyć nawet pewne rośliny. Nierównie piękna i ciekawa krajina geizeryś jest Nowa Zelandja. W dolinie Waikato koło Okaraikorako znajduje się ogromna ilość źródeł gorących. Gorąca woda źródeł i geizeryś zasila jezioro Rotamahana. Do osłabienia jeziora należą woda ciepła i nagromadzona w obrzeżach ilościach marmura wapienna, tworząca tarasy. Niszczący wybuch Tarawera w r. 1886 zburzył do znacznego stopnia tę piękną krajinę i obecnie najpiękniejszą miejscowością tego typu jest Yellowstone-Park w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Wśród różnych teorii geizeryś najprawdopodobniejszą jest teoria Bunsena. Uważa on za obserwowane, że temperatura wody na różnych głębokościach nie dochodzi do temperatury wrzenia (im głębiej, tym ciśnienie większe, a więc i temp. wrzenia wyższa) o czem daje pojęcie następująca tabliczka.

Głębokość w metrach	Temp. wody.	Temp. wrzenia na tej głęb.
3,3	85,5	107
8,1	110	116.
13	121,8	123
18	124	130
22,5	126	136.

A więc możliwym jest tylko przypuszczenie że woda wrze zaśnie w punkcie, gdzie posiada najmniejszą różnicę pomiędzy temp. istotną i temp. wrzenia. Zachodzi to w pobliżu 123°. Jeżeli woda przez rozszerzalność

¹ Najważniejszym geizerem jest Tatarata.

Siedziologia. Ark. 47.

lub wydzielanie pschoryksów powietrza podniesie się nieco w pobliżu tego punktu, to łatwo dojdzie może do temperatury wrzenia. Wzrasta woda wytwarza parę, ta podnosi do góry wyższe warstwy wody, co znowś powoduje ich wrzenie i w jednej chwili powstaje wybuch. Że tam mianowicie (24 pp), a nie gdzieś w głębi leży źródło wybuchu, o tym świadczy fakt, że termometr umieszczony na dnie geireru podczas wybuchu nie został wyrzucony, ani nawet zmieszony.



Jaskinie pierwotne powstają wskutek wietrzenia chemicznego, najczęściej w wapieniach. Woda rozpuszcza i w takim stanie wynosi skalę, porostawiając pustkę. Jaskinia rośnie doład, dokąd cyrkuluje w niej woda, po czem zaczyna się zarastanie z pomocą stalaktytów i stalagmitów. Przesączająca się przez skały (tworzące jaskinie) woda zawiera w sobie węglan wapnia ($CaCO_3$); u stropu każda kropla wody zatrzymuje się czas jakiś zanim spadnie; w tym czasie część wody paruje, a z tego powodu znikoma ilość $CaCO_3$ osadza się u góry. Woda spadła też paruje, osadzając węglan wapnia. Jeżeli ten proces trwa długo, to rezultatem będzie wytworzenie się sopli wapienych u góry (stalaktyty) i kolumn u dołu (stalagmity). Stalaktyty mogą łączyć się ze stalagmitami, tworząc małe i duże naturalne podbory jaskini, jak np. stygna gro-

ta w Aggtelek.

Wody spływające po powierzchni ziemi nabywają wycierając działanie mechaniczne, poruwając cząsteczki skalne. Wody spadłe z atmosfery najrzadziej nie mogą spływać po liniach prostych w kierunku obniżenia gruntu, a spotykając po drodze twarde materiały zmurszone są omijają je kręgiem, skutkiem czego bardzo często zlewają się. Taki system rowków nazywany różnym w odróżnieniu od systemu rowków równoległych. Erozja tego rodzaju działa tylko na materiały miękkie. Wody niezbierające się w koryta, a spływające w wielkiej ilości po gwałtownej ukwie tworzą t.z. dzikie potoki. Potoki górskie wężyle, a w szeregiłności dzikie oznaczają się wielką siłą niszczenia (np. narwany zostaty rozmyte przez takie potoki). Nad biegnącym z olbrzymią szybkością potokiem wytwarza się przed powietrzem, wywierający również działanie niszczenia. W celu zmniejszenia tej siły budują w korytach dzikich potoków tamy poprzeczne, zwalniające ich przed.

Wyłączenie tylko mechanicznemu działaniu wody przypisać należy tworzenie piramid ziemnych.⁽²⁵⁾

25.

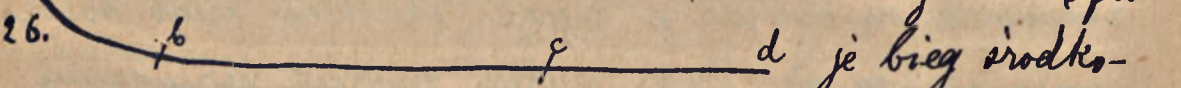


Zwykle powstają one na zboczach dolin morenowych⁽²⁶⁾, składających się z

miękkiego materiału, pomiędzy którym rozrzucone są

bloki kamienne; woda usunęła części miękkie porost-
wiająca kolumny, na wierzchołkach których leżą bloki ka-
mienne.

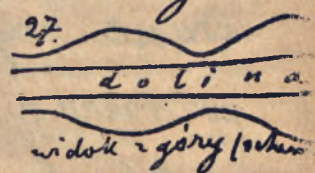
Wody płynące stale narywają się rzekami, pro-
fil podłówny^{ab} wykazuje silny spadek tylko na nie-
wielkiej przestrzeni, która nosi nazwę biegu górnego.^{ab}
a

26.  dalej następu-
je bieg środko-
wy^{bc} o spadku niewielkim i w pobliżu ujścia - dolny^{cd}.
Im w rzece mniej wody, tym spadek łagodniejszy.
Gdy koryto rzeki jest nierówne i profil przedsta-
wia tarasy, to występują wodospady lub poroży,
co świadczy o niedawnym przechwileniu rzeki, któ-
ra nierównością jeziora swego koryta dostatecznie
wyrównała.

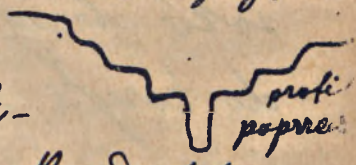
Wykład 7^o 5/xii.

W biegu górnym erozja idzie w głąb, w dol-
nym zaś i średnim przeważnie na boki. W bie-
gu górnym rzeka zdolna jest wyrobić bar-
dzo głębokie a wąskie doliny. Typowym przy-
kładem takich dolin, zwanych kanjonami
(cañon) jest dolina rzeki Kolorado w Ameryce
Rzeka przepływa przez pustynie, na któ-
rej opady atmosferyczne są b. rzadkie,
skutkiem czego Kolorado nie przyjmuje
dopływów, ani też nie bywa zasilana wo-
dą wprost z atmosfery. Tripski tenże boki

nie ulegają niszczeniu i brzegi dolin są strome, prawie pionowe, a sięgające 2.000 do 3.000 stóp głębokości. Wiatry pustyni są w stanie tylko do pewnego stopnia niszczyć brzegi, mają one na nich punkt zaczepu i unosząc materiał miękki tworzą szeregi tarasów półkulistych wzdłuż kanjonu²⁷. Takie ukształ-



owanie tarasów wskazuje na to, iż powstały one skutkiem deflacji, a nie erozji. U nastę-



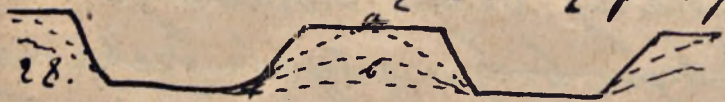
powym kanjonem jest dolina Bradnika, względnie tegoż niej stoki wytworzyły się skutkiem działania wiatru i atmosferycznis.

Kanjony są cechą biegu górnego, gdzie rzeka w przekroju poprzecznym ma kształt v.

Profil poprzeczny biegu środkowego ma kształt u. W tym biegu zwykle rzeka nie zajmuje całego koryta, a tylko jego oś, całe koryto zajęte bywa w czasie przyboru wody, ewentualnie wylewu. Rzek niewylewających jest niewiele, zwykle przepływają one przez jeziora, które wtedy odgrywają rolę regulatorów biegu. Przykładem może służyć Niewa; Ren choć przepływa przez jezioro (Boeden), jednak nie stosuje się do tej reguły, gdyż po przejściu przez nie przyjmuje znaczne dopływy. Lożyisko zajęte przez rzekę w czasie

rozlewów narzuca się większym, Łożytko w którym
 wody tarcą się normalnie - mniejszym. Łożytko
 zależy od maximum ilości wody, a nie ilości
 normalnej; względnie najmniejsze koryta
 mają te rzeki, które niosą zawsze jednakową
 ilość wody. Brzegi rzeki będąc wciąż podmy-
 wane zapadają się, Łożytko wskutek tego
 rozszerza się. Wody deszczowe zmywają wy-
 sokie brzegi znosząc oderwany materiał
 do koryta, skąd zostaje porwany przez nurt
 i przeniesiony dalej.

Doliny rzek mają tym łagodniejsze sto-
 ki, im dłużej działata denudacja, ⁽²⁸⁾ a w końcu
 tworzą się pomiędzy rzekami wzgórze, sta-
 nowiące dział ⁽²⁹⁾ ^(całkowicie) ^{skale zniża:} się,
 tworząc równinę zwaną peneplain. ⁽³⁰⁾ W czasie



przyboru rzeki
 na wielką skalę

odbywa się sedymentacja mułu, nierównole-
 urodzajnego u nas t.z. mady. Maximum szyb-
 kości wody w rzece płynącej prosto przypada w
 środku koryta ⁽³¹⁾, nieco powyżej powierzchni,
 im od tego miejsca dalej, tym nurt mniej-
 szy; najmniejsza szybkość jest ⁽³²⁾
 na dnie i brzegach, a to z po-
 wodu tarcia ⁽³³⁾. W rzekach tworzących wygię-
 cia ⁽³⁴⁾ (meandry) max. szybkości przypada na brzeg

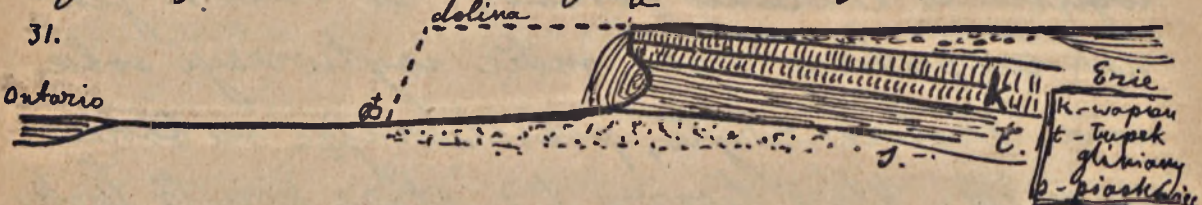


wklęsty, a gdy minimum na brzeg wypukły. Kierunek
 ki odzwierciadla jej bieg, wyjęcia, ale
 je przesadza, jak wskazuje schemat³⁰.
 Erozja koncentruje się na brzegach wklę-
 tych, na wypukłych zaś osadzanie ma-
 terjałów, co powoduje jęzore większe
 wyjęcia w kurtacie podkawy. W takim jed-
 nak wypadku rzeka może wytworzyć sobie
 nowe krótsze koryto, porostawiając na boku
 wyjęcia, które tworzą t.z. stare koryta, Łachy.
 Wogóle rzeki dążą do wydłużenia koryta i ob-
 niżenia spadku. Wydłużenie koryta jest wy-
 padkową dwóch sił: 1) sedymentacji; 2) erozji.
 Transport w biegu środkowym odbywa
 się na wielką skalę, przytem najczęściej
 bywają przenoszone niewielkie okruchy skal-
 ne, żwir; ten ostatni tworzy niekiedy ta-
 wice żwirowe, posuwające się naprzód (na
 Renie z szybkością 200 m. na rok).



Łożyisko rzeki może się nagle obniżać; two-
 rząc wodospad, lub poroży, gdy jest nierów-
 ne. Woda spadająca niekiedy ze znacznej wy-
 sokości, wywiera znaczne działanie erozyjne;
 wytwarza wiry, podrywające ściany wodo-
 spadu, skutkiem czego nawisające skały ob-
 rzuwają się; wodospad cofa się wstecz w górę
 rzeki. Klasyernym tego rodzaju przykładem

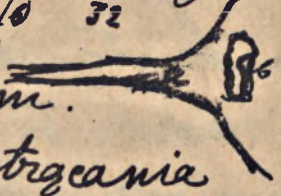
jest wodospad Niagara^(31a); na podstawie badań nad jego cofaniem się próbowano obliczyć jak dawno był okres lodowcowy. W okresie Symjeriora Erie i Ontario pokryte były całym lodowym, więc wodospad mógł dopiero wtedy zacząć się cofać, gdy lodowce pokrywające jeziora roztopiły się. Cofający się wo-



dospad porostawia kanjon - wąską dolinę^(3a) na całej swej drodze, skąd wiadomo, gdzie był wodospad⁽³¹⁾, gdy wody Erie zaczęły przelewać się do Ontario. Należało przeto zaobserwować na ile metrów zwrócić cofa się wodospad; przez tę liczbę podzielić odległość od miejsca pierwotnego wodospadu, aby obliczyć jak dawno był okres lodowcowy. Cyfry tą drogą otrzymane wynoszą 35.000 do 70.000 lat. Wyliczenie to nie jest łatwym, gdyż Niagara cofa się z inną szybkością po stronie kanadyjskiej, niżeli po drugiej.

Bieg dolny jest biegiem osadzania materiałów, woda niesie najdrobniejszy pyłek, który będąc osadzony tworzy nierównie wrodzajną glebę (u nas Żuławy). Ujście rzeki może tworzyć rozszerzony lejek - estuarjum^{32a}, w głąb

którego morze wyszła we wody. W estuarjach
 niema osadów rzecznych, zato przed ich wy-
 lotem tworzy się wał podwodny¹⁰ 32
 przegradzający w poprzek estuarjum.



