A MODERN GEOLÓGIA

A FÖLD KELETKEZÉSÉNEK ISMERTETÉSE KÖNNYEN ÉRTHETŐ MODORBAN, DE TUDOMÁNYOS ALAPON S A TÖRTÉNELEM ELŐTTI ÁLLATVILÁG LEÍRÁSA.

IRTA

E. S. GREW.

FORDITOTTA

DR BALLENEGGER RÓBERT.

M. KIR. GEOLÓGUS.

HUSZONÖT ÁBRÁVAL.

BUDAPEST.

FRANKLIN-TÁRSULAT

MAGYAR IROD. INTÉZET ÉS KÖNYVNYOMDA.

1914

TARTALOM

I. FEJEZET.
A Föld keletkezése.

II. FEJEZET.
A Föld alakja.

III. FEJEZET.
Az időjárás szerepe a Föld történetében.

IV. FEJEZET.
A folyók szerepe.

V. FEJEZET.
A tenger munkájának nyomai.

VI. FEJEZET.
A jégkorszakok.

VII. FEJEZET.
A tűzben keletkezett kőzetek.

VIII. FEJEZET.
A Föld keletkezésekor.

IX. FEJEZET.
A Föld gyermekkora.

X. FEJEZET.
Az élet kezdete a Földön.

XI. FEJEZET.
Van-e élet más égitesten?

XII. FEJEZET.
A kőzetek megszilárdulása.

XIII. FEJEZET.
A földrengések szerepe a geologiában.

XIV. FEJEZET.
Néhány híresebb földrengésről.

XV. FEJEZET.
A földrengések okairól.

XVI. FEJEZET.
A vulkánok és a hegyképződés.

XVII. FEJEZET.
A föld rétegeinek csoportosítása.

XVIII. FEJEZET.
Hogyan keletkeztek a kőszéntelepek?

XIX. FEJEZET.
A hüllők korszaka.

XX. FEJEZET.
A hüllők kora.
(Folytatás.)

XXI. FEJEZET.
A krétakorszak.

XXII. FEJEZET.
Az emlősök kora.

XXIII. FEJEZET.
A jégkorszak.

XXIV. FEJEZET.
Az ember uralma.

MEGALOSAURUS.
Hossza 7.5 m., maradványait Angliában, Francziaországban,
Délafrikában és Indiában találták meg.

I. FEJEZET.
A Föld keletkezése.

Mindenki, a ki valaha járt a britt szigetek partjain, észrevette, hogy körvonalaik állandóan változnak. Anglia keleti partjainak egyes részeiben, pl. Harwich és Walton-on-the-Naze között úgy látszik, mintha a tenger lassankint elhatalmasodnék a szárazföld felett, úgy hogy vannak helyek, melyek húsz-harminc év előtt legelők voltak és most dagály idején teljesen víz alá kerülnek, apálykor pedig nem egyebek homokos pusztaságoknál, melyeket itt-ott tengervíz-erecskék szelnek át. Wight-sziget déli partján, a sziget legkeletibb pontján, Sandown és Culver Cliff között szintén fogy a part, de más módon. Évekkel ezelőtt vár állott meglehetősen közel a szirt széléhez s a vár tengerre néző fala mellett még el lehetett kúszni. Most már nem lehet, mert a vár külső fala régen a tengerbe süllyedt a belső erődítmények néhány más falával együtt, úgy, hogy a várnak ezt a részét le kellett rombolni, különben még a szárazföld felé néző falak is követték volna a külsőket s a vár a szakadékba csúszott volna az egész talajjal együtt. Könnyű megérteni, hogy mi történik itt. A szél és a hullámok aláaknázzák, lyukacsossá teszik a szirt falát. Gyengítik alapját és egész tömegét, úgy, hogy az egész felső réteg, melyen a vár épült, csuszamlik. Ha elképzeljük egy pillanatra, hogy mi sem történik a vár megmentésére vagy a szirt megóvására és a természet kénye-kedve szerint bánhat vele, könnyen kitalálhatjuk, mi történnék. A szirt lassankint elpusztulna, kavicsos homokja és agyagja a tengerbe süllyedne, Wight szigete pedig valamivel kisebb lenne. Ez történik a Britt-szigetek partjainak nem egy részén, úgyszintén Florida partjain és Amerikában a Californiai-öbölben.

Az északi tengerben levő kis helgolandi szigetet - valamikor Nagy-Brittanniáé volt, de ma a német birodalomé - a tenger hasonló módon oly hevesen támadja, hogy szinte védőpáncélokkal kell körülvenni, hogy megőrizhesse épségét. Kőfalakkal van körülbástyázva, hogy el ne pusztuljon. Ami a Britt-szigetekkel és Helgolanddal történik, megtörténik az egész világon és mindig megtörtént. Ha nem történt volna már az elmult korszakokban is, egyáltalában nem volnának Britt-szigetek, mert Anglia, Skóczia és Irország valamikor összefüggtek Európával s Harwichtól az Északi-tengeren át el lehetett volna sétálni Hollandiába. Az Északi-tenger valamikor szárazföld volt, de a tenger észak felől elborította, dél felől az Atlanti-oczeán tört utat magának, míg végül létrejött a La Manche-csatorna az ujonnan keletkezett Északi-tenger sekély vizeiben s Európa egykori részeiből lettek: «A tenger ezüstjébe foglalt királyi szigetek.»

Ez még nem minden. Amit a tenger elvesz, azt vissza is adja. Sir Thomas Holditch mondja, hogy a Csendes-tenger délamerikai partjainak egyes pontjain láthatók egyrészt száraz területek, melyeknek kagylóiból világosan kimutatható, hogy valamikor az egész területet tenger borította, másrészt pedig az így keletkezett szárazföld közvetlen közelében tenger alá süllyedt őserdők felett hajózhatunk. Anglia területének kisebb-nagyobb veszteségei fontosak, annyira fontosak, hogy bizottságot alakítottak - mely «Royal Comission on Sea Erosion» néven ismeretes - annak a megállapítására, hogy mily arányúak a veszteségek és mily módon volnának orvosolhatók. De partjaink egyes részein a szárazföld nem fogy, hanem gyarapszik. A tenger elmos ugyan a szirtekről homokot, kavicsot, krétát, palát és agyagot, de ezek az anyagok nem vesznek el. Valaminek történnie kell velük. A tenger áramlásai egyes helyeken lerakják őket s itt a tenger elsekélyesedik tőlük. Esetleg a tenger fenekén zátonyokat alkotnak. Az is megesik, hogy a tenger árja a partok mentén magával sodorja s a part egy más pontján lerakja őket, látható tehát, hogy midőn a tenger ily módon egyes helyeken elmossa a partokat, ugyanakkor máshol szélesítheti azokat, vagy pedig zátonyokat építhet az összeharácsolt anyagokból. De nem csak a tenger hordoz és halmoz fel ily módon anyagot. A folyók ugyanezt teszik. Minden zápor elmos és magával ragad némi szilárd anyagot - értsd homokot, kavicsot,

krétát, agyagot - a földről a legközelebbi folyócskába. Az a szomszédos folyamba siet vele, a folyam pedig magával viszi a tengerbe. A míg a folyamnak sebes az árja, majdnem minden mocskot magával ragad s vizét rendesen zavarosnak látjuk az eső után. De a hol már lassúbb a folyása - rendesen ott, ahol a tenger áramlásaival találkozik - a hordalék lassankint leüllepszik s ezért vannak többnyire iszap vagy homokzátonyok a folyamok torkolatánál. Ha a folyam elég soká marad szabályozatlanul, a zátonyok tömegükben annyira gyarapodnak, hogy a folyam torkolatánál egyre sekélyebbé lesz és egyre jobban szétterül. Ha azután hajókat akarnak járatni a folyamon, óriási pénzösszegeket kell fordítani a kotrási munkálatokra és a folyambejárat tisztántartására, mint pl. a Temze torkolatánál és a Scheldé-ben.

A szárazföldképződés ezen módjának számos megkapó példája van; s a folyók deltája - így nevezzük a torkolatot, mert hasonló a görög Δ betűhöz - sokszor nagy kiterjedésű. Például a Nilus, a Ganges és a Mississippi torkolatánál nagy földterületek vannak, melyeket kizárólag a folyam alkotott a magával hozott anyagból. A Mississippi, mely 1.147,000 négyzetmért-földnyi[1] terület vizét viszi, évenkint 210 millió köbméter iszapot rak le. Az olaszországi Pó-folyam 30,000 négyzetmértföldnyi terület vizét viszi s évente 45 millió köbméter iszapot rak le. E szerint a folyam egész vízgyüjtési területének szintje évenkint 1/2 milliméterrel sülyed, úgy hogy azt a területet, melyen át folyik a folyó ezer év alatt körülbelül 1/2 méternyivel sülyeszti. Maga a Temze is 5.000,000 tonnányi anyagot sodor el évente. Mindennek ismét le kell rakodnia valahol s a hol lerakódik, ott uj területek formálódása észlelhető, uj medrek, uj rétegek keletkeznek, melyekben korszakok multával a Föld leendő lakósai a jelenkor népeinek és állatainak maradványaira lelhetnek.

Ilyképpen valamely vidék partvonala több módon változhat, úgy is, hogy határait növelik a tenger és a folyamok; s úgy is, hogy az idők viszontagságai elpusztítják területének egyes részeit. De más változások is vannak folyamatban, melyek nem oly könnyen észlelhetők s melyekről nehéz beszámolni. Legnehezebb magyarázatát adni annak a kétségtelen ténynek, hogy a mostani szárazföld mért emelkedett ki a tengerből. Dover fehér szirtjeinek anyaga kréta, a kréta pedig számtalan olyan parányi állat héjjaiból áll, mely valaha tengerben élt s pusztulása után a tenger fenekére merült alá. Idők multával szakadatlan felhalmozódásukból szürke iszap keletkezett, mely végül kiemelkedett a tengerből, megszikkadt és szárazfölddé vált. De nem csak a tengermelletti szirtekben van kréta. Előfordul a tengertől messze eső belső vidékeken is. Van azokban a dünékben is, melyek Guildfordtól Reigate-ig s innen Liempsfield és Westerham felé húzódnak. Krétahegyek hatalmas láncolata ez, magassága helyenkint 600-800 láb. Ennek a dombsornak valamikor tengerfenéken kellett lennie. S ha átkutatnánk egész Angliát és fúrásokat végeznénk benne, egyik-másik pontján bizonyára akadnánk kőzetmaradványokra vagy rétegekre, melyeknek anyagából és szerkezetéből csak azt következtethetnénk, hogy tengerfenéken keletkeztek. Ezek után csak arra a meggyőződésre juthatunk, hogy a Britt szigetek valaha, valamilyen úton-módon lassacskán kiemelkedtek a tengerből és későbbi korszakokban a tenger lassan-lassan ismét föléjük emelkedett. Ez a tény, mely fennáll Angliára vonatkozólag, fennáll az egész világ majdnem minden tájékára vonat-kozólag is, melyen a geológusok kutatásokat végeztek. Mindenütt vannak bizonyítékai annak, hogy a Föld történetében léteztek különböző korszakok: voltak korszakok, melyekben tenger borította a földet; korszakok, melyekben ismét szárazzá lett; lehettek korszakok, melyekben tavak, őserdők boríthatták; korszakok, melyekben jég alatt volt s mások, melyekben sivatag volt az egész.

[1] 1 mértföld = 1609 m, 1 négyzetmértföld = 2.59 km^2.

Egyes jelek arra mutatnak, hogy a korszakok némelyike nagyobbszerű volt a többinél s így a bekövetkezett változások is sokkal nagyobb arányúak voltak. Mindenki hallott már arról, hogy a Sahara-sivatag valamikor tengerfenék volt. Oly állítás ez, melyhez talán csak némi fenntartással csatlakozhatunk, jogosan feltételezhető azonban, hogy a nagy afrikai tavak némelyike valamikor összefüggött a tengerrel; az pedig kétségtelen, hogy Afrika valaha sziget volt. Erről az óriási világrészről tehát biztosan tudjuk, hogy nagy süllyedési és emelkedési időszakoknak lehetett alávetve; voltak idők, melyekben sokkal mélyebben s mások, melyekben sokkal magasabban feküdt, mint most.

De nem sorolunk fel most további példákat, csak annyit próbálunk megállapítani, akadunk-e olyan magyarázatra, mely lehetővé tegye annak megértését, hogy miért vannak a Föld felszínének ilyen lassú emelkedései és süllyedései. A legfőbb és legfontosabb oka ennek mindenesetre az, hogy a Föld korántsem oly tömör és szilárd, mint amilyennek látjuk és érezzük. Ezt könnyebben felfognánk, ha nem élnénk Angliában, - ahol a földrengések ritkák - hanem Japánban, Középamerikában, vagy ama szigettenger valamely tagján, mely Jávától Borneóig s attól délre fekszik. Ezeken a helyeken, hol egy év sem múlik el soha anélkül, hogy a föld megreszkessen az ember lába alatt; s a hol az akkora földrengések, melyek házakat rombolnak - legalább olyan hétköznapi események, mint a hold fogyatkozásai - könnyű elhinni, hogy a Föld meglehetősen rozoga, vagy - ahogy a tudós emberek mondanák - nem szilárd. De ha azokhoz a tudósokhoz hasonlóan, a kik a földrengéseket tanulmányozzák, vagyis seismologiával foglalkoznak, mi is szereznénk magunknak földrengést mérő és jelző műszereket, azt észlelnénk, hogy a Föld még Angliában is majdnem állandóan rezgésben van. Mindig csúszik és zökken valami a belsejében s néha több száz mértföldnyire érezhető rezgést okoz, máskor akkorát, mely az egész Földön érezhető. Átlag húsz olyan földrengés van évente, mely megreszketteti az egész földgömböt.

Úgy látszik tehát, hogy a Föld belsejének, illetőleg kérgének ezek a rázkódásai és hasadozásai valóban rendkívül nagyarányúak, vagy pedig a Föld képződött meglehetősen mozgékony anyagokból. Nos meglehet, hogy mind a két feltevés helyes. Épen most volt szó azokról a műszerekről, melyeket a seismológusok használnak a földrengések jelzésére. Seismometer néven ismeretesek és sok van használatban Japánban és a Csendes-tenger partján, Amerikában, Californiában. Talán mondanunk sem kellene - tekintettel arra a sok cyclonra és anticyclonra, mely az Atlanti-óczeán felől éri Angliát - hogy a viharos vagy esős időt rendesen a barométer süllyedése vagy esése jelenti vagy kiséri. Már most a barométer süllyedése azt mutatja, hogy a felette levő levegő súlya kisebb lett, mint amilyen előbb volt, noha a különbség nem akkora, hogy az ember észrevehesse, ha más tünetek nem kisérik a légnyomás csökkenését. De a Föld megérzi azt s ha a barométer a levegő változásainak következtében esik, az egész Föld megremeg vagy könnyedén megrezdül, mintha csak kocsonya volna. Mi nem érezzük, de az érzékeny seismométer igen; s ha Japánt vagy Californiát a Csendes-oczeán felől vihar fenyegeti, a műszerek jelzik, hogy közeledését a Föld is megérezte. A Földnek a kocsonyához való hasonlítása alapjában véve igen czélszerű.

Ha igen sűrű kocsonya hosszabb ideig áll, vagy ha erősen inog az asztal, a melyre helyezték, a mint tudjuk, megesik, hogy repedések mutatkoznak rajta. A kocsonya szerkezetének ilyen megtörését az okozza, hogy a kocsonya súlyelosztása következtében állandóan úgynevezett feszültségi állapotban van. Megesik, hogy nem elég erős ahhoz, hogy ezt a feszültséget kibirja s ilyenkor csaknem minden látható ok nélkül enged. A kocsonyánál sokkal szilárdabb testek is így viselkednek. Az a nagy híd, mely 1907-ben Quebec közelében leszakadt, látszólag teljesen ép és erős volt; vaspántjai azonban feszültség alatt voltak s ez a feszültség minden intő jel nélkül hirtelen repedéseket okozott a híd vas és aczél vázában s az egész leomlott. A templomok és dómok boltozatokon nyugvó tornyai szintén hasonló módon hirtelen leomlanak, holott

látszólag szilárdan álltak évszázadokon át. Közmondásos is építészek körében, hogy «a boltivek sohasem alusznak.» Ezt úgy kell érteni, hogy a boltozatok, melyeken a templomok vagy dómok nagy súlya nyugszik, állandóan nagy feszültségben vannak, mondhatnánk állandóan rezegnek s így folyton nagy a lehetősége annak, hogy ha a feszültség csak a legkisebb mértékben is fokozódik, teljesen beomlanak.

Az a gömb, melyet Földnek nevezünk, teljes egészében ilyen feszültségi állapotban van s állandóan ki van téve annak, hogy belsejében repedések keletkeznek s hogy egyes részeinek sulypontjai megváltozzanak. Nem könnyű felfogni, hogy egy az ürben forgó óriási gömb miként lehet ily feszültségi állapotban, vagy hogyan igyekezhet egyes részeinek súlypontját áthelyezni úgy, a mint azt a rezgő kocsonyáról vagy a szilárd dóm tornyáról vett példáinkban magyaráztuk. Talán egy újabb példa segítségünkre lehet. Tegyük fel, hogy mindenki ismeri a modern gummi magvú golf labdákat. A modern golf labda, mint azt azok tudják, a kik akarva-akaratlanul átmetszették annak külső borítékát, először is egy kicsiny kemény gummi magból áll. E körül igen szorosan vagy 200 méternyi gummi szalag van csavarva. Minél szorosabb a csavarás, annál jobb, vagy legalább is annál ruganyosabb, ugrósabb az így készült labda. De gondoljuk csak meg, milyen a rendes állapota ennek a gummiba burkolt labdának. Akár csak a kocsonya, ez is folyton nyujtásnak, feszültségnek van alávetve. Még akkor is, a mikor a golf labdát kiegészítő külső réteggel már be van födve, az egész labda folyton feszül, húzódik. Ez az egyik oka annak, hogy ugrik és hogy jobban pattan vissza a golf ütőről a régi divatú tömör labdáknál. De ha egy golf labdát megőriznénk száz éven át, ezek a belsejében levő feszültségek megváltoznának és eligazodnának. Ennek egyik biztos következménye az volna, hogy a labda rugalmassága megszűnnék s a második, hogy alakja némileg megváltoznék.

Már most a golf labda, bármily gondosan készítsék is, nem készül mindig egyenletesen. Egyik oldala súlyosabb lehet a másiknál, már pedig az a golflabda a legjobb, az repül legmesszebbre és legbiztosabban, a melyik legegyenletesebben készült, a melynél a labda középpontja azonos a labda súlypontjával. Ellenkező esetben a labdában levő feszültségek folyton rontják a labda formáját s a labda a golf játszók szavai szerint: «rosszul repül». Nos, a Föld olyan, mint egy rosszul készített golf labda. Súlypontja nem esik pontosan a középpontjába. A Föld egész tömegében óriási nyomások vannak, melyek eloszlása nem egyenletes, sőt állandóan változik s ennek és még számtalan más körülménynek következtében a Föld állandóan egyenetlen feszültségi állapotban van. Mire következtethetünk ebből? Ugy-e arra, hogy a Föld állandóan igyekszik súlyát egyenletesen elosztani. E folyamat több millió évvel ezelőtt kezdődött s még most sem ért véget.

Végül, a golf labda külső rétege aránylag ellentálló, merev anyag, a mely a labda felszinén nem árulja el a belső gummi-mag feszültségét és húzódásait. A Föld kérge azonban nem ellentálló és nem is merev. A Föld belsejének egy része ez s meg is látszanak rajta a Föld magvának feszültségei, nyúlásai és a benne keletkező repedések nyomai. Úgy, hogy, a mint a Föld feszültségben levő magva évszázadok folyamán változik, enged, ismét változik s elhelyezkedik, a Föld kérge is megváltozik vele együtt. A változások némelyike gyors és heves. Mások igen lassúak s fokozatos alakulásuk ezer, sőt több százezer évig tart; s meglehet, hogy a Föld kérge ilyenkor korszakokon át lassankint sülyed egyes helyeken, máshol pedig lassankint emelkedik. Így van az, hogy a Föld felszínének egykori mélyedései most kiemelkedések lehetnek; a mi egykor a tenger tükre volt, most talán szárazföld, világrész; s a mi valaha szárazföld volt, máig az előnyomuló tenger hullámai alá sülyedhetett. Így a szárazföld homokkő szikláját valamikor erdő koronázhatja, az erdő tenger alá sülyedhet s millió év leteltével ismét felszinre kerülhet. Mindezek a változások nyomokat hagynak maguk után, lerakódásokkal járnak. A lerakódások lehetnek növényi anyagok, fák, moszatok, mocsarak

vegetációja, a milyenekből keletkezett a szén; vagy tengeri iszapok, melyek valamikor krétává vagy mésszé válnak.

II. FEJEZET.
A Föld alakja.

A Földet golflabdához hasonlítottuk s a mint a térben forog, milliószor nagyobb erőtől hajtva, mint a milyennel a legerősebb játszó repítette a legjobb Haskell-labdát, röptében és általános megjelenésében nem üt el túlságosan a gummi magvú labdától. Elsősorban is a Föld nem sima, érdességek, hullámosságok vannak a felszinén, melyek bár kevésbé rendszeresek, mégis hasonlók a golflabdán lévőkhöz és röptében forog is. De ne tekintsük most a különbségeket. Tegyük fel, hogy a golflabdára vízcsepp tapadt úgy a mint zsíros felszinen szokott tapadni. Hol helyezkednék el a víz? Hamar készek vagyunk a válasszal: a víz lecsöppenne róla repülés közben. Tényleg ez nagyon valószínű is. De ha a víz nagyon ragadós, vagy nagyon vonzódik a golflabdához, hol lenne akkor a víz? Erre csak azt felelhetjük, hogy nincs különös oka arra, hogy inkább legyen a labda egyik részén, mint a másikon, föltéve, hogy a labda pontosan gömbalakú. Ez elég okos válasz. De alkalmazzuk ugyanezt az okoskodást mikor arról van szó, hogy a Föld vízcseppje, - az óceánok, hol helyezkedjenek el a forgó gömbön. Hozzátapadnak, de nem mintha ragadósak volnának, hanem ama vonzódás révén, melyről azt mondjuk, hogy a súly következménye - ez az erő kényszerít minden testet a természetben arra, hogy vonzódjék az összes többi testekhez, ez ad hajlandóságot mindennek, ami körülöttünk van ahhoz, hogy a Földre essék s ott is maradjon. Azért van ez, mert a Föld óriási tömeg s nagyon nehéz mindenhez képest a mi körülötte van s így hatalmas vonzóerővel bír. Halvány sejtelmünk lehet ennek a vonzóerőnek a nagyságáról, ha meggondoljuk, hogy a Föld óránkint ezer mértföldnyi sebességgel forog s még sem esik le róla semmi. Nem rázódnak le a tengerek sem. Megtapadnak. De mért nincsenek egyenletesen szétoszolva a Föld egész felszinén? Ha átnézzük a Föld térképét vagy még inkább, ha megtekintünk egy gömböt, melyre pontosan le vannak rajzolva a világrészek és a tengerek, észrevesszük, hogy egyik oldalán óriási száraz területek csoportosulnak, míg a másikon hatalmas vízmedenczék vannak. Képzelje el az olvasó, hogy ha a Madeira és Bermuda szigetek közötti távolságnak körülbelül a közepén ezer mértföldnyire a Föld felett lebegve letekintene, mit látna valjon? Meglátná az Atlanti-Oczeánt, mely körül azonban óriási száraz területek csoportosulnak: Európa, Afrika, Északamerika, Ázsia - s ha először látná meg a Földet s nem ismerné annak térképét, valószínűleg azt hinné, hogy majdnem az egész szárazföldből áll, csak egy aránylag kicsiny, be nem fagyott tengercsík van rajta. Azután kerülje meg az olvasó a Földet, s első körültekintési helyével éppen ellenkező ponton megállapodva, tekintsen le ismét. Innen megláthatja Ausztráliát s azt a földet, a mely a déli sarkon fekszik, de Dél-Amerika hegyes csúcsától s esetleg Dél-Afrika széles részétől eltekintve egy legnagyobb részében vízzel borított gömböt fog látni.

Mért van ez így? Ez bizonyára a Föld formájának a következménye. Tény az, hogy a Földből nagyon rossz golflabda válnék. Egyáltalában nem bír avval a tökéletes symmetriával, melyről azt mondják, hogy a golflabdát képessé teszi a pontos és jó repülésre. A Föld alapjában véve sem kívül, sem belül nem tökéletes gömb. Súlypontja nem azonos középpontjával és a formája sem kerek. Bizonyára mindenki hallotta már, hogy a Föld mindkét sarkán lapított alakú, de szabálytalansága nemcsak erre szorítkozik. Ha megfoszthatnánk őt a tengereitől, melyek számos tökéletlenségének takarói, kitünne, hogy formája egyáltalában nem olyan mint egy pontos, gömbölyű golflabdáé. A tengereitől megfosztott Föld formája, «geoidja» körtéhez hasonlít. A körte szárát Ausztrália déli része alkotja s magába foglalja Ausztráliát és a délsarki kontinenst. Az egészet a Dél-Amerika felé néző oldal kivételével egy vízzel telt mélyedésekből álló öv veszi körűl, melyet a körte derekának nevezhetünk. Ezt viszont a Japántól északra fekvő oldal kivételével egy emelkedésekből álló öv veszi körül s ezt a részt tekinthetjük a

körte kiálló részének. Itt emelkednek a nagy szárazföldek. A körte legalsó részét pedig az Atlanti-Oczeán közepe táján találhatjuk, a Madeirák és a Bermuda szigetek között. A Föld felett ezer mértföldnyi magasságból tekintve nem volna észlelhető s ha volnának csillagászok a Holdban, azok sem láthatnák. Hanem azért a Föld - bár kis mértékben - mégis körte formájú s az ilyen óriási tömegnél a kerekségtől való legcsekélyebb eltérés is óriási hatású.

Majdnem mindenki ismeri a biliárdjátékot vagy a tekézést, a golfról pedig tudom, hogy többé-kevésbé mindenki ért hozzá. Mi történik p. o. ha a tekézésnél oly golyóval játszunk, melynek súlya nem egyenletes eloszlású. Az ilyen golyó nem fut egyenesen hanem ferdén. Mi történik, ha a biliárdgolyó nem szabályos, vagy régi s elvesztette symmetriáját? Úgye imbolyogva gurul? A rosszul készült golflabda pedig mindenféle bosszantó hóbortosságot követ el. Bukdácsol, felröppen, pörög és támolyog. S ugyanezt teszi a Földnek nevezett egyenetlenül formált forgó gömb is már több millió év óta. Imbolyog s mint az előbbi fejezetben kimutattuk, állandóan megkisérli a kiegyenlítődést. Így pl. a sarkok nem voltak mindig ebben a helyzetben s a tengerek sem voltak mindig ott, a hol most vannak. A víz néha felhúzódik a szárazföldre a sarkok felé, máskor pedig visszavonul. Rétegek, melyek valaha fagyottak, hidegek voltak, megmelegedtek, egyszer tenger, másszor erdők, s ismét máskor sivatagok borították őket. Nincs olyan zúga a világnak, mely éghajlatváltozáson át ne esett volna. Ezek a változások rendkívül lassúak. Sokszor elsiratják a régi teleket, régi nyarakat, még sincs semmi okunk annak a feltevésére, hogy Anglia éghajlata legcsekélyebb mértékben is változott volna, mióta Cézár hadai partra szálltak. A Britt szigeteken megtelepült rómaiak bizonyára szintén láttak pocsolyás enyhe teleket és csúnya, esős nyarakat csak úgy mint mi; s Arthur király lovagjainak valószínüleg szintén voltak a novemberi ködökről szerzett szomorú tapasztalataik. Hanem azért vannak az éghajlatnak lassú és biztos változásai, s a szélen kívül semmi sem nagyobb befolyású a tenger vagy óczeán közelségénél. A legtöbben vala mely tájék éghajlatának melegségét úgy próbálják megállapítani, hogy a kérdéses táj és a sarkok közötti távolságot veszik alapul.

Ez azonban nagyon kezdetleges módszer. Vladivostok hozzávetőleg éppen olyan messze van az északi sarktól, mint Velencze; a két hely éghajlata között pedig jókora a különbség. Mikor az oroszok és japánok Mandzsuriában Mukden előtt küzdöttek, a katonák meghaltak a nagy hideg miatt s az őrök megfagytak a helyükön ugyanakkor, a mikor Menton és Monte-Carlo közönsége a nagy hőségről panaszkodott, holott a két város az északi sarkkörtől egyforma távolságban fekszik. Láthatjuk hát, hogy nem kell azt hinnünk, hogy Anglia (hol kétezer év alatt néha-néha voltak telek, melyekben megfagyott az Eucalyptus, vagy a fügefa, s ahol a narancs sohasem érik meg szabadban) mindig ilyen hideg volt. Lehettek, sőt tudjuk, hogy lenniük kellett olyan időknek, mikor elég meleg volt ahhoz, hogy tropikus növényzethez hasonló vegetatió megéljen rajta. S biztos, hogy olyan hideg is volt valamikor, a milyen Szibéria télen.

Feltehető tehát, hogy ha ásatásokat végeznénk itt, vagy a Föld bármely olyan pontján, a mely keresztül ment ilyen változásokon, az egykori korszakok nyomára lelnénk. Például ha Angliát valaha több száz vagy ezer éven át tenger borította, ezen idő alatt összegyűjtve medrében milliónyi kis állat maradványait, feltehetjük, hogy ezeknek a maradványoknak nyomára kell bukkannunk - esetleg kréta formájában, tekintettel arra, hogy a tengerben élő állatok csontjai és héjjai jó adag meszet tartalmaznak. Vagy pedig ha erdő borította Angliát, ott zöldült és pusztult el; - és nem annyi időn át, a mennyi elmult a mióta a rómaiak először szálltak partra, hanem százszor annyi ideig; feltehetjük, hogy növényi maradványokra lelhetünk, melyeket a rájuk rakódott rétegek megkeményítettek. Igaz? Nos, a kőszén növényi eredetű. Feltehetjük, hogy nyomára találunk annak is, ha volt idő a mikor jég borította a földet, vagy sivatag, esetleg tó volt az egész. E korszakok mindegyikének emléket, nyomot kell hagynia. Hagynak is.

Vegyük szemügyre Sir Archibald Geikie-vel az évszázadok óta lakott városok altalaját. Például, ha ásatások folynak Londonban csatornázási, építkezési vagy más okoknál fogva, néhány lábnyival a mostani utczák szintje alatt mozaikokat, alapfalakat, agyagvázákat, bronzszerszámokat és sok más római eredetű dolgot lelnek. Már most, ha semmit sem tudnánk a rómaiakról, a mai London felszine alatt talált leletek megmutatnák, hogy sok idővel a mai utczák épülése előtt a város helyét czivilizált nép foglalta el, a mely a neki szükséges eszközöket bronzból készítette, érczpénzzel birt és vázáiban, üvegjeiben és szobraiban nem kevés művészi érzékről tett tanuságot. Még lejjebb, az alatt az összegyülemlett mindenféle anyag alatt, melyben a római tárgyakat lelték, kavics- és homokrétegek vannak s ezekben pedig kezdetlegesen formált kőszerszámokat, nyilhegyeket, kalapácsokat és több hasonló tárgyat találtak. Ezekből megtudjuk, hogy a rómaiak előtt egy korábbi nép élt itt; a mely kőből durván faragott szerszámokat használt.

Nem férhet kétség ahhoz, hogy ez volt a sorrend, a melyben a London helyén élt népek követték egymást. Szemmel látható tény ez! Miért? Látjuk, hogy három réteg van egymás felett. A felső az, a mely magába foglalja a mi saját korunk alapzatait és egyéb dolgait. Közvetlenül alatta van az, a melyben a római uralom maradványaira találtak. Legalul pedig az fekszik, a melyben a kőkorszakbeli silány maradványok voltak. A legfelsőbb réteg szükségszerűen a legújabb is, mert hiszen nem keletkezhetett addig, a míg az alatta levő ott nem volt; az ez alatt levőnek pedig még régebbinek kell lennie, mivel a Föld szinétől mélyebben fekszik. Magában véve az a körülmény, hogy a rétegek egymás fölött helyezkedtek el, biztos módot nyujt annak a sorrendnek a megállapítására, a melyben formálódtak. Lehetséges, hogy sem években, sem évszázadokban nem tudjuk kifejezni, hogy milyen régiek, a felől azonban feltétlenül biztosak lehetünk, hogy először a legalsó s utoljára a legfelső réteg keletkezett. Ennek a megfigyelésnek a révén tudunk bizonyítékokat lelni arra nézve, hogy a Föld felszine nem volt mindig olyan, a milyen most. Ha felássuk azt a sötét színű földréteget, a melyben a növények gyökereznek, - egyes helyeken kavicsos, homokos réteget lelünk, a melyben sok a síma, gömbölyű kövecske. Ezt az anyagot keletkezőben láthatjuk olyan helyeken, ahol a víz ide-oda gördíti a kavicsokat, például folyók medrében, tavak partjain és a sekélyes tengerpartokon. Bárhol is mutatkoznak ilyen simára csiszolt kavicsok, hullámzó víz hatásáról tesznek tanuságot s még ha a kérdéses hely jelenleg száraz is, biztosan tudjuk, hogy valamikor víz alatt volt. Másutt viszont osztrigák és más állatok kagylóiból képezett rétegek vannak a felső talaj alatt.