Waty te tworzą się skutkiem strącania
 zawiesin przez rozpuszczone w wodzie
 morskiej sole. Delta przy ujściu rzeki
 tworzy się wtedy, gdy ląd zajmuje obsza-
 ry morskie, ląd „przyniesiony” przez
 rzekę, gdyż cała delta jest osadzoną mu-
 tem rzeczonym. Obszary delt są bardzo zmienn-
 ne, albowiem zmiennymi są warunki osa-
 dzenia. Niekiedy na deltach tworzą się flotne
 stożki, z których wydostają się węglowodory
 (najczęściej metan CH_4), tworzące się wskutek gni-
 cia i rozkładu substancji organicznych. Deltę
 i estuarję są zjawiskami wzajemnie się wy-
 kluerającymi, powodując je nie tylko przy-
 czynny lokalne, ale i przesuwanie się linii
 brzegowej. Estuarję są dolinami rajetami
 przez morze, w deltach ląd wchodzi na
 ustępujące morze, pierwsze idą w parze
 z ujemnym ruchem lądu, drugie z dodatnim.
 Estuarja występują tam, gdzie podwyższa
 się poziom morza, lub obniża ląd,
 delty odwrotnie, tam gdzie ląd się podno-
 si, a poziom morza obniża.

III Egzarracja. Śnieg spadły w szerokościach umiarkowanych na równinach lub równiach, nie wywołuje drżania niszczącego wiele większego, niżeli deszcz. W szerokościach umiarkowanych jak np. u nas śniegu pada znacznie mniej, niżeli strona jest zdolne stopie, są jednak takie miejsca, gdzie średnia temperatura roczna nie wystarcza do stopienia spadłego śniegu skutkiem czego śniegi nagromadzają się z roku na rok. W szer. umiarkowanych dzieje się to wyjątkowo na górach. Linja powyżej której nie wystarcza średniej rocznej temp. do stopienia spadłego tam śniegu nazywaną linią śniegową. Wysokość jej zależy od: 1) szerokości geograficznej, 2) wysokości nad poziomem morza i 3) ilości spadającego śniegu, bowiem im więcej śniegu spada, tym wyższą musi być średnia temperatura roczna, wystarczająca do stopienia spadłego śniegu. Pod równikiem linja śniegowa znajduje się najwyżej (5000m); w Himalajach na stokach południowych jest o 1000 m. niżej, niżeli na północnych. To dziwne na pozór zjawisko stanie się zrozumiałym skoro uprzytomnimy sobie, że południowe wiatry wilgotne osadzają na stokach południowych śnieg, gdy wiatry północne suche nie mogą na tamtej stronie wiele śniegu osadzić, pomimo niższej temperatury.

W górach nagromadzone w wielkich ilościach śniegi tworzą lawiny, a te urysując się spadają w doliny. Lawiny tworzą się na podłożu płaskim i mają nawet swe stałe drogi t. z. dolawinowe.

Gdy śnieg gromadzi się w zagłębieniach, to tworzy lodowce - utwory mające doniosłe znaczenie geologiczne. Lodowce mogą powstać wtedy, gdy na wierzchołkach jest śnieg i nie może stać się w postaci lawin. W ciepłe słoneczne dni górne warstwy śniegu topią się, utworzona w ten sposób woda wsiąka w warstwy głębsze i tam powtórnie zamarza.

Ponieważ jednak w górach śnieg pada w postaci suchych guzdek, które tam w głębi tworzą jądra krystaliczne dla powolnie zamarzającej wody, więc woda ta zamarza w postaci brytek lodowych, tworząc warstwy lodową zwaną firnem (névé). Na powierzchni pola firnowego zwykle leży śnieg, głębiej firn drobnoziarnisty, niżej gruboziarnisty, a na samym spodzie warstwa błękitnego lodu.

Pole firnowe³³ położone jest w dolinie, która ma wyjście opuszczające się, a będące toryskiem jeziora lodowcowego.^(a) Łatem lodowice składa się z dwóch części: z górnej - pola firnowego, gdzie dzieje się akumulacja i dolnej - jeziora lodowco-



wego, która jest obszarem ablacji. Jezior lodowca spumiera się poniżej granicy drzew a tam topiąc się daje początek rzekom.

Wykład 8^{ty} 12^{ty} XII

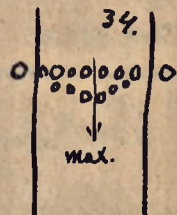
Poza głównym jeziorom z pola firnowego wiszą niekiedy mniejsze i większe lawiny z różnych stron i odłamując się spadają. Pole firnowe ma się do swego jeziora jak 3:1, w lodowcach alpejskich stosunek ten zmienia się na 15:1, a nawet 18:1, w każdym razie obszar akumulacji jest znacznie większy, niż właściwy lodowiec. Największym zśród lodowców alpejskich jest Aletsch o jeziorze 24 km. długim, słynny Mer de Glace jest o połowę krótszy. W Tatrach lodowców niema pomimo, iż najwyższe szczyty przechodzą wysokością 2800 m. (Lomnica, Gierlach). Ukształtowanie tych gór nie pozwala na wytworzenie się pola firnowego, niema w nich wysoko potoczonych kotlin, na których mogłyby się nagromadzać materiały.

Ogromne lodowce znajdują się na półwyspie Skandynawskim, szczególnie w Norwegji, gdzie panuje niska temperatura i znaczne opady. Te pomysłne warunki sprawiają taki wzrost lodowców, że są one przejściem od lodowców typu alpejskiego, do lodu lodowca. Typowym

lodowcem jest tam Jostedalabne, położony nie w kotlinie firnawej, a na rozległej płaskowyzynie, wznoszącej się ponad linię iniegową, z której jak promienie rozchodzi się w różne strony jezory lodowe. Największe lodowce spotykane były w Himalajach i Kuen-Lun, tam znane są jezory po 60 km. długie, a więc przeważnie dwa razy dłuższe od największych europejskich.

Jezor lodowca sptywa pomiędzy obrzary zalesione, poniżej linii iniegowej, gdzie topi się dając początek potokom lub rzekom, wypływającym z pod czoła lodowca.

Dawno już zauważono, że czoło lodowca stoi na miejscu, pomimo tego, iż ciągle się topi. To dziwne zjawisko najzupełniej zostało wytłumaczone, gdy Saussure spostrzegł ruch lodowców, sptywanie ich z pola firnawego w doliny. Ruch lodowca łatwo się daje zaobserwować, jeżeli w poprzek lodowca ułożymy szereg kamieni, jak to czynił Saussure. Po upływie pewnego czasu zauważył on, że kamienie przesunęły się w dół lodowca, przytem przesuwanie ich było nierównomierne, kamienie leżące na środku lodowca przesunęły się najdalej, a leżące na



brzegach najmniej. Różniej robiono pomiary
szybkości ruchu lodowców z pomocą seistycznych
przyrządów i sprawdzono to samo. Maximum
ruchu leży na środku lodowca, minimum na
dniu i brzegach. Im większe jest pole firno-
we w stosunku do jeziora, tym prędzej po-
suwa się ten ostatni. Lodowce alpejskie po-
suwają się z szybkością 1-2 m. na dzień. Wle-
ci lodowca posuwają się szybciej niż w zimie,
w czasie której niskie temperatury czynią lod
mniej ruchliwym. Laussure^{m. hemat.} (że lodowce pły-
ną ssuwając się wskutek siły ciężkości, jak
woda w rzekach. Różniej przekonano się, że
pogląd Laussure'ego był błędny, a lodowce
płyną wskutek regelacji^{*)}). Dolne warstwy
lodowca podlegające znacznemu cisnie-
niu topią się, a woda przez wstawkate ka-
naliki, w tasiwce firnowej budowie lodu,
spływa niżej, gdzie natrafia na mniej-
sze ciśnienie zamarza ponownie. W taki
sposób drogą ciągłego topienia się i zamer-
zania posuwa się lodowiec.

^{*)} Lód topi się przy temperaturze 0° i 760 mm. cis-
nienia. W wypadku zwiększonego ciśnienia lód
może się topić przy niższej temp. i to przy tym
niższej, im wyższe ciśnienie. To właśnie lodu na-
zwała się regelacja.

Stok po którym płynie lodowiec może się
nagle urwać, tworząc niżej znów łagod-
nie spuszczające się podłoże. Z górnego to-
żyska odrywają się kawały lodu i spadają na
niższe żyzsko. Dzięki plastyczności lodu

35.



były odłamane zlewają się w
jednolitą masę lodowca, która
płynie dalej niżej nie róż-
niąc się od stanu w jakim była przed
spadkiem. Zjawisko to nosi nazwę lodospadu³⁵.

W razie mniej stromego spadku lodowiec
nie łamie się na kawały, lecz przegina two-
rząc na początku wygięcia głębokie szere-
liny, a przy końcu nasuwając się i gmo-
tąc powraca do stanu pierwotnego.⁽³⁶⁾



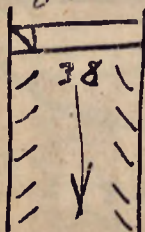
36.

Ten typ szereclin nosi naz-
wę poprzecznych w odróż-
nieniu od podłużnych,³⁷ któ-
re tworzą się, gdy lodowiec wypływa na niż-
sze żyzsko. Podobnie jak re-
ka, w takich wypadkach lód
rozlewa się wypełniając całą




37.

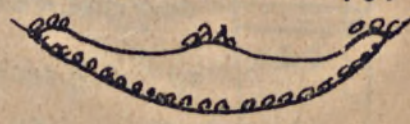
dolinę, lecz tworzy długie podłużne szerecli-
ny. Trzeci typ to szereliny diagonalne,³⁸
ciągące się po brzegach lodowca
w kierunku przeciwnym ruchowi
tegoż. Te szereliny powstają wsku-



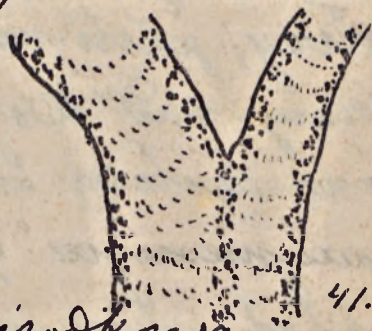
38.

tek rozciągania się lodu, spowodowanego nie-
równomierną na całej szerokości szybkością
ruchu lodowca.

Na całej długości lodowca  występują równoległe pasygi-
nane ciemne pasy t.z. pasy błotne³⁹. Przy-
czyną tych pasów są drobne cząstki mine-
ralne, leżące na lodowcach. Ciąta te jako ciem-
ne pochłaniają więcej promieni świetlnych,
niżeli otaczający je biały śnieg, a pochłonię-
te tym sposobem ciepło oddają leżącemu
pod nimi śniegowi, który topi się two-
rząc zagłębienia dla tych cząstek mine-
ralnych, które spowodowały topienie śnie-
gu. Po obydwu brzegach lodowca wzdłuż
całej jego długości ciągną się usypiska
mineralne, złożone z różnej wielkości
odłamków skalnych — są to moreny boerne³⁹.
Pochodzenie ich nie ulega najmniejszej
wątpliwości: są to odłamki skał otacza-
jących lodowiec, które w taki sposób zje-
żdzają na dół. Na przekroju poprzecznym
można zauważyć, że moreny boerne po-
łożone są nieco wyżej powierzchni lodowca⁴⁰.
Wielkie góry tworzące mo-
reny boerne pochłaniają
ciepło, a wskutek swej wielkości nie tylko



nie oddają jej lodowi, lecz zastaniają go od promieni słonecznych, skutkiem czego lodowiec na brzegach nie topi się. Powierzchnia lodowca wolna od moren topi się w takich warunkach i obniża, a brzegi pokryte morenami pozostają na dawnym poziomie. Jeżeli na lodowcu są i moreny środkowe to i na środku jest on podwyższony i ma wtedy w przekroju poprzecznym kształt podobny do schematu 40g. Moreny środkowe tworzą się po zlanieniu się lodowców, wówczas prawa morena lewego lodowca schodzi się z lewą prawego i po zupełnym zlanieniu się lodowców dwie te moreny boczne tworzą jedną morenę środkową.



Tercim typem moren są moreny dennokamienie wmarzniete w dolne, dennne warstwy lodowca. Wszystkie moreny wędrują w dół wraz z lodowcem i oswabdrzając się tworzą przed czołem lodowca olbrzymie wały głazów przyniesionych, t.j. morenę czołową. Czoło lodowca może tworzyć wyłot nad strumieniem, biorącym z niego początek, wyłoty tworzą groty lodowcowe, m. sc. po kilkanaście metrów szerokości.

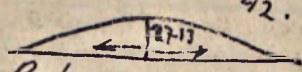
= 50 =

Lodowce płynące wywierają działanie niszczące na dno, które jest gładko wypolerowane, a na nim występują szeregi kres równoległych, ciągnących się wzdłuż dna. Te kresy są rysami lodowcowymi utworzonymi przez moreny dennie; głazy rysujące dno też przez nie porysowane zostały. Nad brzoźmi lodowców występują też zaokrąglone pagórki i kotły obrymów, utworzone działaniem wód lodowcowych. Kotły są to okrągławe zagłębienia na dnie których leżą głazy, jeżeli nie uległy zniszczeniu przy pracy nad tworzeniem kotła. Przed moreną czołową leżą fluwiogłacie t.j. utwory przymieszane przez rzeki lodowcowe; w skład utworów fluwiogłacialnym wchodzi żwir lodowcowy, muł, piasek, gdy utwory glacialne składają się z materiału grubego.