A gödrök, kőfejtők és bányák még mélyebbre hatolnak, feltárják a Föld belsejét és a Föld ősrégi változásainak nagyon hatásos tanujelét hozzák napvilágra. További magyarázatképen tegyük fel, hogy valamely osztrigákban dús homokréteg alatt sötétbarna tőzeg fekszik. Ez az anyag mohákból és vízi növényekből áll és ingoványos helyeken a mocsári növényzetből keletkezik. A tőzeg alatt puha fehér márga lehet s ebben tavi kagylók, olyanok a milyeneket most is nagy számban találhatunk tavaink fenekén. Ez a három réteg, - az osztrigák, a tőzeg és a márga - akár egy családfa, a hely történetét mutatja. A legalsó réteg, a márga, azt mutatja, hogy valamikor tó volt ezen a helyen. A következő réteg a tőzeg, azt bizonyítja, hogy a tó mocsári növényzet túlburjánzása folytán lassankint betömődött, hináros, mocsaras, végül ingoványos lett. A felső osztrigás rétegből megtudjuk, hogy az ingovány tenger alá került. A Föld mostani állapotából pedig azt látjuk, hogy a tenger ismét visszavonult s helyén szárazföld maradt.

Ilyen módszerű vizsgálódások útján elképzelhetjük, milyen volt a Föld felszíne történelem előtti időkben és még mielőtt ember élt volna rajta. Ezért nevezték a geologiát a Föld történetét kutató tudománynak. A lábunk alatt levő talajok és sziklák azok a dokumentumok, a melyekben a Föld története rejlik. A geologus feladata ezeknek az adatoknak a

csoportosítása és értelmezése, neki kell kimutatnia, hogy a változások milyen sorozatán ment keresztül a Föld s hogy miképpen jutott a szárazföld jelenlegi állapotába.

A geologusnak sok dolgot kell megtanulnia, hogy ezt kielégítően tehesse. Pontosan meg kell figyelnie azokat a változásokat, melyek most vannak folyamatban a Föld felszinén. Csak akkor remélheti, hogy értelmesen és eredményesen követheti a Föld fejlődésének régebbi fázisait, ha a jelenben történő változásokról pontos és részletes tudomással bír. Az élettelen dolgok legpontosabb megfigyelése nem elégséges. Ha nem volna tisztában az édesvizi kagylók ismertető jeleivel, honnan tudná, hogy a márgában talált héjjak nem tengeri, hanem édesvizi kagylók maradványai. Ha a geologus munkája csak a Föld felszinének régebbi változásaira vonatkoznék - arra, hogy miként cseréltek helyet a szárazföld és a tenger, miként változott a folyamok iránya, hogyan emelkedtek a dombok, s hogyan keletkeztek a hegységek, hogyan simultak ki a lapályok, hogyan rajzolódtak mindezek a dolgok a Föld felszinére - mégis nagy hiányát érezné valaminek, az élőlények iránti érdeklődésnek. De a geologia ezt is megadja neki, mert hiszen ezekben a régmult időkben is mozogtak, éltek és pusztultak élő lények. És a geológus vizsgálódásainak egyik leglebilincselőbb részét az ő életüknek, leszármazásuknak és fejlődésüknek kikutatása, s a maguk után hagyott maradványok tanulmányozása képezi.

III. FEJEZET.
Az időjárás szerepe a Föld történetében.

Ugyanazok a tényezők, a melyek folytán a Föld felszínének megvizsgálásánál található tőzeg, homok, mészkő és agyagrétegek létesültek, ma is működnek. Most is képződik kőszén, mészkő és homokkő, sőt még gránit is. De ezek a rétegek nagyon lassan képződnek úgy, hogy mióta az ember idevonatkozó adatokat gyűjt, a keletkező rétegek vastagsága csak czentiméterekben volna kifejezhető. Ennek következtében a folyamatoknak csak a kezdetét láthatjuk. Miután különböző már meglevő anyagok pusztulása, vagy a víz, vagy a változó szél lerakta az anyagot, az különböző változásokon ment keresztül. Számos olyan réteg van, a mely ma már nem áll laza anyagokból mint pl. kavics, homok, vagy iszapból, hanem kemény kőből. Ez a megszilárdulás nem egyszer nyomás következménye. A mint a rétegek folytonosan egymásra halmozódtak, a legalsók mindig nagyobb nyomás alá kerültek s ennek folytán tömörültek: a víz kisajtolódott belőlük s részeik mindig szorosabban tapadtak egymáshoz. Igy válhat agyaggá a sár, az agyagból pedig a folytonos óriási nyomás folytán pala lehet. De más tényező is működik itt. Mindnyájan láttuk már, hogy a vakolat megkeményedik és összetartja a téglákat s azt is tudjuk, hogy a czement betonná keményedik. Ilyképpen vannak czementtel kötött iszaplerakódások, mert hiszen sokféle természetes czement van. Ilyenek a kovasav, a mészkarbonát és a vasoxid. Ezeknek mindegyike alkalmas más anyagok kötésére. De valjon hogyan jutnak a más részecskékből álló rétegekbe. Ugyanaz az erő juttatja őket oda, a mely a réteg részecskéit lerakta. Előfordulási helyükről elhordja őket a szél vagy a víz. Lehet, hogy leülepedtek a lerakott homok vagy iszaprészecskékkel együtt. Az is lehet, hogy folyók, folyamok vagy tavak sodorták őket magukkal, s a vízzel jutottak a rétegbe. Vörös homokkőben például a szikla kvarcz-szemcséit gyakran földes vasoxyd borítja és ez köti az egészet meglehetős kemény kővé. Viszont ez a folyamat gyakran fordított sorrendben megy végbe. Az időjárás fagygyal, széllel és esővel szövetkezve gyakran eltávolítja a kötő-czementet, a minek következtében a kő visszajut eredeti állapotába és ismét laza üledékké válik.

AZ UTAHI TERMÉSZETES ÓRIÁS-HIDAK EGYIKE.
Ebből a példából is láthatjuk, hogy vájja ki a víz az alsóbb kőzetréteget, míg a felső, keményebb kőzetet részben érintetlenül hagyja.

Több millió év óta fúj a szél a Föld felszinén, eső esik rá, a Nap hevíti, a fagy összeroppantja.

Tekintsük elsősorban a Földet körülfogó szeleket. A levegőnek minden mozgása elsősorban a Nap befolyásának a következménye, a mennyiben a Nap hevíti és kitágulásra készteti a légkört. A levegőn átható napsugarak nem melegítik a levegőt, sem rögtön, sem közvetlenül. A Földet és a tengert melegítik, ezek a sugarak egy részét felveszik, más részét visszaverik s így melegítik a velük érintkező levegőt. De a mint könnyen érthető, a Föld és a tenger nem veszik át és nem verik vissza egyenlő mértékben és egyenlő módon a hősugarakat s a Nap sugarai sem érik folytonosan és egyenletesen a Föld felszinének összes részeit. Igy tehát különböző okoknál fogva a Föld egyik része a másiktól mindig eltérő módon melegedik, míg a felette levő légréteg számtalan különböző módon melegszik. Épen ezért még ha a Föld felszine csupán csak vízből, vagy csak talajból volna, akkor is fel kellene tételeznünk, hogy volnának egyenetlen hőeloszlásból származó légáramlatok. Ha azonban a Föld felszine egészen sima és egyöntetű volna, feltehetnénk, hogy a légáramlásokban is bizonyos egyenletesség és rendszer lenne. Ezek a légáramlások részben a földfelszin rendszeres melegedésének és rendszeres lehülésének, részben pedig annak a körülménynek a következményei volnának, hogy a Föld forog és magával hurczolja ugyan légkörét, de nem egyenletesen. Leginkább amolyan laza, nedves burokféle, a mely az elcsúszásra hajlandó, a mint a Föld forog. Továbbá az egyenlítőn levő pontok a Föld forgása közben sokkal nagyobb utat tesznek meg huszonnégy óra alatt, mint a sarkkörökön levő helyek. Ha mérőszalagot helyeznénk el egy szélességi kör mentén, meglátnánk, hogy a Föld kerülete (mondjuk a nyolczvanhatodik szélességi körnél, a hol Nansen visszafordult sarkponti felfedező útjából) nem huszonnégyezer mértföld, hanem csak ugyanannyi száz mértföld. Ez is különbséget tesz a levegőnek a Föld körüli forgásában, de ezt a körülményt számon lehetne tartani, s így az évnek minden szakában mindig előre tudnánk, hogy az uralkodó szél milyen irányú lesz, ha, a mint mondtuk, Földünk teljesen egyenletes volna.

A Föld minden szabálytalansága mellett is elég biztosat tudunk a rajta uralkodó szélirányokról, ismerjük a passzát és antipasszát szeleket; ezenkívül a délnyugati irányú monszun szelekről tudjuk, hogy Indiában mindig olyan pontosan mutatkoznak, hogy fellépésükben évről-évre alig fordul elő egy napi eltérés; valamivel kevésbé pontosak az északi szelek, melyek rendesen márcziusban seprik végig Angliát, és a leggyakoribbak a délnyugati, illetőleg nyugati szelek, melyek a legtöbb fiatal fa koronáját kissé északkelet felé hajlítják. Ezeken a többé-kevésbé szabályosan fellépő szeleken kívül vannak a Földnek oly részei, a hol folyton olyanféle mozgásban van a szél, mintha folyam volna, melyben itt-ott örvények vannak. A levegőnek az ilyen örvényeit cyklonoknak, forgószeleknek nevezzük, s ezek mindig egy irányban haladnak. Kétségkívül úgy keletkeznek, hogy a levegő egy helyen melegebb vagy nedvesebb a körülötte levő regióknál. Minél melegebb a levegő, annál könnyebb s felfelé száll, míg a körülötte levő levegő lefelé ömlik. Az ilyen örvények mindig kelet felé vonulnak és az északi félgömbön észak felé térnek el. Rendesen Észak-Amerika szárazföldjén keletkeznek s lassú vonatsebességével haladnak át az Atlanti óczeánon, míg a folyton körülöttük levő szelek sokkal nagyobb sebességűek. Ezeknek a forgószeleknek a központjai rendesen Skóczia északi partjainak érintésével Norvégia felé haladnak. Néha azonban kissé délibb irányúak, s ilyenkor a Britt szigetek déli részein át, Középeurópán keresztül Szibéria felé tartanak, s ott úgy látszik, elcsendesednek.

Ilyenek az Anglia időjárását nagymértékben befolyásoló cyklonok; az őket kisérő szelek nagyon különböző erejűek. A cyklon méreteitől függnek. A nagy cyklonokat (vannak több ezer mértföld átmérőjűek is) rendesen gyengébb szelek kisérik, mint a kisebbeket. Ennélfogva a kisebb cyklonok okoznak hevesebb viharokat. A forró égöv alatt nagyon különböző jellegű forgószelek vannak. Idézzük J. H. N. Stephenson szavait: «Átmérőjük nem száz vagy épen

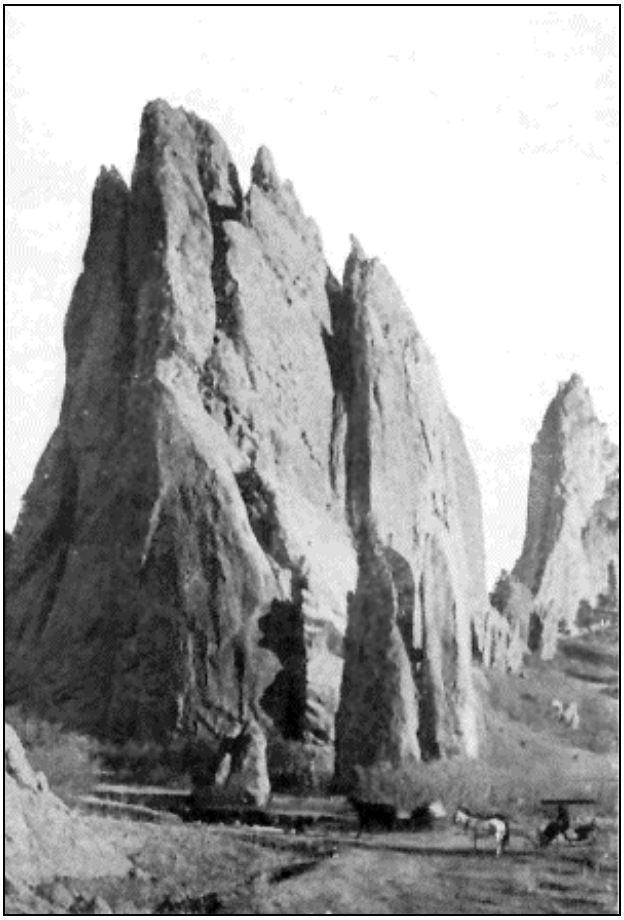
ezer mértföldnyi, hanem rendesen csak nehány száz yardnyi[2] s miután annál nagyobb a vihar, minél kisebb a cyklon, ne csodáljuk, ha az ottani viharok hevességükben felülmulják mindazt, a mit a világnak ebben a részében valaha tapasztaltunk. Több nevük is van: Nyugatindiában hurrikánoknak, Ázsia délkeleti részében tájfunnak, Északamerikában tornádóknak nevezik őket. Ezek a hurrikánok vagy tornádók sokkal gyorsabban haladnak, mint a nagy cyklonok s a beléjük fúródó szelek oly irtóztató hevesek, hogy elsöprik az útjukba eső házakat, fákat, hidakat, s a cyklon közepe felé hatoló légáramlás olyan erős, hogy a legerősebb falat is úgy beszívja, mintha csak a tűz lángralobbanásakor a kemencze rácsa elé tett papirszelet volna, sőt még a nehéz fémtárgyakat is felhajítja magasan a levegőbe. Szerencse, hogy a tornádók nem haladnak folytatólagosan a földön, hanem mondhatnánk szökellnek fölötte; megesik, hogy néhol baj nélkül elhaladnak a magasban s távolabb hirtelen csapnak le a földre s még nagyobb zavart, felfordulást okoznak. Ha a tenger felszine felett haladnak, felkapják a vizet is s ilyenkor úgynevezett víztölcsér keletkezik. Ezek talán még a szárazföldi tornádóknál is veszedelmesebbek, mert a vizet a szárazföldre viszik s az ott óriási özönvízként mindent elsöpör. Ez megtörtént több évvel ezelőtt a Ganges deltájában és több ezer ember halálát okozta.»

Lássuk már most, hogy ezek a szelek miképp hagynak nyomot a geologia történelmében. A Nap sugarainak hatása alatt a föld a felszinén porrá mállik s a port elviszi a szél. A föld felszinének gyepes részei közt is találunk kopár helyeket, melyekről hiányzik a fűtakaró. A nyulak s vakondokok is felszinre hozzák a földet; a földi giliszták pedig egy év alatt egy hold gyep alól néha 10 tonna földet visznek a felszinre. A földi giliszták a talaj legfinomabb részecskéit juttatják felszinre s épen ezek a részecskék válnak leghamarabb porrá, ezeket hordja el legkönnyebben a szél, ha ugyan az eső el nem mossa őket. Forró égövi vidékeken a fehér hangya csodás mennyiségű finom földrészecskét hord a felszinre, néha hatvan láb magasságú falakat emel. Így tehát mindamellett, hogy a növényzettel borított földréteg látszólag állandóan védi a talajt, tulajdonképpen mégsem hárítja el a nagy anyagveszteségeket, még gyepes helyeken sem. Elhordja a szél ezt a finom port messze a föld felett, elviszi még a tengeren át is. Az 1883. évi Krakatoa-szigeti vulkánikus kitörés porát körülvitte a szél az egész világon s még Angliában is látták a porrészecskéket, melyek alkonyatkor csodálatos szinhatásokat váltottak ki.

Száraz vidékeken, különösen Közép-Ázsia és Afrika nagy térségein a levegő gyakran annyira tele van finom sárga porral, hogy a Nap sugarai csak úgy szűrődnek át rajta, mint a londoni ködön. Mindent ellep a por s évszázadok alatt a föld felszinére ily módon porréteg rakódik le, mely néha több száz láb mélységű. Régmult idők városait, például Babilont és Ninivét, miután hosszú időn át ember nem lakta őket, lassacskán finom por alá temette a szél. Még Angliában is kétezer esztendő hulló pora elég volt arra, hogy teljesen eltemesse a római eredetű Silchester város romjait, Readnig közelében. Falai föld alatt vannak s a földet gondosan kell eltakarítani róluk, hogy felszinre jussanak. De nincs szükségünk ezekre a rendkívüli esetekre, hogy meglássuk, mit tesz a szél a föld legfelső rétegeiből származó homokkal és finom porral. A tengerparton sok helyütt homok dünék vannak. A tenger felől fujó szélnek kitett homokos partokon a homok kiszárad, ezt a száraz homokot a szél befelé viszi és a parttal párhuzamos irányú hosszú buczkákban rakja le. Ezek a homokbuczkák, melyek között mély teknők és szabálytalan mélyedések vannak, gyakran 15-18 méter magasak, néha azonban a 75 m.-t is elérik és több mértföld szélességben szegélyezik a tengert. Ezek a homokhátak befelé vonulnak mindaddig, míg az útjukba kerülő mezők vagy erdők meg nem akadályozzák haladásukat, vagy a míg a beléjük kerülő magok gyökeret vernek s a rajtuk tenyésző növényzet leköti őket. Nyugateurópa és Északamerika egyes részein a dünék évente 6 méternyi gyorsasággal

[2] 1 yard = 0.91 méter.

vonulnak befelé. Ez a tény Friedlandban és Északnémetország partjain oly nagy veszedelmet jelent, hogy magára vonta a tudományos körök figyelmét s a német tudósok rendkívül leleményes szélfogókat alkalmaztak; hasonlókat azokhoz a fából készült hullámtörőkhöz, melyeket csaknem minden tengerparton láthatunk, azzal a különbséggel, hogy különböző szögek alatt vannak elrendezve. Ezek mellett felhalmozódik a homok s útját állja az utóbb érkező homoknak. Más helyeken olyan növények magjait vetették el, melyeknek gyökere leköti a homokot s megóvja a vidéket a további invázióktól.



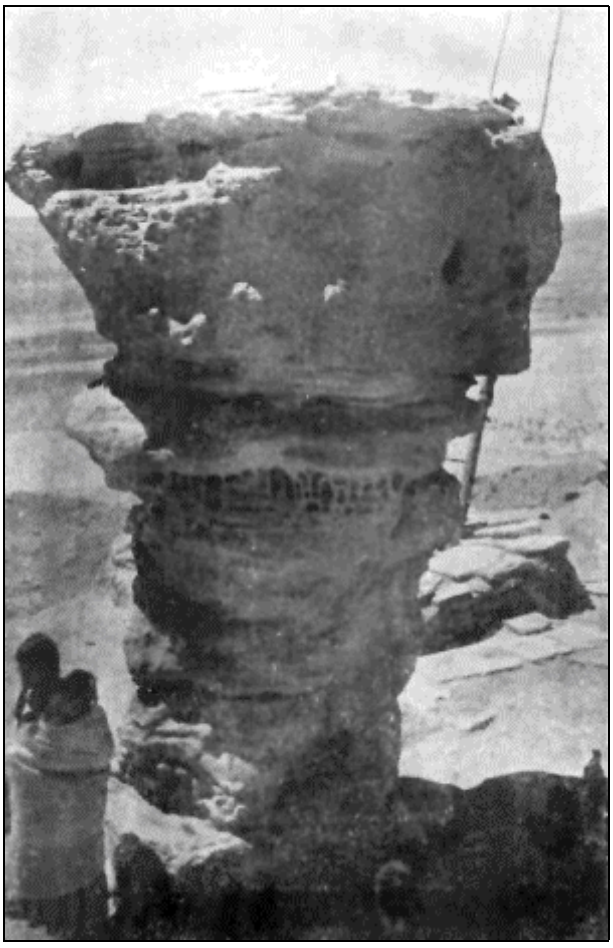
AZ ISTENEK KERTJE COLORADÓBAN.
A csúcsokon látható, hogy a víz és a szél befolyása alatt miként mállanak lassacskán a kemény sziklák.

Ez a jelenség azonban nem csak a tengerparton észlelhető, hanem előfordul olyan belső vidékeken is, melyeknek száraz éghajlatuk van s a hol a felszínen levő kőzetek állandóan mállanak. Ilyenek Arizona Amerikában; a Gobi-sivatag Ázsiában; Karroo Délafrikában; Középafrika és Középausztrália. A por vagy homok néha a helyszinén marad és szilárd kőzetté tömörül. Többnyire azonban a szél s az eső állandóan elhordja az elmállott részeket, úgy, hogy idők multával a vidék a legmeglepőbb változásokon megy keresztül. A puhább kőzetek egészen széjjel mállanak, a keményebbek magukban meredeznek ki környezetükből s a felszínbe lassan-lassan magaslatok és mélyedések véződnek. A keményebb kőzetekből dombok, hegyhátak lesznek, a puhábbak völgyekké, lapályokká vájódnak. Ha nem volna víz a Föld felszinén, ennek a folyamatnak jó része továbbra is működésben maradna, sőt tekintettel arra, hogy nedvesség hiányában a szél állandóan sok port vinne magával, talán még hevesebb tünetek volnának észlelhetőek. Mindenki, a ki látott már homokfuvást, vagy látta működni a szabályozható homokfujtatót, mellyel egyes városaink kőfaragványait tisztítják, elképzelheti, mit mívelhet egy homokszemecskékkel telített tornádó annak a sziklának felszinével, a mely

felett hosszabb ideig dult. Tény azonban, hogy a Föld felszinét vájó és most tekintetbe vehető összes tényezők közül a víz a legfontosabb.

A felhőkből zuhogó eső elnyeli a levegő gázait, beleértve az oxigént és a szénsavat is, melyek egyike sem közömbös hatású. Ha vizet folyatunk egy aczélpengére, az megrozsdásodik, de legutóbb dr. *Gerald Mordy* bebizonyította, hogyha savas gáz nem volna jelen, a rozsdásodás nem történhetne meg. Az oxigén és a szénsav hatására nemcsak a vas, hanem a kőzetek is reagálnak.

A földben az esővíz elnyeli mindazokat a savakat, melyek a korhadó növényzetből keletkeznek és ily módon még maróbbá válva megtámadja a köveket is, melyek fölött folyik. A patakok és folyók vize kétségkívül marja a medrében levő kőzeteket, bár ez a folyamat nem igen szembeötlő. De sok esetben a víz oldó és mállasztó hatása kétségtelen. Például a tőzeges mocsárból eredő víz nagy savtartalmánál fogva az útjába eső mészkövekben nagy pusztítást visz véghez; hiszen minden iskolás gyerek, a ki valaha mészkődarabot dobott eczetbe vagy az iskolai laboratorium bármely savas folyadékába, tudja, hogy minden mészkő nagyon érzékenyen reagál a savak hatására. A tőzegből eredő vizek rövid idő alatt kivájják a mészkövet, míg a mészkőnek a víz feletti része épen marad, bár az eső megtámadja azt is; de sokkal lassabban. A mészköves területek sajátságos tájképei így keletkeznek. A mészkőfalak vízből kiálló részei sokkal lassabban mállanak széjjel, mint alapjaik, melyek a víz alatt vannak. Ennek következtében gyakran oduk, alagutak, barlangok keletkeznek bennök.



CSODÁLATOS FORMÁJÚ SZIKLA, MELY IRÁNT
A BENSZÜLÖTTEK NAGY TISZTELETTEL VISELTETNEK.
Az arizonai walpi indiánok «Táncz-sziklája.»
Különös alakja a mállási folyamat következménye.

A feloldott részeket magával viszi a folyó, a kalcium-karbonát a tengerbe kerül s ezt az anyagot, mely a legtöbb tengeri kagyló héjának főalkatrésze, állandóan a folyamok hordják a tengerbe a szárazföldről. Nyugateurópa folyóiról tudjuk, hogy vizükben minden 5000 rész vízre egy rész oldott ásványos anyag jut, ennek az egy résznek a fele pedig kalcium-karbonát. A Rajna egymaga annyi kalcium-karbonátot visz évente a tengerbe, a mennyi elegendő 332,000.000,000 rendes nagyságú osztriga kagyló képzésére. A Temze vize London mellett évenkint 180,000 tonna kalcium-sulfátot visz el. Kiszámították, hogy Anglia és Wales szikláiról évente több mint 8.000,000 tonnányi oldott ásványos anyag távozik. Ebből az következik, hogy csupán vegyi behatások következtében az egész terület felszine 13,000 év alatt 30 cm.-nyivel sülyed. Látszólag csekélység, de millió év mulva - ez pedig nem sok idő a geologiában - Anglia jelenlegi városainak fele már ennél az egy oknál fogva is víz alatt lesz.

IV. FEJEZET.
A folyók szerepe.

Ha közelebbről megfigyeljük azt a munkát, melyet a folyók végeznek, midőn a Földről ásványos anyagokat hordanak el, be kell látnunk, hogy a folyók a geologia történetében könnyen észlelhető nyomokat hagynak. Minden folyó, akár kicsiny, akár nagy, állandóan visz magával iszapot, homokot, kavicsot. A folyók a geologia vízi szállítói. Ha az eső megduzzasztja őket, nagy köveket sodornak magukkal. Sebes folyású hegyi patakok medrét vizsgálva, gyakran láthatjuk, hogy a két part szirtjeiről lezuhant óriási kődarabok útját állják a víznek. A folyócska látszólag teljesen képtelen arra, hogy ezeket a nagy tömböket elvigye s kénytelen megkerülni őket. De nézzük csak meg a kis patakot hóolvadás vagy felhőszakadás után s meghallhatjuk hogyan ütődnek egymáshoz és a patak sziklás medréhez ezek a hatalmas kődarabok, a mint az ár görgeti őket. Nem könnyű dolog a víz hajtó erejét megbecsülni. *Gustave le Bon* igen érdekes példát ismertet róla. Délfrancziaország valamelyik hegyi folyóját egy gyárba vezették le, hogy turbinát hajtson. A víz több ezer lábnyi[3] magasságból érkezik és egy kis nyiláson át jut a gyárba. A nyilás mintegy 25 mm átmérőjű s a víz oly sebesen s olyan nagy erővel lövell ki belőle, hogy a vízsugár olyan merev, mintha csak aczélból volna. Átvágni teljesen lehetetlen s ha karddal próbálnánk átszelni, eltörne a kard, de mégsem birna áthatolni a sebesen mozgó vízrészecskéken. Ismertebb példa erre az is, hogy kőbányákban vízsugarakkal repesztik a sziklákat; s meg kell említenünk azt is, hogy villamos áramok nyerésére és más czélokra is a vízesések nagy értékű energiát szolgáltatnak. Érthető tehát, hogy a sziklákon meg kell látnunk a folyók óriási mechanikai erejének a nyomait.

A folyók hatalma azonban főleg annyiban érdekel minket, a mennyiben lassacskán sülyeszti a szárazföld felszinét. Az előbbi fejezetben kimutattuk mennyi ásványos anyag van a folyókban feloldva. Adjuk hozzá azt a sok homokot és más anyagot, a mit egyszerűen iszapnak szoktunk nevezni s számaink tetemesen megnőnek. Sir *Archibald Geikie* azt mondja, hogy ha a Mississippit tekintjük tipusos folyónak (s ennél jobb példát nem is találhatnánk, mert óriási hosszánál fogva sok különböző talajú és éghajlatú vidéken folyik keresztül), feltehetjük, hogy a folyókban minden 1500 rész vízre egy rész üledék esik. Már most, ha az egész világon ennyi anyagot visznek el a vizek elképzelhetjük, mily nagy mértékben sülyesztik a folyók a Föld felszínét. A Mississippi arról a vidékéről, melynek a vizét viszi, egy lábnyi kőzetnek évente 1/6000 részét viszi el. Ha a földgömb összes száraz területeinek átlagos magasságát 630 méternyire becsüljük s feltesszük, hogy állandóan ilyen mértékben fogy, akkor kiszámíthatjuk, hogy 12.600,000 év alatt az egész szárazföld a tengerbe jut. Ha pedig az európai kontinens átlagos magasságául 300 métert állapítunk meg s a veszteség ugyanolyan arányú, akkor 8.640,000 év mulva Európa utolsó maradványa is eltünik. Ezek a számítások persze nem pontosak; tekintetbe kell vennünk, hogy a mit a folyó elvisz az egyik helyről azt lerakja egy másikon; annyit azonban mindenesetre megtudtunk az elmondottakból, hogy a Föld felszinének a sülyedése sokkal gyorsabb menetű, mint a milyennek általában véve hiszik. A folyók aláaknázó tevékenységéről még egy dolgot kell megemlítenünk. A hegyi patakok homokot, kavicsot, köveket visznek magukkal s a folyók medrét még ezek az anyagok is rongálják. Ha sárgarezet vagy aczélt akarunk fényesíteni, a tisztító folyadékba smirgelt (vagy más finomabb, esetleg durvább anyagot) keverünk. A hegyi patakokban és folyókban a homok és kavics veszi át ennek a szerepét. Kivájja a kőzeteket, melyek felett folyik, barlangokat, szorosokat,

[3] 1 láb = 0.3052 méter.

szakadékokat vés beléjük. Ez a folyamat különféle menetű is lehet, például akkor, ha a víz olyan kemény kőzet felett folyik, a mely egy lágyabb kőzeten nyugszik. Ha az elrendeződés lépcsőzetes (egy vagy két lépcsőfok elegendő) meg van a lehetősége annak, hogy a folyó vízesésben zuhogva a felső keményebb kőzetre utat vájjon magának az alsó lágyabb kőzetbe. Az alsó, lágyabb lépcsőfok lassankint elpusztul, a víz továbbra folytatja munkáját, aláaknázza a kemény kőzetet s ha ez a folyamat elég hosszú ideig tartott, a keményebb lépcsőfok lesüpped, a folyó pedig valamivel feljebb elölről kezdi az egészet. Ily módon építhetnek a folyók szorosokat, szakadékokat.

Jó példa erre a Niagara zuhatag. A folyó az Erie tótól kezdve egynéhány mértföldön át sík vidéken folyik keresztül, de mikor a meredekebb részekhez érkezik, mindig sebesebb folyásúvá lesz, végül pedig lezuhog egy meredek mészkőszakadék felett. A kemény mészkő alatt (a mely a felsőbb lépcsőfoknak felel meg) lágyabb pala és homokkőrétegek vannak. A víz ezeken keresztül tör s miután elpusztította, elvitte őket, a felső kemény mészkőfalnak nagy darabjai lezuhannak a folyóba. Így váj magának medret a Niagara-zuhatag vissza az Erie-tó felé több százezer esztendő óta. Ezzel a folyamattal a Niagara a zuhatag alatt szakadékot vájt ki, mely hét mértföld hosszú, hétszáz, illetőleg négyszáz méter széles és hatvan illetőleg kilencven méter mély. Semmi okunk sincs tehát annak a kétségbe vonására, hogy a Niagara-szakadék kizárólag ily módon keletkezett és hogy a folyó valamikor hét mértfölddel lejebb Queenstown közelében zuhogott le a szirtek felett. Az ily módon elmosott kövekből az Egyenlítő mentén körülbelül 4 méter magas, 2 méter széles bástyával lehetne körülvenni az egész világot.

Nyugatamerikában a Colorádo és mellékfolyói még ennél is nagyobb méretű barlangokat és szakadékokat vájtak ki. A Colorado folyó Grand Cañon nevű szakadéka háromszáz mértföld hosszú és egyes helyeken több mint 1800 m mély. A vidék, melyen keresztül folyik, szakadékok valóságos hálózata s a szakadékok mélyén látjuk azokat a folyókat, melyek a Colorádo táblás hegységéből indulva utat törtek maguknak.

Tegyük fel, hogy a víz oly mélyre hatolt, hogy mélyebbre már nem is hatolhat. Ennek a folyamatnak is van határa, még pedig ott, a hol a folyó medrének lejtője annyira menedékessé válik, hogy a víz már csak lassan hömpölyöghet. Ilyenkor már nem sodorhat magával köveket, sőt még durvább szemű kavicsot sem s a folyó, mely eddig mélyítette medrét, most állandóan sekélyebbé teszi, a mennyiben a magával hozott üledékekből mindig többet és többet rak le. A hol a sebes árú folyó lassúbb folyásúval találkozik, anyaglerakodás történik s ugyanez észlelhető ott is, a hol a folyó tóba vagy tengerbe ömlik. Mindaz a mi az ár sebességét csökkenti, csökkenti sodró erejét is s ennek következtében a víz lerakja medrébe a magával hozott üledék egy részét. Ezért látunk a zuhatagok lábánál a mélyebben fekvő vidékeken üledék halmozódásokat. Ezeket alluviumoknak nevezzük; ha a hegyi torrens hirtelen, átmenet nélkül jut sík vidékre, iszapkúpok keletkeznek, melyeket törmelékkúpoknak is szoktak nevezni. Miután a torrens elhagyta a meredek lejtőket s mellékfolyóinak vizeit felvette, jellege megváltozik s ilyenkor már folyónak nevezzük. Eleinte még elég sebes az árja ahhoz, hogy durva kavicsot sodorhasson magával, hanem a nagy szögletes szikladarabok lesülyedtek már régen a meder fenekére. Azok a kövek, melyeket most rak le, kisebbek s minél hosszabb ideje folyik a víz síkságon, annál gömbölydedebb, simább köveket találunk a folyamágyban. Sok helyen, különösen a kanyarodások belső oldalán, homok- és kavicslerakodások vannak. Nyáron, alacsony vízállás alkalmával ezekben a hajlásokban tiszta homok- és kavics-sávokat láthatunk; a kövek mindig szép gömbölyűek s általában elég rendszeresen vannak elosztva.