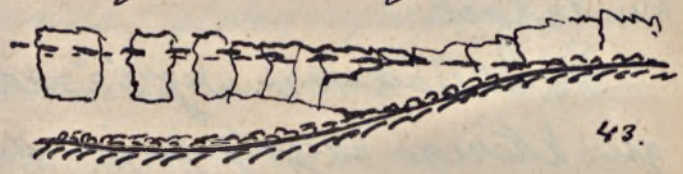
Lodowce nie spływają równomiernie, a zmieniają co lat kilkanaście szybkości posuwania się, a nawet cofają się wstecz. Zdawało by się, że po roku bogatym w wielkie opady i niskie temperatury, lodowce powinny zwiększyć swój ruch, a tymczasem po takim roku obserwowano kurczenie się lodowców. Ten porozny paradoks: stanie

się zrozumiałym, gdy wziąć pod uwagę, że ilości opadów i temperatura wywierają wpływ, do piero wtedy, gdy z pola firnowego zmiana dojdzie do końca lodowca, co przy niewielkiej szybkości ruchu jego, zajdzie dopiero po kilku latach.

E. Brückner wyróżnia okres 35 lat w ciągu którego występuje max. i min. ...
lodowców. Największy ruch związany jest zależnością z niską temp. i wielką ilością opadów; najmniejszy następuje po latach z wysoką średnią temp. i niewielką ilością opadów. Cofanie lodowców zależy tedy jedynie od warunków klimatycznych.

Lód lodowy został bliżej poznany dopiero w ostatnich czasach dzięki badaniom Nansena i r. Dygalskiego. Nansen wykazał, że cała Grenlandja pokryta jest jednym olbrzymim kapturem lodowym, nad którym sterują tylko gdzieś-niegdzie skały, zwane przez eskimów nunatakar. Wewnątrz lodu  42.
nierównie grube warstwy lodu (2713 m) wywierają na warstwy denne ciśnienie, wskutek którego od środka na wschód zachód i południe płyną „strumienie”

lodowe. Na zachodzie cation lodowy dochodzi do brzegów, a tamże się spada do morza, tworząc góry lodowe⁴³. Utwory te powstają zarówno na oceanie Arktycznym, jak i Antarktycznym, wszędzie tam gdzie istnieje lód lodowy.



43.

Góry lodowe są warstwowym krynikiem geologicznym^{*)} albowiem materiały skalne wmarznięte w nie, a składający się niekiedy z olbrzymich głazów, bywa wręcz z górą unowżony w strefy cieplejsze. Tam lód topi się oswabadzając przemieszone przez siebie materiały, które wejdą w skład morskich skał osadowych, bardzo się różniących od zdaleka przybytych gości. O wielkości gór lodowych można sobie utworzyć pojęcie, gdy się weźmie pod uwagę fakt, że tylko 1/9 lodu wnosi się nad wodę, a obserwowano góry lodowe wystające po 60 m. nad powierzchnię wody.

*) Góry lodowe mają też znaczenie meteorologiczne. Płynące w strefy ciepłe wywierają tam działanie orzeźbiające. Np. gdy góry lodowe nagromadzą się wiosną około Islandji, to lato u nas będzie ciepłe, gdyż zaciągną na południe, to orzeźbiają ciepłe wiatry południowo zachodnie i wtedy mamy lato zimne.

IV. Abraraja. Morze zajmuje $\frac{7}{10}$ powierzchni ziemi i dlatego jest najwarńszym czynnikiem geologicznym. Morze wywiera na brzegi działanie niszczące, a sitami morskimi są: 1) przyptywy i odptywy 2) fale.

Morze nie ma stałego brzegu, a linja brzegowa jest pas nadbrzeżny szeroki lub wąski, zależny od wielkości przyptywów. Na morzu Śródziemnym pas brzegowy ma 28 m. szerokości, a na Bałtyckim, gdzie nie ma wyraźnej różnicy pomiędzy przyptywem i odptywem (13-8 cm), pasa takiego wcale nie ma.

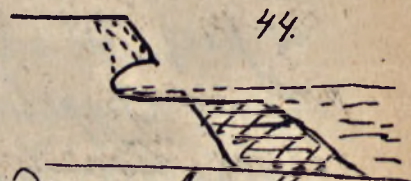
W fali wyróżnia się długość, okres i amplitudę, czyli wychylenie. Amplituda dochodzi do 8-12 m, a szybkość może wynosić kilkadziesiąt metrów na godzinę.

Na wybrzeża stronne fale wywierają bez porównania większe działanie niszczące, niżeli na płaskie, biją bowiem z taką siłą w skały nadbrzeżne, że woda rozpryskuje się w drobny pyłek, a nawet zamienia w parę. W skałach nadbrzeżnych są szczeliny wypełnione powietrzem, które będąc ściśnięte naporem fal działają jak przyrządy wybuchowe, rozsadzając i odrywając kawałki skał. Działanie fal potęgają się

gdy niosą one materiał skalny. Brzeg jest ustawicznie rozgryzany i jeżeli jest dostatecznie wysoki, to może być tak podmyty, że utworzy rodzaj dachu nad poziomem morza; warstwy zwisające odrywają się i fale znów niszczą brzeg podmywając go i posuwając się wgłąb lądu.

Wykład 9^{ty} 16/1. 09.

Granica brzegu szybko się cofa, gdy brzeg utworzony jest z warstw miękkich; jeżeli jednocześnie brzeg jest stromym, to prędkość cofania się jeszcze się zwiększa. Jednak cofanie nie jest jednostajne, można w nim wyróżnić okresy, w ciągu których czasami brzeg cofa się znacznie w niewielkim stosunkowo przeciągu czasu, to znów długo prawie zupełnie się nie cofa. Miękkie skały nadbrzeżne odrywają się i spadają w morze od chwili, gdy woda podmyje choć trochę brzegu, jak to wskazują linje kropkowane na schemacie.⁴⁴ Oderwane skały spadają w wodę i tworzą tam nasypany składowy się z materiałów pochodzących z brzegu. Rezultatem tego działania będzie fałda.⁴⁵ Nagromadzone w wielkiej ilości mater-



jęty odcierwane tworzą t. z. platformę brzegową (abrazyjną) złożoną z materiałów w których tam platforma szeroka, tym mniej -
 ma jest sila fal, aż w końcu nie-
 nie wybrzeża ustaje.

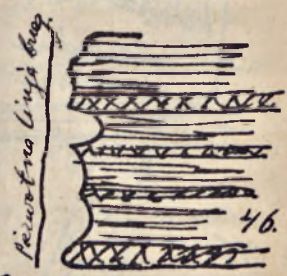


Wysokość falasy jest określona szerokością platformy; maximum szerokości tej ostatniej nie przenosi 1 km.; skutkiem czego najwyższa falasa ma 150 metrów wysokości przy ogólnym nachyleniu wynoszącym 20°.

Wraz z podnoszeniem się powierzchni morza powiększa się platforma brzegowa. Skutkiem takiego działania może być całkowite zniszczenie brzołu lub wyspy, w miejscu której utworzy się płaskizna abrazyjna.

Teoretycznie brzeg morski powinien cofać się równoległe do swego pierwotnego położenia, w rzeczywistości jest on najczęściej rozstronkowany, tworzy zatoki, przylądki i t. p. Jest to jednak najzupełniej zgodne z tym, czem była mowa niżej, jeżeli tylko wziąć pod uwagę, że wybrzeże składa się ze skał różnej twardości, które zatem stawiają fałom morskim różny opór. Tam gdzie na wybrzeżach kończą się pały bardziej

wytrzymać tworzą się przyładki, pany zaś
 mniej wytrzymać taturiej podlegają rozmy-
 ciu i dzięki temu tworzą się u ich zakodzeń
 zatoki⁴⁶. W południowo zachodniej
 Europie wybrzeże Normandji
 usiane jest takimi zatoc-
 kami, które z taturiej są wymy-
 wane ze skał brzegowych, składających się
 z łupków glinianych i wapiennych.



Na wybrzeżach płaskich fale ustawier-
 nie przynoszą i odnoszą piasek wytwa-
 rzając równą, płaską a twardą powierzchnię
 plaży. Cięższe od wody wyrzucane są
 najdalej, aż na skrajną granicę najwi-
 szych przytywów. Wymieszone tu ciała (np.
 mięczaki) tworzą niewysoki wał zwany
 cordon litoral.

Leer i takie ukształtowanie brzegu nie
 jest stałe. Jesienią poziom wody podnosi
 się^{x)} o kilka metrów wyżej (t. z. Sprungfluth),
 a fale morskie po przekroczeniu wału nad-
 brzeżnego pędzą z olbrzymią rychłością
 w głąb lądu, zajmując niekiedy kilkuset-
 metrowe przestrzenie. W taki sposób wytwor-

x) Max. przytywów i odtywów przypada na jesienne
 i wiosenne północne dni z półn. min. w czasie
 zimowego i letniego przesilenia.

wyło się w Holandji ^z Luderzee. Na brzegach płaskich morze posuwa się katastrofami.

Linja brzegowa rdolna jest nie tylko cofać się, lecz i podnosić. Np. na fiordach Skandynawji zauważono utwory podobne do grymsów, a zwane przez miejscowych mieszkańców saters - przyrby. Są to stare linje brzegowe tym pewniej, że znajduwano na nich ślady życia morskiego. Ljawisko takie nosi miano ujemnego wektu linji brzegowej.

Twórcza działalność morza. Ląd jest obrządem przeważającej denudacji morze zaś - sedimentacji. W morzu osadza się nierównie różnorodne materjały; dlatego wyróżniamy osady: mechaniczne, chemiczne i organiczne. Pierwsze z nich osadza się w pobliżu brzegów. Główna woda morska strąca materjał plastyczny przymieszany przez rzeki. Nadbrzeżny pas osadów mechanicznych sięga do 200 m. głęboko; na sąsiednim brzegu osadzony jest żwir, dalej piasek i na koniec muł, który jako trójczy dłużej się w wodzie unosi; dlatego osadza się nieco dalej od brzegu. Na głębokościach 1800, 2000 m. osadza się stękitny muł, zawierający swe zabarwienie

redukowaniu się siaruranów na siarczany. Twar-
istym wytworem tych głębokości jest mine-
rał glaukonit. Tworzy on drobne zielone
okrągławe ziarna, lub też jest zielonawym
rozciętym piaskiem. Chemicznie jest
to wodny krzemian tlenku żelaza i potasu.
Pas osadów mechanicznych zależy od obfi-
tości dostarczanych przez rzeki materiałów
i pręto szerokości jego jest rozmaita.

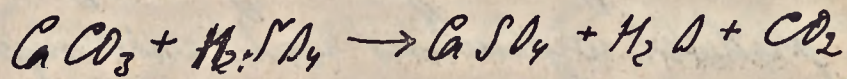
Teren osadzania materiałów organicz-
nych jest znacznie większy niż poprzedni.
Z głębokości 5000 m. drąga przynosiła czerw-
ne iły głębinowe, reby rekinów i kostki stu-
chowe wielorybów, pozatem żadnych innych
osadów organicznych na takich głębokościach
nie zauważono. Skorupki wydobyte z wiel-
kich głębin są ponadgryzane jak gdyby driza-
taniem kwasów. Istnie obwrynie ciś-
nienie wody zawierającej w sobie CO_2 roz-
gryza i rozpusza tu wszystko, cokolwiek
opadnie i tylko najtwardsze kości — re-
by rekinów i kostki stuchowe wielorybów
są w stanie oprzeć się chemicznemu
drizowaniu wody tych głębin. Czerwony
ił głębinowy tworzy się powoli, na wytwor-
zenie warstwy parę milimetrów grubej tre-

ba setek lat. Dlatego też drąga za każdym razem przynosi znaczne ilości szczątków organicznych, a nawet ryby rekinów trzeciorzędowych, co stwierdza dowodnie powolne osadzenie się czerwonego mułu.

Próby wody zaoferowane z różnymi głębokości wykazały w niej metę. Pameks - produkt wybuchów wulkanicznych - woda unosi na obrzeżnie odległości, po czym przechodzi on w pelagonit - czerwoną masę która spadając na dno tworzy pokłady gliny czerwonej. Spotykano również w oceanach zaokrąglone grudki, lub wydłużone kulce, składające się z żelaza z domieszką niklu. Grudki owe są pochodzenia meteorycznego. Glaukonit występuje na głębokości 500 - 1800 m. t.j. tylko tam gdzie sięgają osady mechaniczne ziemne. Jest on osadem chemicznym, powstającym z rozkładu materiału org. ziemnego.

Zśród osadów chemicznych na większą skalę tworzą się sole - wapienie drobnoziarniste. Następnie sole wapienne tracą się tworząc gips ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), a osady wapienne i krzemionkowe są również zjawiskiem pospolitym. Woda nieczysta zasalt-

nierz różni się od morskiej pod względem rozpuszczonej w niej soli. Bowiem gdy ciała rozpuszczone w wodzie rzecznej zawierają 60% węglanu wapnia (CaCO_3), to woda morska zawiera 70% chloru sodowego (NaCl). Węglan wapniowy łączy się z kwasem siarkowym wody morskiej i daje gips, skutkiem czego CaCO_3 w wodzie morskiej jest w ilościach niewielkich.



Pełne rośliny absorbują siarkę dla syntezy białka, wapni zaś przyjmują do organizmu, aby go potem wydzielili w postaci własnych szkieletów. Węglan wapnia z roślin dostaje się do zwierząt, które budują z niego skorupki.

W nadbrzeżnych pasach morskich mieszkają zwierzęta osiadłe, w miejscach zaś odległych - plankton, drobne rośliny i zwierzęta pływające po powierzchni morza zwykle przerwyste. Względem zamieszkania dzieli się na dwa obszary: płytki nie przekraczający 400^m obszar gdzie sięgają promienie słoneczne i istnieje życie roślinne, zarówno jak i zwierzęce (miliwierzne) osiadłe; głębiny do których światło słoneczne nie sięga. Tam mogą żyć wyłącznie drapieżce i organizmy odżywiające się tu-

pami. Z pośród tych zwierząt doniosłą rolę dla
 geologii grają drobne zarowyczej organizmy,
 które bądź żyją kolonjalnie, bądź wydzielają
 skorupy, podczas gdy drapieżniki nie mają
 znaczenia skatolwórczego. Na wymienienie
 zasługują ostrzygi kolonjalne i osiadłe; kraby
 - te czyszciciele brzegu morskiego, które wytwa-
 rają piasek wapienny z muszlel, nie rzęca
 je w poszukiwaniu pokarmu; z pośród wt-
 dorostów - nullipory.

Atoli niezmiernie doniosłe znaczenie
 skatolwórcze mają koralce. Zwierzątka te
 żyją gromadami w nierliczonych ilościach
 jako t.z. koralce rafowe lub pojedynczo. Grani-
 ce ich rozprzestrzenienia są ściśle okreś-
 lone, gdyż te grymasine zwierzątka wyma-
 gają pewnych specjalnych warunków do swo-
 go istnienia, w braku których tatern wymie-
 rają. A więc woda w której żyją koralce nie mo-
 że być zimniejszą niżeli +22°C, w dodatku musi
 to być woda zupełnie czysta, a fale powinny
 ustawicznie przynosić plankton - pokarm
 koralci. Głębiej niż 80m. pod poziomem mo-
 rza żyjących koralci rafowych nie spotyka-
 no: na większej głębokości nie mogą one żyć.
 Już pierwszy z tych warunków wskazuje na
 to, że koralce mogą żyć tylko w strefach zwiat-

nikowych^{*)} zato gdy maja sprzyjajace warunki, rozmnażaja się niezwykle szybko tworząc rafy koralowe.

Wykład 10^{ty} 23/1.

Największe kolonie koralu są we wschodniej części oceanu Indyjskiego i na szczycie Spokajnym wzdłuż wschodnich brzegów Australji. Korale występują w trzech typach budowy.

1) Rafy brzegowe^{**)} budowane są na brzegach lądów powyżej linii największego odptywu, tak iż w czasie odptywów są one odsłonięte.

Zwykle wysokością nie przewyższają 80 m, a niżej nagromadzone są martwe korale, wskutek adrywania się i ni-

zrzenia części rafy wyżej

potrzebnych 2). Rafy barje-

rowe^{**)} otaczają brzeg wabem

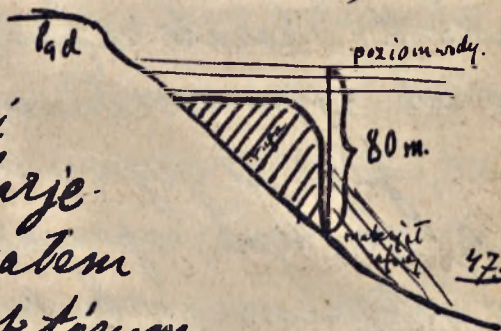
podwodnym, pomiędzy którym

a brzegiem istnieje kanał wypełniony

wodą morską. Jednak w tym kanale wo-

da nie jest zupełnie czystą i odpowiednich

ilości planktonu nie zawiera, wskutek



*) Najdalej na północ, do do 30 1/2° szerok. geogr. sięgają koralu na wyspach Bahamskich, a to dzięki przechodzącemu tam prądowi Zatokowemu. W morzu Czerwonym aż do 30°.

części od strony brzo korale rozwijają się
mniej, niż od strony zewnętrznej. 3) Ostatnim



typem budowli korali jest
atoll, wysepka utworzona
praca tych drobnych orga-

nizmów. Atoll zwykle jest wyspą w kształ-
cie pierścienia, wewnątrz którego znajduje się
laguna - jezioro wypełnione wodą morską, ko-
munikujące się częstokroć z oceanem. Na oce-
anie Spokojnym istnieje ogromna ilość
takich w zagadkowy sposób powstałych
atollów. Darwin próbował wyjaśnić ich
powstawanie i ~~twierdził~~ twierdził iż powstają one tam,
gdzie ~~opuszcza~~ opuszcza się dno morskie. Wre-
czy samej wiercenie na Funafuti na
głębokości 240 m. wykazało obecność tyl-
ko wapienia koralowego, choć korale
mogą żyć tylko do głębokości 80 metrów

Mieli byśmy w takim wypadku opu-
ścić się dna morskiego, a korale bu-
dowały by się w górę, w miarę tego jak ra-
fa opuszczała by się w dół, a nie mo-
gące głęboko żyć korale umierały by.
Najprzód istnieje wyspa⁽¹⁾ otoczona ra-
fą brzegową⁽²⁾, w miarę pograżania się

le krabów. Rafy przejęte są systemem ka-
natów, a to dzięki formom rzeźbionym
Niekiedy kanat może mieć kształt ni-
szy, co będzie jaskinią pierwotną. (Jaski-
nie djawa są przedej pierwotne, niż wy-
plukane.

Co się tyje osadów organicznych ot-
wartego morza, to tworzą je też dwone
związki, lecz mające wielkie znaczenie
skatowore. Wśród szczątków form
planktonicznych obrygnie niekiedy
pokłady wapiane powstają z osadzają-
cych się skorupek globigieryn, mikros-
kopowych pierwotniaków, należących
do klasy otwornie (Foraminifera) Zł
globigierynowy osadza się aż do grani-
cy czerwonego i tu głębinowego. Nagł-
bokosci 7, 8 i 9 km. osadza się i radiolar-
jowy, powstający z korreminów (Re-
kropada) obdarzonych pancerzem krzemio-
kowym. Poza kotami biogunowymi
osadza się i okremkowy z urodostów-
Diatomeae.

Tak tedy osadem mechanicznym jest
czerwony i głębinowy; chemicznym
glaukonit, koncentacje manganowe, utwo-
ry wapienne; organicznym - szczątki

zmierną + osiadłych (korale) i swobodnie żyjących jak Foraminifera, Radiolaria, Pteropoda i Diatomeae.

Sity wewnętrzne w przeciwstawieniu do zewnętrznych dążą do lokalnego wydturzenia promienia ziemskiego. Najważniejszymi ich przejawami na powierzchni ziemi są trzęsienia ziemi, powolne ruchy skorupy ziemskiej, zarówno jak i procesy górotwórcze. Wspólna ich przyczyna leży gdzieś w głębi ziemi i jest prawdopodobnie zanikającą prostotą sít pierwotnie krztatujących ziemię.

Temperatura powierzchniowych warstw ziemi jest rozłożona podobnie, jak na jej powierzchni. Tak samo jak temperatura powietrza, temp. ziemi ma wahania okresowe dzienne i roczne, tylko są one opóźnione i zlagodzone. Na głębokości 1-1,5 m. wahań dziennych nie ma, wahania zaś roczne są wolniejsze i sięgają bardziej w głąb ziemi. Można przyjąć, że poniżej 1,5 m. temperatura jest stała, co ma miejsce pod równikiem, a na wyższych szerokościach geograficznych głębokość ta będzie większą. Przykładem

jest termometr umieszczony przez Cassini-
ego w piwnicach obserwatorium Paryża w r.
1696, a wskazujący stale $t^{\circ} + 11,1^{\circ}$. Pas o sta-
łej t° nazywany pasem neutralnym, a
głębiej t° podnosi się w miarę opuszczenia się
w głąb ziemi. Na 100 metrów na jaką należy się
opuszczać aby t° podniosła się o $1^{\circ}C$. nosi mia-
no stopnia geotermicznego. Należy on od wa-
runków lokalnych; i np. nad Renem wynosi
7 m., gdzie w okolicach jeziora Wyńskiego z górą
100 m., a to dzięki ochładzającemu wpły-
wowi wód wielkich jezior. Przeciętnie stopień
geotermiczny przyjmuje się równy 33 m.
Należy on również od uwarstwienia i w uwar-
stwieniu poziomym jest większy niż w pio-
nowym, a to wskutek lepszego przewod-
nictwa w tym ostatnim wypadku.

I. Wulkanizm. Z tym pojęciem tworzymy za-
wyczaj górę z koniem idącym w głąb zie-
mi. Istotnie zasadniczą częścią wulkanu
jest nie góra, a kanał tworzący głąb ziemi
& powierzchnię.

Najprostszym typem wulkanów jest t. z.
Maar⁽⁵⁴⁾. Te wulkany występują w znacznych
ilościach w Gifelfji; mają kształt bezod-
pływowych kotlin, okrągłych, mają-
cych po 100 - 1000 m. średnicy. Niektóre

z nich wypełnione są wodą i tworzą jeziora. Dno kotliny utworzone jest ze skał wybuchowych, bariem odpowiadają one kominiom, boki zaś skądają się ze skał pierwotnych, wtasiewiczych danej miejscowości. Maary nie istniały w ciągu długich okresów czasu, lecz diałają b. krótko eksplozywnie. Transwal-skie kopalnie diamentów położone są w takich kotlinach.



Następny typ wulkanu jest jednolitą górą, z którą z wstygających skał ogniwych, również bez krateru⁵¹. Powstały one odrarzu, wybuchając raz tylko, stąd zawsze są monogenetycznymi.



Niekiedy obserwowano jeziora innego typu wulkanów. Góra lawowa, jak poprzednia, bez krateru a z kominem wypełnionym wstygającymi skałami wybuchowymi. Góra taka jest jednak pokryta skałami osadowymi uwarstwionymi, przytem czasami warstwy pokrywające są splekane. Nie są to osady późniejsze, gdyż nowa ich- dy metamorfozy kontaktowej tj. zmianę pod wpływem zetknięcia się. Ponieważ po-

Kłady ciagna się nad całą górą, więc wskazuje to, iż leżały one kiedyś poziomo. Wylewają się ongi lava nie była w stanie przerwać zupełnie warstw pokrywających w tym miejscu ziemię i utworzyła górę, od trzonu której niekiedy oderwała się skała wydłużonych, ciągnących się pomiędzy pokrywającymi warstwami osadami. ⁵²

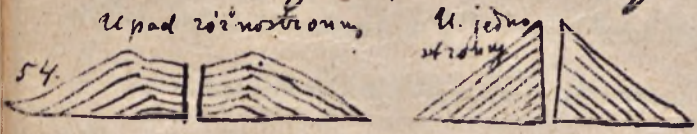


52.



53.

Ten typ niekompletnych wulkanów nosi nazwę lakkalitów ⁵³. W rzeczy ostatni typ wulkanów, to wulkany poli-gienetyczne ⁵⁵. Tu stórek jest zawsze nieodłączną, Teorja clewajjua uważała stórek za skutek wypiętrzenia skorupy ziemskiej, atoli brak spekanii upad różnostronny ⁵⁴ przemawiają przeciw niej. Upad różnostronny wyjaśnić się da wtedy, gdy

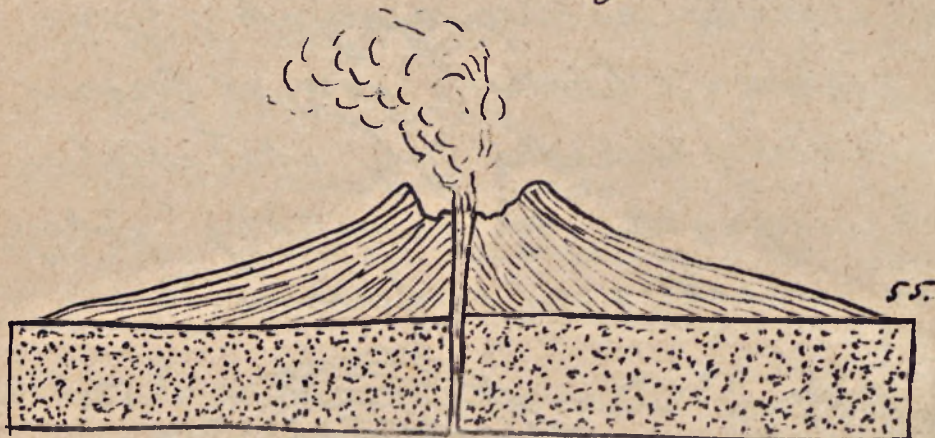


54.

upad różnostronny wyjaśnić się da wtedy, gdy

przyjmujemy, że tworzył on się z materiału wyrzucanego przez wulkan. Stórki wulkanów są tedy usypane i składają się z tufów i law co jest dobrze widoczne na stórkach przeciętych działaniem wody. Stórki zostały usypane przez wybuchy wielokrotne z pro-

duktów rypkich, rozciąsało tylko z twardej.
 Bomby wulkaniczne i materiały rypki wyplatu-
 ją tworząc zbocza równoległe.



Wykład 11 ^{1/4} 30/11.