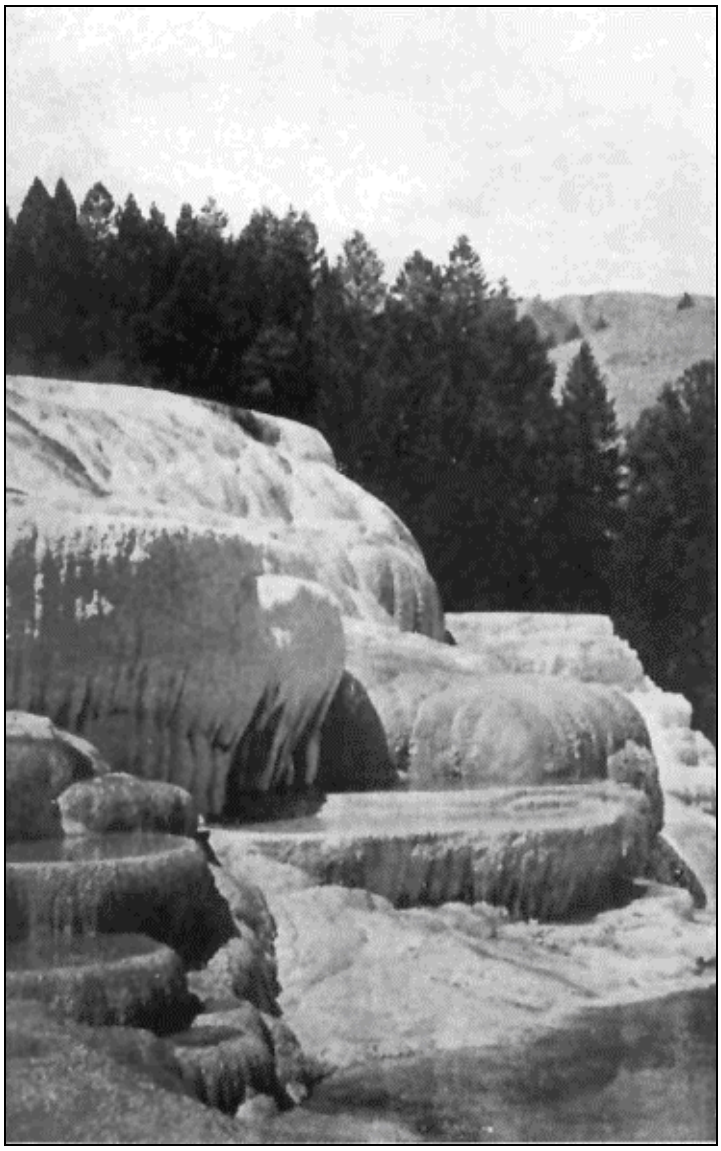
AZ ARIZONAI GRAND-CAÑON.
A Colorado folyam ezen a helyen majdnem 60 méter széles.
A képen látható ember körülbelül 360 méternyire van a folyam színe fölött.
Az egész szakadékot fel a távoli hegyek tetejéig történelem előtti ár vájta ki;
a folyam pedig fokozatosan, állandóan mélyebbre vájta medrét.

A hosszúkás kövek rendesen keresztben feküsznek, a kerekebbek, laposabbak többnyire rézsutosan, pl. északról délre folyó víz partján a kavics észak felé levő széle magasabban van mint a déli. Ezek a tények csak látszólag jelentéktelenek, tulajdonképen azonban nagyon fontosak, mert módot nyújtanak arra, hogy az eltünt folyók medrének lejtősségét és kanyarulatait megismerjük. Ha megvizsgáljuk a folyók meredek partjait, vagy a folyammenti szirteket, gyakran láthatjuk, hogy a kavicsrétegek nem vízszintesen, hanem rézsutos, lejtős síkokban feküsznek egymás felett. Ennek alapján rögtön megtudhatjuk a folyó irányát. Szintén fontosak azok a terrászok, melyeket a folyó épített medrének mentén. Ha a folyó kiönt, mindkét partján iszapot rak le s ha áradás után visszavonul a víz, az iszap a partokon marad. Képzeljük el, hogy a folyó korszakokon át mindig lejebb-lejebb sülyed medrében s megérthetjük, hogy az egymást követő nivók lépcsőzetes folyóterrászok formájában nyomot hagynak maguk után.

De az elsodort köveken, kavicson és iszapon kívül tekintetbe kell vennünk azokat az állati és növényi maradványokat is, melyeket a víz - különösen áradások idején - magával visz. Még a legjelentéktelenebb áradások alkalmával is sok kisebb állat fullad meg: egér, vakondok, nyúl, és elpusztulnak fák és bokrok is. A nagyobb áradásoknak madarak sőt nagyobb állatok is

áldozatául esnek, maradványaikat pedig elborítja az iszap. Ha egészen iszap alá jutottak, konzerválódnak s csontjaik sokáig épen maradhatnak. Ha pedig az iszapréteg megkeményedik, oly jó karban s oly hosszú ideig maradnak meg, hogy fosszilis maradványai lesznek azoknak az állatoknak, melyek az ember megjelenése és uralkodása előtt éltek a Földön.

Az elmondottak a tavakra is vonatkoznak. A tavakba folyók ömlenek s különösen áradások idején növényi és állati maradványokkal vegyes kavicsot, homokot és iszapot hoznak magukkal, mégpedig óriási mennyiségben, egyetlen zivatar után esetleg több százezer tonnányit is. A Lucerni-tóba a Szent-Gotthárdban eredő Reuss folyó évente 200,000 köbm. ülledéket visz. A római uralom óta a Rhône folyó annyira feltöltötte a Genfi-tavat, hogy a rómaiak egykori kikötője, Port-Valais, most körülbelül két mértföldnyire van a víz szélétől. A közötte és a tó között fekvő terület eleinte mocsár volt, most szántóföld. A halmozódások a folyók torkolatánál a legfeltünőbbek, de azért a tó partján mindenhol állandóan rakódnak le a környék hegyeiből származó üledékek.



A CLEOPÁTRA TERRÁSZ ÉS TÜKÖRSIMA VIZEI
AZ AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOK YELLOWSTONE PARKJÁBAN.
A gyönyörű medenczék vulkánikus eredetű mészkövek inkrusztációjából képződtek.
Mindenféle színben pompáznak; van rózsaszínű, narancssárga, zöld és kék. Vizük ragyogó kék,
a bennük tenyésző vízi növényektől (algák), amelyek még a 76° C. hőmérsékletű vízben is megélnek.

Ezek az üledékek a tó környékén évszázadokkal ezelőtt folyt életről tesznek tanúságot s a tó fenekét érdekes és értékes maradványok gyűjtőhelyévé teszik. A maradványoknak különböző sajátságaik vannak. A tó vizében élő csigák elütnek a partvidék csigáitól. A csigahéjjak az állat pusztulása után egyik-másik tófeneken oly nagy mennyiségben halmozódnak fel, hogy több méter vastagságú fehér, morzsás márgaréteg képződik belőlük. A lassankint feltöltődött, vagy mesterségesen kiszárított tavak helyén ebből a márgából első pillantásra megtudjuk, hol voltak a tó határai s hozzávetőleg megállapíthatjuk, hogy melyik korszakban volt ott tó. Vannak tavak, melyekben vasoxid konkrécziók fordulnak elő, melyek a tóparti sziklákból keletkeznek a víz vegyi hatására. Ez a vasércz némelyik svéd tóban oly gyorsan keletkezik, hogy az érczet kotrógépek segítségével állandóan gyűjtik.

A szárazföld sziklái között vannak homokkőből, mészkőből, márgából és más anyagokból álló tömegek, melyekről tudjuk, hogy tófenéki lerakodásokból keletkeztek, miután olyan állati és növényi maradványokat látunk bennük, a milyenek jelenlegi tavaink fenekén is előfordulnak. Ezeknek az adatoknak alapján tudjuk megállapítani azoknak a nagy tavaknak helyét, a melyek valamikor Európában és Északamerikában léteztek.

MEGKÖVESEDETT FA.
Ez a hatalmas kövület Arizona «Megkövesedett erdejében» van; egyik legmegkapóbb példája annak, hogy az ásványi sók behatolásának mekkora megkövesítő, megszilárdító hatása van. A törzset nem csak kívül borítja kő; a kovasav valósággal át- meg átjárta azt, úgy hogy most már az is olyan kemény kővé lett, mint amilyen a kova.

Meg kell emlékeznünk az úgynevezett sóstavakról is. Ezek többnyire olyan tavak, melyeket táplálnak ugyan kevésvizű patakok vagy folyók, lefolyásuk azonban nincs s a beléjük ömlő víz is oly kevés, hogy a tó - tekintet nélkül arra, hogy valamikor milyen habitusa volt - nem önthet ki többé. A beléje ömlő víz csak párolgás útján távozik. Az olyan üstöt, melyben állandóan kemény vizet forralnak, kazánkő vonja be, annak a tónak fenekére pedig, a melybe állandóan többféle ásványos sót tartalmazó víz folyik, üledék rakódik le. Az ásványi sók nem párolognak, miért is a tó vize mindig ásványosabbá vagy mondjuk sósabbá válik. A konyhasó és a gipsz a két legfontosabb ásványi só; de vannak nátrium-karbonátot és magnézium-kloridot tartalmazó keserű tavak is. A Holt-tengert, Utahban pedig a Nagy-Sós tavat környező lerakódások világosan megmutatják, miként változott a tavak formája és mélysége. A Nagy-Sóstó felső terraszain, a tó mostani felszinétől 300 m.-nyi magasságban, édesvízi kagylók héjjai fordulnak elő s annak bizonyítékai, hogy a tó valamikor édesvizű volt. A mostani sóstavakat környező völgyek alján gipsz, só és más lerakodások vannak, a tavak vizeiben pedig élőlénynek nyoma sincs. A felsorolt körülmények alapján könnyebben érthetjük meg, hogyan keletkezhettek Angliában, Németországban, Lengyelországban nagy só- és gipszrétegek, olyan helyeken, melyeknek mostani éghajlata nem alkalmas a víz kellő besűrítésére és elpárologtatására.

V. FEJEZET.
A tenger munkájának nyomai.

Már több ízben beszéltünk arról, milyen szerepet játszik a tenger a geologia történetében. Tudjuk, hogy ez a szerep kétoldalú. A tenger egyrészt állandóan támadja, fogyasztja a szárazföldet, másrészt azonban a közvetve és közvetlenül összeharácsolt anyagokat elhelyezi, elrendezi saját medrében. Mindkét oldalú tevékenységének eredménye a gondosan elrendezett anyagok halmaza, akkor tünik szemeink elé, a mikor a tenger visszavonul; és akkor, a mikor a nagy geologiai változások folytán - melyeknek már a mennyire lehet, magyarázatát adtuk - a tengerfenék felszínre emelkedik és szárazfölddé válik. A tenger támadásainak története oly szemmelláthatóan van a partokra vésve, hogy további magyarázatra alig szorul. Szigeteink partjainak legkisebb részei is erről tesznek tanúságot.

Shetland partján, a sima víz felületétől húsz méternyi magasságban levő szirtekről tizenkét-tizenhárom tonnás sziklatömböket ragad el a víz. A tenger a magával hozott kavicsokkal és kődarabokkal végezteti a faltörő kosok munkáját; de könnyedebb módszerei is vannak a pusztításra, ezek sóinak vegyi hatásaiban nyilvánulnak. A tengeri sók nemcsak a vasat teszik rozsdássá. Sokféle kőzet van, a melyre szintén káros hatással vannak.

A partvidékek azonban a földgömb összes szárazföldjeinek elenyészően kis részei s a tenger óriási kiterjedésének szintén. A tenger hatalmas vizeiben halmozódnak fel mindazok a maradványok és anyagok, a melyek a szárazföldtől ragadtattak el. Mint már több ízben is említettük, a folyók az üledékek főszállítói. Ezt a folyók deltáinál láthatjuk legjobban. A Ganges és a Brahmaputra deltáinak területe akkora, mint Anglia és Wales együttvéve. A deltában közel ötszáz láb mélységig fúrásokat végeztek s kitünt, hogy a terület számos változatban elhelyezett finom agyag-, márga-, homok- és homokkőrétegből áll, melyek között itt-ott kavicsrétegek is vannak. Ezeknek az összegyűlt ülledékrétegeknek egyikében sem akadtak tengeri állatok maradványaira, de környékbeli és folyami növények és állatok maradványai annál nagyobb mennyiségben fordultak elő. A tenger legtöbbnyire pusztítja a földet, de azért elég gyakran képez kavicslerakodásokat is, úgyszólván feltölti a földet, így például Romney Marsh közelében van egy nyolczvan négyzetmértföldnyi terület, a mely Julius Cezár idejében mocsár volt, most pedig szárazföld. Ezt a változást nagyrészt azok a kavicsok segítették elő, a melyeket a hullámok vetettek ki. Az ilyen képződésű partvidéken a durvább kavicsok rendesen a magasabb részeken vannak, míg az apróbb szeműek fokozatosan és rendszeresen úgy helyezkednek el, hogy a legfinomabb anyag jut legközelebb az alacsony vízállás határához.

Sokszor igen hosszú időbe kerül, míg leüllepszik a tenger fenekére az a sok anyag, melyet a folyók visznek a tengerbe. A finomabb részecskék gyakran háromszáz, vagy még több mértföldnyire kerülnek a nyílt tenger felé, mire lerakódnak. Ezen a háromszáz mértföldön belül a szárazföldi anyagok szabályos sorrendben rakódnak le. A durva kavics és a homok van legközelebb a partokhoz. Ezentúl finom homok és iszap szokott lenni, a melyben itt-ott kavicsos foltok vannak. Még kijebb finom kék és zöld iszapot találunk, a mely a szárazföldi kőzetek apró részecskéiből áll. Ha azonban a szárazföldi anyagoknak ezen a határán túl vagyunk, olyan üledékre bukkanunk, melynek anyagát maga az Oczeán szolgáltatja, a melyet tényleg oczeáni eredetűnek nevezhetünk. Elsősorban óriási, rendkívül finom, vörös- és barna agyagterületek vannak. Honnan kerülhetnek elő? A tenger összes mélyebb részeinek ez a leggyakrabban előforduló ülledéke. Lehet, hogy vulkánikus törmelékek finom pora, melyet vulkánikus szigetről mosott el a víz, de még valószínűbb, hogy tengeralatti tűzhányók kitörései szolgáltatják ezt az anyagot. Tekintetbe kell vennünk azt a körülményt, hogy a tengerfenék két,

illetőleg öt mértfölddel közelebb van a Föld belsejében levő forró kőzetekhez, mint a szárazföld felszíne. Ha már most a víz érintkezik velük, gőz keletkezik, a gőz pedig robbanást okozhat. Ezt a kérdést majd később tárgyalni fogjuk, most azonban arra kérjük az olvasót, fogadja el ezt a tényt és olvasson tovább.

Ennek a vörös agyagnak az a sajátságos tulajdonsága van, hogy rétegei látszólag rendkívül lassan gyűltek össze. A földtől legtávolabb eső előfordulásaiban találtak czápafogakat, czetek fülcsontjait és a czet több más csontját is. Ezeknek a maradványoknak némelyike egészen friss, mások ellenben egészben vagy részben barna mangánperoxid kéreggel vannak bevonva. A tengeri kotrógép ezeket a különböző stádiumban levő csontokat egyetlen emeléssel meríti ki, úgy hogy szükségszerűen egészen közel kellett lenniük egymáshoz. A csontok bizonyára több állatnemzedék maradványai s okvetlenül sok idő kell ahhoz, hogy a mangánperoxid bevonhassa őket. Az agyag azonban még a mangánnál is lassabban rakódik le, úgy látszik tehát, hogy végtelen lassan szállingózik.

Hanem ezeken az anyagokon kívül a tengerbe még sok mindenféle üledék rakódik le, úgymint kisebb-nagyobb tengeri állatok, kagylók és korallok maradványai. Számtalan miriádnyi tengeri állat él az oczeánokban s pusztulásuk után héjjuk vagy csontvázuk lesülyed és lerakódik. A tengerek fenekét több parányi állat maradványa borítja, mint a mennyi a csillag az égen. A sok szerves anyag nyálkás iszapot alkot, a mely idők folyamán a nagy nyomás következtében üledékes kőzetté keményedik. Idővel, ha a tenger visszavonul róla, esetleg emberlakta vidék lehet belőle. Keletkezésében nincs szünet s nem is volt, mióta élet van a Földön. Erre a tengerfenékre helyezi a mai kor embere a víz alatti kábeleket. Rudyard Kipling élénken ecseteli az oczeán mélyét «A tengeralatti kábelek» című versében:

Felettünk elpusztult roncsok pora, nagy távolból hull le oda
Le, le a mélybe, fekete éjbe, mely vak vizi kígyók hona.
Nincsen egy hang sem a puszta mélységben, visszhang sincs ottan,
Hol a kábelek kúsznak, szürke iszap síkon, kagyló borítottan.

Ezekben a mélységekben formálódott és innen emelkedett ki megszámlálhatatlan év alatt a Föld kérge. Kiszámították, hogy a tengernek 200 méter mélységű és egy négyzetkilométer kiterjedésű vizében élő állatok kagylóhéjja és csontváza több mint hat tonna calcium carbonátot tartalmaz. Az elpusztult meszes, krétás állatok szakadatlanul, havazásszerűen hullanak le a tengerfenékre. Itt-amott, leginkább vulkánikus eredetű szigetek közelében a tengerfenék egyes részletei jelenkori mészkőtömegek alakjában szárazfölddé emelkedtek. Ezek a sziklák olyan kagylóhéjjakkal vannak tele, amilyenek még most is élnek a környéki tengerekben, de kemény kőzetté alakultak át. A kötést a víz végezte, amennyiben belehatolt a kőzetbe, a külső réteg kagylóhéjjaiból meszes anyagot oldott ki, beljebb vitte s mintha csak finom vakolat volna, lerakta s ezzel kötötte keménnyé a laza kőzetet.

Bizonyára mindenki hallott már egyet-mást a korall-szirtekről. Ezek a legjobb és legismertebb példái annak, hogyan keletkezhetnek szilárd kőzetek elpusztult állatok maradványaiból. A melegebb tengerekben, különösen a nagyobb tengeri áramlatok nyomán az úgynevezett korall-polipok több válfaja helyezkedik el tengeralatti sziklatetőkön és szigetek rézsutos partjain. A korall-polip teste kocsonyaszerű, áttetsző anyag, belsejében azonban kemény, meszes váza van. Magányos példányokat nem igen látunk. Szereti a társas életet, mindig csoportosan fordul elő, a csoportok társaságokká egyesülnek, több társulat egyesüléséből polip-telep keletkezik, ezek pedig végül polip-szirtet képeznek. Tartózkodási helyüket és tőszomszédságukat gondosan választják meg. Tizenöt-húsz fonálnál mélyebben nem tudnak megélni s ellentétben az emberiséggel a Napot és a levegőt nem szeretik, sőt el is pusztulnak, ha ezek bármelyike éri őket.

Az elpusztult polipok meszes váza megmarad s ezek millióiból korall-rétegek lesznek. Ezek a korall-rétegek lassan-lassan mindig feljebb emelik, mindig közelebb juttatják a korall nemzedékeket a víz felszínéhez. Itt azonban - mint már említettük - az élő példányok elpusztulnak s ennek következtében a szirt most már széltében terjed. A szirtek szélső részein a polipok lehető legpompásabban tenyésznek, mert hiszen kitűnő ellátásban részesülnek. Az örvények bőven szállítják a táplálékot, melyből élnek s a víz és éghajlat is megfelelő. Csak egyetlen veszedelem fenyegeti őket s ez a vihar, mely néha magával ragadja az alsóbb korall-rétegek egyes töredékeit. De még ez is csak az egyes példányokra végzetes, az egész fajnak azonban javára válik, a mennyiben az elpusztult tömeg lesüllyed s ujabb nemzedékek telepedhetnek meg rajta. Hanem azért a szirt szélein levő polipok helyzete - bár bizonytalan - mégis előnyösebb, mint azoké, a melyek a szirt belsejében tengődnek, mert a csendesebb vízben kevesebb táplálék sodródik útjukba s így elcsenevésznek s végül elpusztulnak. Tehát minden szirtnek arra kell törekednie, hogy lehetőleg a tenger felé, azaz széltében terjedjen. Szélességükből - hozzávetőleg - meg lehetne állapítani korukat is, bár még egy körülmény van, a melyet tekintetbe kell vennünk. Lehetséges tudniillik, hogy mialatt a korallok felépítik a szirtet, alapjuk esetleg sülyedhet. Nincs kizárva, tehát az sem, hogy a két folyamat: uj rétegek keletkezése és az alapok sülyedése lépést tartsanak s ha ez így van, a korallréteg vastagságban nyer, a nélkül, hogy szélességében terjedt volna.

Archibald Geikie figyelmeztetett minket arra, hogy mily gyorsan tűnik el a korall-polip vázának a rajza az alapokról s mily hamar változik az egész tömeg tömör kőzetté. Ez a jelenség főleg a tenger vizének vegyi befolyásában és oldó hatásában leli magyarázatát s nagy szerepe van annak a sok homoknak és iszapnak is, melyet az örvény hord oda. A szikla alakulása közben mindjárt meg is kötődik.

Ha alacsony vízálláskor megfigyeljük valamely korallszirt kiálló részét, azt látjuk, hogy helyenként épen olyan szilárdnak és réginek látszik, mint a szárazföld legrégibb mészkövei. Olyan helyeken, a hol az ár állandóan mozgásban tartja a korall-homokot, az egyes korallszemcsék egészen le vannak gömbölyítve. Azért van ez így, mert a vízben levő calcium-carbonát állandóan lerakódik minden egyes korall szemcsére (úgy, a mint az ülledék az üst fenekére). Ha az ilyen legömbölyített korallszemcsék egy csomóba verődnek össze, külön névvel «oolit»-oknak nevezzük őket. Ez a név a görög «oon» vagyis tojás szóból (latin ovum) származik. Nem egy termőföldünk meszes kőzetében meglepően világos oolitos strukturát látunk s ezekben az esetekben semmi kétségünk sem lehet a felől, hogy épen úgy képződtek ezek is, ahogy most úgyszólván szemeink láttára épülnek a korall-szirtek. A Csendes-oczeán korall területein közel háromszáz korall-sziget van s ezeken kívül még a vulkánikus eredetű szigeteket is terjedelmes korall-szirtek övezik. Az Indiai-Oceánban is sok korall van. Nyugat-India tengereiben is temérdek a korall-szirt s a szigeteken több helyütt magasan kiemelkedtek a vízből s most szárazföldet képeznek, Cubában például 330 méterre a tenger színe felett. Ausztrália észak-keleti partjával szemben a Great Barrier Rief emelkedik, melynek hossza 1250 mértföld, szélessége pedig tíztől 90 mértföldig terjed.

Minden egyébtől eltekintve ezekből is látjuk, hogy az elmult idők állatai pusztán csak tetemeik felhalmozódásában is létüknek maradandó nyomát hagyják. És mégis a szerves maradványok ily módon megmaradt hányada bármely korszak egész növény és állatvilágának csak igen kis részét képviseli.

VI. FEJEZET.
A jégkorszakok.

A csillagászok, a kik megfigyelték a Mars nevű égi testet, azt mondják, hogy északi és déli sarkvidékein óriási hómezők terülnek el; sokkal nagyobbak, mint Földünk sarkvidékein, mert maga a déli sarkvidék 11.330,000 négyzetmértföldnyi kiterjedésű. Földünk geologiai adatai azonban azt tanusítják, hogy valamikor a mi sarkvidékeink is sokkal terjedelmesebbek voltak, mint a milyenek most. Ezen a tényen nem kell megütköznünk, mert a mint már megjegyeztük, a hó és jég mennyisége főleg attól a távolságtól függ, a mely valamely szárazföld és a tengerek között van. Más szóval a téli hideg és a nyári hőség, a szárazföld és a tenger elosztásától függ. Már említettük, hogy Velencze nincsen sokkal távolabb az északi sarktól, mint Vladivostok, éghajlata azonban egészen más, mint az utóbbié; s a Shetland-szigetek lakói egészen más éghajlat alatt élnek, mint azok, a kik Yukonban fagyoskodnak. Azonban még egy körülmény van, melyet pedig gyakran figyelmen kívül hagynak. A Földet általában véve nem tekintjük igen meleg testnek, holott leghidegebb pontjain, a hol a hőmérő hetven, illetőleg kilenczven fokkal sülyed a fagypont alá, még mindig több száz fokkal melegebb, mint a Földön kívül eső ür. Feleúton a Hold és a Föld között fagypont alatt 273° C lehet a hőmérséklet s ha a Föld egész felületét vesszük alapul, azt mondhatjuk, hogy a Föld 300 fokkal melegebb az őt környező világürnél. Bizonyára mindenki tapasztalta, mi történik, ha kezeit a tűznél melegíti. A tűz melegebb mint környezete, miért is hősugarakat terjeszt maga körül s a közelébe tartott kéz ennek a sugárzó hőnek egy részét átveszi. A Föld hasonlóképen hősugarakat bocsát ki, melyeknek egy részét az őt környező légkör elnyeli. A tengerek szintén. Mivel pedig kétségtelen, hogy a Nap heve melegíti a Földet, a levegőt és a tengert s ez által legáramlatokat s esetleg vízáramlatokat idéz elő, valószínű az is, hogy a Föld megmelegíti s felszállásra készteti a levegőt s így szintén fontos szerepet játszik a víz- és légáramlások, úgyszintén a szelek keletkezésében és irányításában. Mikor a Föld még melegebb volt, mint most, ezekre a dolgokra még nagyobb mértékben hatott. Több vizet párologtatott el s ennélfogva több volt a felhő, az eső s télen több volt a hó.

Már most képzeljünk el egy olyan kort, melyben télen sokkal több volt a hó, mint mostanában. Az egymást borító hórétegek nyomása a legalsó rétegeket félig hó, félig jégtömeggé préselte; igen valószínű tehát, hogy azt még a nyári nap heve (különösen miután a légkör akkor sokkal felhősebb volt, mint most) sem tudta egészen elolvasztani. Igy változhatott a hókorszak jégkorszakká s könnyű elképzelni, hogy lehettek idők, mikor Európa nagy része épen úgy hó és jég alatt volt, mint most Grönland. Milyen nyomát láthatjuk ennek? A hóréteg éppen úgy csuszamlik a lejtőkön, mint a rézsutos háztetőkön. Csuszamlás közben maga előtt tolja mindazokat a laza dolgokat, melyek útjába kerülnek; és lassan-lassan lefelé tolja a dombon a fákat, bokrokat, köveket és a talajt is. Meredek lejtőkön megesik, hogy egyes hótömegek leválnak a többitől s ezek az úgynevezett hógörgetegek (lavinák) nagy gyorsasággal rohannak le a völgybe. A nagyobbak között olyan is van, melynek területe több ezer négyzetméter, vastagsága pedig 15 méter is lehet. Tél végén és kora tavasszal gyakran óriási károkat okoznak, házakat, fákat, sziklákat söpörnek el útközben. Nyomaikat nemcsak a kopárrá pusztított területek, hanem a völgyek alján felgyülemlett hatalmas törmelék halmazok is jelzik.

A gleccserré változott hó azonban még jellegzetesebb emlékeket hagy maga után. Képzeljük el, hogy nagy hó és jégtömeg ereszkedik a hegység szakadékaiban az alsóbb részek felé. A mint lassacskán - a legsűrűbb sár vagy láva folyónál is lassabban - lefelé halad, mindkét oldalának meredekeiről homok, föld, iszap, kavics és sziklatömbök jutnak felszinére. A hógörgetegek helylyel-közzel egyebet is hordanak oda. Ez a sok törmelék majdnem mind a

külső vagyis az oldalfalakhoz legközelebb levő széleken gyűlik össze s a gleccser mindvégig magával czipeli. Egyik-másik része a gleccser jegének hasadékaiba esik, beágyazódik s belül folytatja útját, vagy pedig lezuhan a gleccser sziklás medrébe. Ebben az esetben utazása hasonló annak az ír gavallérnak az útjához, a ki olyan hordszékben indult, melynek sem ülése, sem alja nem volt már s a ki megjegyezte, hogy ha a szokás nem volna ilyen, akár gyalog is járhatna. Azt a sokféle dolgot, melyet a gleccser a felszinén szállít, «moréna anyagnak» nevezzük, a széleken felgyülemlett anyagok pedig «oldal morénák». A hol két gleccser folyók módjára egyesül, morénáik jobb és balfelül szintén egymáshoz csatlakoznak s az uj gleccsernek a morénája középütt helyezkedik el, miért is «közép moréna» a neve. A melyik gleccsernek sok a mellékága, annak a felszine annyira be lehet borítva kövekkel, hogy a jég csak itt-ott látszik ki belőle. A hol a gleccser véget ér és jege elolvad, a sok kő folyton növekedő mennyiségben nagy halmazokban lerakódik s ezeket a lerakódásokat «homlok moréna» néven ismerjük.

Miután a gleccserek létüknek ilyen jeleit adják, könnyen érthető, hogy félreismerhetetlen nyomokat hagynak a történelemben. Még a működő gleccserek is érdekes dolgok hírmondói. Napjainkban pontos méréseket végeznek rajtuk Sveicban és Canadában is. A tizenkilenczedik század utolsó s a huszadik század első évtizedében úgylátszott, mintha a gleccserek a magaslatok felé hátrálnának. Ugyanez a tünet Canada egynéhány gleccserén is mutatkozott. Ennek több elfogadható megokolása is lehetséges. Schaeberle tanár azt mondja, hogy Földünk melege csökken s a mérsékeltebb éghajlat következtében kevesebb a téli esőzés (a mely a hegységekben hó formájában hullana le) mint a mennyi eddig volt. Annyi bizonyos, hogy ha egymás után több télen át kevés az esőzés, ennek eredményeképen visszahúzódhatnak a gleccserek, hanem az egyáltalában nem biztos, nem hosszabbodnak-e meg ismét, hogy ha egynehány száraz tél után több nedves következik. A gleccserek egynémelyikén meglátszik, hogy létezése óta többször is változott a hossza, visszahúzódott, majd ismét meghosszabbodott. Honnan tudhatjuk ezt? Könnyű felelni erre a kérdésre: a «morénákból», a melyekről fentebb beszéltünk. Ha a gleccsernek akár hossza, akár szélessége, akár mélysége csökken, a szélein hordott kőtömbök medrének mentén megfeneklenek. Ezek a tömbök az úgynevezett «vándorszirtek» a gleccserek legjobb ismertető jelei. Térfogatuk akkora, mint egy kisebb villateleké, úgy, hogy nincs olyan vízár, a mely oda vihette volna őket. Gyakran bérczek csúcsán, szakadékok vagy meredek lejtők legszélén foglalnak helyet, szóval olyan pontokon, a hová soha sem vihette őket víz, még akkor sem, ha meg birta volna mozdítani őket. Csak olyan szállító révén juthattak oda, a mely igen lassan vitte s igen igen óvatosan helyezte el őket s ez a szállító valójában a gleccser. Látunk rajtuk és mellettük most is ilyen tömböket. A svájczi völgyekben elszórtan több százat is láthatunk néhol magasan a gleccser felett, másutt messze a mostani végződésétől. Tudjuk, hogy ezeket csakis a gleccser vihette oda, a hol vannak s ennek révén feltételezzük, mikor ilyen tömbökkel telt völgyet látunk, hogy a völgynek - bár most nincsen - valamikor okvetlenül volt gleccsere.

Ezektől az Európaszerte előforduló vándor szirtekből megtudhatunk sok mindent arról, hogy milyenek voltak a gleccserek, melyek szállították őket. A gleccser szélére zuhant kőtömb mindig azon az oldalon marad, a melyiken útközben volt. Ha tehát a völgy két oldalának a kőzetei között figyelemreméltó eltérés van, ez a különbség a morénákban állandóan észlelhető marad, úgy, hogy ha egy megszünt gleccser vidékén a széjjel szórt kőtömböket követjük fel a hegyek közé mindaddig míg oda jutunk ahonnan származtak, megállapíthatjuk, milyen utat követett a történelem előtti idők gleccsere. Európában az ilyen bizonyítékokra alapított következtetések számos példáját látjuk. Például a Valais hegység jellegzetes kőtömbjei nyomán egyenesen Lyonba jutunk; s megtudjuk, hogy az a gleccser, melyből a Rhône folyó eredt, valamikor Francziaország keleti részén keresztül Lyonig, sőt valószínűleg még tovább húzódott. Szóval legalább 170 mértfölddel hosszabb lehetett mint most. Hasonlóképen, olyan sziklákat, melyek teljesen egyenlőek azokkal a jellegzetes kőzetekkel melyek Délskandinávia

különlegességei, találtak Északnémetországban, Belgiumban és Keletangliában is; ebből pedig azt következtetjük, hogy a Balti- és a Német-tengert valamikor óriási jégfelület borította, s ez vitte magával azt a számtalan északi eredetű vándorszirtet. S valóban Angliának csaknem minden vidékén vannak ilyenek, s ez is arra vall, hogy az ország nagyobb része valamikor jég alatt lehetett.

De, mint már mondtuk, a gleccser nemcsak felszínén, hanem belsejében, sőt medrének legalján is viszi a beléje került dolgokat. Mert hiszen nemcsak kövek vannak benne. Van ott agyag és föld is, s ezek gyakran körül veszik a köveket; az évszázadokkal ezelőtt megszünt gleccserek nyomán hátramaradt agyagot glacziális agyagnak is nevezik. A visszavonuló gleccserek ilyen földes és köves lerakódásokat hagynak maguk után a völgyekben, - ha ugyan el nem mossák a folyók, melyek csaknem minden gleccser végénél erednek. Azok a kövek a melyeket gleccserek raktak le, rendesen lecsiszoltak, lesímítottak, felületükön pedig karczolások, barázdák vannak, a milyeneket csak valamilyen éles szegletű kő horzsolása okozhatott. Csak úgy keletkezhettek, hogy a gleccser útközben medrének szikláihoz dörzsölte ezeket a köveket. Nagyon hosszú úton még az is megeshetett, hogy a kő egészen széjjel dörzsölődött, s létét homok vagy iszap formájában fejezte be. De a mit a gleccser medre tett a kövekkel, ugyanazt tették a kövek a mederrel. Össze karmolták, meghasogatták. Kőzeteinek minden kiállóbb részéről lekoptatták az összes éleket és szögleteket. A lecsiszolt felületek és a karczolások nagyon érdekesek, a mennyiben karczolás csak síma felületen van, s akár mély barázda, akár könnyű kis vonal, mindig egy irányú. Ez az irány azonos a gleccser irányával. A kövek símasága és a karczolások mélysége főleg attól függ, milyen kőzetből volt a gleccser medre. Kemény, tömött kőzetek, például a kemény mészkő, nem egyszer oly símára vannak csiszolva, hogy márványnak lehetne nézni őket. A folyók és a gleccserek csiszolási módja azonban teljesen eltérő. A folyó ide-oda gördíti, minden irányban dobálja, s így köröskörül lecsiszolja a köveket, s nem hagy rajtuk párhuzamos, rendszeres karczolásokat. Erre csak a gleccser képes, mert ez szorosan egymáshoz nyomja a csiszoló és csiszolandó kőzeteket, s állandóan egyirányban őrli őket.

A kőzeteknek ez a vonalozottsága és lecsiszolt, rovátkázott felülete, továbbá a vándorszirtek és a glacziális agyag lerakódások lehetségessé teszik azt, hogy a nagy jégfelületek utjait még olyan helyeken is nyomon követhessük, melyek jellege azóta teljesen megváltozott. Ilyen adatokból tudtuk meg, hogy egész Északeurópa valamikor nagy hó és jégmezők alatt volt. Minden jel arra mutat, hogy ez a réteg északon és nyugaton volt a legvastagabb, kelet és dél felé pedig elkeskenyedett. Skandinávia fölött 1800-2100 m. magasan feküdt, legalább is erre vallanak a magas hegyek oldalain látható karczolások. Skócziában a tenger színe fölött 900 m. magasan vannak hasonló jelek, s ebből azt következtetjük, hogy Skóczia 1500 m. vastagságú hó és jégréteg alatt feküdt, s ez a réteg mélyen lent, a németországi Harz-hegység felett sem lehetett 450 méternyinél sokkal vékonyabb. Képzeljük el ezt az óriási jégtömeget, a mint szakadatlanul, méltóságteljes lassúsággal siklott a tenger felé! Nyomaiból megtudhatjuk, merre felé járt. Skandináviában nyugatra az Atlanti-oczeán, keletre pedig a Bothniai-öböl felé vonult, a mely akkor olyan szilárddá volt fagyva, mint maga az Északi sark. Délnek Dánián át Németalföld és Északnémetországba vezetett az útja. A Balti-tengert betöltötte a jég, az Északi-tengert egészen Londonig szintén. Ebben a korban gleccserek indultak a Britt-szigetek felől, még pedig keletre Skóczia mellett az Északi-tengerbe, nyugat felé pedig a hegységek bérczein csúsztak tovább lefelé maguk alá temetve a nyugati szigeteket, végül pedig jéghegyekké szakadozva messze elúsztak az Atlanti óczeánon. *Archibald Geikie* szerint ennek a jégterületnek nyugati szélén Irország délnyugati részétől a norvégiai «North Cape»-ig 1200-1500 mértföld hosszú, több száz méter magas jégfal emelkedhetett, olyan, amilyent a délsarki kutatók láttak a déli sarkkör területeit nyaldosó hullámok előtt tornyosulni. Északeurópa olyan lehetett, amilyen a mai Grönland északi része. A sziklákon látható karczolások a mellett tanus-

kodnak (miután még Irország déli részén is sűrűn előfordulnak), hogy a jég széle a hullámokból délre néző meredek falban kiemelkedve még valamivel Cape Clear-en is túl terjeszkedett. Innen kelet felé folytatódtak a jégszirtek, valószínűleg a La Manche csatorna irányában a Temze völgyének északi része felé. Déli széle Hollandián vonult át, Westfália, Hannover és a Harz hegység magas vidékeit szegélyezve, s valószínű, hogy az utóbbi állta útját dél felé. «Vannak bizonyítékaink arról, hogy a jég egy kerülővel eljutott Szászország lapályain át az Ércz-, és Óriáshegységekig és a Sudetákig s déli határa itt fordult el keletnek. Silézián, Lengyelországon és Galiczián keresztül haladva átszelte Oroszországot Kiev és Nizsnij-Novgorod mellett fel az Északi-jegestengerig.»

Északamerikában hasonló nyomai maradtak a nagy jégmezőknek, melyeknek egyik ága délfelé a Mississippi medrébe ömlött; a második a Hudson öböl felől nyugatnak a Nagy-Sziklás-hegységig, délnek Jowá-ig vonult; a harmadik pedig Britt-Columbia nagy hegységeiből indult ki. Egész Északamerikán keresztül mértföldeken át egymást érik a csoportokba gyűlt sziklák, melyeket elhoztak a gleccserek, s legdélibb pontjukat elérve, leraktak. Származásuk után az északamerikai jégkorszak *homlok morénáinak* nevezzük őket.

De ne higyjük, hogy az északi félgömb eme jégmezőinek vastagsága és kiterjedése mindig egyenlő volt. Korszakok szerint majd előrenyomultak, majd visszaszorultak, kiterjeszkedtek, s ismét összehúzódtak, s összehúzódásaik nagy arányúak lehettek, s talán több száz vagy ezer évig is eltartottak, úgy, hogy a jégkorszakra jellemző glacziális agyag rétegek homok-, közönséges agyag-, sőt tőzeg rétegekkel is váltakoznak. Növényi és állati maradványok is vannak ezekben a rétegekben, s ez arra mutat, hogy a jég időnkint oly messzire s oly tartósan vonult vissza, hogy azon a vidéken melyet elhagyott, növényzet keletkezett, s állatok éltek azokban az időközökben, melyekben az évszázados hideg időt nehány melegebb század követte.

Jött, ment a jég, mint a hogy a fecskék költözködnek, de végül a melegebb éghajlat lett állandóvá s a jég mindig északabbra szorult. Bár maradt annyi, hogy leírhassuk az Alpesek és a canadai Sziklás-hegység gleccsereiben a régi jégkorszak utolsó maradványait. Mikor a jég visszavonult a sarkkörig, több más emlék is maradt utána. Ilyenek a nagy tavak, mint például a Winnipeg és Manitoba tavak, a Nagy-Sós tó Utahban. Valamikor mindegyikük nagyobb kiterjedésű volt. A homlok morénák is hagytak maguk után tavakat, melyek különösen Finnországban igen jellemzőek és könnyen felismerhetőek. A jégkorszak második felében Nyugat-európában a Föld felszine mélyebben volt, mint most. A föld lassú, hosszú pihenőkkel megszakított emelkedésének nyoma maradt a meredek partokon. Jó példái ennek Skóczia és Norvégia mindkét oldali partjai. Az éghajlat megenyhűlt, állatok, növények foglalták el a visszavonuló jég birodalmát, s kevéssel utóbb az ember létezésének nyomai is jelentkeztek. A változás nem állt be hirtelen, s a jégkorszak éppen olyan észrevétlenül olvadt bele abba a korba, melyben az ember kezdett uralkodni Európában, mint maguk a gleccserek.

VII. FEJEZET.
A tűzben keletkezett kőzetek.

Eddig azokkal az üledékekkel foglalkoztunk, melyeket lassú és rendszeres munkával a levegő és a víz rakott le, melyeket a folyók, folyamok, tavak, tengerek s a jég lassú mozgásai hordtak össze. Ha azonban a Föld rétegeit csak ezek az erők helyezték volna el, világos, hogy akkor a rétegek legtöbbjének, e nyomtatott oldal soraihoz hasonlóan, szépen, simán kellene egymás fölött lenniük. Megfigyeltük azonban, hogy a Föld rétegei nem feküsznek így. Ha ezt a lapot kivágnók, ketté hasítanók, letépnénk belőle nehány szabálytalan darabot, s azután labdává gyömöszölnők össze, elég jó képét látnók annak, hogy sok helyen hogyan gyűrődnek, csavarodnak és billennek félre a Föld rétegei. Bár a tenger hevesen támadja néha a szárazföldet, mégsem tehette ilyenekké a rétegeket, s a legerősebb napsugár sem bírhatott ilyen befolyással. Magában a Földben rejlő erőnek kellett itt közreműködnie. Ez az erő csak a tűz lehetett. Némelykor a rája rakódott üledékek nyomásától, máskor vegyi behatások következtében a már említett iszaprétegek némelyike megkeményedett, pedig eredetileg lágy anyagokból állt. Több esetben nem annyira a vízveszteség, mint inkább a meleg közvetlen hatása okozta a megkeményedést. De ezek közül még a legkeményebb sem olyan kemény, mint a kőzetek más csoportjába tartozó kövek, például a granit, a kvarcz, vagy a bazalt. Mindenki beláthatja, a ki nehány perczig gondolkodik ezen a dolgon, hogy még a legerősebb nyomással sem lehet semmiféle kőzetet olyan keménnyé préselni, a milyen a gyémánt. Hogyan keletkezhettek ezek? Az a válasz erre a kérdésre, hogy bizonyára a Föld mélyének forró kemenczéiben készülhettek. Néha úgyszólván kiforrtak, kifutottak a mélységből, s meglátszik hogyan törtek maguknak utat a felettük levő üledékes rétegeken keresztül. Ezekről az égő kemenczékről nem tudunk sokat, sőt a Föld mélységét is alig ismerjük. A legmélyebb akna Lake-Superior közelében van és csak 1500 m. mély. Sziléziában az osztrák kormány 2000 méter mélységű fúrást végeztetett. Egyáltalában nem könnyű feladat a nagy mélyfúrások eszközlése, *Charles Parsons* leírja a nehézségek némelyikét.

Az aknát olyan helyen kellene fúratni, a hol semmi valószinűsége sincs annak, hogy vízre bukkanjanak, különben szivattyúzásokat kell végeztetni. Hogy az akna megfigyelésekre alkalmas legyen, olyan méretűnek kell lennie, a milyenek a rendes bányák és kőszénbányák aknái. Félmértföldes emeletekre kell felosztani, úgy, hogy az egyes emeleteken el lehessen helyezni a következő emelet fúrásához szükséges gépeket és emelőkészülékeket. Az összes gépeket villamossággal kell hajtani, tekintettel a helyszükére, s arra, hogy minél kevesebb legyen a meleg a művekben. Még így is külön kell gondoskodni a helyiségek mesterséges hűtéséről; az egyes emeletek azért lennének csak félmértföld mélyek, hogy az emelőgépek egyszerűbbek legyenek, hogy a kötelek súlya a lehető legkisebb maradjon, s hogy a gépek és a helyiségek hűtése se okozzon túlságos nehézségeket. Minden második-harmadik mértföldnél légkamrát kellene elhelyezni, hogy csökkentse és elviselhetővé tegye a légnyomást a mely az akna fölött levő légréteg vastagságánál és súlyánál fogva túlságosan nagy lenne. Két-három mértfölddel a felszín alatt a légnyomás épen még egyszer akkora, mint a Föld felszínén, vagyis négyzetcentiméterenként két kilogramm. Ennél nagyobb légnyomás alatt alig lehetne dolgozni, részben, mert a munkást túlságosan kifárasztaná, részben pedig, mert a fokozott légnyomás rendkívül emeli a hőmérsékletet. Ezért a légnyomást enyhítő, különlegesen szerkesztett kamrákról kell gondoskodni, a szellőztetést is szivattyúkkal kell végeztetni, s gépeket kellene alkalmazni ahhoz is, hogy a fölösleges meleget a felszínre szállítsák. Az utóbbiak sós oldattal töltött csövekből állanának, melyekben állandóan fagyasztó keverékeknek kell keringeniük. (Azok a rendszabályok, melyeket *Parsons* ajánl a földalatti művek hűtésére, olyan

körülményesek, hogy nem lehet itt felsorolni őket, tény azonban, hogy okvetlenül beválnának, s bár nagy nehézségek árán, mégis hűvösen lehetne tartani a műveket).

Ha a fúrás már több mértföld mély, az aknák alját fagyasztani kell. Ezt az eljárást már eddig is több helyen alkalmazták, a mikor valamely aknát finom homok rétegen keresztül kellett mélyíteni. A főaknát sok kis furólyukkal veszik körül, nagyon hideg sós oldatot töltenek belé-jük, s ez az oldat megfagyasztja az átfúrandó réteget. Ha valahol olyan nagy arányú mélyfúrást végeznének a milyenről most beszélünk, ezt az eljárást nemcsak az aknák fenekénél, hanem a frissen fúrt akna oldalainál is alkalmazni kellene, mindaddig, míg a környező kőzet bizonyos mélységig kellőképp le nem hült.

Mennyibe kerülne egy ilyen akna fúratása? Mennyi idő alatt készülne el? Milyen hőmérsékletű rétegeken haladna keresztül? A következőkben felsoroljuk *Parsons* hozzávetőleges adatait:

		Költség (Ł)[4]	Idő	Kőzet hőfoka
2	mértföldnyire a föld felszíne alá	500,000 Ł	10 év	50° C.
4	"	1.100,000 Ł	25 "	66.6°
6	"	1.800,000 Ł	40 "	83.3°
8	"	2.700,000 Ł	55 "	100°
10	"	3.700,000 Ł	70 "	116.6°
12	"	5.000,000 Ł	85 "	133.3°

Ezekbe a számadásokba nincsenek beleértve sem a hűtő készülékek, sem a légkamra költségei. *Parsons* a tervek összeállításánál arra fektette a fősúlyt, hogy az ilyen fúrásból mily sokat tapasztalhatnának, mennyit okulhatnának a mérnökök, bányászok és geologusok; mi azonban azt a tényt óhajtjuk hangsúlyozni, hogy ez az óriási idő-, munka-, és pénzbefektetés még sem juttatna közelebb czélunkhoz, nem tudnánk meg többet a földgömb magváról, mint a mennyit most tudunk. Annak a rétegnek, melyet a geologusok a Föld kérgének neveznek, épen a harmadrészén vergődtünk volna keresztül.

Ezzel különben ismét egy újabb nehézségbe ütköztünk! Hát milyen vastag tulajdonképen a Föld kérge? Mi van alatta? Nos, miután még igen messze vagyunk attól, hogy ezt kikutathassuk, ezekre a kérdésekre csak meglehetős bizonytalan feleletet adhatunk; nem elég, ha elmondjuk, mit tartunk valószinűnek, meg is kell magyaráznunk, miért vélekedünk így. *Charles Parsons* táblázatából látjuk, hogy ő arra számít, minél mélyebbre hatol a fúrás, annál magasabb hőfokú kőzetek közé jut. Két mértföldnyi mélységben a Föld felszínének legmelegebb nyári napjain észlelhető hőségnél is nagyobb meleget tételez fel; nyolcz mértföld mélyen a víz felforrna magától; a tizenkettedik mértföldnél pedig úgy hullanának a munkások, mint a legyek. Miből következtet ilyen hőmérsékletekre, hiszen az eddigi fúrások közül a legmélyebb is csak egy mértföld! Számításait azokra az adatokra alapította, melyeket a növekedő mélységek emelkedő hőmérsékletéről eddig gyüjthettünk.

Agassiz tanár tíz évig figyelte meg a Calumet és Hecla bányát, mely az Egyesült-Államok egyik legmélyebb bányája. Miután *Chamberlin* tanárral együtt összes megfigyeléseiket gondosan átvizsgálták, arra az eredményre jutottak, hogy a Föld felszinétől lefelé haladva a hőmérséklet 32 méterenkint 1°-kal (Celsius) emelkedik.

[4] Ł =1 font sterling = 24 K

Ausztráliában, Bendigóban, a North Garden Gully bányában 900 m. mélységben 37°; 1000 m.-nél pedig 39° C. volt a hőmérséklet. A hőmérséklet emelkedését tehát minden 44.3 méternél 1° C.-ban állapították meg.

Ugyancsak 1° C. emelkedés mutatkozott 44.3 méterenkint Délnémetországban Maldonban; egy Ballarat melletti bányában szintén s egy Port Jackson közelében levő bányában is.

Egy francziaországi kőszén bányában Rouchampnál a hőmérséklet 27.3 méterenkint emelkedett 1° C.-szal.

North Staffordshire bányáiban Mr. *Atkinson* a bányák igazgatója méterenkint 1° C. emelkedést észlelt, a South Staffordshire Hamstead szénbányáiban azonban F. G. Meachem csak 60 méterenkint tapasztalt 1° emelkedést. Ugyanilyen arányú emelkedést figyeltek meg szintén South Staffordshireben a Baggeridge Wood kőszénbányában.

Wales déli részeiben a Rhondda és Aberdare környéki bányákban az arány 45 méterenkint 1° C.; Dowlaisban a Merthyr kőszéntelepen 44 méterenkint 1°; Edinburgh vidékén a Niddrie kőszénbányában az emelkedés minden 55-ik méternél 1° C.

Látható tehát, hogy az egész világon mindenhol van hőmérséklet emelkedés, melynek arányát átlag minden 55-ik méternél 1°-ban állapíthatjuk meg. Egy mértföldben 1609 méter van, ha tehát ez az emelkedési arány állandóan fennáll, 100 mértfölddel (160.9 km.) a föld alatt 2732° C. melegnek kell lennie; ennél a hőmérsékletnél pedig felforr és gázneművé válik az aczél is. 200 mértföld mélységben pedig nagyobb volna a hőség, mint a Nap felszinén.[5]

Ennél a hőmérsékletnél minden, a mi csak van a Földön, megolvadna. Sőt még más is történne! Mindazok, a kik látták már Londonban a Royal Institutionban Sir *James Dewar* vagy Sir *William Crookes* kisérletezéseit, tudják, hogy van hőmérséklet, melynél az érczek nemcsak, hogy megolvadnak, de fel is forrnak, úgy mint a víz. Azt pedig bizonyára mondanunk sem kell, hogy a levegőt is szilárddá lehet fagyasztani. Minden, a mi a természetben előfordul, legyen az rendes körülmények között akár szilárd (mint pl. a vas), akár folyékony (mint a víz), akár gáznemű (mint a levegő), megfelelő körülmények között felveheti a két másik halmazállapot bármelyikét. Így pl. folyékonnyá vagy akár gázneművé változtathatjuk a szilárd vasat; s a cseppfolyós vizet forralás útján gázneművé, fagyasztással pedig szilárddá tehetjük. Ha a levegőt, ezt a gáznemű anyagot lehűtjük 190° C.-szal fagypont alá, cseppfolyóssá válik, ha pedig még további 50 fokkal hűtjük, szilárddá lesz. Fagypont alatt 273° C.-nál a természetben előforduló összes gáznemű és cseppfolyós anyagok megszilárdulnak. Ezt a hőmérsékletet, melynél alacsonyabb nem létezhet, absolut zérusnak nevezzük. De valamint ennél a hőfoknál minden gáznemű anyag megszilárdul, éppen úgy vannak olyan hőmérsékletek is, melyeknél a szilárd anyag gázneművé változik. Az arany például 1030° C.-nál folyékonnyá, 1100° C.-nál pedig gázzá változik.

Ha tehát feltételezzük, hogy a Föld belsejének a hőmérséklete egészen a Föld középpontjáig állandóan emelkedik, be kell látnunk, hogy elég hamar olyan hőmérsékletbe jutnánk, melyben az összes anyagok gázneműekké kezdenek válni. De még egy dologra kell gondolnunk. Képzeljük el, hogy magában véve már a kőzetek súlya is milyen nagy nyomást gyakorol. Egy mértföld mélységben a kőzetek súlyából eredő nyomás négyzet cm.-enkint 500 kg. Három mértfölddel a föld alatt ez a nyomás 1,500 kg., négy mértföldnél 2000 kg., ötnél pedig körülbelül már 2500 kg.

[5] Mr. *W. E. Wilson* (Irországban) kiszámította, hogy ez a hőfok 5500° C.

Tudjuk, hogy a gránit zúzásához négyzet cm.-enkint 2000 kg. erő szükséges, mészkőhöz 1300 kg., homokkőhöz pedig 500 kg. Öt mértföld mélységben tehát a mélység fölötti kőzetek nyomása legalább is akkora, ha nem nagyobb, mint a kőzetek ellentálló ereje. Mi történhet akkor az ennél is mélyebb rétegekben? Sir *William Roberts Austin* pár évvel ezelőtt végzett a Royal Institutionban egy kisérletet, melynek alapján némi sejtelmünk lehet arról, hogy mi történhet a Föld mélyében. Vasat helyezett rendkívül nagy hydraulikus nyomás alá, még pedig úgy, hogy egy fénysugár fehér vászonra vetítve mutatta a kisérlet lefolyását. A vas olyanféleképpen kezdett kavarogni, mozogni, mintha lassan olvadó szurok, vagy igen sűrű gummi volna. És tényleg, több geologusnak az a véleménye, hogy hat, hét, esetleg nyolcz mértfölddel a föld alatt a kőzetek folynának, ha volna helyük a mozgáshoz.

Tegyük fel azonban, hogy nem folyhatnak, nincsen helyük hozzá; és hogy a nyomás négyzet-cm.-enkint nemcsak tizenhárom, vagy tizenöt tonna, hanem százszor annyi, mert hiszen lehet, hogy öt-hatszáz mértföldnyi mélységben tényleg ekkora. Ugyan mi történhet? Csak akkor képzelhetjük el, hogy körülbelül mi történhet, ha megbeszéltük, mi nem történik. Egy félszázaddal napjaink előtt azt hitték, hogy a Földnek harmincz, esetleg ötven mértföld vastag kérge van s alatta az egész földgömb megolvadt, fehér vagy vörös izzó anyagból áll, melybe éghető gázok elegyednek. Ha ez nem volna téves feltevés, a körülöttünk észlelhető jelenségek elég nagy részét érthetőbbé tenné. Megmagyarázná a vulkánok kitöréseit, melyek tüzet, lávát, hamut, megolvadt kőzeteket, sőt néha óriási kőtömböket löknek ki magukból. Bizonyára elegen emlékeznek még a Mont-Pelée kitörésére, mely néhány év előtt Martinique szigetén történt. A kitörés egyik szakában vagy 300 m. magas szikla obeliszk emelkedett ki a kráterből s később ismét vissza süllyedt. Csak a Föld mélyéből kerülhetett elő. Olyan volt, mint a biztonsági szelepek dugattyúja, a mint a mélységben forró anyagokat leszorította. Feltehetnők tehát, hogy az összes vulkánok tulajdonképen a Föld felszíne alatt forrásban levő kőzetek által okozott óriási kavarodás szellőztető nyílásai. Egyetlen körülmény van, melyet hangsúlyoznunk kell, az, hogy a vulkánok nem elég nagyok erre a czélra, ha a Föld belsejében tényleg csupa olvadt kőzet van, melyet csak a vékony harmincz mértföld vastag kéreg borít. Ebben az esetben az olvadt anyagok 7900 mértföld széles, 7900 mértföld hosszú és 7900 mértföld mély oczeánt képeznének, miután a Föld átmérőjét 8000 mértföld hosszúságúnak ismerjük. Tudjuk, hogy a Föld felszinének tengerein mekkora apályt és dagályt okoz a hold és a nap vonzóereje. Gondoljuk csak meg, mekkorák volnának ezek a belső, olvadt ércz- és kőzettengerben. A Föld kérge nem állhatna ellent nekik. Az olvadt kőzetek minduntalan úgy keresztül törnének ezen a hitvány harmincz mértföldes kérgen, mintha ez csak tojáshéjjból volna. Naponta kétszer is lehetnének akkora láva ömlések, melyek világrészeket temethetnének maguk alá.

Szóval ez a feltevés nem állja meg a helyét. Nem is zavarhatjuk olvasóinkat mindazokkal a mesékkel, melyek valaha hitelt találtak. Elég, ha elmondjuk, a mit Lord *Kelvin* valószínűnek tartott; ehhez a jelenkori geologusok többségének a véleménye is csatlakozik. Az a meggyőződés az uralkodó, hogy a Föld kérgében a hőemelkedés csak egy bizonyos mélységig fokozódik és hogy a Föld a nagy nyomás következtében (bár igen forró belül) kétezer mértföld mélységig szilárd. Marad még a Föld középpontjától kiindulva mindkét irányban négy-négy ezer mértföld vastag réteg, melyet szintén tekintetbe kell vennünk. Lehet, hogy ez tényleg olvadt, de oly nagy nyomás alatt van, hogy szilárd tömegként viselkedik. Tudjuk ugyanis, hogy a Föld nem lehet egész tömegében szilárd, mert ehhez nem elég nehéz. Hiszen igaz, hogy nem lehet a szó szoros értelmében megmérni a Föld súlyát, hanem azért bizonyos számítások alapján hozzávetőleg mégis megállapíthatjuk, milyen nehéz. Így például következtethetünk abból, hogy mekkora erővel vonzza magához a különböző testeket. Ezek a fejtegetések azonban inkább a csillagászat keretébe tartoznak s ezért nem is foglalkozunk velük bővebben. Elég, ha az így elért eredményekről beszélünk.

Van még néhány szavunk a Föld mélyének belsejére vonatkozólag. Dr. *J. J. See,* amerikai csillagász kiszámította, hogy az egész földgömb körülbelül milyen nehéz lehet. Azt mondja, hogy ha a földgömb egyik felszinétől a másikig, egész tömegében edzett aczélból volna, épen ilyen súlyú, keménységű, illetőleg merevségű lenne. Olyan aczélról van szó, a milyennel a hadihajókat pánczélozzák. Dr. *See* nem veti el azt a feltevést, hogy a Föld belsejének egy nagy része folyékony. Ha folyékony is, saját súlyánál fogva olyan óriási nyomás alatt van, hogy ha vannak is apályai és dagályai, még egy mérsékelt vastagságú szilárd kéreg is teljesen beékelné, szűk keretek közé szorítaná, tehetetlenné és aránylag ártalmatlanná tenné őket. Nem szabad azt hinnünk (dr. *See* is nyomatékosan hangsúlyozza), hogy a Föld belsejének folyékony anyagaiban szabadon keringő áramlatok létezhetnek. A súly, illetőleg a nyomás okozta merevség túlságosan nagy ehhez. Hiszen ez a nyomás valóban olyan óriási, hogy egy másik jeles tudós, *Arrhenius* tanár szerint, még akkor is aczélkeménységűvé préselné a Föld magvát, hogy ha az gáznemű volna. Dr. *See* úgy vélekedik, hogy legyen bár a Föld részben szilárd, részben folyékony, részben gáznemű, mégis olyan szilárd égitestnek kell tekintenünk, melynek átlagos keménysége, súlya és merevsége nagyobb mint a közönséges aczélé.

Még mindig nem adtuk magyarázatát annak, miképen forrtak ki és forrnak ki a Föld belsejének ismeretlen olvasztókemenczéiből óriási szikla darabok. Hogy a dolgot könnyebb legyen megérteni, arra kérjük olvasóinkat, képzeljék el azokat az időket, melyekben a Föld a kezdet kezdetén volt még forma, tér és ür nélkül.

VIII. FEJEZET.
A Föld keletkezésekor.

Ha szakértő szemmel nézzük az eget, az égi testekből megtudhatunk egyet-mást a mi Földünk történetéről. Még a legerősebb teleszkóp segítségével is csak homályosan, elmosódottan láthatunk fel s lehet, hogy azt, a mit látunk, néha tévesen is értelmezzük. Kezdjük azon, mit látunk szabad szemmel és mit a teleszkóppal? Szabad szemmel látjuk a Napot; nagy gömb ez, lángoló gázok veszik körül s akkora, hogy ha az egész Föld belezuhanna, meg sem látszana rajta; és forróbb a legmelegebb kemenczénél, melyet ember hevíteni képes. Olyan hőség van ott, melyben a Föld összes szilárd anyagai elolvadnának és gázneműekké lennének. A Holdat is látjuk szabad szemmel; gömb az is, jóval kisebb a Földnél, gázok nem környezik, úgy látszik, hogy vize nincsen és hideg hosszú éjjelei alatt annyira kihűl, hogy minden anyag, a mi a Földön cseppfolyós vagy gáznemű, a Holdban szilárddá fagyna.

Látunk szabad szemmel miriádnyi kisebb-nagyobb fényű csillagot is, de különbséget csak ragyogásukban észlelhetünk. Teleszkóp segítségével azonban eltéréseket, különbségeket is látunk a csillagok között. Meglátjuk, hogy némelyik gömb alakú, olyan mint a Föld, a Nap, a Hold. Figyelmes vizsgálódás után észrevesszük, hogy egyikük, a Jupiter, jóval melegebb a Földnél, de nem olyan meleg, mint a Nap; egy másik, a Mars, sokkal hidegebb a Földnél, de nem olyan hideg mint a Hold. Ezek után sejteni kezdjük, hogy a Nap, a Jupiter, a Föld, a Mars és végül a Hold az egyes gömbök életének különböző stádiumát mutatják; és lehet, hogy bármelyik gömb először forró volt, mint a Nap s azután Jupiteréhez hasonló állapoton keresztülmenve, olyanná lett, mint a Föld, később olyanná mint a Mars és végül hideg lett és élettelen, mint a milyen a Hold.

Ha azonban igen jó teleszkóppal vizsgáljuk az ég távolabbi fénypontjait, a csillagokat, a gömbök történetének egy még koraibb időszakáról lehet fogalmunk. Az égbolt ragyogó fényességei között - a csillagok között, melyekről tudjuk most már, hogy Napok - vannak olyanok, melyek egyáltalában nem gömbalakúak. Ilyenek például a Pleiadok, melyekről *Amos* próféta is megemlékezik: «Keresd Őt, a ki megteremtette a hét csillagot és az Oriont.» (Amos 8 v.) Ha a hét csillagot (melyet a hiteles bibliafordítás Pleiadoknak[6] nevez) nagy teleszkópon át vizsgáljuk, fátyolszerű, vagy hálószerű anyagba burkoltan látunk valamit, a mi csillagszerű lehet ugyan, de a minek tulajdonképeni lényegével nem vagyunk tisztában. Az égbolt más részein is sok, nagy csillagszerű páratömeget látunk, melyeket a csillagászok kozmikus ködöknek neveznek. Ezek közül az Orion[7] ködfátyola a legcsodálatosabb; s talán az Andromeda csigaalakú köd-udvara a legszebb. Ezek a dolgok nemcsak gyönyörűek és bámulatraméltóak, hanem tanulságosak is, a mennyiben rávezetnek minket arra, milyen lehetett Földünk és a Nap a kezdet kezdetén, az elképzelhetetlenül régmult időkben, mielőtt rend váltotta fel a chaost.

De képzeljük el, mi történne, ha Földünk összeütközne valamely égi testtel. Olvasóink között biztosan vannak egynehányan, a kik tudják, hogy Földünk és az egész naprendszer állandóan, gyorsan halad a csillagok között egy ismeretlen végzet felé[8]. Tegyük fel, hogy egy ismeretlen s

---

[6] Határozottan állították, hogy a bibliai író a hét csillag alatt a Nagy Medve csillagzatot értette; de a greenwichi observatorium vezetője *W. E. Maunder* azon a véleményen van, hogy a Pleiadokról van szó.

[7] «Isten teremtette a gönczölszekeret, a kaszás csillagot és a fiastyúkot és a délfelé való mitőlünk elrejtett csillagokat.» (Jób könyve 9. rész, 9.)

[8] Általában véve az a feltevés uralkodik, hogy ez a mozgás, mely körülbelül másodpercenkint tíz mértföld lehet - a Vega csillagképe felé irányul.

a mi naprendszerünkön kívül álló égitest elzárja utunkat. A baj nem találna minket egészen készületlenül, a csillagászok hónapokkal, sőt esetleg évekkel előre jeleznék, hogy Földünk és egy csillag egymás felé haladnak. Tudnák, mert a Nap sugarait visszaverné éppen úgy, mint ahogy a Napnak a Holdról visszaverődő sugarai teszik számunkra láthatóvá a holdat. Ha az ismeretlen csillag akkora volna, mint a Nap, láthatnók még mielőtt a naprendszer határait elérné. Új csillagnak tekintenők, a milyen gyakran tünik fel az égbolton s azután elmerül ismét a sötétségben. Állandósága azonban hamar feltünne. Rövid ideig talán üstökösnek néznők, de ezeknek a fénye egészen más, mint a Nap visszaverődő sugaraié. Aggodalmas várakozás terjedne el az emberek között s felismernék lassacskán, hogy mi közeleg. Ha tényleg akkora volna mint a Nap, akkor láthatnók meg, mikor 15,000.000,000 mértföldnyire volna tőlünk[9] vagy mondjuk úgy, hogy a mikor 1600-szor volna messzebb tőlünk, mint a Nap. Eleinte lassan közelednénk egymáshoz. Tíz év is kellene ahhoz, hogy a távolság 6,000.000,000 mértföldre csökkenjen s szabad szemmel is látható legyen a csillag. Tizennégy év alatt elérné a naprendszer szélső határát s a legfényesebb csillagunk lenne. Egy újabb év letelte után kétszer olyan fényes volna, mint a Vénusz, mikor legszebben ragyog és ijesztő gyorsasággal közeledne. Két hónap múlva olyan közel érne a Naphoz, mint mi vagyunk. Egy héttel később pedig másodperczenkint 400 mértföld gyorsasággal haladva a Napba zuhanna s az összeütközés félelmes hőségében a Nap, a Föld és az összes bolygók eggyé olvadnának:

«Hömpölygő tüzek kegyetlen árjában.»