Produkty wybuchów wulkanicznych mają
 dwie postacie: roztopione rękawce - lawa i masa
 rypkich produktów. Lawa jest stopem róż-
 nych krzemianów; zależnie od zawartości
 krzemionki (SiO_2) dzieli się na kwasną i zas-
 adową. Lawa kwasna nazywamy taką lawę,
 która zawiera dużo krzemionki, zasadowa
 zaś jest w krzemionkę uboga. Represen-
 tantem law kwasnych jest trachit zawie-
 rający 75% SiO_2 . To drobnokrystaliczna ska-
 łka składa się z kryształków skalenia i
 kwarcu tkwiących w masywnym cieście skal-
 nym i warunkującym jej szorstkość w
 dotknięciu jak sama nazwa twierdzi. Po
 trachitach następuje cały szereg skal (fo-
 nolity, andezyty) ze zmniejszającą się ilością
 krzemionki, a zatem więcej kwasnych, za-

07
sadowych, aż w końcu dochodzi on do typowego
przedstawiciela skał zasadowych - bazaltu. Ba-
zalt zawiera tylko około 45% SiO₂ i jest mie-
szaniną ortoklazu, amfibolu i wielu innych
krzemianów, pomiędzy którymi tkwią i inne
minerale jak np. mikroskopijne kryształki
żelaza. Domieszka żelaza warunkuje wy-
soki ciężar właściwy bazaltu, a więc Tatwo-
go poznaje po tej własności, zarówno jak po
czarnej barwie i nieregularnie drobnokrystal-
licznej budowie. Ława bazaltowa jest łatwo-
topliwa i zastygła dopiero przy dość niskiej
temperaturze, ławy zaś trudno topliwe za-
stygają stosunkowo łatwo. Ława bazaltowa
jest zupełnie rzadką, a zawarte w niej gazy
i pary z Tatwością uchodzą, trachitowa zaś
po dojściu do powierzchni ziemi zdążyła nie-
co ostygnąć na tej powierzchni, co utrud-
nia wydobywanie się z niej w wielkiej ilości
zawartych par i gazów i przeto wpływa na
jej budowę. Ława bazaltowa po wylaniu się
krateru płynie stosunkowo długo. trachi-
towa jako mniej rzadka, i szybciej stygną-
ca wielkich przestrzeni nie zalewa i
szybko pokrywa się powłoką z żwiru. Często
potoku trachitowego przedstawia nagro-
madzenie kamieni, brył i but lawo-
wych, a woryłko to z traskiem i hukiem

przewala się posuwając się wolno naprzód.^{56.}

W przeciwstawieniu do trachitowych potoki basalto-
we są długie a cienkie, jaskini i kanałów w nich nie ma, cremen też różnią się od potoków trachitowych. Wulkany dostarczają ^{też} sypkich produktów wybuchu - popiołów, które są rozpylane okruchami lawy. Zśród innych produktów wybuchu ważne znaczenie ma pumeks. Jest on nauwkrosi poręczy porami, posiada budowę gąbkiastą a powłoczoną jest szklivem wulkanicznym. Dzięki takiej budowie pumeks może utrzymywać się na powierzchni wody; gdzie też powstaje z lawy, która szybko stygnąc nie zdążyła wykryształizować, a lepka konsystencja uniemożliwiła wyjście z niej gazów. Zśród innych materiałów z wulkanów wyrzucają się bloki, bomby i lapilli. Bloki i bomby wulkaniczne są większemi kawałkami lawy, wywiezionemi z różnyh głębokości i o różnym składzie, a zastygając one w biegu i spadają jako ciała stałe. Lapilli budują włostka nazywa drobne kawałki lawy wielkości od orzecha łaskowego do włoskiego. Potoki wulkaniczne wykazują strukturę wewnętrzną, rozpadając się na postaci ci-

rowe, barzaty rozpadają się na stupy sześcioboczne prostopadłe do kierunku potoku lawowego. 57

Najdokładniej
podrzed. wulk. andr.
znany jest We-
ruwjuoz. Wul-



57

Kan ten uwariany był przez starożytnych wprost zagórą, gdyż nie wykazywał najmniejszej działalności aż do 79 roku p. Chrystusa. W roku 79 nastąpił pierwszy wybuch na który składają się głównie popioły. W wiekach średnich podobno też miały miejsce wybuchy, lecz wiarygodnych wiadomości o nich niema. Po wybuchu roku 79 zmienił się kształt wewnętrzny Weruwjuza, przed wybuchem był on podobny do stożka, a po nim orest krater został wyrzucony w powietrze, reszta jego ściany tworzywał Monte-Somma, a wewnątrz powstał nowy stożek Weruwjuza. Wogóle w wybuchach stała się wyroźnić okrasowości pomiędzy poszczególnymi wybuchami, podczas której wulkan dymit wydzielając parę wodną i fumarole. Znaczące wybuchy miały miejsce w latach 1631, 1872 (b. silny) i 1908^{ym}. Tuż obok Neapolu leżą ciekawe pod względem wulkanicznym pole Flegrejskie, gdzie znajduje się cała kolonja wul-

Popioły twardniejące przechodzą w tuf wulkaniczny.

kanów. Jeden z nich - Solfatara istnieje do dziś, a nad nim unoszą się wyścieśnięte CO_2 , H_2S i siarki. Pozostałe wulkany wygasły. Na polach Flegrejskich powstało w czasach historycznych wulkan Monte Nuovo. Opowiadają jakoby ziemia otworzyła się a nad nią uniosły się dymy, wśród których skorupa ziemską wydeła się. Faktycznie Monte-Nuovo ma stożek usypany.

Drugim wulkanem na morzu Śródziemnym jest Etna na Sycylii. Etna różni się od Wozwojusza wysokością (Wozwojun 1800 m) która wynosi 3310 m., zarówno jak i mechanizmem wybuchu. Lawa nie dociera do brzozytu w kraterze i wyciszenie tamtędy się nie wylewa. Zato sięiany stożka, nie będąc w stanie wytrzymać ciśnienia lawy pekają, a lawa wylewa się przez utworzone w taki sposób szczeliny i siećka po bokach stożka. Takich pasowrytniczych kraterów posiada Etna kilkanaście.

Na wyspach Liparyjskich znajduje się czynny bez przerwania w dzień i w noc Stromboli. Jest na nim kilka otworów, w których kipi rozróżona do białości lawa, a co kilka minut następuje wybuch.

• Oprócz tych trzech wulkanów w morzu Śród-

ziemnym znajdują się prawdopodobnie jeszcze inne, o których jednak nie wiele wiemy, gdyż są położone pod wodą. Tak w roku 1830 uniósł się z morza stęp dymu, a powierzchnia wody pokryta się ugotowanemi rybami i pumeksem. W miejscu wybuchu powstała wyspa, do której rociły sobie pretensje różne państwa europejskie, dlatego też nie miała ona ustalonej nazwy. Atoli przywódcą wyplatała się militarnym zakusom - wyspa pogrążyła się w morze i dziś na jej miejscu istnieje jedynie płytne miejsce. Innym tego rodzaju przykładem są wyspy Santoryńskie w archipelagu greckim.



Wyspy te położone takowato są starym kraterem wulkanicznym, co potwierdza ich budowa ze skał wybuchowych.

W wiekach średnich wybuchy wulkaniczne warunkowały wzrostanie, to znów zapadanie się części wysp pod poziom morza. Atoli w r. 1867 miały miejsce wy-

58.

wulkaniczne warunkowały wzrostanie, to znów zapadanie się części wysp pod poziom morza. Atoli w r. 1867 miały miejsce wy-

suchy, których rezultatem było wydźwignięcie wewnątrz pierścienia nowej wyspy - Kaymeni i oderwanie się południowo-wschodniej części Thera'i. Typkich produktów przy tej katastrofie nie było, bowiem zostały wymienione do góry skaty denne.

Wykład 12^{ty} 6/11.

Odrebnym terytorjum wulkanicznym w Europie jest Islandja. Wulkany islandzkie nie mają kształtu stożków, lecz są to płaskie góry zwane przez miejscowych mieszkańców Dyngja. Wzdłuż nich ciągnie się tęga na kilkadziesiąt kilometrów szerokości, a na niej 60 wulkanów. Z kraterów i szczelin wyłewa się ciekła bazaltowa lawa.

Swoistą strukturą oznaczają się też wulkany na wyspach Kanarskich. Piek Teneryft np. umieszczony jest wewnątrz kotliny i wygląda tak, jak gdyby był otoczony walem.

Wale ten ma kilkaset metrów



59.

wysokości i nosi nazwę Kaldery⁵⁹. Od wnętrza wulkanu ciągną się promienisto głębokie doliny typu kanjonowego (Carranco) coraz szersze coraz głębsze. Zwolennicy teorii elewacyjnej chcieli zwrócić uwagę bar-

ranas dla siebie, lecz gdyby szereliny były
 spekaniami od naporu wewnętrznego, to mu-
 siaty być głębiej i gębsze i głębsze, niż u do-
 tu. Ponieważ jest odwrotnie więc raczej na-
 leży przyjąć erozyjne powstanie barżanów.

W Afryce niema zupełnie wulkanów czyn-
 nych, a i wogóle było ich tam mniej, niżeli
 w której bądź innej części świata. Wygasto wul-
 kany zgrupowały się w wschodniej Afryce
 w t.z. wielkiej zapadlinie. Najwysokozemi z nich
 są Kenia i Kilima Ndżaro (6110 m). Zapadlina



wschodnio-afrykańska ciągnie
 się na południu od okolicy jez.
 Tanganika, wyżej skręca ku
 wschodowi i przechodzi do Azji.
 Morze Czerwone i dolina Jordana
 również leżą w tej zapadlinie,
 co na schemacie ⁽⁶⁰⁾ oznaczone
 jest kropkami.

Na lądzie azjatyckim wulka-
 nów czynnych niema. W era-
 sach historycznych wybuchat tyl-
 ko sygnai w Azji. Potężne
 wulkany Kaukazu (Elbrus, Kozbek, Ararat)
 stoją nieczynne, a o wulkanach Tybetu i Mand-
 żarii nie pewnego nie wiadomo.
 Za to wschodnie wybrzeża Azji usiane są

wulkanami. Pierwszy od w. Aleuckich skoni-
czywszy na Hundskich wyspy Festonowe są
jednym Taicuchem wulkanicznym. Wschod-
nie azjatyckie wulkany słyną ze swej pięk-
ności raczej no jak grozy i wielkości.

Na Kamercatce wulkany noszą miej-
scową nazwę - sopek, a ponad wszystkie-
mi szczytami dominuje wzniesiona piśro-
porem ^{dygma} Kluzenskaja sopka. Dalej ciągnie
ciągłem Taicuchą są w. Kurylskie z wy-
gasterni i czynnymi wulkanami, wśród
których niedawno powstał Jaana Bogustawa.

Klasyczną krajiną wulkanów są wyspy ja-
pońskie. Wulkany ustawily się na nich w dwa
szeregi a nad wszystkie góruje Fudzi - Jama
3.200 m. wysokości, i bardzo prawdziwych sto-
kach. Kroniki japońskie piszą o ogromnym
wybuchu eksplozywnym, który zdarzył się w
roku 488 i zniszczył dwa stożki u przednio
wznieszące Fudzi - Jamę.

Dalej w skład Festonów wchodzi nie obca
wulkanizmowi Formoza i wyspy Hundskie.
Cała powierzchnia Jawy i Sumatry jest wul-
kaniczną, a wybuchy są tam zjawiskiem pospo-
litym. Na samej Jawie jest 30 czynnych wul-
kanów z których słynie ze swej grozy
wybuch Genseng Selungung'a w 1822 r. Błoto

kamienie i popiół zajęły ogromną przestrzeń,
mieszkańcy nie wjeżdżali się wznajęch sobie
miejsceowiciach. Popiół pokrył sąsiednie wy-
sepki, a ryk i hałas zajęł przestrzeń większą
od Europy.

Nie mniej groźnym był wybuch Kra-
katau (w r. 1883), który wyrzucił w powietrze
wyspę tegoż nazwiska. Przed wybuchem
ze stołka na parę set metrów wysokości uro-
dziły się tylko fumarole. Nagle dał się słysz-
ać straszny huk, niebo pokryło resztkami
popiołem, a wyspa wyleciała w powie-
trze. Tam gdzie były najwyższe szczyty po
wybuchu utworzyły się głębokości po 200 m.
Nadnie zostało wyrwana kotlina, wskutek
której powstała olbrzymia fala. Była ona
podobna na kilkanaście metrów wysokości
a rozciągała się na Jawę i Sumatrę zmyła tam
wszystko z wybrzeży. Po pewnym czasie zau-
ważono mniejszą już falę aż w zatoczce Adeni-
skiej. Popiół został wyrzucony nietylko
wysoko, jak twierdzą niektórzy aż do wyso-
kości 80.000 m. W roku 1885 zauważono w wie-
lu miejscach na ziemi czerwone zorze przy
zachodzie słońca. Wskazywało to, że światło
musi się zabawywać w czasie bujania
w b. wysokich warstwach atmosfery, a tym

70
czemś być prawdopodobnie popiół roznieśio-
ny z potęgi Krakatau na całą ziemię. Po
dwóch latach zjawiska zmierzchołe ginęły
stałe zanikły. Podczas wybuchu wytworzyła
się fala powietrzna, która spowodowała w
wielu miejscach niższą barometru. W Berli-
nie pierwsza fala zauważoną była po 10 go-
dzinach. Po 16 godzinach zauważono drugą
niższą barometru, ta fala przysła z zachó-
du, a po 35 godzinach jeszcze jedna z naerwie
stałaśa fala przeszła przez Berlin, ta ostat-
nia okrążyła całą ziemską dookoła.

Hebraz dalej t. z. pierścień wulkaniczny na-
potykamy wulkanizy w południowej Australji
i Nowej Zelandji, na tej ostatniej Tarawera w r.
1888 zniszczył stynne tarary nawarowe i wy-
wał potłurina dolinę.

Po drugiej stronie oceanu Spokajnego ciągnie
się znow Taricuch wulkanów wzdłuż za-
chodnich wybrzeży Ameryki. Na samym
oceanie wulkanów jest nie wiele zeto róż-
nią się bardzo od wszystkich dotychczas
opisanych. Na Sandwich takim charakterem
wulkanami są Mauna-Kea i
Mauna Loa. Są to jak gdyby jeziora ognio-
we, gdy lava nie dochodzi do wierzchołka, a bę-

dae bardzo ciekłą podnosi się i opada co
lat kilka. Czasami rozgrzewa się do czerwoności lub białości i wtedy jak gdyby
wre i kipi.

W Ameryce wschodniej tylko na wyspach
Antylskich odnajdujemy działalność wul-
kaniczną. Znamiennym dla geologii był
tam wybuch Mont Pelée na Martyni-
ce, który w roku 1904 zniszczył St. Pierre.
Katastrofę obserwował uczeń Lacaze i
jemu zawdzięczamy dokładne wiadomości
o wszystkich stadiach wybuchu. Odrob-
ności tej katastrofy polega na tym, że nie
tawa ani popiół były żywiołem niszczą-
cym. Z krateru wzniosły się masy dymu,
a utworzona z niego chmura spadała na
dół. Golickolowiek przetrwa porostawiała
ślad w postaci nagich trupów z popala-
nym ciałem, stosy i porwalanych mniej-
szych budynków i słupów telegraficznych
a także zglizcza. Tworzą się chmura by-
ła masą bardzo gorących gazów, w któ-
rej unosiły się cząsteczki rozpylonej tawy
i nierównie przegrzanej pary wodnej. Ta-
ka chmura swym znacznym ciężarem
wywierata działanie mechaniczne, a wódę

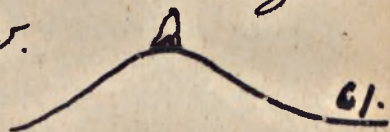
Geologia. Ark. 74

chamie gorących gazów było naturalnie
śmiertelnym. Majtkowie, którzy wygra-
towali się, opowiadają, że nurkowali wte-
dy, gdy chmura przechodziła nad ich głó-
wami.