Tegyük fel, hogy ez a katasztrófa tényleg beáll! Mindennek végét jelentené? Nem. Sok millió mértföld átmérőjű forró ködburok belsejében, a milyeneket a teleszkópon át látunk, ismét elhelyezkedne minden s új rend keletkezne. A mindenségben nincs szünet, rögtön kétféle folyamat kezdődne. A forró köd hősugarakat terjesztene maga körül, akárcsak a tűz, vagy a vörösen izzó vas. A vörösen izzó vas kihűl s a forró köd szintén. A köd azután tömörülni, sűrűsödni kezdene, de nem egészen úgy, a hogy a vízgőz, mert folytonosan forogna s tüzes részei mindig befelé igyekeznének, úgy, mint a hogy a Földön minden, a mit kezünkből kiejtünk, a Föld középpontja felé esik. Ebből a sűrűsödő, nagy köd tömegből időnkint nagy tömegek válnának le s külön független létet kezdenének.

Hogy könnyebben érvelhessünk, tegyük föl, hogy egy akkora tömeg, a mely megsűrűsödve elég nagy ahhoz, hogy akár a Föld is kiteljék belőle, elválik a törzs ködtömegtől. Kövessük történetét. Eleinte forgó lángtól alig megkülönböztethető gömb volt s akkora fénnyel bírt, mint a Nap s úgy mint a Napot, elemi gázok burkolták. Első napjaiban tényleg hősugarakat lövelő, állandóan hűlésben levő gázgömb volt s csak később lett a Naphoz hasonló gömbből olyan szilárd gömbbé, a milyen a Jupiter. Volt átmeneti korszaka is, melyben gázai folyadékká sűrűsödtek, úgy, mint a hogy a vízgőz vízzé sűrűsödik; ez érthető, mert bár maga a ködcsillag forró volt, hideg térben haladt. Lassacskán, fokozatosan, a Föld részben folyékony, részben gáznemű gömbbé alakult. Több millió éven át folytonosan hűlő folyékony gömb formájában gördült az ürben, középpontját pedig az őt környező gázok és folyékony anyagok állandóan nagy nyomásnak vetették alá. Végre megalakult a folyadékok felszinén az első szilárd réteg, mely állandóan vastagodott ugyan, időközben azonban számos borzasztó csapás érte s nagy szakadások támadtak rajta.

Az apályt és dagályt már említettük, mint olyan jelenségeket, melyek a Nap vonzó erejét bizonyítják. A Nap és a Hold vonzza, maga felé vonja a Föld vizeit. Vonzották azokat a folyékony anyagokat is, melyekből a keletkező Föld állott. Mint dagály és apályszerűen áradó

---

[9] Lásd Mr. *Eliard Gore* czikkét a Knowledge 1905. évi novemberi számában. A csillagot ilyen távolságban még csak igen erős teleszkópon át lehetne meglátni.

folyékony tömeg állandóan a szilárd kéreghez csapódott, minduntalan keresztül tört rajta. Voltak idők, mikor az olvadt anyagokat borító vékony kéreg tömörülése és szilárdulása következményeképen olyan szűk lett a földgömb, hogy a folyékony anyagokat nem foglalhatta magába. A láva kitört tehát és óriási krátereket képezett, olyanféléket, a milyeneket a Holdban láthatunk. Alig tudjuk elképzelni ezeket az óriási kitöréseket, melyeknél az olvadt anyagok dagály idején nem tíz-tizenkét m.-re, hanem több mértföldnyire emelkedtek!

Később, mikor a kitörések után némi kiegyenlítődés következett be, a Föld belsejében levő anyagok mindinkább lehűltek s a hűlés következtében összezsugorodtak és visszavonultak a külső burok mellől; miért is a kéreg most megint túlságos bő lett. Üregek támadtak alatta s támasz hiányában be is roppantak, a minek ismét lávafolyások lettek a következményei. A láva mindenhol feloldotta a szilárd kérget, a hol csak érintette. Bizonyára voltak a Földön hatalmas kráterek, olyanok, a milyeneket kihaltan látunk a holdban, de ezek a láva folyások elpusztították őket.

A Föld pedig továbbra is hűlt, hűlt és a kérge folyton vastagodott. A mélységek folyékony anyagainak kitörései mindig ritkábbak lettek, mindig több olvadt anyag szilárdult meg, mindig több gáznemű anyag sűrűsödött folyékonnyá. Ha a Föld történetét lelkiismeretesen akarjuk előadni, még egy körülményről kell megemlékeznünk. Arról, hogy ezekben a régmult időkben sokkal több meteor hullott a földre, mint most. Az ürben keringő, kihűlt köveket nevezzük meteoroknak. Néha-néha most is hull egy-egy a Földre, még most is találunk egyes példányokat, némelyiküket múzeumokban is láthatjuk, pl. a Natural History Museum-ban Cromwell-Road-on, Londonban. De a Föld eddigi útjában legtöbbjüket összegyüjtötte már, úgy a hogy a szobaleány a szemétlapátra szedegeti össze az elhullott porpelyheket. Mikor a Föld még fiatalabb volt, sokkal több szedegetni valója akadt s a meteorok olyan sűrűn hullottak a Földre, mint az esőcseppek.

Ezalatt a lehűlő vízgőzökből tengerek lettek; felhők, eső, hideg szél, itt-ott hó és jég mutatkozott; a megkeményedett láva s a tűzből keletkezett kőzetek befolyásuk alá jutottak, míg végül kiemelkedtek belőlük azok a vonalozott, rovátkolt sziklák, melyekről beszéltünk már s melyeknek vonalozottságát és eredetét szintén a geológia ismerteti. A Föld ősrégi történetének a nyomai csaknem mind eltüntek ugyan, néhány jel azonban maradt mégis, de ezeket csak szakértők szemei fedezik fel. A Földben valószínűleg sok repedés van, melyek most nem érnek a felszínig, de jelenlétükről vulkánikus hegylánczolatok tesznek tanuságot. Az Andok hegylánczolatának vulkánjai egy nagy, egyenes repedés mentén vannak, mely 2500 mértföld hosszú és Délperútól egészen a Tűzföldig ér. Az Aleuti-szigetek vulkánjai egy éppen ilyen hosszúságú, ívelt, görbe repedés mellett sorakoznak. Ezeken kívül sok rövidebb vulkánikus hegyláncz is van s mivel régebbi időkben bizonyára még több volt, világos, hogy a Föld kérgében igazán rendkívül sok repedés lehet. Egyikük több különböző helyen tűnik fel a felszinen, még pedig Kelet-Ázsiában, Nyugat-Afrikában s a Holt-tengertől a Nyassa-tóig érve óriási, mintegy 3500 mértföld hosszúságban.

A Föld kialakulásának és fejlődési folyamatainak ebből a rövid vázlatából s azokból a jelekből, melyeket a vulkánok és a mai földrengések szolgáltatnak, némi fogalmat alkothatunk arról, milyen lehet a Föld belseje mélyen lent lábunk alatt. Sokat persze nem tudhatunk, mert még mindig nem ismerjük a Föld középpontjához közel fekvő rétegek jelenlegi viszonyait. De úgy látszik, erős alapon nyugszik az a feltevés, hogy a Földnek szilárd külső kérge, belsejében pedig igen forró, olvadt magva van.

IX. FEJEZET.
A Föld gyermekkora.

Soroljuk fel, hogy a geológusok legtöbbjének véleménye szerint a Föld fejlődésében milyen különböző állapotok, fokozatok voltak.

Első volt az a korszak, melyben a Föld csillagként ragyogó, folyékony anyagokból álló gömb volt, melyet a Föld leendő vizeit tartalmazó párák sűrű, vastag rétege vett körül.

Létezésének második korszakában forró, de már részben, legalább is a felszinén szilárd gömb volt; hőmérséklete körülbelül 1400° C. lehetett.

Összes vizei még mindig légkörében voltak. Mindaz a szénsav, a mely most mészkövekben, kőszénben és más szénsavat tartalmazó ásványban van, ekkor szintén a légkörben volt még. Ugyancsak a légkör tartalmazta azt az oxygént is, a mely azóta kőzetekben, növényzetben és állati anyagokban helyezkedett el. Valószínű tehát, hogy a gázburok a mostaninál legalább 200-szor nagyobb volt.

A legközelebbi időszak az volt, melyben nagy vulkánikus kitörések voltak napirenden. Részben már le is írtuk őket. A Föld olvadt belsejét csak igen vékony szilárd kéreg borította. Túlságos vékony volt a forró, olvadt anyagok nagy tömegéhez képest s a hatalmas lávaömlésekben végződő titáni kitörések minduntalan megrepesztették. A kitörések nyomán a feszültség némileg megenyhült s a Föld megszilárdulási folyamata lassankint tovább folytatódott, a kitörések, lávaömlések megismétlődtek s nyomukban ismét elsimult minden. A Föld kérge minden kitörés és lávaömlés után valamivel vastagabb lett. Ez alatt az egész idő alatt s az utána következő időkben is, a Föld magához vonzotta - mint a mágnes a vasat - mindazokat a kisebb égitesteket, melyek napkörüli útjában eléje kerültek. A kisebb-nagyobb meteorok mind növelték a Földet, az összeütközés hevességével pedig emelték hőmérsékletét. A pánczélhoz ütődő löveg például megolvad az összeütközésből keletkező melegtől. Ezek a törmelékek, az úgynevezett hullócsillagok meggyulladnak attól a hőségtől, a mely a surlódás következtében keletkezik, a mikor átszelik a Föld légkörét. Ilyen meteorok (a hogy a kisebb tömegeket nevezzük) vagy planetismalok (ez a nagyobbak neve) még most is vannak. De a Föld évek milliói alatt napkörüli forgásában már csaknem az összes nagyobb testeket magához ragadta, csak a kisebbek maradtak meg s ezek néha-néha keresztezik a Föld útját. Egyik csoportjuk a Lyra, másik a Persea, harmadik a Leonida s a mikor a Föld elhalad közelükben, az évnek körülbelül ugyanegy szakában sok hulló csillagot látunk. Majdnem mind nagyon kicsinyek, egyik-másik alig nagyobb egy palavesszőnél, vannak téglanagyságúak is, de mindannyian elégnek a surlódás következtében, még mielőtt a Földre zuhanhattak volna. Hanem azért vannak még nagyobbak is, melyek tényleg a Földre hullanak s kiszámították, hogy évente egy néhány száznak a törmeléke jut le hozzánk. Azonban, mikor a Föld sokkal fiatalabb volt, egy néhány ezer is hullott rá naponta.

Ebben a korszakban, vagy kevéssel előtte keletkezett a Hold. Ez a kérdés nagyon érdekli a geologusokat, mivel elfogadott tény, hogy a Hold ugyanolyan anyagokból áll mint Földünk; s általánosan elterjedt az a vélemény, hogy története egy bizonyos pontig azonos a Földével. A Holdnak is volt vulkáni korszaka, de fejlődése kevéssel utána megszünt, megakadt. De foglalkozzunk most keletkezésével. Valamikor a Föld része volt. Bizonyára mindnyájan olvastunk már valamit az amöbákról és a fehér vértestecskékről. Ha mikroszkóp alatt szemléljük őket, megfigyelhetjük, a mint egyik-másik példány lassacskán megnyúlik, két tökéletes egésszé válik s mindkét része önállóan él tovább. *Sir G. H. Darwin* bizonyította be 1879-ben matematikai adatok alapján, hogy a Hold oly módon keletkezett, hogy keletkezését joggal hasonlíthatjuk az imént leírt állatok osztódásához. Az eseménynek idejét még megközelítőleg

sem lehet megjelölni, csak annyit mondhatunk, hogy a csillagászati események lefolyásából ítélve inkább a Föld életének egyik utóbbi szakában történhetett, de mindenesetre legalább ötven millió évvel ezelőtt. Szóval, a Hold a naprendszer fiatalabb tagjai közé tartozik. De sem keletkezése előtt, sem utána, hozzá hasonló óriási arányú esemény nem történt a Földön. Ötezer millió köbmértföld anyag hagyta el örökre a Föld felszinét. Hogy az egész tömeg egyszerre, hirtelen távozott-e, vagy hosszabb idő alatt, lassabban, azt nem tudhatjuk s hiába próbáljuk, még elképzelni sem tudjuk, milyen megdöbbentő arányú vulkánikus kitöréssel járhatott a bolygó kettéosztódása s a naprendszer új Holdjának keletkezése.

Ezek után következett a vízkorszak. Életnek még mindig nyoma sem volt a Földön. A légkör párái vízzé sűrűsödtek s tengerrel borították az egész földgömböt, vagy a tengerek hatalmas mélyedéseibe gyűltek össze. Nemsokára a szárazföld is kiemelkedett a habokból. A tenger forró lehetett s kétségkívül gőzölgött is, miután körülbelül 270° C. volt a hőmérséklete. Már most az a kérdés merülhet fel: «Hogy lehet, hogy nem párolgott el s nem lett felhővé?» Az a válaszunk, hogy a légkör akkor még mindig nagyon nehéz volt s a légnyomása valószínűleg körülbelül ötvenszer akkora volt, mint mostanában. Légkörünk nyomása napjainkban a Föld felszínén átlag 1 kilogramm négyzetcentiméterenkint. Ilyen körülmények között a víz 100° C-nál forr. Ha azonban vizet viszünk a Mont-Blanc csúcsára, a hol a légnyomás sokkal kisebb, mint a tengeren (vagy ha - ami különben egyre megy - légszivattyús tartályba tesszük s a levegő egy részét elvonjuk), már ennél alacsonyabb hőfoknál is felforr. Ha azonban éppen ellenkezőleg fokozzuk a víz fölött a légnyomást, például úgy, hogy sűrített levegőjű szobában helyezzük el, akkor még magasabb hőmérsékletűre is melegíthetjük, a nélkül, hogy forrna. Azokban a régmult időkben, melyekről most beszélünk a tenger felszinén, a légköri nyomás négyzet cm.-enkint 30-40 méteres higanyoszlop súlyával volt egyenlő; tehát a víz igen magas hőfokú lehetett s még nem párolgott el.

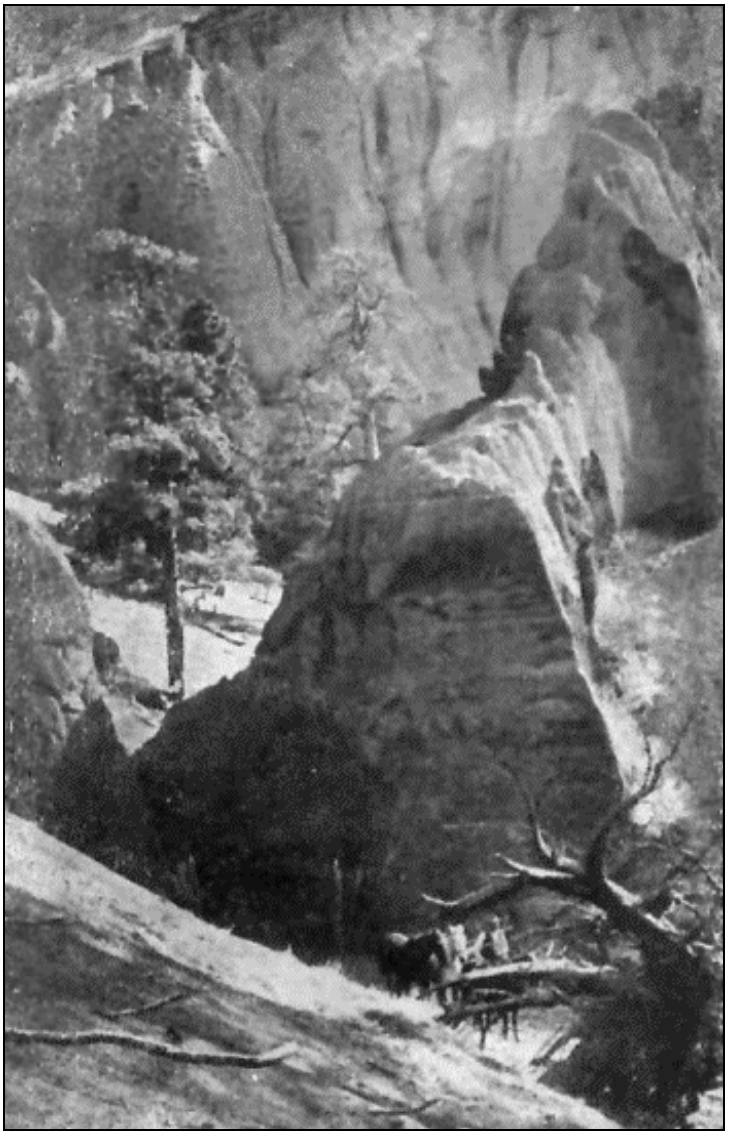
Ezekben a napokban még egy dolog vette kezdetét. A térben levő összes testek vonzzák egymást; a Nap vonzza bolygóit; a bolygók vonzzák a Napot és holdjaikat; a holdak viszont a bolygókat vonzzák. Ezek az erők már réges-régen működtek, a mikor még a Földnek nem is volt holdja. Ez a kölcsönös vonzódás nem változtatja meg észrevehető mértékben a szilárd testek formáját; lassú változásokat azonban okoz a forgó testeknél, még pedig csökkenti a forgás sebességét. Másképpen áll a dolog, ha a vonzott és vonzó testek folyékonyak, vagy folyékony felszínük van. Ilyenkor az az erő, mellyel a Nap, vagy a Hold a bolygót vonzza, lassacskán felfelé emeli a bolygó vizeit s dagályt, áramlatokat idéz elő. A Föld vonzóereje dagályt okozna a Holdban, ha a Holdnak vizei volnának; s azt hiszszük, hogy tényleg okoz valami dagályféle jelenséget a Nap mostani felszinén.[10] Mihelyt tehát víz volt a Föld felszinén, rögtön apály és dagály is mutatkozott.

(Az apály és dagály mozgásai surlódással járnak s ez a surlódás csökkentette a Föld forgásának a sebességét - éppen úgy, mint a hogy csökkentené az orsó pergésének a gyorsaságát, ha az orsó kerületére fonalat erősítenénk és azt folyton előre-hátra húzogatnók.) Idővel a tengerek hullámai a partok mentén utat vájtak a szárazföldbe és a vizükből kiemelkedő területekbe. Folyók is keletkeztek és folytatták a tenger munkáját. A sziklák zúzásában, feldarabolásában jelentékeny szerepük volt a légköri gázoknak is, különösen a nagymennyiségű szénsav és az oxigén fejtett ki nagy vegyi hatást. Még e korszak befejezése előtt megalakultak a mészkövek és a vasas karbonátok; az élettelen tenger fenekén lerakódások történtek s így vette kezdetét az üledékes kőzetek és rétegek képződése, melyekről az előbbi fejezetekben már megemlékeztünk.

---

[10] *E. W. Maunder* 1907-ben a Royal Astronomical Society ülésén felolvasás keretén belül több okkal is támogatta azt a feltevést, hogy a Földnek van észrevehető befolyása a napfoltok változásaira.

Az élőlény nélküli korszak után az az időszak következett, a melyben a legalsóbb fokú teremtmények életre keltek. Kezdete valószínűleg az algák, vízi gombák és baktériumok, szóval «Az első növények kora» volt. Akkor volt ez, a mikor az Oczeán átlagos hőmérséklete körülbelül 66° C. lehetett. (Vannak most is vízinövények, melyek 82°-ig, sőt még azonfelül is életben maradnak). A növényi váladékokból mészkövek keletkeztek, a kovasavas váladékokból pedig szilikátok. Kedvező körülmények között vastag üledéklerakódások halmozódtak fel. Ennek a korszaknak második felében, a Föld még állandóan hűlt, hőmérséklete már 46°-ra sülyedt és így alkalmassá lett arra, hogy állatok élhessenek rajta. A korszak utolsó részében a Földnek és tengereinek átlag már csak 33° volt a hőmérséklete. Az első állatok megjelentek s a nekik kedvező körülmények között gyorsan szaporodtak, a mi viszont nagy hatással volt a Föld kérgére. Már volt szó arról, hogy a tengeri állatok maradványaiból mészkő keletkezik. Azokban az időkben egész korszakokon át folytatódott ez a folyamat, több millió évvel a magasabb rendű állatok létezése előtt. Igaz, hogy akkor valamivel lassúbb volt, viszont azt sem szabad elfelejtenünk, hogy akkor a tengerek több helyet borítottak el, mint most s így az üledékek halmozódása is kiterjedtebb volt. Az üledékes kőzetek mindig gyorsabban és gyorsabban keletkeztek, főleg a tengerek fenekén.



KIALUDT VULKÁN KRÁTERE.
A régen kialudt arizonai Vörös-hegy nevű vulkán bejárata.

A kik figyelmesen olvasták a két előbbi fejezetet, bizonyára megértik, hogy a tűzalkotta kőzeteknek okvetlenül az üledékes kőzetek alatt kellett lenniök. Ez a tény azonban két oknál fogva csak általánosságban áll fenn. Először azért, mert a számtalan millió év óta működő mérhetetlen erők révén a tűzalkotta kőzetek több ízben is keresztültörték a föléjük rakódott, lassan formálódó üledékes kőzetréteget; másodszor pedig azért, mert a tűzalkotta kőzetek más összetételűek és sokkal keményebbek az üledékes kőzeteknél, miért is könnyebben és tovább állnak ellen az időjárás viszontagságainak. Megmaradtak tehát, miután a homokkő, a mészkő és a pala már régen elpusztult s ennek folytán a tengerek partjain és hegylánczolatokban felszínre kerültek.

A vulkánok kitöréseinek emlékjelei úgyszólván örökkévalóak a többi kőzet pusztulásához képest, bár az idő vasfoga még a vulkánikus eredetű, a tűzalkotta kőzeteket sem kíméli meg teljesen. Maguk a vulkánok igen sok esetben megvannak még akkor is, mikor már korszakok óta kialudtak. Egyes vulkánikus régiókban nem voltak nagy, központi hegykúpok, s ezeken a vidékeken a lávaömlések helyét most nagy kiterjedésű kopár, vándorló homokbuczkákkal tarkított fekete kőzetek jelölik - vagy pedig hullámos tábláshegységek vannak ott, melyekbe a folyóvizek völgyeket, szakadékokat vájtak s ezek között az egymást követő lávarétegek terrászszerű dombokban emelkednek. A lávaömlések határain túl gyakran látunk lávaereket, lávabástyákat, vagy lesüppedt lávafalakat, melyeket tűzalkotta vagy vulkánikus gátaknak nevezünk. Gyakran csaknem egyenes vonalat képeznek és több mértföld hosszúak, szélességük egy és száz láb között változik. Rendesen igen kemény kőzetből, andezitből, bazaltból vagy diabazból állnak.

Repedések voltak a Föld felszinén s úgy, a hogy leírtuk, a megolvadt kőzetek kiömlöttek ezeken a repedéseken keresztül, egyik réteg a másikat követte, míg végül emelkedő tóként elborította a mélyebben fekvő részeket, sőt még az alacsonyabb dombokat is.

Az utóbbi években Izlandban voltak ilyen lávaömlések. Kisebb méretűek vannak Hawai-szigetén is, a hol a lávaömlések kicsiben bemutatják a régmult idők lávaömléseit. A lehető legnagyobb arányuak azonban a Holdbeliek, mert azok az óriási kráterek, melyeket akkor látunk, ha teleszkópon át nézzük a Holdat, nem kialudt vulkánok hegycsúcsai, hanem lávaömlések kiemelkedő, meredek szélei.

Ezeknél sokkal kisebb méretű, de azért még mindig hatalmas lávaömlések nyomai láthatóak Észak-Amerika nyugati részében, a hol óriási kiterjedésű területek vannak, melyek csakis ilyen eredetűek lehetnek. A területet nagyobbra becsülik, mint amekkora Franczia- és Angolország együtt véve s a kiömlött vulkánikus anyagok helyenként 1200 m. mélységű réteget alkotnak. A folyók szakadékokat vájtak a láva síkságba s az alkatrészeit képező sziklákat néhol 210 méternyinél is nagyobb mélységig szemeink elé tárták. Ezeknek a falain meglátszik, hogy a lávaréteg több párhuzamosan egymásra helyezkedett lapból áll. Az egyes lapok sokszor csak tíz-húsz láb vastagok s természetesen mindig külön-külön bekövetkezett lávaömlések jelei.

Ezek a lávaömlések aránylag újabb korúak, ámbár az északamerikaiak több korszakkal a történelem előtti időkben, vagyis sok idővel az ember megjelenése előtt történhettek.

Az ilyen lávatakarók megfigyelésére csak ritkán van alkalmunk, például csak akkor, a mikor a folyók mély utat vájtak beléjük. Ennek következtében csak a gátak, a repedések és a lávaömlések közötti összefüggés alapján folytathatjuk következtetéseinket. A Föld különböző részein vannak azonban sokkal régibb lávaömlések, melyeket az elemek romboló ereje annyira megtámadott, hogy nemcsak az egymást követő lávarétegek, hanem még azok a sziklák is szemeink elé tárulnak, a melyekre a láva ráömlött. Meglátszik még az a sok telér is, a mely a kiömlő olvadt anyagok csatornájaként szerepelt. Ilyen structurának kitünő példáját láttuk

Nyugat-Európában Irország északi részétől a belső Hebridákon át és a Faroer szigetektől Izlandig. Ez a vulkánikus öv egymást követő lávaömlések sorozata és helyenkint a sok viszontagság pusztításai mellett is még mindig 1000 m. vastag. A lávalapok csaknem egészen laposak és zöld gyepes dombokban terrászszerűen emelkednek egymás fölött; vagy pedig tengertől ostromolt magas szirtek sötét falait alkotják. A honnan a szél és az időjárás elpusztította a lávaréteget, a vulkánikus telérek ezrei láthatók. Olyanok, mintha gyökerek volnának, melyeknek lávarétegek az ágai; és megvannak még ott is, a hol az egész felszinre tört anyagnak nyoma sem látszik már, ők tesznek tanúságot a vulkánikus erők hatalmáról.

X. FEJEZET.
Az élet kezdete a Földön.

Az előbbi fejezetben a Föld légkörének alakulásáról és a tengerek keletkezéséről volt szó. Alakulásukat most részletesebben kell szemügyre vennünk; meg kell különböztetnünk azokat a párás felhőket, melyek a még olvadt Föld körül gomolyogtak, attól a légkörtől, a mely akkor alakult, a mikor a Föld már némileg lehült.

Miután a Föld szilárdulni kezdett, eleinte a víz elemeit tartalmazó lyukacsos kőzettörmelékekkel volt borítva. Külsejük körülbelül olyan lehetett, mint azoké a horzsaköveké, habköveké, melyeket a vulkánok mostani kitörései hoznak felszínre. A kiknek még nem volt alkalmuk arra, hogy vulkáni kitörést lássanak, többnyire azt hiszik, hogy a tűzhányó hegyből csak lángok és füstfellegek törnek elő. Tényleg azonban a vulkán igen sok gőzt is lövell ki magából, a melynek ezer részében Sir *Archibald Geikie* szerint 900 rész vízgőz van. A Mont-Pelée nagy kitörése alkalmával egyhuzamban több hónapon keresztül óriási gőzfelhő szállt fel a hegyből, mely több köbmértföld nagyságú volt. Ebből látható, hogy azok a kövek, melyek a Földet borították, önmagukban tartalmazták a víz képződéséhez szükséges alkotórészeket. Mikor a víz megjelent a Földön, kinyomódott a lyukacsos kövekből, úgy, mint a hogy szivacsból nyomjuk ki a vizet, (vagy ki is párologtathatjuk, ha a nedves szivacsot meleg kályhára tesszük) és földalatti medencékben gyült össze. Minél több víz volt együtt, annál közelebb jutott a felszínhez; hiszen azt tudjuk, hogy egy bizonyos határnál mélyebbre nem juthatott a Föld belső részeinek magas hőmérséklete miatt. Kétségtelen, hogy először a vulkánok mélységeiben vagy a vulkános eredetű aknák fenekén gyült össze. A Föld felszinén számtalan, a Holdon látható mélyedésekkel egyforma kiterjedésű, de még azoknál is mélyebb horpadás lehetett. A mai napig megmaradt krátertavak erősen kicsinyített példái annak, hogy körülbelül milyenek lehettek a Föld első vízmedenczéi (bár az előbbiek sokkal későbbi korban és valószínűleg egészen másképen keletkeztek). Németországban, Eifel környékén rendkívül érdekes krátertavak vannak; Koblenznél a Rajna és a Mosel egybefolyásánál levő háromszögletes, ősrégi vulkános területen láthatjuk őket. Ennek a vidéknek egyik igen kellemes tulajdonsága, hogy vulkáni eredeténél fogva úgyszólván sohasem poros, még augusztusban és szeptemberben, a száraz, kontinentális nyarak után sem. Érdemes felkeresni krátertavai, egyéb vulkáni eredetű sajátságai, továbbá érdekes kastélyai miatt is s az is fokozza a hely érdekességét, hogy szinhelye *R. L. Stevenson* «Prince Otto» című történetének. A legnagyobb figyelmet azok a tavak érdemlik, melyek Daun és Manderscheid között terülnek el. Természetesen sok más, sőt ezeknél nagyobb krátertó is van, csak azért említettük éppen ezeket, mert nagyon könnyen hozzáférhetők.

Ezek után a tavak egyesülése, egybeolvadása következett. A számtalan kis tóból tó-lánczolatok keletkeztek a fiatal bolygó felszinén s ezek addig-addig terjedtek, míg végül a mostani óriási, szabálytalan oczeánokká fejlődtek. Ez a fejlődés geologiai szempontból rendkívül fontos, a mennyiben megtudjuk belőle, mily módon keletkeztek az oczeánok medrei és miként jöttek létre a világrészeknek nevezett száraz területek. Könnyen érthető, hogy a mélyedésekben összegyűlt víz súlya a víz alatt levő földkérget süppedésre kényszerítette, úgy, hogy a horpadások mindig kiterjedtebbek és mélyebbek lettek. Ez alatt az egész idő alatt a Föld átmérője és kerülete növekedett.[11] Amikor a növekedés véget ért, más tényezők és hatások érvényesültek s a Föld és a tenger arányai némileg kiegyenlítődtek.

---

[11] A növekedés okai túlságos bonyolódottak s itt nem részletezhetjük őket. Csak helyes irányba terelhetjük olvasóink következtetéseit megemlítve, hogy valószínűleg a Föld belsejéből a szélek felé törekvő hőség okozta a terjedést.

Korlátolt, emberi tudásunk alapján semmiből sem tudjuk megállapítani, mikor és hogyan keletkezett élet a Földön. Beszéltünk már a kőzetekben évszázadokon át fennmaradt növényi és állati maradványokról. Világos azonban, hogy a Föld első stádiumaiból fennmaradt vulkános kőzetekben ilyen maradványoknak még csak nyomai sem lehettek.

Már most gondolkodjunk egy kicsit azon, milyenek a legegyszerűbb szervezetű élőlények. Az utóbbi időkben sok szó esett mikrobákról és bakteriumokról, feltehetjük tehát, hogy mindenkinek van némi fogalma ezeknek a legegyszerűbb lényeknek a szervezetéről. Leginkább kocsonyás anyagból álló parányi hólyagocskához hasonlíthatjuk őket, de olyan kicsinyek, hogy csak mikroszkópon át láthatók, sőt oly parányi is van, a mely még a legjobb mikroszkóp segélyével sem látható tisztán. Az ilyen szervezetű élőlényeket egysejtűeknek nevezzük, mivel csak egy sejtből állanak. Ez a sejt tartalmazza a kocsonyaszerű anyagot, a protoplazmát; s egy még ennél is kisebb testet, a sejtmagot.