Pozerem ukształtowanie góry zaczęło się
zmienić ze wzrostu jej wypowat się do go-
ry orap i rósł aż do 200 metrów.

Korak in składał się z lawy tra-
chitowej i utrzymywał się sterując driski
szybkim zaotyganu law tego typu. W nowy
dolna części orapa świecila. Takie powolne
wypowanie się lawy świadczy o niewielkiej
prężności gazów, przegerem miało miej-
sce częściowe rozpylanie lawy.

Budowano różne hypotery, aby wyjaś-
nić zjawiska wulkaniczne, lecz wystarcza-
jącej i zupełnie wytrzymującej kurytkę
hypotery nie dało się jeszcze skonstruo-
wad. Najdawniejszą jest hypotera zupeł-
nie już zarzucona, a pomimo to poteu-
tujała w książkach popularnych, według
której kominy wulkanów sięgają roz-
palonego wnętrza ziemi. Twarda sko-
rupa ziemi miała mieć 60 wiorst
grubości i gdy pękła wylewająca się z



wnętrza ziemi lawa dowata przez tek wul-
kanowi - kłapi berpiczen'stwa. Obecnie
wiadomo, że skorupa ziemi stanowi co naj-
mniej $\frac{1}{3}$ jej promienia, a więc 2000 metrów,
dlatego też wykreślono to wniemanie z
szeregu hipotez.

Według innej hipotezy woda infiltrują-
ca się do warstw gorących przechodzi w parę,
a olbrzymia presja tej ostatniej wywo-
tuje wybuch. Zwoleńnicy tej hipotezy popie-
rali ją obserwacją nad rozszerzeniem wul-
kanów na ziemi w pobliżu mórz i oceanów.
W rzeczywistości jednak wulkany położo-
ne są dalej od morza, niż to się na wzrost
oka na mapę wydaje, a trudno przypu-
ścić ażeby woda infiltrowała się na
przeobrażeni kilkuset kilometrów.

W przeciwstawieniu do tej hipotezy stoi
twierdzenie, że gazy i para wodna zawarta
w lawach jest wida młodością, tempe-
ratura lawy jest pierwotną a ciepło jej ciep-
łem pierwotnym.

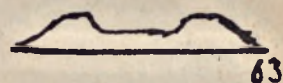
Najlepszą jest hipoteza M. Stübel'a,
która czyni z niego trzy typy wulkanów.
Według niego pierwotnie stygnąca i dość cien-
ka skorupa ziemi i pekała, a przez szczeli-

ny wylewała się lava, która będzie ze wznies-
kich stron otoczona materjałem twardym
przechowała się aż do czasów dzisiejszych,
niezależnie od siebie w różnych miejscach.
Gdy lava była niewiele i wylała się raz je-
den na powierzchnię ziemi powstała wów-
czas kopuła monogenetyczna.⁶²

Jeżeli magma mogła być znów
wciążniętą w głąb ziemi, co
odpowiada utworowi⁶³ kalde-
ra bez stożka. Kiedy zaś na



62



63

powierzchnię ziemi wylały się nowe masy
lawy utworzyły one stożek wewnątrz kal-
dery.⁶⁴ Gdy taki oddzielny zbiornik lawy
wyczerpie się wulkan gaśnie. Ponieważ
wiadomo, że przynosi masy przegrzanej
może się zwiększać nawet przy obniżeniu
temperatury, więc gdy przyjmujemy t.
przegrzanej magmy za 2100°C i przypu-
ścimy obniżenie się tej temperatury, to na-
stąpi wybuch. Trzeciwszy uwagę, że na
kiszycu typowymi wulkanami są tyl-
ko kaldeje, w świetle hipotezy Stübel'a
zrozumiemy, że na planecie, gdzie zja-
wiska wulkaniczne wyczerpały się w całej
bez nie może. A więc hipoteza ta Tera-



64

ca wszystkie typy wulkanów jest bardzo prawdopodobną.

Wykład 13^½ 13/II.

II. Ziemska seismiczne. Pod tą nazwą rozumiemy dwie kategorie ruchów skorupy ziemskiej: 1.) Ruch bezpośredni wahałkowy z góry nadół. Wchodzi tu tylko składowa pionowa, a ruch taki nosi nazwę sukksorycznego. 2.) Rozchodzenie się fal, ruch orbitalny⁶⁵, któremu podlega każda cząsteczka gruntu. W skład tego ruchu wchodzi składowa pozioma i pionowa, a fale są elastyczne i rozchodzą się jako rozrzedzenia i rozrzedzenia lub też, jak fale grawitacyjne w wodzie. Ponadto mogą być jeszcze inne bardziej skomplikowane ruchy. W fali wyróżniamy okres t.j. czas w ciągu którego przesuną się przez dany punkt całe fale, drugoii fali i amplitudę (wychylenie). Wyróżniamy tedy ruchy bradyseismiczne - powolne i brachyseismiczne - powtarzające się w ciągu krótkich okresów czasów.

Wszystkie trzęsienia ziemi należą do dwóch kategorii: makroseismów i mikro-seismów. Trzęsienia makroseismiczne

ne są z Tętnosicią odzwierciane, wtedy, gdy mikroścismy dają się wykryć tylko z pomocą ściślejszych i czułych przyrządów. Jedne mogą występować drugie, lecz mikroścismy nie zawsze są wywołane przez makroścismy, a wręcz są od nich niezależne.

Właściwe trzęsienia makrościsminowe dzielą się na: 1) wulkaniczne, 2) zapadli-
kowe i 3) tektoniczne. Trzęsienia wulka-
niczne zdarzają się około wulkanów i
związane są z ich działalnością. Suk-
kosmyczne ich działanie zależy od me-
chanicznego wydobywania się z wulka-
nu produktów. Te makroścismy są niekie-
dy silne. Trzęsienia zapadlikowe ma-
ją charakter lokalny o sile nie-
kiedy bardzo intensywnej. Spowodował
je morze zapadający się stop wielkiej jaski-
ni i t. p.

Trzęsienia tektoniczne są bardziej rozpre-
strzone i o zgoła innym charakterze; bez
względu na ich miejscowe trzęsienie odzru-
wają się daleko na całej ziemi. Są to trzęsienia dys-
lokacyjne, powstające wskutek wypróchnienia
się napięć wewnątrz ziemi powstałych. Szere-

głównie częste trzęsienia bywają w tych miej-
scach, gdzie zjawiska górotwórcze jeszcze się
nie ukonowały, jak to w Europie zachodniej,
południowej i na morzu Śródziemnym.
Tu zjawiska seismiczne są nierównie
rozpow szechnione, choi niekoniecznie
jako makroseismy. Oto np. na wyspach
Jonijskich od roku 1873 do 1898 naliczono
3187 trzęsień, w roku 1899 - 507. We Wło-
szach południowo zachodnich (Kalabria,
Apulia) liczba trzęsień jest mniejszą, ale
są one za to intensywniejsze. Tak trzę-
sienie w r. 1783, którego osiadek przypa-
dat koło Ojido, pochłonęło 30.000 ofiar.
Znaerne trzęsienia były w latach 1905, 906
i 1908. Silnie seismicznym krajem
jest Szwajcaria, jednak obiega się to bez
katastrof. W roku 1880-81 naliczono 81
trzęsień, przy czem wstrząśnien poro-
cjalnych 585. Pas podległy trzęsieniom
ciągnie się przez Tyrol aż do masywu
Ozeskiego. Hiszpanja środkowa, połud-
niowa Francja, Niemcy i Austria są kraj-
nami seismicznymi, tylko Kij Rosyjski i
Polski jest wolny od trzęsień. W Rosji
zdeceają się wprawdzie trzęsienia na Po-
dolu (zapadli'skosc), lecz ogólna ich liczba

101
wynosi maximum 3 raznie. Czyste trzęsie-
nia bywają w Turkeistanie (nie licząc
sejsmów Kuzm i Kaukazu dość licznych
i silnych), gdzie w r. 1884 zdarzony zo-
stał Wiermyj. Krój irackowa, Tybet, północny
Indostan, południe Himalajów, okolice
Gangu i Kramaputry są też przez trzęsie-
nia nawiedzane i tylko Syberja jest od
nich wolna.

Pierwszym na ziemi krajem sejsmicz-
nym, najmniej statym obszarem, jest
Japonja. Kronikarze japońscy od r. 415
naliczyli 223 katastrofy, a o ilości trzę-
sień świadczy przykład: w ciągu ostat-
nich 27 lat miało miejsce w Japonji
18.279 trzęsień.

W Ameryce jeden pas trzęsień ciągnie się
wzdłuż Kordyljerów, drugi na zachodnich
Antyliach i w pt. zach. częściach Stanów
Zjednoczonych (Wirginja, Floryda).

W Afryce obszarów sejsmicznych niema.
Przut aka na mapę obszarów sejsmicz-
nych przekonują, że są one związane z
rozkładem młodych pasm górskich. Af-
ryka przedstawiona młodych gór wolna jest
od trzęsień - najlepszy dowód związku po

między procesami górotwórczymi i trzęsieniami
W każdym trzęsieniu da się wyróżnić ośrodek, w którym uderzenie i brzęk & dźwięk do góry, a około tego miejsca rozchodzi się fale sejsmiczne. Siła trzęsienia nie jest równomierną, zwykle w jednym punkcie, lub na jednej linii jest ona największą, a dalej słabnie. Miejsce, w którym uderzenie jest najsilniejsze zowie się epicentrum. Siła trzęsienia nie jest równą na równej odległości od epicentrum. Aby sobie wzmocnić jak zmienia się ta siła w zależności od odległości, przeprowadzają linje poprzec te punkty, na których siła jest jednakową. Zwykle otrzymuje się zamknięty, nierównoległy systemat linji zwany izoseistami. Najwęższym trzęsienie pojawia się w epicentrum, a od tego punktu rozchodzi się na różne strony & różną szybkością, która zależy od natury gruntu. Szybkość rozchodzenia się fal sejsmicznych również można sobie wzmocnić z pomocą systemu linji, otaczającego dookoła epicentrum. Zwykle linje te (t. z. koseisty) nie koincydują z izoseistami. Kiedy oznaczymy na mapie epicentrum bądź to jako punkt, bądź jak linje, izo-

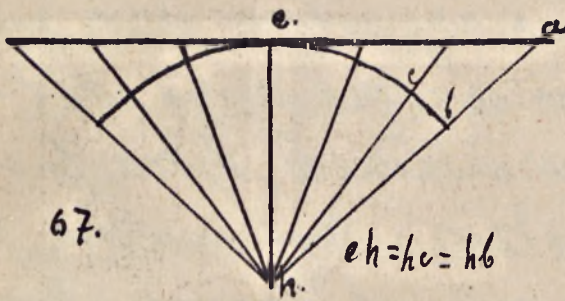
seisty i koseisty, to na tej podstawie można sobie wytworzyć obraz wynurzenia się energii z głębi ziemi na jej powierzchni. W nast-



b.6. Trzęsienie w Charlestonie 20/IV 1887 roku.

kie trzęsienia wychodzą z hypocentrum, punktu powróconego w głębi ziemi pod epicentrum; tu fale zjawiają się najwznieśniej, gdyż mają do przebycia drogę najkrótszą; im dalej od epicentrum tym fale są słabsze i dochodzą później, bowiem muszą przebyć większą drogę. Próbowano obliczyć głębokość na jakiej znajduje się hypocentrum. Jeżeli czas w ciągu którego trzęsienie dochodzi od hypocentrum do epi-

centrum oznaczymy przez x , to czas w ciągu którego dochodzi ono do a da się oznaczyć konkretnie np. $x + 5$ sek. Z różnicy prędkości



a można by było obliczyć głębokość hypocentrum gdy by było znane x , niestety tej prędkości

dotychczas z pewnością określić nie zdołano. Mallet określa głębokość hypocentrum z pomocą innej metody. Zwraca on uwagę na szczeliny powstałe w budynkach, ich kierunek i sposób zniszczenia. Uważając szczeliny za prostopadłe do uderzenia, a zatem w trójkącie eah (67) określa Mallet bok eh , czyli inwazyjną głębokość hypocentrum. Cyfry otrzymane w taki sposób są za małe. W każdym razie jednak głębokość ta nie przekracza 17.000 metrów, a nawet dla trzęsienia w roku 1905 obliczono 10-12 tysięcy metrów.

Eksperymenty nie dały dobrych rezultatów w kwestji rozchodzenia się fal. W skałach jednolitych fale przechodzą częściej, szybkość ich wynosi parę kilometrów na sekundę. W różnorodnych kierunkach szybkość jest różna. Szybkość rozchodzenia

się fal wyliczona z obserwacji sejsmicznych wynosi 3-4 km na sek.

Oprócz trzęsień zasadniczych zdarzają się trzęsienia wtórne, wywołane przez pierwsze. Siła trzęsienia określa się po skutkach, które ono sprawdziło, będzie to siła względna, a sędzię o niej można po równując skutki różnych trzęsień. Rossi i Forel szeregując trzęsienia utworzyli skalę przydatną do określania względnej siły trzęsienia, złożona jest ta skala z 10 następujących stopni:

1. Mikrosejsmy, zauważyć się dają przez seismografy jednej konstrukcji; seismografy różnych konstrukcji tego trzęsienia nie notują. Szybkość fal 2.5 cm/sek
2. Notują seismografy różnych konstrukcji. Ludzie znajdujący się w spoczynku odczuwają lekkie wstrząśnienie.
3. Wiele osób, będących w spoczynku odczuwa.
4. Spostzegają osoby będące w ruchu, drzwi i okna kołyszą się.
5. Trzęsienie odczuła cała ludność. Meble powruszyły się zarówno jak i drzewy.
6. Ogólne przebudzenie śpiących. Drzewa, drzewy, zigrandole chwieją się.
7. Buchomości przewracają się opadają sufity.