Ez az élet legalacsonyabb foka. Az összes, magasabbrendűek, sőt mondhatjuk azt is, hogy az összes szabadszemmel láthatók nem egy, hanem igen sok sejtből állanak. Az emberi test például megszámlálhatatlan millió sejtből áll; millió sejt kell egy hal, féreg vagy rovar szervezetének felépítéséhez is, szóval még a legkisebb, legigénytelenebb élőlényéhez is, melyet bárki említhet. S épen így a legkisebb galyacska vagy levél is sok millió sejtből épült. Az életnek ezeket a magasabbrendű formáit «többsejtűeknek» nevezzük, mivel sok és többnyire többféle sejt alkotja őket. Például az emberi test sejtjei sem egyfélék, a bőrt, a száj belső nyákhártyáit, a szemek anyagát, a vörös és fehér vértestecskéket, a szürke agyvelőt, a hajszálak gyökerét mind megannyi egymástól teljesen eltérő sejtcsoport képezi. Láthatjuk tehát már ebből is, mennyivel összetettebb, komplikáltabb lett az állatok struktúrája, mióta először jelent meg élőlény a Földön. A sejtek sejtszövetekké egyesültek; a szövetek egyesüléséből szervek formálódtak s mind ennek a folyamatnak a végbemenése után jöhetett csak létre magasabbrendű állat, vagy tökéletesen fejlett növény. Tegyük fel már most, hogy valamilyen nagy arányú kataklyzma - bár nem akkora, a milyenekről az előbbi fejezetben szóltunk, de mégis az egész világra kiható erejű - egy óriási lávaömléssel ismét végig pusztítja a Földet. Vajjon melyik élőlény létezésének maradhatnának nyomai? Lehet, hogy a nagyobb csontú állatok, vagy hatalmas fák olyanféle nyomát találnók a felbuggyant kőzetek mélyén, mint a milyent ujjainkkal nyomhatunk meleg viaszba; de úgyszólván kétségtelen, hogy a lágy sejtszövetekből álló növények és állatok nyomtalanul eltünnének, vagy legalább is olyan nyom nem maradna utánuk, melyet több millió év után bárki felismerhetne. Az pedig tényleg biztos, hogy a legalacsonyabb rendűek, az «egysejtűek» egyáltalában semmiféle nyomot sem hagyhattak volna maguk után. Tudjuk, hogy legkomplikáltabb összetételű szervezetekkel egyidejűleg most is léteznek egészen alacsonyrendű élőlények, s okvetlenül léteztek, mióta élet van a Földön. Ha pedig megvizsgáljuk a Föld első időszakaiban keletkezett állati maradványokat tartalmazó kőzeteket s ezek között is a legrégibbeket vesszük szemügyre, azt látjuk, hogy ezek mind csak magasabbrendű állatok maradványait foglalják magukban. Ebből a körülményből azt következtetjük, hogy - bár a kezdetleges megnyilvánulás formáinak nyoma sem maradt - mégis több korszak óta kellett már életnek lennie a Földön, még a legelső maradványok keletkezésének kora előtt.

Hogy kerültek élő lények a Földre? *Lord Kelvin* egy alkalommal arra a kijelentésre ragadtatta magát, hogy az első élőlények meteorittal, vagy valamely más bolygó töredékével kerülhettek a Földre. Ez a feltevés nem is olyan képtelenség, mint a milyennek több ízben találták. Az utóbbi kutatások alkalmával kiderült, hogy lehetnek csírák, melyek kibirják azt az alacsony hőmérsékletet, melyen a világűrben haladó meteorit keresztül megy s kiszámították, hogy az élet csírája nem pusztul el okvetlenül annyi idő alatt, a mennyi alatt egy kisebb égi testről, tegyük fel a Marsról, a Földre jut. Másrészt azonban tagadhatatlan, hogy nincs az ismert

meteoritokon semmi olyan jel, a melyből arra következtethetnénk, hogy a bolygók valamelyikén meglegyenek a mi fogalmaink szerinti életfeltételek. Ha pedig el is tekintünk ezektől a valószínűtlenségektől, akkor sem tudjuk meg, hogy és hol keletkezett az élet. Ha ténynek is tekintjük, hogy az élet első csiráit egy meteorkő hozta a Földre, akkor is csak egy fokkal eltolódik a kérdés és megújulva abban a formában van előttünk, hogyan keletkezett az élet azon a bolygón, melynek töredékén hozzánk is eljutott. Azt az időpontot, melyben a Földön élet mutatkozott, csaknem lehetetlen akár csak megközelítőleg is megállapítani s mi is csak annyit mondhatunk, hogy elsőrendű geológiai szaktekintélyek valószínűnek tartják, hogy a Föld már lakható volt, jóval mielőtt növekedése megszünt volna s hogy körülbelül akkor válhatott alkalmassá élőlények befogadására, mikor hozzávetőleg akkora volt, mint most a Mars. Ilyképen tehát az első élőlények több mértfölddel Földünk mostani felszíne alatt létezhettek. Ez az élet természetesen csak igen alacsony rendű lehetett s valószínűleg csak növények formájában nyilvánult. Valószínűleg a tengerben jelent meg először, bár az sincs kizárva, hogy édes vizekben keletkezett és fejlődött, talán azokban a mély vulkáni eredetű vízmedenczékben, melyekből idővel tavak, utóbb pedig tengerek lettek.

Elég, ha itt csak annyit jegyzünk meg, hogy az élet a Földön összegyülő nagy víztömegekben keletkezett, melyek az esőzések, folyók, áramlások és hullámverések talajszállító munkájának révén mind sósabbakká váltak, vagyis mindig több és több különféle ásványos anyagot tartalmaztak. Ez első élőlények bizonyára meduzafélék voltak, melyeket áthatott a folyadék, melyben éltek. A tenger akkor sokkal melegebb volt mint most s alapos okunk van hinni, hogy közel 38° C. meleg lehetett, vagy még több is, szóval, melegebb mint amilyenben kivánatos volna a fürdés. Só- és mésztartalma sokkal kisebb volt a mostaninál, szóval sokkal «lágyabb» vizű volt. Persze, mindig keményebb lett a vize és most már közeledik a Holt-tengeréhez, melyről tudjuk, hogy annyira telítve van ásványi sókkal, hogy a fürdőzők el sem merülnek benne és mikor elhagyják a vizet, sós lerakódások valóságos kérge borítja őket. Mikor a víz mindinkább telítődött (sókkal, karbonátokkal stb.) a szívósabb állatok többféle módon védekeztek. Alkalmazkodtak hozzá, átalakultak, hogy elkerülhessék a kellemetlenségeket.

A természet életében és fejlődésében igen gyakran előfordul ez a dolog. Talán legegyszerűbb példa rá az emberi kézen és lábon keletkező bőrkeményedés, szaru képződés. Ezekkel a keményedésekkel védekezik a bőr szokatlan, vagy kellemetlen nyomás vagy dörzsölés ellen. Szűk czipőtől, eke szarvának, labdaverőnek, golf ütőnek hosszas, erős szorításától szarúnemű bőrkeményedés, azaz védőréteg keletkezik. A bőrkeményedést néha hólyag előzi meg s ez nemcsak annak a jele, hogy a bőrnek védekeznie kell, hanem egyszersmind a védekezés első foka is. Sok más példa is van még. A test megóvására szőr, haj keletkezik, de a természet gazdálkodása szerint csak akkor, ha ruházat, vagy megfelelő meleg fölöslegessé nem teszi. Ha közvetlenül éri a bőrt igen nagy hőség vagy fény, a szőr, haj védő szerepét más védekezési mód veszi át. Ugyan mért viselnék különben az egyenlítő környékén élő néptörzsek «Az égető Nap sima egyenruháját» s mitől volna sötét-barna, vagy fekete pigmentezésű bőrük? Csak azért, mert a bőr sötét pigmentje jobban megakadályozza a napsugarak behatolását, mint a ruha. *Dr. Sambon* nemrég azt ajánlotta, hogy a fehérbőrű embereknek kívül fehér, belül fekete szövésű ruhát kellene viselniük mert a fehér vászon csak látszólag hűvös, alapjában véve azonban nem tartja vissza eléggé a fény- és hősugarakat. Alkalmazzuk ezt az elvet a tengeri állatok esetében is, melyeket kellemetlenül érintettek a soha nem tapasztalt változások. Minek kellett történnie? A gyengébbek bizonyára elpusztultak a körülmények változása folytán, épen úgy, mint a hogy vannak édesvízi halak, melyek elpusztulnak, ha a tenger vizébe jutnak. A szívósabbak ellenben felveszik a létért való küzdelmet s több nemzedéken át törekednek arra, hogy szervezetük oly módon alkalmazkodjék, hogy az új viszonyok között is életben maradhassanak.

Az egykori tengerek állatai képesekké lettek arra, hogy elkerüljék az új, nagy sótartalmú, szénsavas, ásványos víz folytonos érintését. Több generáczión keresztül lassankint hártya- vagy bőrburokkal vonták be magukat s így védekeztek a víz közvetlen érintése ellen. Voltak olyanok is, melyek sejtjeikkel meszet vétettek fel s ezt azután oly módon választották ki, hogy a mész többé-kevésbé áthatlan héjjat képezzen. Mivel pedig némelyikük egyáltalában nem igen tűrte az ásványos vizet, állandóan arra törekedtek, hogy minél inkább kerülhessék. A merészebb, vállalkozóbb fajok egészen elhagyták a tengert s vagy a levegőbe, vagy a szárazföldre húzódtak, lehet, hogy a parti homok és iszap segítségével. Az a korszak, a melyben a tenger megszünt lehető legtöbbféle élőlény befogadására alkalmasnak lenni a geologiában cambriumi korszak néven ismeretes. A rákövetkező korszakban olyan növények és állatok éltek, melyeknek már vannak fosszilis maradványaik. Ezelőtt a korszak előtt semmi élettani szükség nem volt sem bőrre, sem kagylóhéjjra. Miután azonban az eredetileg a tenger vizének kizárására szánt bőr- és kagylóburok már kifejlődött, a sokféle állatfaj között fellépő létért való küzdelemben jó védelemnek bizonyult, tehát nem is fejlődött már vissza.

XI. FEJEZET.
Van-e élet más égitesten?

Ha az élet nem más bolygóról került a Földre, akkor itt, a Földön kellett létre jönnie. A keletkezését kisérő körülményeket tekintetbe vették már s megállapították, hogy a Föld hőmérséklete, elemei, felszinének viszonyai, tengerei és légköre olyanok voltak, melyek elősegítették az élet keletkezését, folytatódását és az élőlények fejlődését. Azok közül az összes égitestek közül, melyeket egyáltalában közelebbről tudunk megfigyelni, a Föld az egyetlen, a melyen meg van a lehetősége annak, hogy a mi fogalmaink szerinti élet fennmaradhasson rajta.

A Napot, mint élőlények lakóhelyét még csak tekintetbe sem vehetjük. Ha a Nap és az égitestek közötti távolság szerint megemlítjük a bolygókat, látjuk, hogy a Merkurról alig tudunk valamit, de híres csillagászok, Schiaparelli és Lowell kijelentették, hogy a Merkur régóta kihalt, levegőtlen, kihülés közben megrepedezett felszinű bolygó. A Vénusról azt hisszük, hogy meglehetősen hasonlít a Földhöz, nagyságban alig különbözik tőle s elég kiterjedt légkörű, azonban a Földről nézve annyira ragyogó, hogy feltételezték, miszerint mi tulajdonképpen nem magát a bolygót, hanem csak folytonosan felhőkkel, esetleg hóval telt légkörét látjuk. A Marsról, mint élőlények lakóhelyéről s a hozzánk legközelebb levő Holdról bővebben beszélünk majd ennek a fejezetnek folyamán. Most vegyük sorra a külső, nagyobb bolygókat. Az óriási Jupiter - melynek tömege több mint ezerszerte akkora, mint Földünké - egyáltalában nem olyan szilárd szerkezetü, mint a Föld. Több oknál fogva valószínűnek látszik, hogy a Jupiter még forró, csaknem gáznemű égitest, melynek nincs még szilárd kérge. Ha a Jupiternek nagyságához képest kicsiny súlya s az őt környező csudálatos, változatos felhőburok kezdetleges fokú fejlődés és nagy belső hőmérséklet jelei, akkor ez a körülmény még fokozottabb mértékben áll fenn a Saturnuson. Kiterjedése alig kisebb, mint a Jupiteré, fajsúlya azonban annyival kisebb a víz fajsúlyánál, hogy ha egy töredéke a Föld tengerébe zuhanna, nem is merülne alá, hanem a víz felszinén lebegne. Külső burka bizonyára élénk mozgásban levő, forró gázokból áll. Az Uranus és a Neptun még sokkal messzebb vannak tőlünk, nem sokat tudunk róluk s rájuk vonatkozó ismereteink igen lassan gyarapodnak, annyi azonban valószínűnek látszik, hogy a Jupiter és Saturnus kezdetleges fokán állanak, tehát még nem oly szilárdak, mint Földünk. Szóval bátran kizártnak tarthatjuk, hogy élet létezhessen rajtuk s ennek folytán kizártnak látszik, hogy az élet csirái ezek bármelyikéről lezuhanó meteoron jutottak volna hozzánk. Hogy van-e egyáltalában a mi fogalmainktól eltérő «élet» arról igazán alig volna érdemes vitatkoznunk.

Most már csak az a kérdés, valószínű-e, hogy a Holdon vagy a Marson élet legyen; különösen a Holddal érdemes foglalkoznunk, miután ez Földünk bolygója s valamikor a mi Földünk anyagához tartozott. Első sorban megismételjük, miként magyarázza Sir H. G. Darwin a hold különválását a Földtől. Ha egy rugalmas karikát vagy gyűrűt igen gyorsan pörgetünk, azt látjuk, hogy fönt és lent (vagy azt is mondhatjuk, hogy a pólusain) belapul, közepén, vagyis egyenlítőjénél pedig kiszélesedik. A sűrűen folyékony Föld valamikor oly nagy gyorsasággal forgott, hogy duzzadó, egyenlítői öve közel állott ahhoz, hogy teljesen elszakadjon a törzstömegtől. Még mielőtt ez megtörténhetett volna, akkora lett a feszültség, hogy a kidomborodó rész egy darabja a leggyengébb helyen levált a Földről s a Földtől meglehetős nagy távolságban keringeni kezdett. Az így levált rész tömegét különbözően becsülik, de elfogadhatjuk azt a feltevést, hogy az egész földgömbnek körülbelül egy ötvened része veszett el.

A Hold sokkal könnyebb, mint a Föld. A Föld körülbelül öt és félszer nehezebb a víznél. Ha azonban csak külső kérgét vesszük tekintetbe, ez mintegy két és félszer nehezebb a víznél, ebből azt látjuk, hogy a Föld belseje jóval sűrűbb a felszíni kéregnél.

A Hold súlya nem egészen három és félszer akkora, mint egy, az ő térfogatával egyenlő víztömegé.[12] Ez a körülmény elég világosan megmutatja, hogy a Hold nem annyira a Föld belsejének, mint inkább kérgének anyagából áll. A Hold tömege akkora, mint egy olyan szilárd testé, melynek felszíne egyenlő nagyságú a Föld összes tengereinek kiterjedésével, mélysége pedig 36 mértföld. Ennélfogva valószínűnek látszik, hogy akkor, a mikor a Hold elszakadt a Földtől, a Földnek átlag legalább 36 mértföld vastagságú szilárd kérge volt; belseje pedig annyira forró volt, hogy a mélységekben levő anyagok olvadtak vagy folyékonyak voltak s egyes helyeken csak a felsőbb rétegek súlyának óriási nyomása tette őket szilárdakká. Amikor a Hold különvált a Földtől, ennek a rétegnek háromnegyed része eltávozott. Vannak, a kik lehetségesnek tartják, hogy a megmaradt rész ketté szakadt s egyik része az a nagy szárazföld, mely a keleti félgömbön terül el, másik részének maradványai pedig a nyugati félgömbön Észak- és Dél-Amerika területei. Abban a korban ez a két nagy terület úgy úszott a félig olvadt gömb felszínén, mintha két nagy jégmező volna. Persze jóval nehezebbek voltak a jégnél, viszont a megolvadt anyag, a melyen úsztak, sokkal nehezebb volt a víznél. Idők multával a folyékony anyag kihült és megkeményedett. Alapja azonban még mindig jóval mélyebben feküdt, mint azoknak a száraz területeknek a felszíne, melyek valamikor rajta úsztak s ennek következtében nagy mélyedések keletkeztek körülöttük. Ily módon jöttek létre a mélyedések, melyek gyüjtőmedenczéi lettek a Föld vizeinek. Tudományos körök általában véve hajlandók elfogadni azt a feltevést, hogy a Hold anyaga onnan szakadt el a földgömbtől, a hol most a Csendes-Oceán van s utána maradt ez a nagy mélyedés.

Sokan, többek közt tudósok és csillagászok is foglalkoztak azzal az eszmével, hogy a Holdon lehetnek-e élő lények. H. G. Wells «The First Man on the Moon» (Az első ember a Holdban) czímű szellemes munkájában összefoglalta az erre vonatkozó összes józanabb feltevéseket. Egy sarkalatos ponton fordul meg minden: Van-e a Holdnak élőlények létezésére alkalmas légköre? Némi gáz okvetlenül van a Holdban. Feltétlenül tartalmaznak gázokat a Hold kőzetei s belsejében is lehetnek gázok. Mr. Wells szerint igen sok gáz van a Hold belsejében, sőt azt is feltételezi, hogy a Hold egy részét üregek alkotják. Ha ez így van, akkor meg van a magyarázata annak a ténynek is, hogy a Hold fajsúlya sokkal kisebb, mint a Földé, szóval nem olyan nehéz, mint amilyennek hinnők. Ha a Hold belsejében üreg van, akkor ebben az üregben levegő, sőt víz is lehet s élhetnek benne bizonyos fajtájú élőlények is, lent a Hold alsó világában. A «Selenitáknak» (holdlakók) a hogy Wells nevezi őket, valószínűleg egyáltalában nem hasonlítanak emberi lényekhez; azonban lehetséges, hogy mérhetetlenül értelmesebbek, miután a Föld később hült ki, mint a Hold s így a Holdban előbb keletkezett az élet s a holdlakóknak esetleg sok százezer évvel több idejük lehetett a fejlődésre. Ezért Wells hatalmas agyvelejű, nagy rovarokhoz hasonló népfajnak képzeli őket. De ne folytassuk tovább ezeket a kalandos természetű találgatásokat, ne azon elmélkedjünk, van-e élet a Hold belsejében, melyet úgy sem láthatunk soha, hanem foglalkozzunk inkább azzal, hogy ha ugyan van élet a Holdban, milyen élet lehet azokon a részein, a melyeket láthatunk.

Először is azt kell feltételeznünk, hogy a Hold légköre rendkívül ritka, oly ritka, mint a milyen ritka a levegő a légszivattyú burája alatt, a mikor a kisérletező minden lehetőt megtett arra, hogy a levegőt teljesen kiszivattyúzza.[13] Másodszor a légkör nem állhat oxygénből és nitrogénből, mint a Földé, hanem nehezebb gázból, mint a milyen például a széndioxyd (ebben egyáltalában nem lehetséges állati élet). Az a kérdés, növényi életet fenn tud-e tartani?

[12] Az adatok számokban: A Föld fajsúlya 5.6. A felszín anyagának fajsúlya többnyire 2.2 és 3.2 közt ingadozik, átlag azonban 2.7. A Hold fajsúlya 3.4.

[13] Légszivattyúval nem lehet teljes vákuumot előállítani. Még a legjobb légszivattyúban is az eredeti levegőmennyiség milliomodának század része visszamarad.

Vannak csillagászok, a kik lehetségesnek tartják - közöttük maga W. H. Pickering a Harward egyetem tanára is - és valószínűnek tartják, hogy Hold felszínén a Nap sugarainak hatása alatt gyorsan, terjedelmes dsungelek fejlődnek, de életük csak négy napig tart, mert az éjjeli hidegben elpusztulnak. A Holdban tudniillik minden nap többször olyan hosszú, mint a mi napjaink, az éj beálltával pedig a hőmérsék annyira sülyed, hogy nagyobb a hideg, mint a mi sarkvidékeinken, sőt akkora, hogy még a gázok is folyékonyakká válnak s idővel szilárdakká fagynak. Egyáltalában nem biztos, hogy az említett gázokban megélhetnek-e a növények, de ha feltételezzük, hogy igen, azt kell hinnünk, hogy a növényzet a függélyesen ráeső napsugarak alatt rendkívül gyorsan fejlődik, miután saját súlya alig akadályozza a növésben. Merőleges besugárzás esetében a nappali hőmérséklet 280-330° C.-szal magasabb mint éjjel.

Talán időszerű lesz, ha itt adjuk okát annak, hogy a holdbeli növényzetet saját súlya miért nem akadályozza a gyors fejlődésben. Az egyik ok azonos azzal a körülménnyel, melynélfogva a könnyű gázok elszállnak a Holdból. A Hold tömege - vagyis az az anyag, melyből áll - a Földének egy nyolczad része. Miután pedig a nehézségi erő a testeket súlyukkal arányban vonzza, (a Föld vagy a Hold felé) a Holdban minden tárgy könnyebb, mint a Földön. Az arány körülbelül egy a hathoz; ennélfogva, ha egy ember, a ki itt a Földön 90 kg. hirtelen a Holdba kerülne, csak 15 kg.-ot nyomna; ha pedig két embert kapna a hátára s húsz mértföldnyire vinné őket, még csak annyira sem fáradna el, mintha a Földön minden teher nélkül járt volna ugyanannyit. A köveket hatszor olyan messzire tudná dobni, mint a Földön s hatszor akkorát tudna ugrani. Egy közepes magasságú ház átugrása nem is menne szóra érdemes mutatványszámba.

Bár vannak kiváló csillagászok, a kik megvannak győződve arról, hogy a Hold felületén változások, sőt zuzmara s esetleg vulkáni jelenségek is észlelhetők. A csillagászok legtekintélyesebbjei egyhangúlag azon a véleményen vannak, hogy sem a Holdban, sem a Holdon nincs szerves élet s erre vonatkozó elmélkedéseinket N. S. Shaler amerikai csillagász szavainak idézésével fejezzük be: «Természetes, hogy sajnálkozva jutunk arra a következtetésre, hogy a Holdban nincs és nem is volt soha olyan lét, melyet mi magasabb rendűnek, nemesnek tartunk; nem voltak ott soha lég- és vízáramlások, nem éltek soha egymástól tapasztalatokat öröklő s ily módon az emberré fejlődés lehetőségével biró magasabb rendű élőlények. A természettudósok sok érdekes tanulságot vonhatnak le abból, hogy ezektől a nagyszerű adományoktól a Hold öröktől fogva elesett. Mily óriási hatása van az események összefüggésének. Ha a gázokat a Hold vonzóereje visszatarthatta volna, semmi akadálya sem lett volna annak, hogy a Hold kisebb méretekben végig ne élhesse a Föld történetét. Így azonban úgy látszik, meg volt írva, hogy a Holdat soha se érjék úgy a napsugarak, mint Földünket, soha eső ne érje és soha se ismerje az élet nyüzsgését, soha az élet energiájának semmi nyoma ne lehessen rajta. Még elképzelni sem lehet semmi olyan körülményt, a mely megváltoztathatná a Hold sorsát. Valószínű, hogy Holdunk éppen olyan állapotban éri meg a Nap kialvását, mint a milyenben most van.»

A fejezetet nehány, a Marsra vonatkozó hasonló irányú lehetőség tekintetbe vételével fejezzük be. A Hold után a Mars ami legközelebbi szomszédunk s az amerikai nagy observatoriumok felállítása óta, melyek közül az egyik Arizonában van (Flagstaff-Observatory), a hol rendkívül tiszta a levegő s a teleszkópon át igen világos, éles megfigyelés lehetséges, a bolygó tanulmányozása rendkívül sokat haladt. A Mars légköre megközelítőleg sem olyan sűrű, mint a Földé, de minden valószínűség szerint mégis elég sűrű ahhoz, hogy szerves élet létezhessen benne. Például alkalmas lehet a növényzet fenntartására. Más szempontokból is hasonló a Mars a Földhöz. Vannak sarkkörei és felhői, bár nem tudjuk biztosan, hogy ezek párából vagy porból állnak-e; hőmérséklete pedig sokkal kevésbé változó, mint a Holdé. Szóval a létfeltételek némelyike megvan s ha biztosan tudnók, hogy a Mars

hőmérséklete némileg hasonló a Földéhez s hogy néha a mi sarkvidéki hőmérsékletünk fölé is emelkedik, akkor alig lehetne kétségbe vonni, hogy vannak élőlények, sőt értelmes lények a Marson. Van egy igen tehetséges csillagászunk, a ki meg van győződve arról, hogy a Marsnak értelmes lakói vannak. Ez a tudós a Flagstaff-Observatory csillagásza, Lowell tanár, a ki évek hosszú során át rengeteg költséget és munkát áldozott a Mars megfigyelésére. Számos meggyőző érvet sorol fel amellett, hogy a Marsnak lehetnek lakói, hogy a nagy teleszkóppal ennek a jelei láthatók s még több jel is fedezhető fel s ez elég ok arra, hogy feltételezzük az állítás helyességét. Ennek a könyvnek a keretén belül azonban nem foglalkozhatunk részletesen ezeknek az érveknek megvizsgálásával, elég, ha megjegyezzük, hogy bár egy egész nemzedéken át folyton pontos vizsgálatok tárgya volt a Mars, a huszadik század első tizede elmúlt anélkül, hogy a csillagászoknak meggyőződésévé vált volna az a hit, hogy a Marson a mi fogalmaink szerinti élet létezzék.

XII. FEJEZET.
A kőzetek megszilárdulása.

A nagy lávaömlések, melyek az egész szárazföldön s néha a tengerek alatt is széjjelfolytak idővel megritkultak és kevésbé hevesen mutatkoztak; új korszak vette kezdetét, melyben a Föld lassankint megállapodottabb s a mai körülményekhez hasonló viszonyok közé jutott. Tengerek keletkeztek eső is esett és nyár meg tél váltakozott egymással. Az esőzések és a szelek hevesebbek, a telek és a nyarak közt nagyobb szélsőségek mutatkoztak, mint most, a vulkáni tünetek pedig még mindig sokkal nagyobb arányúak voltak, mint a milyenekre az egész emberiség történelmében példát találunk. A Britt szigetek évenkinti csapadéka körülbelül 76 cm. Vannak a Földnek részei, a hol négyszer annyi eső esik s a hol egy nap alatt egyetlen felhőszakadás alkalmával 40 centiméternyi eső esik. Abban a korban azonban, melyről most beszélünk, állandóan olyan felhőszakadások voltak, hogy a csapadékot nem centiméterekben, hanem méterekben kellett volna kifejezni. A levegő nedvességgel volt telítve, de alig hogy ez eső formájában a meleg földre zuhogott, el is párolgott ismét s újabb felhőket alkotott. Hasonló okoknál fogva s ezektől nem egészen függetlenül, a légáramlások nagyarányúak voltak. A gőz szakadatlan vándorlása a Földtől az ég felé s az, hogy a vízgőz, a párák felhőkké tömörültek s ismét a Földre estek, nagyban fokozta a viharok hevességét. Ilyen körülmények között a kőzetek, melyek közül sok még hülőfélben volt s még nem keményedett meg egészen, olyan nagyfokú mállásnak voltak kitéve, melyről alig alkothatunk fogalmat. A geológiában azon az alapon dolgozunk, hogy a mi most történik a Földön azonos azzal, a mi kezdettől fogva történt (s nem megnyilvánulásaiban, hanem inkább csak méreteiben különbözik). Szóval a millió évekkel ezelőtti idők kőzeteinek felszinét - egészen a mélyebb rétegekig - elmosták a folyók s a tavak, tengerek és folyók medrében üledék formájában lerakták. Igy tehát az «üledékes kőzetek kora» megkezdődött már akkor, a mikor a Föld még túlságos meleg volt ahhoz, hogy élet nyomai maradhassanak meg rajta.

A mostaniaknál sokkal hevesebb földrengések és vulkános kitörések felforgatták ugyan még elégszer a világ rendjét, hanem azért a Föld már megüllepedőben volt. A mint már láttuk, a megüllepedési folyamat alatt az üledékekből kőzetek keletkeztek; ezek azonban erősen ki voltak téve a Föld mélyéből előtörő vulkános kitörések pusztításainak, szabályos formálódásukat pedig gyakran megzavarták a nagyobb arányú földrengések. Akkoriban a Föld belsejének forró, még meg nem szilárdult, megolvadt anyagai sokkal közelebb voltak a felszinhez, mint most s a belőlük kisugárzó hő égető hatása is érhette a kőzeteket. A geológusok (a kezdetet kifejező görög szó után) archai kornak nevezik azt az időszakot, melyben a kőzetek folytonosan folyékonyan ömlöttek a felszinre, mert hiszen tényleg valamennyi folyékony volt valamikor és csak utóbb keményedett meg. Ezek után sorrend szerint azok a kőzetek következnek, melyek abban a mozgalmas korban rakódtak le, melyben a Föld meleg volt még, éghajlata pedig zivatarok szakadatlan sorozatához hasonlított leginkább. A földrengések még mindig nagy befolyással voltak a kőzetek alakulására, de akkor is, éppen úgy mint most, a tavakban és óczeánokban rakódtak le és alakultak ki. Ezt a kort a geológusok *proterozoikus* kornak nevezik. Északamerikában nagy proterozoikus kőzet tömegek vannak. Arizonában egyes vidékeken a háromféle korszakból származó kőzetek együtt láthatók, a mint ez több fényképünkön is feltünik; legalul vannak az archaikus kőzetek tömegei; a proterozoikusak gyűrődötten helyezkednek el rajtuk; ezen a rétegen pedig rendszeresebben feküsznek az újabb kőzetek. Amerikában azonban a proterozoikus korszak külön időszakai is felismerhetőek s minden időszakot több ezer láb vastagságú kőzetréteg képvisel. Északamerikában ennek a nagy korszaknak három külön időszakából származó kőzetek vannak. Nem érdemes neveiket külön-külön megjegyeznünk, mert ezeket úgyis csak azoktól a helyektől kapták, a hol rétegeik

a legszembeötlőbben láthatóak; arról azonban ne feledkezzünk meg, hogy ezeknek a kőzeteknek minden külön rétege hosszú időszak képviselője, oly hosszú időszaké, mely hosszabb a folyók vagy tavak életénél, oly hosszú, mint egy-egy világrész élete. A szakaszok legalsóbb rétegei a mélységből áradó nagy hőkisugárzástól erősen elváltozott kőzetekből állnak. A legfelső szakaszok csaknem teljesen változatlanok. Skóciában vannak ezekhez hasonló kőzetek. A torredoniai 2400-3000 méter vastagságú homokkőrétegeket ebből a korból származóknak tartják. Francziaországban, Spanyolországban, Finnországban, Svédországban, Indiában, Braziliában szintén vannak proterozoikus kőzetek. A legalsókban semmi nyom sincs, mely arra vallana, hogy élőlények léteztek, hanem a felsőkben már itt-ott élőlények maradványaira bukkanunk. Ezekben a kőzetekben találjuk a legrégibb kövületeket. Valamikor minden Föld alól kiásott ásványos anyagot fossziliának, kövületnek neveztek, most azonban kizárólag a kőzetbe beágyazott állati és növényi maradványokat nevezzük ezen a néven. Könyvünk következő fejezeteiben sokat kell majd foglalkoznunk fossziliákkal, kövületekkel. Szó lesz arról, miként olvassuk ki belőlük, milyen volt az élet, mikor a kőzetbe sülyedtek; s miként következtetünk a kövületekből a régmult idők éghajlatára s arra, miként voltak eloszolva a szárazföld, a tengerek, folyók és tavak azokban «az idők sötét hátterébe sülyedő korszakokban».

A WYOMINGI RAMSHORN-HEGYSÉG KASTÉLYSZERŰ, HEGYES CSÚCSAI.
A csúcsokon világosan meglátszik a fokozatosan egymásra helyezkedett homokkő-rétegek sorozata.

Most foglalkozzunk egyelőre avval, milyen volt a Föld és kőzetei a proterozoikus korban, s csak annyit jegyezzünk meg, hogy a proterozoikus kőzetekben előforduló kövületek azt mutatják, hogy első megjelenésük óta már elég magasrendűvé fejlődött állatok éltek, mikor ezek a crustaceákat tartalmazó rétegek lerakódtak. Lerakódásuk óta ezek a kőzetek számos olyan befolyásnak voltak alávetve, melyről csak halvány sejtelmeink lehetnek. Egyik előbbi fejezetünkben a Föld kérgének legalsó kemény rétegeit egy könyv labdává gyűrt lapjának soraihoz hasonlítottuk. A szilárd kőzetrétegek helyenkint annyira meg vannak zavarva, hogy a tenger hullámaihoz hasonlítanak, másutt fenekestül felfordultak s alig van olyan hely, a hol simán fekve maradhattak. De még különb dolgok is történtek velük. Egész jellegük is megváltozott. A változást részben a meleg, részben a nyomás, részben pedig a rázkódások okozták.

Beszéljünk először a melegről. Ha egy megolvadt kőzettömeg utat tör magának a Föld kérgén át, könnyen felismerhető hatást gyakorol azokra a kőzetekre, melyeken keresztül hatol. A mészkövet keménnyé és kristályossá teszi. A kovasavas kőzetek üvegszerűekké változnak tőle s a kvarczhoz és azokhoz a kemény kőzetekhez válnak hasonlóakká, melyeket csiszolt állapotban diszítésre használnak. Az agyagos rétegek kemény, téglaszerű kőzetekké égnek. Ezek a változások azonban nem kizárólag a meleg következményei. A kőzetkitöréseket rendesen magas nyomású, savtartalmú gőzök kisérik úgy, hogy vegyi hatások is érvényesülnek. *Sir William Crookes* azt tételezi fel, hogy a gyémánt, a mely tulajdonképen nem egyéb szénkristálynál, óriási hőség mellett, nagy nyomás alatt megolvadt szénből keletkezett. Ha megvan a szükséges nyomás és meleg, a vegyi összetételüknél fogva kristályosodásra képes kőzetrészek hatalmas - az intruziv kőzettől nem nagyon elütő - kristályokká alakulnak át. Azonban könnyű megkülönböztetni őket azoktól az alakoktól, melyeket az interuziv kőzet (pl. a bazalt) vesz fel. Irországban Giant's Causeway sziklái bazaltokból állanak, melyek valamikor vulkános lávatömegek voltak. A láva, illetőleg a bazalt némelykor a mélységben megkeményedett tömeget alkotott, s vagy felfelé irányuló nyomás útján jutott felszínre, vagy úgy, hogy a felette levő kőzetek széjjelmállottak. Némelykor a bazalt mint láva a felszinre ömlött. A tömör, fekete fajták többnyire oszlopalakúak. Ott, a hol ezek a vulkános kőzetek szénrétegen keresztül hatoltak a felszínre, a bazaltok átváltoztatták a szenet. Néha kemény, szénhez hasonló antracit, máskor grafit lesz belőle - (grafit az a fekete kőzet, melyet czeruzagyártásra használnak fel).