8. Hominij spadają z dachów.

9. Pruworacają się budynki.

10. Wielkie katastrofy. Fale idą z szybkością
przenoszącą 5000 $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

Maxymalne przyspieszenie jakie wryp-
kać może cząsteczka ziemi w $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$ dochodzi do
10.000 $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

Czas trwania trzęsienia nie jest znany
dokładnie, czemu stoi na przeszkodzie trud-
ności skontrolowania. Wiadomo jednak, że
silne trzęsienie trwa kilkanaście sekund,
a po takim intensywnym wstrząśnięciu
idzie cały szereg następnych, mniejszych.

Pojedyńcze trzęsienia zdarzają się b. rzad-
ko. W trzęsieniach ziemi wykryto pewną
okresowość; w Europie (Włochy) najwięcej
ich bywa w zimie od listopada do lutego,
max. przypada w styczniu. W lecie trzęsienia
są rzadsze, a minimum przypada na
sierpień. W Indiach max. wypadła wiosną,
więc okresowość w różnych miejscach jest
różną. Oprócz okresów rocznych istnieją
okresy dzienne. Maximum trzęsień przy-
pada w Europie na godziny nocne od 1 do
6 rano, minimum w godzinach popołud-
niowych. W Indiach max. jest dwa, poran-
dek 1-3 i 6-8 rano, a minimum po południu.

Objasniając przyczynę trzęsień ziemi starano się wykryć ich związek ze zjawiskami meteorologicznymi, lecz te spekulacje zawiodły. Prawdopodobnie z tych spostrzeżeń jest tylko to, że po trzęsieniach zjawiają się deszcze, być może następstwem zaktweń wywołanych przez rozchodzące się fale powietrzne.

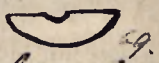
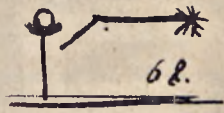
Pseudoweronny Fall chciał tłumaczyć trzęsienia przyciąganiem słońca i księżyca. Według niego trzęsienia ziemi były wywoływane przez przypływy analogiczne do przypływów morskich i jak te zależały od faz księżyca. Twierdził jednak, że słupność ziemi równa jest słupności szkła, a skorupa ma co najmniej 2000 km. grubości, musinny „teorję” Falla odrzucił.

Zauważono zależność stanu barometru od trzęsień: większość tych zjawisk idzie w parze z szybkim spadkiem barometru. Istotnie samo ciśnienie w danym miejscu nie wpływa na trzęsienia, a toli są one związane z wędrowkami max. i minimum.

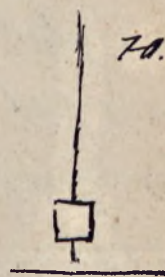
Rzut oka na mapę przekonują, że zarówno zjawiska wulkaniczne jak i seismiczne zachodzą tam, gdzie nie ukonowały się jeszcze procesy górotwórcze i dlatego bliżej przy.

wynny trzęsień będą rozpatrywane takżem
z temi procesami

Od dawna odczuwano potrzebę rejestrowa-
nia trzęsień ziemi i w tym celu wynalezio-
no różne przyrządy, które po udoskonalo-
niu oddały i dotychczas oddają nauce wiel-
kie usługi. Najstarszym przyrządem
był seismoskop⁶⁸ a celem jego było zapi-
sywanie początku trzęsienia. Składa się
on z płaskiej miseczki z włożoną w nią
kulą; od trzęsienia kula spada na
drzwignię, a ta taczy się z zegarem
i zastawia go w chwili spadku kuli. Aby
zobserwować w którą stronę była ziemia
poruszana używano innego t. prostego
przyrządu. Miseczka z wcięciem⁶⁹
ni w części górnej⁶⁹ wypełniona po brzo-
gi wcięciem rtęcią, jest przyrządem służącym
do tego celu. Rtęć wylewa się w tym kierunku,
w którym była poruszona miseczka i kie-
runek trzęsienia odczytywano z wylanej
rtęci. Rtęć wylewała się w mniejsze mi-
seczki i z ilości wylanej do każdej mi-
seczki rtęci można z łatwością określić,
w którym kierunku było trzęsienie naj-
większe. Atoli te pierwotne przyrządy nie
wystarzały i dlatego obmyślono inne seis-



lejsze. Trudności wykonania polegała na tym, że trzeba było wybrać jakiesi state miejsce, względem którego można by było rzucać notawai. Temu zadaniu czyni zadość wahadło, które nie porusza się jednocześnie z punktem zawieszenia, szeregownie, gdy ma znaczną inercję. Należy więc użyć wahadła o znacznej masie i okresie (t.j. długie) a będzie długo stało, podczas gdy ziemia pod nim będzie się poruszać. Słysz. porostajęcy w miejscu rysuje linię odzwierciedlającą wahania ziemi.²⁰ Taki przyrząd zwie się seismografem.



Łec ruch cząsteczki ziemi ztorony jest z trzech składowych, dwóch poziomych i jednej pionowej. W celu roztorzenia składowych poziomych ustawia się dwa wahadła jedno w kierunku N.S., drugie E.W. Aby znowo mieć składową pionową używa się seismografu sprężynowego.

Wykład 14^{ty} 20/II.

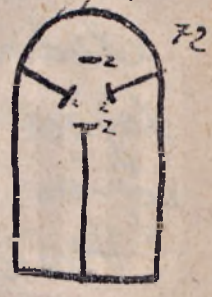
Bardzo dogodnym wahadłem poziomym jest wahadło Reberz-Ehberta. Składa się ono z trójkąta, opierającego się jednym kątem na płytke agatową, drugi górny kąt przyjęty jest do osi pionowej a trzeci

kresli składową poziomą. Doniosłości wahadła
Reberz - Ehlerta polega na tym, że długości
jego wahań odpowiada długości wykłosego.



Gdy nachylenie jest mniejsze, wa-
hania są dłuższe, przeto usta-
wiają je bardziej równoleg-
le można można je ułożyć

dowolnie drugim. Jednak okres wahań
równy 30 sekundom najzupełniej wystar-
cza. Te seismografy są bardzo praktycz-
ne, szczególnie dla stacji badających sta-
bę wstrząsienia. Aby mieć składową pół-
nocno-południową i wschodnio-zachodnią
natęży mieć dwa wahadła; właściwie jed-
nak używają trzech, ustawionych wzglę-
dem siebie pod kątem 120°.



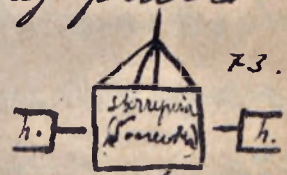
Piórko kresłać diagramy i zaktu-
ca ruchy i dlatego w tym przyrzą-
dzie używa się rejestracji optycz-
nej. Trzy zwierciadła umieszczone są
na trzech wahadłach, a czwarte jest stałe.⁷²

Światło odbite od nich kresli diagramat
na papierze fotograficznym.

Problemy skorupy ziemskiej trudno
jest badać i rejestrować przeto zachodzi
treba ich powiększenia. Przyrządy stu-

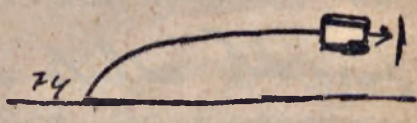
Seismografy

żące do tego celu mają krótki okres wahań, ale wagę ogromną, jak naprzykład wa-
hadło Wiecherta, które powiększa ruchy na-
turalne do 2.000 razy i tym sposobem
zapisuje nierównie słabe ruchy sko-
rupy ziemskiej. Wahadło Wiecherta umoc-
owane jest na silnej metalicznej podsta-
wie, a skrzywnia stanowią-
ca szeregkę wahadła obciążo-
na jest 17.600 kg. (= 1000 pudów) spręż-
kięgo. Po bokach szeregki umieszczone są
hamulce pneumatyczne.⁷³



Do rejestrowania drobnych ruchów
pionowych używa się tej znacznej masy,
ale zawieszanej na sprężynie. Wiechert
zbudował na tej zasadzie wahadło skła-
dające się z obciążonej skrzywni zawiesz-
onej na sprężynie, lecz mniejszej wagi.

Vicentini brat w tym celu resor wago-
nowy i obciążał go na końcu 60 kg. sto-
wien.⁷⁴



Wszystkie opisane
seismografy dają możliwość zapisywa-
nia ruchów skorupy ziemskiej, byle tyl-
ko tabowe nie były zbyt wielkie, w ta-
kim wypadku bowiem piórko wyscho-

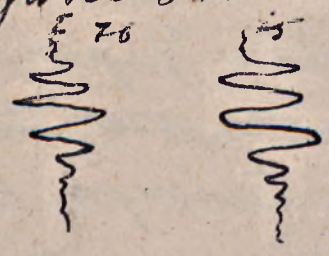
dri z plastyczny papieru.

Obecnie rejestracja zjawisk seismicznych jest bardzo rozpowszechniona, stacji jest szczególnie dużo w Japonii i Włoszech. Dane dostarczane przez stacje są opracowywane w Centralnym Biurze Komisji seismograficznej w Strasburgu. Jednak z pożytkiem mogą być porównywane tylko zapisy seismografów jednej konstrukcji. Wprawdzie zapis seismografu każdego z używanych systemów jest dobry, ale każdy zapisuje w swój właściwy sposób. Na ziemiach polskich stacja seismiczna istnieje we dworze i prowadzona jest pod kierunkiem prof. Łaski.

Obserwacje wykazały że powierzchnia ziemi jest ustawicznie w ruchu, seismogramy stale wykazują bądź to makro, bądź mikrosejsmy.

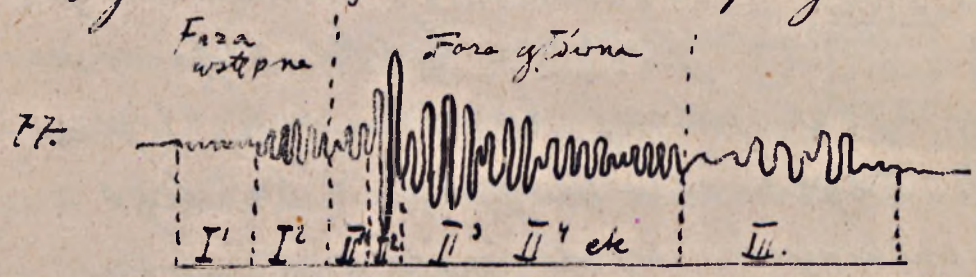
Gdy trzęsienie odbywa się niedaleko stacji, seismograf zapisuje to, co ludzie odczuwają, w miarę jednak oddalania się od epicentrum diagramat rozwleka się i właściwe trzęsienie poprzedzone jest fazą wstępną. Faz wstęp-

nych może być więcej, gdy trzęsienie za-
chodzi od stacji dalej niż na od-
ległości 500 metrów i im epicentrum

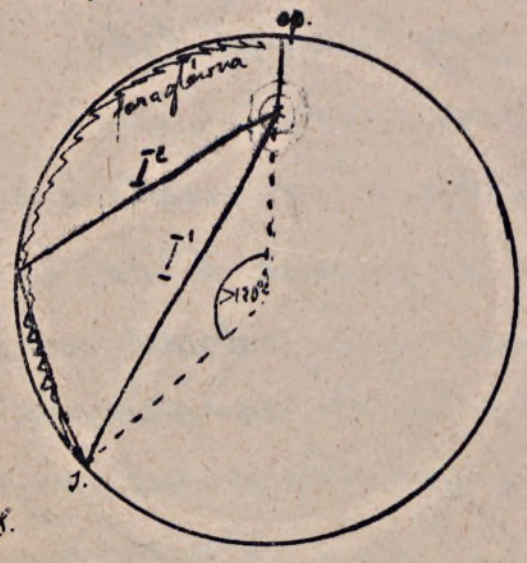


dalej, tym faza wstęp-
na dłuższa? Według
długości fazy wstęp-
nej można określić

odległość trzęsienia. Fale przycho-
dzą



ce w fazie głównej. Pierwszej (II) cechu-
ją się większą amplitudą, niż we wstęp-
nej (I), lecz okres ich jest mały. Fale
II² i II³ mają amplitudę i okres najwięk-
sze. Wreszcie III wykazują amplitudę
małą, aż do zaniku fal.



Fale rozchodzą
się drogą katową,
to z nich które
przebyły drogą
I' zostają na
stacji i spotrze-
żone najpierw,
następnie przy-

chodzą fale I^2 powstałe przez odbicie fal, idących pierwotnie w kierunku innym. Na koniec dochodzą fale po powierzchni ziemi; te stanowią fazę główną. Szybkość z jaką się poruszają fale może być obliczona względnie, a mianowicie od epicentrum do stacji licząc po powierzchni ziemi. Szybkość ta dla fal I^1 wynosi 14,1 km., dla I^2 - 7,5 km i dla I^3 - 3,3 kilometry.

W kilkanaście godzin po pierwszym diagramacie seismografy przysłał drugi, a to dzięki falam, które doszły z drugiej strony; fale te idą wolniej, bo tylko z szybkością 3,7 km.

Nauważono jednak przy takich warunkaniach przez niezmiernie ciekawą. Mianowicie gdy odległość katawa epicentrum i stacji przenosi 120° szybkość fal zmniejsza się, zarówno jak i faza wstępna. Wolniejsze rozchodzenie się fal w wnętrzu ziemi może być warunkowane tylko innymi własnościami jej wnętrza. Ta odmienna od sprężystości skorupy sprężystość wnętrza jest jedyną pewniejszą wska-

Bl. 222. 604.
J. J. J. J. J.



zawka, dla dociekań nad stanem środka
ziemi. Ponadto ze spostrzeżenia tego
wynika, że przynajmniej 1/3 prowie-
nia ziemskiego jest twardą skorupą.