Az a mészkő, melyen bazalt hatol át, márvánnyá változik. Az ősrégi vulkános kőzetekkel együtt előforduló homokkő elvesztette vöröses szinét és helyette fehér, szürke, zöld, vagy fekete lett; kristályokra esik szét, üvegszerű és kemény. Mindezek a példák olyan kőzetekre vonatkoznak, melyekről tudjuk, hogy nagy meleg befolyására változtak meg. Az átváltozásnak azonban van egy sokkal elterjedtebb jellegű fajtája is, a mely azokon a kőzeteken észlelhető, melyekről tudjuk, hogy csendesen lerakódott üledékekből keletkeztek. Néha «általános metamorfozis» néven beszélnek róla.

Ez a nagy kiterjedésű változás néha nagy területekre terjeszkedik ki. Az ilyen kőzetek legérdekesebb sorozatát először Sir *W. E. Logan,* a canadai geológiai intézet igazgatója írta le; s vastagságukat 10,000 m.-nyinek becsülte. Legalul feküsznek, csupa el nem változott kőzet alatt. Ezek a kőzetek az egész északamerikai világrész alapját képezték, még mielőtt a későbbi üledékes kőzetek rájuk rakodtak volna. Laurenciumi kőzeteknek nevezzük őket, mert először a Szt.-Lőrincz folyó mellékén akadtak rájuk. Azonban Északamerikán és Canadán kívül több helyen is előfordulnak s a Skandináv félsziget, továbbá a Hebridák alapjai hasonló szerkezetű és anyagú kőzetek. Úgy látszik azonban, hogy ez az átváltozás nem azonos azzal, melyet a forró, vulkáni kőzetek intruziója okoz. Lássunk csak egy egyszerű példát. Említettük már,

hogy a meleg márvánnyá változtatja a mészkövet. Kövületei némelykor épen maradnak, máskor viszont nyomtalanul eltünnek. Néha keményebb és kristályosabb kőzetereket látunk benne. A carrarai fehér márvány valamikor korall-telep volt, s úgy látszik, hogy átváltozása nem volt hirtelen, hanem lassú, fokozatos. Tehát a változást nem nagy fokú meleg hirtelen beavatkozása okozta, hanem a víz behatolása, melynek azonban valószínűleg tartós meleg, - s okvetlenül nagy nyomás volt segítő eszköze. Ha valamilyen kőzet elég nagy nyomásnak van kitéve, még szövete is megváltozik; eredeti alkotó részei kinyomódnak, kiszakadnak belőle s utóbb új elhelyezésbe kerülnek.

De térjünk vissza még egyszer arra, hogy a nagy nyomásnak mily bámulatos hatásai lehetnek. Megfelelő nyomás alatt a vas úgy folyik mint a szirup; a földkéreg két-három mértföld vastagságú rétegének a nyomása pedig elég nagy ahhoz, hogy még a legszilárdabb, legkeményebb kőzetben is gyűrődéseket, töréseket okozzon. Az eddigiekben már többször is kimutattuk, hogy a Föld hosszú életében mindig vannak olyan helyek, honnan anyag elhordás történik s hogy az elhordott anyag más környéken újból lerakódik. Ezt a folyamatot ahhoz a munkához hasonlíthatjuk, a melyet az végez, a ki egy mérleg megterheltebb serpenyőjéből átrakosgatja az anyag egy részét a könnyebb, vagy üres serpenyőbe. A megterhelt serpenyő: a szárazföld, melyről az eső és a folyamok állandóan visznek el anyagokat; az üres serpenyő pedig: a tenger, mert az erodált anyag itt rakódik le, s itt képez új rétegeket. A két serpenyő azonban soha se jut teljes egyensúlyba. Már most foglalkozzunk azzal a kérdéssel, mi történnék, ha a súlyosabb serpenyőből minden eltávolítható anyagot elvettünk már, hogy abba tegyük, a melyik eddig könnyebb volt. Az utóbb megterhelt serpenyő feltétlenül lesülyedne s újra kellene kezdenünk az egész rakosgatást, de persze most már ellenkező irányban. Hasonlóképen van ez a Földdel is. El kell érkeznie annak az időpontnak, melyben arról a helyről, hová nagyon sok anyag ülepedett le, oda fog törekedni az összegyűlt tömeg, a honnan a nagyarányú anyagelhordás történt. Képzeljük csak el, mit művelne egy síkságra helyezett magas hegy súlya, ha valami ismeretlen nagy hatalom mind magasabbra és magasabbra halmozná a hegyet. A saját súlya alatt besüppedne, tövénél pedig folyton széjjelterjeszkedne. A ki ezt nem igen tudja elképzelni, gondolja azt, hogy a hegy szurokból készült. Igy már aztán minden nehézség nélkül maga előtt láthatja, hogy történne a szétterjeszkedés. A tenger alatti, évek milliói alatt üledékekből felhalmozódott hegyek, sőt síkságok és fennsíkok is hajlandóak a szétterjeszkedésre; még pedig *a szárazföld felé, szóval oda, a honnan az anyagok származtak*. A Föld szilárdsága és merevsége egy ideig ellentáll ennek a terjeszkedésnek. Azonban a felgyülemlett tömegek sok millió év alatt oly nagyokká és nehezekké gyarapodnak, hogy nincs olyan erő a Földön, mely terjeszkedésüknek gátat tudna vetni. Feltétlenül a szárazföld felé fognak csúszni, mivel a nehezebb tömeg mindig a könnyebb felé törekszik. Ez a folyamat pedig épen olyan feltartóztathatatlan, mint a nagy, gleccsereknek nevezett jégtömegek lassú, szakadatlan sikamlása; mint a grönlandi jégmezők útjai; mint a déli sarkvidék tenger felé igyekvő nagy jégtábláinak mozgása.

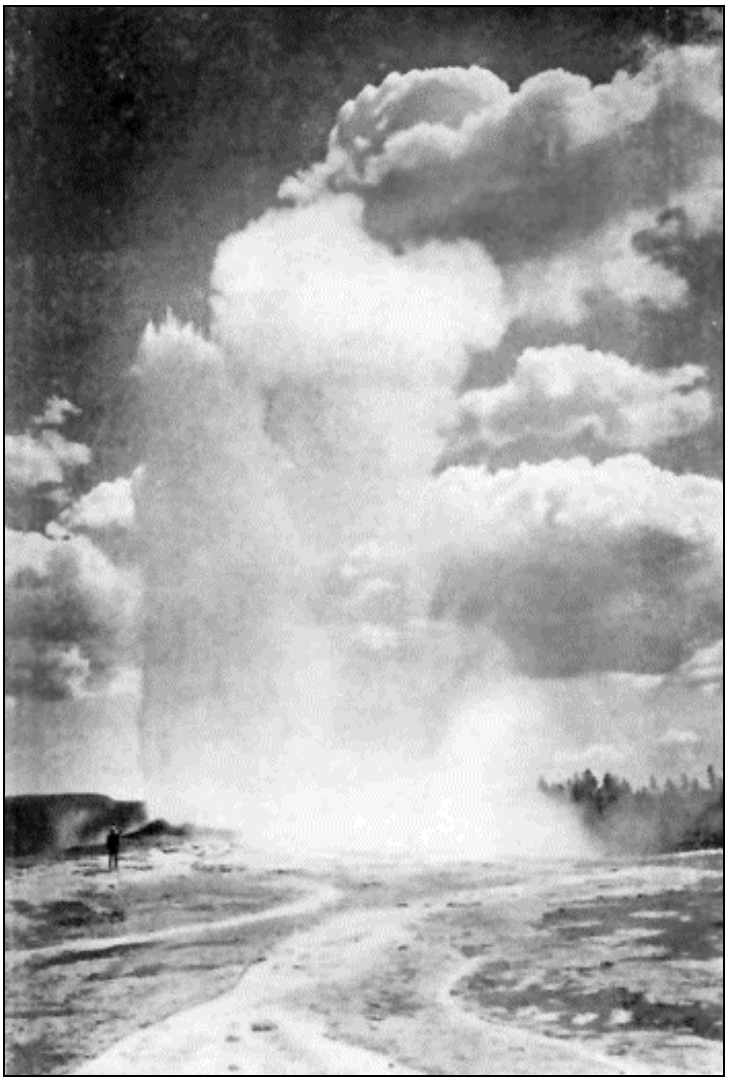
A dolog kétoldalú. Egyrészt a külső nyomás érvényesül; ezt az a terület gyakorolja, a hol a kőzettörmelékek lerakódnak. A másik tényező a Földet vesztő területek felé irányuló belső nyomás. A denudált területek mállott anyagai a tengerbe kerülve a part közelében ülepednek le, nem messze azoktól a hegyektől vagy fennsíkoktól, melyek az anyagot szolgáltatták. A partmenti sekélyes részek megterheltetésben levő övet képeznek; a közeli hegyek folyton könnyebbülő övet képviselnek s így két feszültség működik együtt. Nem nehéz elképzelni, mily óriási gyűrő hatása lehet ennek az egy-két mértfölddel a tenger színe alatt fekvő rétegekre és a hegy legmagasabb csúcsától három-négy mértföld mélységben fekvő kőzetekre. Igaz ugyan, hogy ezek a körülmények talán nem gyakoriak, de az olvasó mindenesetre kielégítő magyarázatát látja bennük a gyűrődéseknek s nem egy olyan elváltozásnak, melyet a mélyen fekvő kőzetek összetételében és megjelenésében észlelünk; s elképzelheti mily nagy

nyomás alatt vannak s azt sem téveszti szem elől, hogy a magasabb régióknak mindig hajlandóságuk van a csuszamlásra az alacsonyabb fekvésű helyek felé.

XIII. FEJEZET.
A földrengések szerepe a geologiában.

Csaknem kétségtelen, hogy a geologiai multban sokkal nagyobb terjedelmű, hevesebb és gyakoribb jelenségek voltak a földrengések, mint napjainkban; s hatásuknak valószínűleg nagyobb képessége volt a Föld kőzeteinek fölforgatására. Következményeik, s az őket kisérő körülmények még most is nagyarányúak és felettébb ijesztők. «A nagy földrengések, mondja *Edward Button* őrnagy *«Earthquakes»* (Földrengések) című munkájában, gyorsan jönnek és hirtelen mulnak el. Időtartamukat többnyire nem is perczekben, hanem másodperczekben fejezhetjük csak ki, bár volt már példa arra, hogy eltartottak négy sőt öt perczig is. Átlagos időnek talán negyvenöt másodperczet lehet tekinteni. Kezdetét rendesen furcsa, szokatlan, csaknem kisérteties moraj előzi meg. Csaknem ugyanabban a pillanatban a laza tárgyak megrezdülnek, megzörrennek. Néha ugyanakkor, néha fokozatosabban, de mindig rövid időn belül a moraj harsogóvá erősödik, a zörrenések robajjá fokozódnak. A gyorsütemű rezgés durva, heves rázássá növekedik. Úgylátszik, mintha mindent, a mi a Föld alatt van, mérhetetlen erejű csapások érnének; a szerteszét heverő holmi ide-oda repül, a könnyedén megerősítettek leszakadnak. A rázás folyton fokozódik. A padló emelkedni, ringani kezd, mint csónak a hullámok hátán. A gipsz mennyezetek beszakadnak, a falak megrepedeznek, a kémények dübörögve zuhannak le, minden meglódul, mozog, emelkedik. Mintha csak vihartól űzött hullámóriások rohannának végig az alapzatok alatt. A rengések hosszabbodnak, erejük nőttön nő. A falak széjjel hasadnak. Egy hirtelen lökés az utczára dönti a ház homlokfalát, vagy apró törmelék halmazzá rázza az épület egyik szárnyát. Azután egy hosszú, hintáló mozgás következik, hasonló a tengeri hajó himbálódzásához, de gyorsabb, hirtelenebb; nemcsak jobbról-balra, hanem elölről-hátra felé, végül mindkét mozgás csavarodásszerűen egyesül, a mi után úgylátszik, mintha kő kövön nem maradhatna. Ez az összetett, 8-as alakú mozgás viszi véghez a legnagyobb pusztításokat, szétszakgatja a legerősebb épületet is, mintha csak kicsi, vályogból épült viskó volna. Ezzel el is éri a földrengés tetőpontját. Rendszeresebb, kevésbé heves ingássá csökken, utóbb egészen lecsillapul, s véget is ér.»

«A szabadban más előjelek és tünetek mutatkoznak. Bevezetőül itt is rendkívüli hang szolgál. Vannak, a kik a szélben hajladozó fenyők zúgásához hasonlítják, vagy az eső zuhogásához; mások azt mondják, hogy olyan mint a távoli szarvasbőgés; ismét mások úgy vélekednek, hogy messzeségben elhaló vonat dübörgésének lehetne hinni. Mindig hangosabbá válik. A Föld megrendül, majd kiméletlenül rázkódik. Kis vártatva a talaj emelkedni kezd, s azután szemmel látható hullámok vonulnak végig rajta, olyanok, mint a tenger hullámai, de alacsonyabbak, s gyorsabban követik egymást. A moraj fülsiketítő zajjá növekszik. Egy ideig csak nagy nehezen, később egyáltalában nem lehet talpon maradni. Az emberek inkább a földre feküsznek, nehogy a földrengés vesse őket oda. A fák erősen inognak, néha annyira, hogy gallyaikkal a földet seprik... A száguldó hullámok nyomán kettéhasad és újból bezárul a föld. Mikor a repedés bezárul, a kiszoruló levegő homokot, kavicsot szór, sőt néha homokot és vizet lövell fel magasan a levegőbe. A zaj irtózatossá válik, az általános hangzavarból méltóságteljes, mély hangok törnek elő, mintha valamilyen magasabb hatalom küldené szózatát a mindenséghez. Azután hirtelen elül a vihar, a föld ismét szilárdan áll, s a földrengésnek vége.»



MŰKÖDŐ GEYSIR.
A geysireknél meggyőző erővel lép előtérbe az a feltevés, hogy a gőz- és forró vízforrások víz és forró kőzetek érintkezése következtében keletkeznek.

Pedig ennek a leírásnak nyomán - mondja *Button* őrnagy - az ember a földrengésnek csak egyetlen, vagy legfeljebb csak néhány pillanatáról nyer fogalmat. Vannak esetek, melyekben robbanásszerű gyorsasággal éri el legmagasabb fokát a földrengés. Az emberek lábai alól elmozdul a talaj, s még mielőtt eszmélnének, földre veti őket az első lökés. Megesik, hogy a hömpölygő földhullámzás elmarad, s a mozgás durva rázásban nyilvánul, mely gyors ütemben, minden irányban egyszerre működik, csavarja, szakgatja a földkérget, mintha csak szántszándékkal porrá akarná rázni. Az uralkodó mozgás néha alulról felfelé irányul, mintha nagy ütések érnék a földet. A földrengés mozgása növekedik, eléri tetőpontját, megszünik többször egymásután, még mielőtt az első rázkódás teljesen véget ért volna, vagy néhány perczczel ez után; néha azonban több órai félbeszakítással történik ugyanez. Ez az utóbbi eset nem gyakori, bár a nagy földrengéseket gyakran követik kisebb rázkódások és lökések napok, hetek, sőt még hónapok mulva is. Némelyikük meglehetős nagy erejű, de azért nem igen visznek véghez akkora pusztítást, mint a tulajdonképeni nagy földrengések. De ne higyjük, hogy azok a legnagyobb földrengések, melyek a legtöbb kárt okozzák. Világos, hogy az a földrengés, melynek központjában nagy város fekszik, sokkal megdöbbentőbb következményekkel jár, mint az, mely lakatlan vidéken pl. Szibériában adja ki erejét. Az utóbbi, olaszországi és sanfranciskói földrengéseket nagyarányúaknak szokták tekinteni, mivel sűrű népességű városokban és vidékeken folytak le. *W. H. Hobbs* tanár írja, hogy a városokban a földrengés dübörgésének

zaját fokozza a ledülő épületek robaja, s még félelmesebbé tesz mindent a szétzúzott vakolatból, gipszből és téglából felszálló sűrű, szürke portól elsötétedő levegő. Helyenkint megnyílik a föld, s elnyel mindent a mi felette fekszik. Kisebb tavacskák vize eltűnik, másutt viszont, erős vízsugár szökik messze fel a magasba, s elönti az egész vidéket. 1811-ben és 1813-ban New-Madridban nagy földrengés volt. Ez alkalommal nagy vízfelületeket függélyesen, egészen a legmagasabb fák tetejéig repített fel a földrengés ereje. A Baikál öböl közelében 1862 január 26-án a földrengés alkalmával kétszáz négyzetmértföldnél nagyobb steppe terület hirtelen mélyebbre sülyedt; s ennek több részén vízsugarak törtek elő, melyek között 7 méter magasak is voltak. Nagy víztömeg ömlött ki a nyilt kutakból is, a lezárt, fedéllel borított kutak deszkái pedig oly erővel repültek a levegőbe, mintha pezsgős üvegek dugói volnának. Izlandban, 1896 szeptember 5-én éjjel nagy földrengés alkalmával bömbölő, sípoló hangok közepette meleg vízű, hatalmas vízoszlop tört elő a föld belsejéből, mely kőzettörmelékeket és gőzt repített fel a levegőbe, állítólag 200 méter magasra. Az új geysir azonban hamarosan kimerült és tíz nap alatt teljesen megszünt. Ugyanekkor majdnem az összes izlandi geysireken változásokat észleltek, a híres *Strokkur* pedig, mely az 1789-ei nagy földrengés idején keletkezett, teljesen kiapadt.

Meredek hegyoldalaktól körülvett völgyekben a földrengések rendesen földcsuszamlásokkal vannak összekötve, ezek pedig teljesen megváltoztathatják a folyók irányát. Karinthiában, az 1348 január 25-ki nagy földrengés ily módon új tavat teremtett, a melynek keletkezése tizenhét falut pusztított el. Most, csaknem hat évszázad elmultával láp van az egykori tó helyén. Szibériában, a Baikál-tó vidékén, azután a földrengés után, melyről már megemlítettük, hogy nagy területsüppedést okozott, a süppedt vidéket kis idő mulva elöntötte a tó vize. Megesik, hogy ha egy nagy folyam torkolatánál földrengés van, a folyam útja megváltozik. Az 1857 évi californiai földrengés óta a Kern folyó régi irányával éppen ellenkező irányban folyik; a San Gabriel folyó pedig elhagyta régi medrét és áttért egy földrengés okozta új hasadékba. Japánban, az 1891-i földrengés akkora helyzet változtatásokat idézett elő, hogy ennek következtében két részre oszlott egy tó, egyik fele a magasban maradt és vize eltűnt. Arizonában, Flagstafftól nem messze egy ősrégi, földrengéstől származott hasadékot több folyó keresztez, s valamennyinek a vize eltűnik a mélységben. *Hobbs* tanár szerint azonban a földrengések tó kiszárító munkájának a New-Madrid közelében volt Eulalie tó a legérdekesebb példája. Az 1812-i földrengés nagy lökései után a tó vize egészen eltűnt. Az ily módon szem elé táruló tófeneken számos hasadék mutatkozott, s ezeknek a tölcsér alakú nyílásain keresztül távozott el a víz.

A felsorolt példákból kitűnik, hogy bármi okozza is a földrengést, a rengéseknek nagy szerepük volt a geológiai mult eseményeinek kialakításában; szerepük fontossága csak attól függ, vajjon a földrengést csupán az alsó rétegek csuszamlásaira vezetjük e vissza, avagy azt tételezzük-e fel, hogy ugyanaz az erő, a mely a földrengést okozza, megváltoztathatja magának az egész réteg sornak helyzetét is. A következő fejezetben leírjuk majd, milyen hatással vannak a földrengések a szárazföldre. S bár ezek a hatások nagy benyomással bírnak reánk, egyáltalában nem biztos, hogy a szárazföldön fordultak-e elő a legnagyobb arányú földrengések. Hiszen épen úgy lehet színhelyük a tenger, sőt a tenger alatti mélységek is. Ezeknek megvizsgálására azonban sokkal kevesebb alkalmunk van. A szárazföldi földrengést jelző készülékek a legcsekélyebb lökést is jelzik, még akkor is, ha a lökés központja több ezer mértföld messzeségben van. Gyakran jeleznek rengéseket, melyeknek központja mindvégig ismeretlen marad. Kétségtelen, hogy ezek a távoli rengések nem egyszer a tenger fenekéről indulnak, a tengerrengés helyét azonban csak akkor lehet megállapítani, ha elég erős ahhoz, hogy erős mozgásba hozza a vizet, s így nagy rázkódásnak téve ki a hajót és a rajta szabadon heverő tárgyakat, felkeltse az emberek figyelmét. Gyakran előfordult már, hogy óriási hullá-

mok hömpölyögtek ki a szárazföldre, s kétségtelen, hogy ez csak valami nagy, tengeralatti változás következménye lehetett.

A földközi tenger keleti részében hosszú időn át sűrűn mutatkoztak ilyen hullám csapások, s nagy pusztításokat vittek véghez Syria és Kisázsia partjain. Az is lehetséges, hogy a bibliai vízözönt, melyen Noé bárkája úszott, egy a Perzsa öbölből Kaldea földjére tóduló nagy tengeri hullám okozta. Nagyon gyakran mutatkoznak ilyen rendkívül nagy hullámok Délamerikában, a Csendes Oczeán partvidékén. A legnagyobb arányúak abban a szögletben voltak, mely Peru és Chile partjainak találkozásánál van; Pisco, Arica, Tacna, Iquique és Pizagua kikötője több ízben nagy károkat szenvedett az ilyen invázióktól. Rendesen heves földrengés előzi meg őket, s ilyenkor a lakosság veszedelemtől tartva, a hegyek közé menekül. A tenger nem csap ki minden földrengés után, de még is elég gyakran úgy, hogy joggal tartanak tőle ahányszor csak erősebb földrengés mutatkozik. A veszedelem közeledésének első jele az, hogy a víz visszavonul a partoktól és szárazon hagyja a kikötő medrét. Alig egy néhány perccel később a tenger ismét visszajön és magas, ellentállhatatlan hullámaival elönti a partvidéket. Azután visszavonul, majd újból kiönt, s néha több óra is beletelik, míg az áradások és visszavonulások lassankint enyhébbekké válnak, hogy végül teljesen lecsillapodjanak.

A chilei partvidék legemlékezetesebb tengerrengése 1868 augusztus 13-án Délamerika partját Ecuadortól egészen Valdiviáig erősen megviselte. Arica városának legtöbb épülete romba dűlt. A lökések után néhány perczczel a tenger vissza húzódott a partok mellől, még pedig annyira, hogy a 15 méter mélységű vízben horgonyozó hajók is szárazon emelkedtek ki az ürből. Mikor pedig magas vízfalat alkotva vissza tért a tenger, oly könnyedén kapta fel és sodorta a szárazra a révben veszteglő hajókat, mintha apró fadarabkák lettek volna. Egyiküket, az Egyesült Államok *Wateree* nevű hadihajóját a parttól majdnem félmértföldnyire vitte a víz, s ott is hagyta mikor visszavonult, anélkül, hogy túlságosan megrongálta volna, A hullámverést, mely ennek a nagy katasztrófának a nyomán keletkezett, Chilétől igen messze eső helyeken is érezték. Jelezték Ausztrália, Japán, Kamchatka, Alaska és California partjairól. Japánban, Hakodate kikötőjében a dagálymérő nagy hullámok egész sorozatát jelezte. A dagály ezen a helyen rendes körülmények között 70-90 centiméter magas szokott lenni. Ez alkalommal azonban húsz percz alatt 3 métert emelkedett és süllyedt. Az első hullám huszonöt óra alatt tette meg a két hely közötti 7,600 mértföldnyi utat. Körülbelül ugyanezeken a helyeken 1876 május 9-én csaknem éppen ekkora erejű tengerrengés volt, az iquiquei földrengésből kifolyólag. Aricában a *Wateree* partra vetett hajótestét, mely még mindig ott volt ahová kilencz évvel ezelőtt került, felkapta és még beljebb vitte a víz. Ezt a tengerrengést éppen úgy megérezték mindenhol a Csendes-Oczeán mentén, mint az 1868-it. Samoában a hullámok magassága két és négy méter között ingadozott; Új-Zealandban egy és kettő, Japánban pedig két és három méter magasság közt váltakozott.

A hullámok a partok közelében magasra tornyosulnak, köztudomású dolog ez mindazok előtt a kik valaha megfigyelték a tengert, úgy, hogy a kikötők dagálymérői sokkal magasabbaknak jelzik a hullámokat, mint a milyenek azok a nyilt tengeren voltak. Tény az, hogy míg ugyanegy hullám magasságát a nyilt tengeren czentiméterekben állapítják meg, a partoknál már csak lábakban szokás kifejezni őket. Cornwall partjain ez a jelenség szépen észlelhető. Csendes napokon, mikor a víz felülete tükörsimának látszik, a tenger mégis magas hullámokban verődik a parthoz. Nem állapíthatjuk meg pontosan a tengerrengés hullámairól, hogy nyilt tengeren mily magasak, de annyit tudunk, hogy nagyon magasak nem lehetnek, ámbár igen gyorsan haladnak; perczenkint öt, óránkint háromszáz mértföldet is megtesznek.

Ennél az oknál fogva nem tételezhetjük fel, hogy a nyilt tengeren járó hajókon gyakran észlelhessenek tengerrengést, hacsak nem történik éppen közvetlen közelben. Egynéhány példánk azért mégis van. A *Florence Nightingale* az Egyenlítőtől nem messze a Szt. Pál szikla

közelében haladt 1859 jan. 25-én, mikor Captain *Gales* szavai szerint «hirtelen erős lökést éreztünk. Távoli menydörgéshez hasonló, körülbelül negyven másodperczig tartó dübörgő hanggal kezdődött. Amerika nyugati partjain nem egy földrengésben volt már részem, s jól ismertem ezt a jelenséget, de ilyen nagyarányút még sohasem tapasztaltam. A poharak és tálak annyira csörömpöltek, hogy csodálkozva láttam, hogy semmi bajuk sem történt. Elég sok tárgy a földre esett, s úgy rémlett, mintha hajónk zátonyra jutott volna.» Ettől a helytől nem messze fekvő pontról szintén feljegyezték, hogy ugyanazon alkalommal szokatlan tengeralatti moraj hallatszott, melyet leginkább távoli menydörgéshez vagy nehéz ágyúütegek lövéseinek zajához lehetett volna hasonlítani; a hajó pedig úgy megingott, mintha a vasmacskát eresztették volna le.

Az utóbbi megfigyelés hűen jellemzi a tengerrengések legtöbbjét. A hajó megrezdül, meginog, a szabadon fekvő tárgyak csörömpölve hullanak szerteszét. A tengerből szokatlan, dörgésszerű moraj hangzik. Az első pillanatban mindenki úgy érzi, hogy a hajó fenekét horzsolja valami, s a legénység ösztönszerűleg a födélzetre tódul, hogy megtudja, nem jutott-e zátonyra a hajó. Néha súlyosabb zavarok is mutatkoznak. *Vulet d'Aourst* említi, hogy egy alkalommal, heves tengerrengés állt be «mely aggodalommal töltötte el még az admirálist is, mivel a corvette teljes pusztulásától kellett tartania». A legsúlyosabb tárgyak is leestek, s még az ágyúk is mindenestől a fedélzetre dűltek. Ezenkívül pedig úgy látszott, mintha a tengerrengés az egész hajót a magasba akarná feldobni.

A fent leírt jelenséget úgy magyarázhatjuk, hogy a hajó biztosan nagy erejű, tengeralatti vulkánkitörés közvetlen közelében lehetett. A térképeken megjelölték azokat a helyeket a hol leggyakrabban fordulnak elő tengerrengések, s így megtudták, hogy vannak a tengereknek egyes részei, a hol a rengések sokkal sűrűbben mutatkoznak, mint a tengerek bármelyik más helyén. Ezek közül elsősorban kettőt határoztak meg az Atlanti-Oczeánban, közel az Egyenlítőhöz, Liberia délkeleti partjától nem messze, a Cape Palmas tájékától a braziliai Cape Szt. Roque-ig terjedő távolságnak körülbelül a közepe táján. Egyikük Szt. Pál szirtjének környéke, melyről már előbb is megemlékeztünk. Van még egy másik pontja is az Atlanti-Oczeán északibb vizeinek, az Azori szigetek tájékán, a hol szintén feltünő gyakoriak a tengerrengések. A Portugál tengerpart és az Azori szigetek között levő tengerrészletből indult ki 1775 november 1-én az az óriási tengerrengés, melynek hullámai hihetetlen pusztítást vittek véghez Lissabonban. Az úgynevezett West Indian Deep (Nyugat-Indiai mélység) az Atlanti-Oczeán legmélyebb és legegyenetlenebb medrű pontja, a Kis-Antilláktól északra, a Bahama szigetektől pedig keletre fekszik, és szintén azok közé a helyek közé tartozik, melyekről a rendesnél jóval több tengerrengést jegyeztek fel. Gyakori fellépésüket többnyire azzal szokás indokolni, hogy a víz nyomása ezeken a mély pontokon sokkal nagyobb, mint máshol, s így a tenger fenekén többször keletkeznek csuszamlások és törések, a száraz föld felszínén előforduló törésekhez és csuszamlásokhoz hasonlóan; az így keletkezett üregekbe rohamosan tódul a víz, s ezzel természetesen nagy hullámzást és zavarokat okoz a tenger felszínén. Ezt a jelenséget kicsinyben akkor figyelhetjük meg, ha a vízzel telt fürdőkád dugóját kihúzzuk. Ilyenkor a víz a nyiláson keresztül lefolyva a kádban levő víz felszinén hullámzást és forgatagot idéz elő. Ha ennek a föltevésnek alapján foglalkozunk az 1868. évi aricai (Délamerika) tengerrengés okaival fel kell tételeznünk, hogy csak a tengerfenék több száz, sőt több ezer négyzetmértföldnyi területének hirtelen süppedése okozhatott ilyen óriási méretű hullámtorlódásokat.

XIV. FEJEZET.
Néhány híresebb földrengésről.

Az összes földrengések közül talán az a legismertebb s az maradt legjobban az emberiség emlékezetében, mely 1755-ben Lissabonban pusztított. Egész köteteket írtak róla. Az első lökést egy földalatti, mennydörgéshez hasonló mély hangon kívül semmi sem jelezte, ezt a hangot pedig nyomon követte az az óriási rengés, mely egész Lissabont romba döntötte. Hatvanezer ember vesztette el életét hat percz alatt. A romokból felszálló porfelhők éjszakai sötétséggel borítottak mindent, pár perczczel utóbb pedig több helyen is tűz keletkezett a romhalmazon. Lissabon új, egészen márványból épült kikötője a tenger felé igyekvő menekülők egész tömegével hirtelen az öbölbe merült s a szerencsétlenül jártak közül egyetlen egynek a holtteste sem került többé felszínre. Közvetlenül az első nehány lökés után a tenger visszahúzódott a part mellől, s magával vitt minden csónakot és egyéb hajózási alkalmatosságot, s a mikor kis vártatva ismét a kikötő felé tódult, hatalmas hullámokat hajtott maga előtt, melyek teljessé tették a pusztulást az egész városban és környékén. Ez a nagy hullámverés - melyről azt mondják, hogy földrengés nem okozott még soha ekkorát - nemcsak Portugália és Spanyolország partjaira szorítkozott, hanem pusztító hevességgel lépett fel több más országban is. Még fent Irországban, Kinsale partjain is elég erős volt ahhoz, hogy a kikötőben horgonyzó hajókat ide-oda dobálja, s végigseperje a kikötőt, be egészen a város piaczáig. Madeira szigetén is nagy károkat okozott. Cape-da-Roca és Cape-Carvociro között a partvidék nagy része tenger alá süllyedt; Cape-St-Vincent és a Guadiana torkolata között pedig szintén érzékeny veszteségeket okozott. A Tájó folyam völgyének nyugati oldalán a Sierra da Estrella feltünő sok helyen megrepedt és összehasadozott, s óriási kőgörgetegeket zúdított le a völgybe.