Mikrojsmy

Seismografy wykazują niekiedy ca-
łymi godzinami niepokój mikro-
seismiczny kształt wychyleń
o małej amplitudzie. Te ru-
chy noszą nazwę oscylacji
pulsatorycznych. Okresowość
jest tu zjawiskiem pospoli-
tym, przytem występuje okre-
sowość dzienna i roczna. W zi-
mie ma miejsce maximum wa-
hań a minimum w lecie. W ciągu
dnia oscylacje najoswieiej zachodzą
o 12-2 po południu, najrzadziej po-
łudniowej. Przyrodny oscylacji pulsa-
torycznych leżą w zjawiskach meteor-
ologicznych atmosfery - mianow-
icie w wiatrach. Wiadomo, że zima
w Europie jest okresem wiatrów,
te zaś przesuwając się po powierzchni
ziemi wywołują drobne ruchy
skorupy ziemskiej. Niekiedy amplitu-
da oscylacji dochodzi do 15 mm. Wiat-

wywołują częste ruchy lecz równomier-
ne i słabe; rzadziej zdarzają się, lecz o
większej amplitudzie ruchy zależą od prze-
suwania się min. barometrycznych. Róż-
nica ciśnienia w różnych miejscach skorupy
ziemskiej; zmniejszenie ciśnienia atmo-
sferycznego jest w stanie poruszać sko-
rupę ziemi. W rzeczywistości cyklony idą
w parze z oscylacjami pulsatorycznymi.
Szczególnie widoczne jest to w Europie
południowo-wschodniej, a to dzięki bu-
dowie geologicznej t.j. płyty rosyjskiej;
której poziome ustawienie sprzyja
takowym ruchom. Na granicy jej le-
ży dwin, gdzie obserwowane jest nieod-
łączne występowanie cyklonów i
oscylacji. W Turyjści np. nie ma tej
zależności, choć cyklony przechodzą przez
to miasto kierując się na wschód.
Oczywiście zależy to od skomplikowa-
nej budowy geologicznej okolicy. Na to oscy-
lacje wywołuje tam wiejący z półno-
cy wiatr bora.

Gene ruchy skorupy ziemskiej są bar-
dzo prawidłowe o niewielkim zarys-
bieniu, a więc małej amplitudzie

są pulsacjami. Bardzo regularne ruchy pulsacyjne wywołują rozchodzące się w skorupie ziemskiej fale elastyczne. Trwają pulsacje po parę godzin a maximum ich przypada wieczorem. Przyczyny pulsacji nie są dokładnie wyjaśnione, mają one podobno zależność od czynników meteorologicznych.

Ruchy bradyseizmiczne mają fałę długą o niewielkiej amplitudzie, lecz długim okresie. Mogą to być wahania periodyczne i aperiodyczne. Wahania periodyczne odbywają się w okresie dziennym i wykazują dość znaczną amplitudę; wahadło zbiera z zachodu na wschód. Maximum przypada dwa razy dziennie około 7 rano i 6⁴ po południu, dlatego, że wtedy ziemia jest najcieplejsza, a wite najwięcej się rozszerza, rano zaś kurczy się po ochłodzeniu w ciągu całej nocy. Nie wszyscy ułożeni go dają się na ten pogląd i niektórzy utrzymują jakoby ruchy poristone zależne były od ogrzewania.

Łjawisko nutacji t.j. odchylenia poziomu od położenia zenitalnego pozwala

przypuszczacie, że środek bezwładności nie leży w środku ziemi.

Co 12 godzin przechodzą przez powierzchnię ziemi jakiejś fale, które uważają niektórzy za odpływy i dopływy. Obliczone maksymalne nachylenie pionu przy przejściu przy przypływie wynosi $0,008''$ (przy znaney sztywności ziemi. Seismografy w takich wypadkach dają wychylenia równe $0,005''$, z czego wynika, iż sztywność ziemi jest większa niż stali.

Zauważono wiele wulkanów, które do dziś dostatecznie wysświetlone nie zostały; do takich należy wspominać się fal seismicznych, aperiodyczne wulkanu punktu O, gdy drwignia seismografu wychodzi z płaszczyzny papieru.

Wychylenie pionu ma miejsce stale i może wynosić po kilkanaście cm. w jedną stronę to w drugą, a to z powodu chybotańcia się ziemi.

W Strasburgu od 1 kwietnia zenit posuwa się na północ aż do końca sierpnia, potem do grudnia cofa się nazad, a od grudnia do kwietnia stoi w miejscu. Zjawisko to ma związek z temper-

zaturę - ruchem cepta z piwnicy na po-
wierzchnię ziemi i odwrotnie. Wychy-
lenie punktu O na wschód; zachód za-
leży znów od ciśnienia, co obserwo-
wano w Vüthelmskaven.

Klasycznym przykładem tego ro-
dzaju zależności wychylenia O od
ciśnienia jest miasto Victorja nad
oceanem Spokojnym w Ameryce.
Meteorolog tamtejszy Denison zau-
ważył, że od 1 do 31 stycznia O wychyli-
ło się o 38 mm. na wschód, od czerwca
zaś do października wychylało się
na zachód. W Victorji pogoda zależy
od wędrówki cyklonów na wschód,
to też Denisson spostrzegł zwią-
zek cyklonów z tym wychyleniem
seisnograf bowiem wykazywał po-
chylenie powierzchni ziemi ku ma-
ximum. W taki sposób zdobyto tam
możność prepowiadań pogody
na 18-24 godziny weseńniej, na pod-
stawie li tylko ruchów seisnografu.
Tak więc stała skorupa ziemi jest
bardzo elastyczna i sypka, przytem
znajduje się w ciągłym ruchu.

Wykład 2/7 27/11

Ljawiska górotwórcze. W połowie XVIII wie-
ku Linneusz i Celsjusz zauważyli na brzegu
morza Bałtyckiego, że w wielu miejscach mia-
sta portowe zostały oddalone od morza,
a na skałach nadbrzeżnych występują
wyraźnie linje brzegowe powyżej obec-
nego poziomu morza. Nie ulegało więc
wątpliwości, że spowodowane to jest albo
podnoszeniem się lądu, albo opadaniem
morza. Linneusz mniemał, że pochodzi
to od obniżania się poziomu morza,
co według niego dzieć się miało na ca-
łej ziemi. Linneusz był zwolennikiem
de Mailleta, a ten dowodził, że opada-
nie morza jest procesem ciągłym
i zaczęło się od chwili, gdy pod równikiem
wynurzyło się wyspa, na której powsta-
ło zyciu - raj. Jednakże Linneusz oddał
tej sprawie dość ustugi: zobit on
w skały nadbrzeżne na poziomie mo-
rza marki brązowe, dzięki czemu
stwierdzono, że Skandynawja podno-
si się systematycznie, na dło oznaczo-
no wielkość wznieśienia. Okazało się,
że brzeg nie podnosi się jednostaj-

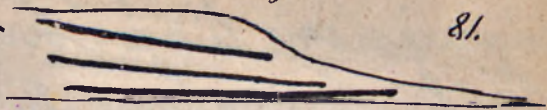
nie, max. wynosi 1 m. na lat 100 tj. 1 cm. na rok. Na północy (w zatoce Botnickiej) wznoszenie jest szybsze niż na południu.

Wogóle oznaczenie cofania się morza jest łatwe, gdyż pozostawia ono po sobie ślady, jak linje brzegowe, szczątki fauny i flory i t.p. Zato opuszczenie się lądu trudne jest do obserwowania. Wprawdzie za wskazówkę w tym kierunku mogą służyć zatopione pnie (ślady dawnych lasów) i t.p, lecz nie ma pewności czy nie są to osuwiska.

Przyjęte jest za Suessem ujemnym ruchem linje brzegowej nazywać zjawisko, gdy linja linja brzegowa opuszcza się pod poziom morza, a dodatnim, gdy linja brzegowa wynurza się.

Nierównomierności wznoszenia się Skandynawji wskazują, że mamy tam do czynienia ze zmianą poziomu lądu. Południowe wybrzeża Bałtyku, tam gdzie leży Gdańsk, Kołowiec nie zmieniają się, wznoszenie lądu ma miejsce tylko w zatoce Botnickiej; na południu podobno Skandynawja zanurza się w fiordach wyróżniają trzy systemy linji brzegowych, przytem stare linje nie są równo

legło ani do brzegów, ani do siebie, jak to
wskazuje schemat.⁸¹ Wy-
nika to z tego, że części
środkowe lodu podnoszą się szybciej i skokami,
w ciągu których morze tworzy linie bre-
gowe. Największe podniesienie jest na gra-
nicy Szwecji i Norwegji.



81.

To samo ma miejsce w Ameryce północnej.
Zatoka Hudsonska jest analogiczna do m.
Bałtyckiego. Tak samo jak Bałtyk jest płyt-
kiem zagłębieniem Tereny Skandynawskiej
złożonej ze skał pierwotnych, zatoka Hud-
sonska jest podobnym zagłębieniem w Ter-
ory Kanadyjskiej. Na południowych brzegach
zatok również podnosi się ląd, a nad Wiel-
kimi jeziorami są jeszcze ślady tego podno-
szenia. Najlepszym przykładem jest rzeczą.
nięte z pn. na pd. jezioro Michigan; na jego
brzegach północnych nadal wyraznie ślady
podnoszenia się lądu, gdy na brzegach po-
łudniowych koło Chicago, ląd zanurza się
pod wodę. Woda jeziora przelewa się na po-
łudnie, (ab) jest jej po-
ziomem pierwotnym, pa.
a b współczesnym. Wobec takiego ruchu wa-
hodłowego należy oczekiwać, że za pewien
przebieg czasu Michigan przeleje się na po-




82.

ludnie i blednie odplywato przez Missisipi.
Wymienione linje bregowe zachowano te w
Chili, Argentynie, Patagonji, lecz nie sa to
rzeczy dostatecznie dobrze zbadane.

Przyrozniny podnoszenia sie lądu wedlug
McClarda Reada leza w gtebi ziemi. Istni-
ja tam fale ciepła które wędruja po wro-
cie i ogrzewaja lądy od dołu, co powoduje
wypiębranie sie tych ostatnich. Dla tego
tyczy sie to tarasy Kanadyjskiej i Skandy-
nawskiej Read nie odpowiada. Wedlug in-
nej hipotezy w Diluwjum obzedwie tar-
asy pokryte byly powloka lodowa 4.000
m. grubą. Taką powloka wywierala kolo-
salne cisnienie, a skoro to ustalo sko-
rupa ziemi w tym miejscu zaczęła sie wy-
piębrac, co jest tym bardziej prawdopo-
dobne, ze nawet max. i min. barometrycz-
ne sa w stanie ręki jej wywstac. Niska
temperatura warunkowala gteboki stopien
gweste zimny, czego skutkiem moglo
byc kurczenie sie powloki ziemskiej.
Wrescie masy lodu wywieraly drzista-
nie przyciagajace na wode, co moglo spo-
wodowac podniesienie poziomu morza.
Gdy chodzi o podnoszenie sie morza,
to trudno jest zawyrokowac czy miany

do wymiennia z rozmywaniem ładu, czy z jego opuszczeniem. Estuarja są wskazywkami ujściowego ruchu linii brzegowej, bo wtem rzeki nie byłyby w stanie wyrobić takiego ujścia. Cała Ameryka jest ładem jakgdyby zapadającym się, jest ona otoczona cokołem lądowym, ciągnącym się na 200 m. od brzegu, a zanurzonym na 100 m. pod poziom morza.⁸³ Krawędź tego cokołu jest równoległą do brzegu Ameryki, a przy ujściach rzek są w cokołe do linii, ciągnące się w kierunku koryta rzeki. Wszystko to wygląda jakgdyby



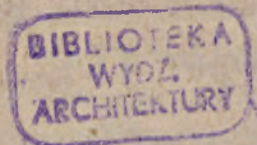
Ameryka zanurzała się pod poziom morza, a ślady dolin były starcami dolinami rzeczekimi. Atoli jest to przypuszczenie nie słuszne, gdyż erozja nie jest dostosowaną do doliny i na brzegu występuje zarębiecie. W Afryce zaś u ujścia Konga jest dolina głęboka na 1400 m., a więc erozja nie może być młoda, w dalszku około Afryki niema cokołu. Wypada więc przypuścić, że przy ujściu rzek zachodzą jakoby procesy hydrodynamiczne. W Japonji zaobserwowano również wahadłowy ruch ładu: od czasu ład się podnosi, od strony m. Litkego opada.

Opis tych ruchów wzdłużnych zachodzą

na ziemi perjodyczne ruchy skorupy ziemskiej, polegające na tem, że ląd gromadzi się na równiku, a woda na biegunach i odwrotnie. Summażono to zjawisko mutacji i t. p. lecz nie są to rzeczy pewne. Suess dowodzi iż obecnie dno morza się zapada jak np. w. Śródziemne, Czarne, Tyrreńskie, Egejskie, woda odpływa i mamy ogólne obniżanie się morza na całej ziemi.

Następnie stale nagromadzane osady znów podnoszą poziom morza i t. d., co objęte jest ogólną nazwą ruchów eustazyjnych.

Przyjętymy właściwych procesów geotwórczych poznamy po zapoznaniu się z historją ziemi, wtedy gdy mechanizm powstawania gór i łańcuchów będzie nam obecny.



Gasimierz Bielcy
St. inż. bud.

kiej

row-

flu-

nie

ee-

rod-

wo

nie

sa-

f.d.,

es-

ed-

nia

e-

r

Lwnt 11/VI

118 / A

Politechnika Warszawska
WYDZIAŁ ARCHITECTURY
BIBLIOTEKA

Nr inwentarna
15384/III