Az a nagy földrengés, - mely 1783-ban egész Calabriát és északkeleti Siciliát alapjában megreszkettette - annyiban elüt a többitől, hogy sok szakértő megfigyelő tanulmányozta. Közöttük volt a nápolyi király orvosa: *Vivenzio,* a kinek az események leírását köszönhetjük; azután *Grimaldi* hadügyminiszter, a ki a király meghagyására a helyszinére utazott és felvette a földrengés okozta kisebb-nagyobb hasadások méreteit; továbbá *Pignaturo* orvos, aki jegyzetekbe foglalta a lökések szokatlan nagy hosszúságát és hevességüket is megbecsülte; végül pedig egy franczia geologus: *Dolomieu* és a nápolyi angol nagykövet: *Sir William Hamilton.* A nápolyi akadémia rendkívüli bizottságot küldött a megrázkódtatott vidékre és elhatározta, hogy a lefolyt földrengésről tudományos értékű, terjedelmes jelentést ad ki. Calabria vidékén nagyon gyakoriak a földrengések, s csaknem éppen olyan feltünő nagy számban fordulnak elő, mint Japánban. E földrengések rendesen nem terjeszkednek ki nagy területekre, de ha a nyomaikban mutatkozó geologiai változások, és a sok elpusztult emberélet a mérvadó, akkor okvetlenül a legnagyobb földrengések közé kell számítani őket.

Az 1783 február 5-iki földrengés harminczezer ember halálát okozta és két percz alatt száz, meg száz falu és város minden épületét romba döntötte Calabriában és Szicilia észak-keleti részében. Közeledését semmi jel sem előzte meg. Calabria középső részeinek gránit formácziót az első lökések alig érintették, az utánuk következők azonban nagyobb arányú megrázkódtatással jártak s a régi írók, akik először foglalkoztak ezzel a földrengéssel, feljegyezték, hogy a hegyek a lábaiknál elterülő lapályokhoz képest valamivel emelkedtek. Ebben a munkában már megemlékeztünk arról, hogy a földrengések és más földalatti változások nyomán néha hegyek emelkednek. 1822-ben november 19-én a chilei partvidéken északról délre ezerkétszáz mértföldnyi területen nagy földrengés volt. Száz mértfölddel Valparaisótól észak felé mutatkoztak a leghevesebb lökések. Itt a partvidék egy m.-ről másfél m. magasra

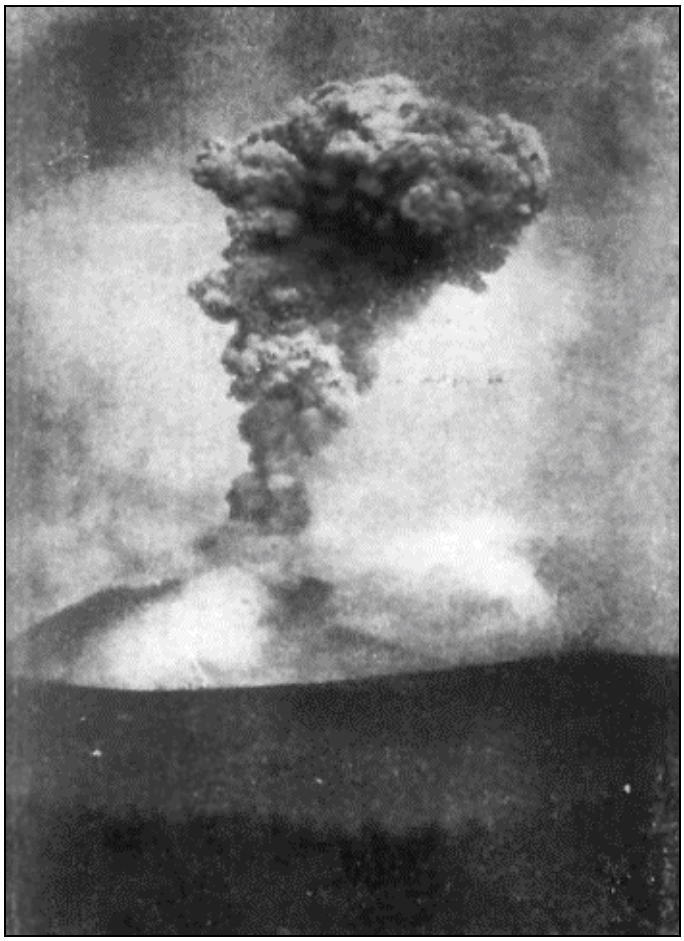
emelkedett. Pontosan nem lehet megállapítani, mekkora terület emelkedett, de annyi biztos, hogy az emelkedett vidék hossza több volt harminczöt mértföldnél. Hasonlóképen földrengés következtében 1835-ben és 1837-ben is emelkedett a partvidék Concepcion környékén Valparaisótól háromszáz mértfölddel dél felé; és Valdivia mellett, Concepciontól kétszáz mértfölddel délnek. «*Voyage of the Beagle»* («A Beagle útja») cz. munkájában *Charles Darwin* a következőket mondja: «Meggyőző erejű bizonyítékaim vannak arra, hogy Délamerikának ez a része az élőkagylók kora óta 120 méter magasságról legalább 150-re, sőt helyenkint 300-ról 390-re emelkedett». *Darwin* a meredek partokra alapítja állítását, mert itt az emelkedettebb helyeken számtalan kagylóhéj van. Kétségbevonhatatlan bizonyítékainkból következtetjük, hogy az emelkedést több mint kétszáz éven át ismétlődő kicsiny, hirtelen rázkódások okozták, melyeknek mindegyike 30 cm.-től három méterig emelte a partokat. Tény, hogy a tizenhetedik század óta a partvidék több része 6-10 méterrel emelkedett. *Sir Charles Lyell «Principles of Geology»* cz. munkájában egy hegyláncz hirtelen emelkedésének érdekes leírását adja. A jelenség földrengés közben mutatkozott Új-Zeelandban, Wellington mellett, 1855 januárjában. A telep északi és déli szigetein egyaránt heves és nagy kiterjedésű földrengésekkel egybekötött terep emelkedések történtek a XIX. században. A lökések folytán keletkezett változások a mult század egész tartama alatt szembeötlők maradtak.

Hasonló erők működésének eredményei a tengerből hirtelen kiemelkedő szigetek is; ezekkel azonban majd később foglalkozunk. Most térjünk vissza a rendkívüli és jellemző tünetekben gazdag calabriai földrengés részleteihez. A földrengés idején a vidék felszine nagy hullámzáshoz hasonló, emelkedő és süllyedő mozgásban volt, úgy, hogy valósággal tengeri betegséget okozott, s a szemtanúk leírása szerint ez alatt az idő alatt mindenki úgy látta, mintha a felhők mozdulatlanul maradnának. Ez az optikai csalódás megtörténik akkor is, amikor az ember erősen hánykolódó hajó fedélzetéről nézi az eget. A repedések és hasadások száma több ezernyi volt, s a föld felszinének nivó változásai helyenként a 3 métert is elérték. Itt-ott egész házak magasra emelkedtek, másutt viszont a föld és a tenger szintje több métert süllyedt. Sok olyan repedés is volt, mely megnyílt, homokot, vagy vizet dobott fel a magasba, s azután ismét bezárult; a calabriai síkságok némelyikén pedig a talajban számos kör alakú, keréknagyságú, kúthoz hasonlítható mélyedés maradt a földrengés után, de némelyikükben víz helyett homokot találtak. Utólag V alakúakká változtak. A száz meg száz kúpalakú, kúthoz hasonló mélyedésen kívül más új vízmedenczék is keletkeztek, melyek azonban inkább posvány- és tószerűek voltak. Ezeknek egyikét - Seminara közelében - Lago di Tolfilo-nak nevezték el. Medrének repedéseiből források bugyogtak ki s ezek oly bőségesen táplálták vízzel, hogy minden szárítási kisérlet hasztalannak bizonyult. Sitizam környékének egyik völgyét a szemközti oldalról lecsuszamlott föld teljesen feltöltötte, s az új gát mögött két mértföld hosszú, egy mértföld széles tó keletkezett. *Vivenzio* megállapította, hogy a földrengéssel egyidejüleg ötven tó keletkezett, a kormány kiküldöttei pedig, - akik a tócsaszerű, kisebb vízmedenczéket sem hagyták ki, - 215-öt számoltak. A hevesebb lökések közvetlen következményeképen többnyire kiszáradtak a folyók, amikor pedig ismét megteltek, medrüket sok helyen annyira feltöltötte a törmelék, hogy kiáradtak. A Messinai szorosban Scylla szirteiről Charybdissal szemben egy pillanat alatt a part egy mértföldnyi hosszúságú darabjának sziklatömegei váltak le. Az egész környéken és a tengeren is nagy felfordulás járt nyomában, s kevéssel Scylla szirtjeinek leomlása után a tenger hullámai 7 méter magasra tornyosultak, s végig söpörve a partokat, 1500 ember halálát okozták.

Bizvást állíthatjuk, hogy Japán földje annyira nyugtalan, hogy nyugtalanabb terület nincs is az egész Földön sehol; földrengéseiről szóló feljegyzései pedig sokkal teljesebbek, mint bármely más ország összegyűjtött adatai. A legutóbbi százötven év alatt 223 olyan földrengés volt, amely nagy pusztításokat okozott. A tizenhetedik század eleje óta az idevágó feljegyzések meglehetősen hiánytalanok, s ezeknek alapján megállapították, hogy Japán szigetein, egyszer egyiken, egyszer másikon, két és fél évenként mindig vannak romboló erejű földrengések. Szükségessé vált, hogy a kisebb rengések pontos megfigyelés tárgyát képezzék, s a japánokat az utóbbi nemzedékeiket annyira jellemző tudományos szellem rávezette arra, hogy állandó «Földrengésjelző Intézet»-et szervezzenek. Kiváló csillagászok, *John Milne* és *Dr. Knott* működtek ott, s a japánok soraiból is több nagy seismológust képeztek ki benne. Bizonyára több olvasónk is felfogta már, hogy a Föld úgyszólván sohasem mozdulatlan, majdnem mindig olyanféle rezgésben van - persze más okoknál fogva - mint az az üst, melyben víz forr; ennek megfelelően a földrengések jelzésére szolgáló készülékek - a seismométerek - állandóan jegyeznek kisebb nagyobb lökéseket és rezgéseket. 1888 óta Japánban összesen 1447 különböző hevességű lökést jegyeztek fel, tehát átlag négy rengés jut minden napra. Az 1891-iki földrengésig a legnagyobb az 1854-5-iki volt.

1891 október *28*-án történt az a nagy földrengés, mely 243,000 négyzet mértföld területen pusztított, vagyis egész Japánnak több mint háromötöd részében; a legtöbb kárt a Mino-Owari síkságon okozta, melyen hegységektől körülvett rizsföldek terülnek el. A nagy csapást semmi intő jel sem előzte meg, váratlanul lépett fel az első lökés és 20,000 épületet döntött le, 7000 ember rögtön meghalt, 17,000 pedig súlyosan megsebesült. Az egész lapályon számtalan repedés keletkezett, a sűrű népességű falvak házai pedig kártyavárakként düledeztek. A síkságot Japán veteményes kertjének lehetett volna nevezni, négyzet mértföldenkint 1000 embert tartott fenn. A falvak szakadatlan sorozatban csatlakoztak egymáshoz ezen a környéken és a többinél még nagyobb pusztulás nyomai húsz mértföldnyi hosszú keskeny sávban vonultak végig rajta. Az első lökést több kisebb követte, s a következő öt hónapon át összesen 256 rengést jegyeztek fel. A földrengés következményei közül az egész terület eltolódása a legfigyelemreméltóbbak közé számítandó. Egy több mértföld hosszúságú repedés egyik oldalán a földrengés után nehány lábbal mélyebbre süllyedt a síkság. Vízmedenczék és lápok, homokkal telt gödrök és iszapkráterek keletkeztek. Geologiai szempontból azonban a rétegek eltolódását és gyűrését kell a legkiválóbb jelenségnek tekinteni.

Néhány évvel utóbb Izlandban volt nagy földrengés, 1896 augusztus 26/27-én. Színhelye magas hegységekkel - ezek között van a Hecla és más jól ismert tűzhányók - körülvett háromszög alakú fennsík volt, a sziget délnyugati részében. A földrengés tartama alatt a föld felszíne oly erősen hullámzott, hogy sem ember, sem jószág nem állhatott meg rajta. Azokat, akik a szirtek közelében feküdtek a földre, a lökések átvetették a szirt falán, le a mélységbe. A síkság egyik magasabb dombjáról azt mondják, hogy úgy rázkódott, mint a vízből kijövő kutya, s a laza földréteg, mely a dombot borította, a földrengés után szerte-széjjel szórva buczkákban hevert a domb tövében. A síkság felszíne forradásokkal borítottnak látszott; a nyitott repedések és azok a kőzetfalak tették olyanná, melyek úgy keletkeztek, hogy a talaj a repedés egyik oldalán magasabbra emelkedett mint a másikon. Egy ilyen repedés kilencz mértföld és egy másik hét mértföld hosszú volt. A síkságot környező hegyekben számos szakadék keletkezett és sok helyütt földcsuszamlások történtek. A mint azt már másutt említettük, egy új geyzir keletkezett, mely a vizet nagy magasságra dobta föl, ereje azonban csakhamar alábbhagyott; sok geyzir és forrás működése is megzavartatott.



A JAPÁNI ASAMA TŰZHÁNYÓ ÉRDEKES KITÖRÉSE.
Az Asama hegy körülbelül 2400 méter magas. Krátere körülbelül 1.6 kilométer széles és hozzávetőleg 300 méter mélységű. Állandóan gőzt lök ki magából. Képünk eredetije egy körülbelül 13 kilométernyi távolságból készített fényképfelvétel. A kilökött anyag mintegy 90 mp. alatt körülbelül 2.5 kilométer magas oszlopot alkotott. Kétségtelenül azt kell következtetnünk ebből, hogy vagy vulkánikus erők lökik ki a vizet a kőzetekből, vagy az egész kitörés víz és megolvadt forró kőzetek találkozásának eredménye.

A következő évben más jellegű földrengés történt Assam tartományban, Indiában (1897 június 12-én). Az izlandi földrengéssel ellentétben, úgyszólván az egész pusztulást az első lökés idézte elő. A földrengés első tizenöt másodperczében minden elpusztult, a hatalmas lökések két és fél percznyi idő alatt játszódtak le. E rövid idő alatt 1.750,000 négyszög mértföldnyi terület rázkódott meg és 150,000 négyszög mértföldön minden romba dőlt. Az indiai földtani intézet egy tagja, a ki ekkor éppen Shillong városában tartózkodott azt írja, hogy a lökéseket egy másodperczczel menydörgésszerű robaj előzte meg, amely mindig erősebb lett, úgy hogy a mikor a falak összedőltek, a hulló kövek által okozott zajt alig lehetett meghallani. A megfigyelő, aki lábain nem tudott megállni, leült a földre és nemcsak érezte, hanem látta is, hogy a föld hullámzik, mintha csak «puha kocsonyából állna». A lökések után az összes kőházak romokban feküdtek és felettük halványvörös, vakolat részekből és porból álló felhő lebegett. Egyes lökések csavaró mozgást idéztek elő, kőszobrok dugóhúzóhoz váltak hasonlókká. A talajban számos repedés és mélyedés keletkezett, amit a folyók és a tavak is nagyon megéreztek. Harmincz új tó keletkezett s a nagy Brahmaputra folyó mentén egy tíz láb magas hullám szaladt végig. A föld felszinén 12 mértföld hosszú hasadék keletkezett. Egész terület részek felszine átalakult, a mi a táj képét is megváltoztatta. Hegylánczok támadtak olyan helyeken, a hol azelőtt nem voltak, mások pedig eltüntek. Bár a leghevesebb lökések az első pár másodpercz alatt folytak le, utólökések közel egy hétig voltak érezhetők. Ez a földrengés azért is érdekes, mert ez az első, amelyet az európai földrengést jelző készülékek is

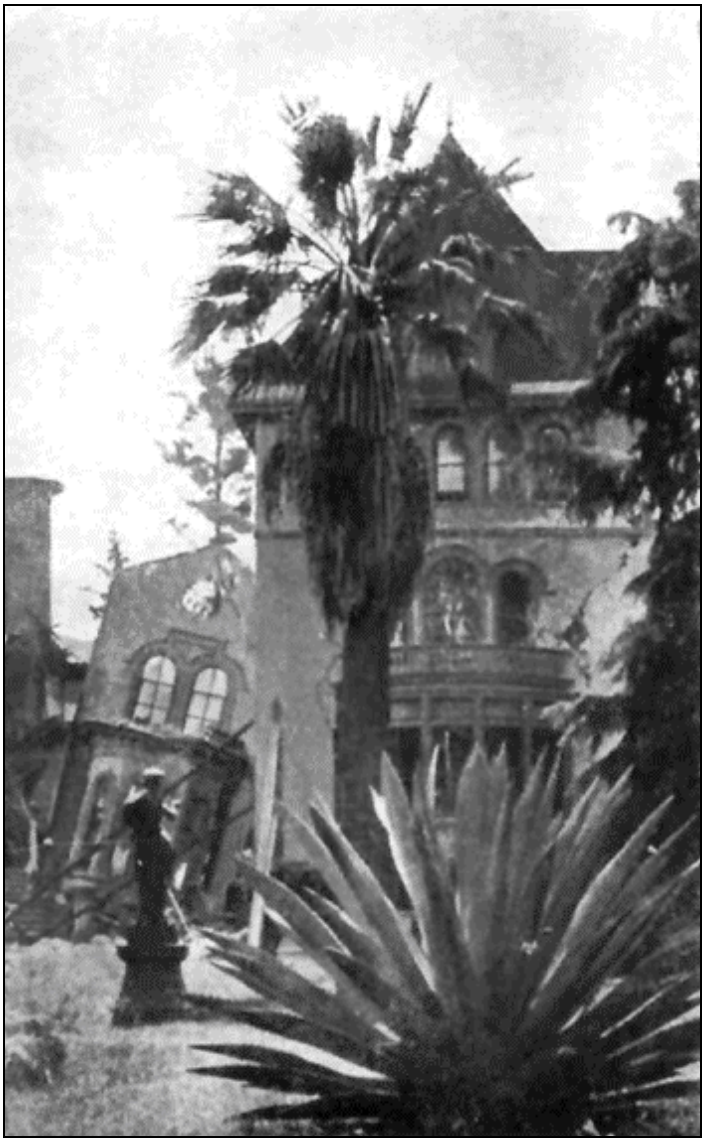
feljegyeztek. Azóta az egész Föld kerekségén felállítottak már ilyen készülékeket, és a mint azt már megjegyeztük, mai nap a nagy földrengéseket egymástól sok ezer mértföldre levő állomásokon jegyzik fel a seismometerek.

Olvasóink bizonyára emlékeznek a jamaicai földrengésre. Port Kingston, Jamaikában, kivette részét a földrengések által okozott pusztításokból. 1692-ben Port Royal, a sziget akkori fővárosa elpusztult, a jamaicaiak az öböl másik oldalán építették fel újra, mert a város eredeti területének nagy részét a tenger elborította. Napjainkban, 1907 január 14-én, az új várost pusztította el egy hatalmas földrengés. A földrengést gyenge lökések és földalatti moraj előzték meg. A pusztulás legnagyobb része már az első harminczöt másodpercz alatt megtörtént. A szerencsétlenség azért volt ilyen nagyszabású, mert a földrengés nagy város közelében történt. Maga a földrengés nem tartozik a «nagy» rengések közé, egyes hatásai azonban nagyon érdekesek. Victoria királynő szobra félig megfordult talapzatán; a kikötő egyik oldalán egész terasz sorozat keletkezett; egy kis patak 3 méter széles folyóvá változott át, és, a mint azt már tudjuk, emberéletben és vagyonban a pusztulás igen nagy volt. Azóta végzett mélységmérések tanusága szerint a kikötő mélysége megváltozott, egy helyen nem kevesebb mint hét méterrel lett mélyebb. A legnagyobb depresszió Port Royal (a régi város) közelében keletkezett, ahol több mint száz méternyi területet borított el a tenger, háromtól nyolcz méternyi mélység között váltakozva.

Az Antilláktól Észak-Amerika felé haladva, egy másik nevezetes földrengési területre érkezünk. 1811-ben és 1812-ben a Mississippi folyásának alsó részében nagy földrengések voltak, melyek az Egyesült Államok egész keleti részében és az akkor már kikutatott nyugati részekben is érezhetők voltak. New Madridban, a földrengés központja közelében, a földrengést megelőzően több éven át gyakran hallottak «földalatti mennydörgést», bár ez a zaj a földrengés előtt egy évvel megszünt. 1811 deczember 16-án, hajnali két órakor, hatalmas lökés következett be, a melyet közeli menydörgéshez hasonló zaj kisért; néhány percczel később a levegő tele volt kénes gőzökkel. A lakosság azt hitte, hogy elérkezett a világ vége. A Nap keltéig több gyenge lökés volt érezhető, ekkor egy az elsőnél még hatalmasabb következett be. Ezzel azonban még nem volt vége. A lökések három hónapon át ismétlődtek; ez idő alatt nem kevesebb, mint 1874 lökést jegyeztek fel, melyek között nyolcz igen erős volt. A január 23-ikai lökést, bár az eddigieknél hatalmasabb volt, még felülmulta a február 7-ikei. Ezt kénes gőzök kitörése kisérte és a Nap elhomályosodott, a mi nagy mértékben növelte a lakosság ijedelmét. A Mississippi a partjától visszavonulni látszott, vizei hegymagasságig torlódtak össze. «A vize ezután befelé haladt 5-7 m. magas homlokfallal, a csónakokat letépte czövekjeikről és negyed mértföldnyire hurczolta őket felfelé, egy erecske mentén. A folyam ép oly hamar leapadt, mint a mily hamar megdagadt és oly erővel vonult vissza, hogy magával vitt egy gyapotfa ligetet, mely partjait szegélyezte. Ezeket a fákat oly szabályossággal törte le, hogy azokat, akik nem voltak a katasztrófa szemtanui, nem igen lehetett meggyőzni arról, hogy ez nem emberi kéz munkája volt». A nagyobb lökések alatt a föld felszíne nagy ránczokat vetett, melyek teteje megrepedt. Egyes ilyen repedés kétszáz méter hosszú és hat-tíz méter széles volt, víz, homok, sőt szén is, jött ki belőlük. A talajban számos kráter és lyuk keletkezett, melyeket homokgyűrűk vettek körül; ezeknek nyomai ma is láthatók, mint a pusztító erő százesztendős tanujelei. A vidék felszine is tetemes változásokon ment keresztül; új tavak és szigetek keletkeztek; egyes tavak eltüntek; az akkor keletkezett tavak közül több ma is megvan. A Mississippi keleti partján száz mértföld hosszú, hat mértföld széles és 3-5 méter mély tó keletkezett; egy másik tó, a Reelfort Lake, mely szintén ekkor jött létre, húsz mértföld hosszú, hét mértföld széles, szélesebb, mint Windermere és mélyebb is. A halászok bárkái tizennyolcz évszázad cyprusai fölött úsznak ma. A lesülyedt és elöntött földterületek mellett mintegy húsz mértföld átmérőjű terület emelkedett ki 7-8 méter magasságra a Mississippi

síkjának szintje fölé. A lökések után még sok évig voltak kisebbek érezhetőek, még most is alig mulik el év e nélkül; kis repedések is folyton keletkeznek a talajban.

Ismételnünk kell, hogy nem azok a legnagyobb földrengések, melyekről legtöbbet hallani. A sanfranciscoi földrengés, a mely olyan nagy károkat okozott, mert sűrűn lakott város közelében történt, sokkal kevésbé volt erős, mint a 1887-iki *Sonorai* földrengés, amely lakatlan területet érintett. Ezt a földrengést azonban egész Mexico és Arizona területén érezték; és egy egész hegyláncz, a Sierra Teras, emelkedett ki a két oldalán megnyilt törés vonalak mentén. A hegyek lejtőiről több millió köbm. szikla hullott le a mély canonokba és vizfolyásokba; kemény sziklák zúzódtak össze, mint valami hatalmas robbantó szer hatására. A Jakulat Bay-i, alaszkai földrengés 1899 szeptember havában több ezer négyszögmértföldnyi területen az egész vidék képét változtatta meg; az öböl partjai kettő-tíz, sőt egyes helyeken 18 méter magasságra emelkedtek fel. Új szirtek és szigetek keletkeztek. A táj és a partvonalak tanulmányozása azt bizonyítja, hogy ez a vidék, épúgy mint a Valparaisótól délre levő part, állandóan emelkedik, a kontinens fokozatos emelkedése, vagy a folytonos földrengések következtében.



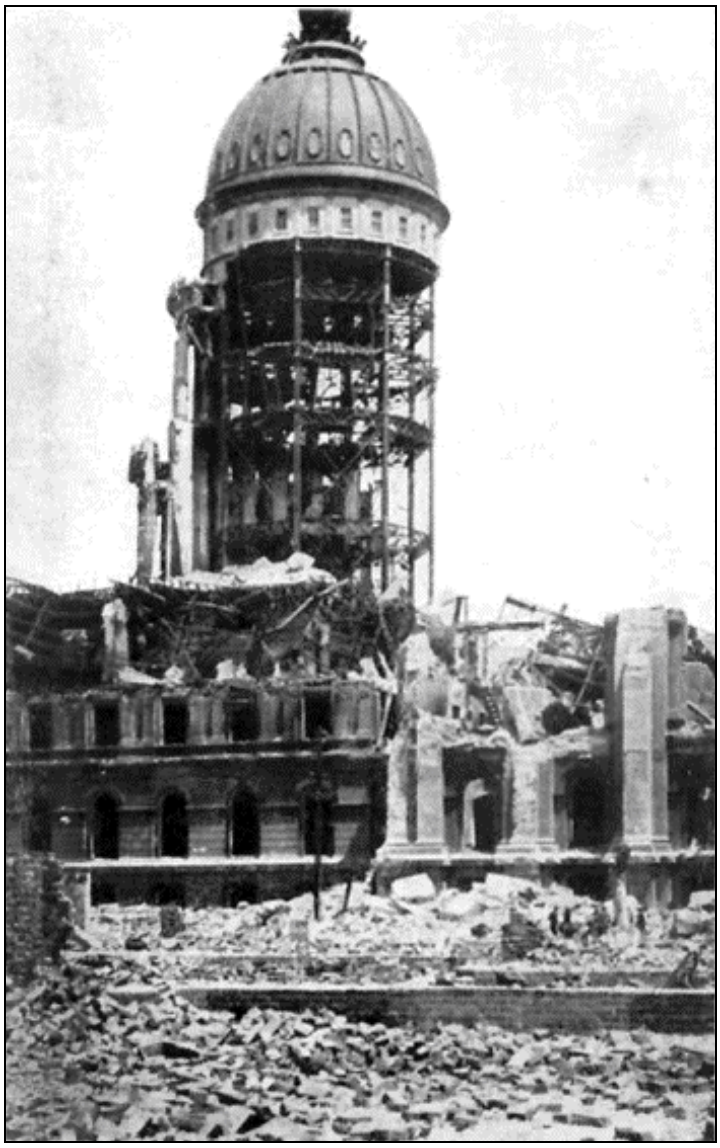
FÖLDRENGÉS KÖVETKEZTÉBEN ELPUSZTULT HÁZ.
Stanford szenátor háza Palo-Altóban a törésen, vagyis a Föld kérgének ősrégi repedésén épült, San Franciscotól körülbelül 25 mértföldnyire.

Bár az 1906 évi április 18-ikai san-franciscoi földrengés nem volt «nagy» földrengés, mégis óriási pusztítást vitt véghez. A heves lökések minden előjel nélkül, április 18-án reggel öt óra tájban következtek be. Körülbelül egy perczig tartottak, majd könnyebb lökések következtek, melyek estig voltak érezhetők. A következő napokon a rengések mindig gyengébbek és gyengébbek lettek. Bár emberéletben igen nagy volt a veszteség, az elpusztultak száma tízszer ekkora lett volna, ha a legerősebb lökések néhány órával később következnek be, a mikor a lakosság már munkában van és a gyermekek az iskolában vannak. A legnagyobb károkat a tűzvész okozta, a mely a földrengés után kitört és a melyet nem lehetett leküzdeni, mert a vízvezeték főcsöve a talaj mozgása következtében elszakadt. A földrengés okául California rétegeinek csuszamlását tekintik. Az egész államon négyszáz mértföld hosszú egyenes barázda vonul keresztül; egy régelmult időkben bekövetkezett földrengések által okozott repedés nyoma, melynek mentén a rétegek még mindig hajlandók elmozdulni. A mint azonban már mondottuk, a californiai földrengés, bár nagy pusztításokat okozott és jellemző talajrepedések, kiemelkedések és besülyedések kisérték hatvan mértföld hosszú vonal mentén, még sem volt nagyon hatalmas földrengés.

Egy érdekes eseményről kell itt megemlékeznünk. Beszéltünk már a tengeralatti vulkánokról, továbbá azokról a szigetekről, melyek a tenger alatti vulkánok vagy földrengések hatására emelkednek ki.

Néhány héttel a californiai földrengés után az Egyesült-Államok halászati bizottságának Albatross nevű hajója Charles H. Gilbert tanárral fedélzetén a Bogoslof-szigetek előtt haladt el. A személyzet legnagyobb meglepetésére az eddig ismert két szigeten kívül egy harmadik is látható lett. Gilbert tanár május 28-án kelt levelében a következőket írja e szigetről: «Amikor 1890-ben láttam a Bogoslof-szigeteket, a csoport két kicsiny, egymástól mintegy másfél mértföldre fekvő szigetből állott, melyek egyike még füstölgött, a másik már kihült volt. Ez volt a helyzet sok éven át, úgy hogy a füstölgő szigetet Fire Islandnak, a kihültet Castle Islandnak nevezték el. Amikor tegnap megláttuk őket, nagy meglepődésünkre azt vettük észre, hogy Fire Island már nem füstöl és hogy a két sziget közt egy nagy harmadik emelkedett ki. Ez a sziget hullámos felszínű lávából áll és a rajta elszórtan látható számos kráterből gőz és füstfelhők emelkednek ki. A kráterek közelében a kőzetet sárga kén lepedék vonja be. Az új kúp kissé magasabb a régieknél, a 300 m.-t azonban bizonyára nem éri el. Központi kráter nyomát nem láttuk. A hegyoldalán számos repedésből és fumarolából bőven ömlött ki a gőz és füst. Ezek körül vastag kénlepedék látható. Forró vízre utaló jeleket nem láttunk, azt sem hittük, hogy a kikötés lehetetlen lenne».

Mind a három Bogoslof-sziget, melyek mintegy 120 mértföldre vannak a Pribylof-szigetektől délre, az utolsó 150 év alatt emelkedett ki forrón és gőzölögve a Behring-tengerből. A legrégibb Bogoslof-sziget, a mostani Castle Island, 1796-ban emelkedett ki; Kotzebue leírja, hogy pillantotta meg legelőször egy Krinkof nevű kereskedő, a ki a vihar elől keresett menedéket egy szomszédos szigeten. A vulkános sziget születését földrengés kisérte, a mely megrázta azt a szigetet, a hol a kereskedő talált menedéket, továbbá tűz kitörés, menydörgésszerű robajjal kisérve. A sziget több hónapig lövelt ki tüzet és nyolcz éven át a környező víz meleg, a sziget hamuja pedig forró volt. Az 1883-ik évi kitörést, a melynek folyamán a második Bogoslof-sziget, a Fire Island született meg, nem látta senki; ugyanezen év szeptember havában a hegy tetején, oldalán és lábainál nagy mennyiségű gőz és füst jött ki, hamu kitöréstől kisérve; éjjelenként a hegy belsejét hevítő tűz kisugárzása is látható volt. Ebben az időben Cape Mendocino-nál, a californiai törési vonal irányában hatalmas tenger rengés volt érezhető.



SAN FRANCISCO POMPÁS VÁROSHÁZÁNAK ROMJAI.
A pusztulást az 1905. évi nagy földrengés okozta.

A szigetet 1884-ben az Egyesült-Államok Corwin nevű gőzösének tisztjei vizsgálták meg, J. C. Cantwell hadnagy és H. W. Yemans hajóorvos az új Bogoslofot meg is mászták. Cantwell hadnagy a hegy megmászásáról a következőket írja a «Cruise of the Corwin» című munkájában:

«Az Uj-Bogoslof oldalai gyenge lejtővel haladnak a kráter felé. A felmászás első látásra könnyünek látszik, a vékony hamuréteg azonban, a mely az eső és a nedvesség hatására kéreggé alakult át, nem elég erős arra, hogy egy ember súlyát elviselje. Ez a kéreg minden lépésnél betört alattam és eleinte bokáig, később térdig sülyedtem a puha, rendkívül finom hamuba, a mely felhőkben emelkedett felfelé és majdnem megfojtott. A hegy csúcsán a hamu majdnem elviselhetetlenül forró volt. A kúp minden oldalán nyílások vannak, melyeken át több-kevesebb erővel gőz tódul ki.»

Hét évvel később Merriam és Mendenhall doktorok látogatása alkalmával az uj sziget még mindig füstölt. A régibb sziget már kihült, számtalan tengeri madár és egy kisebb fókacsorda hazájává lett. A tizennyolczadik században Cook kapitány hajózott el e szigetek közelségében. Ez tizennyolcz évvel a sziget megszületése előtt történt; ez alkalommal egy hamuból vagy

sziklából álló oszlopot, melyet ott talált, Ship Rock-nak nevezett el. Öt évvel Fire Island születése után a Ship Rock elmerült.

Azóta az új sziget ismét a hullámok alá merült. Valószínűleg azonban ismét ki fog emelkedni, vagy a közelségében más sziget fog keletkezni, mert a szomszédságában több évszázad óta keletkezik egy tengeralatti, vulkános kőzetekből álló hegyhát. A Pribylof-szigetek is vulkános eredetű anyagból épültek és hasonló módon emelkedtek ki a habokból.

XV. FEJEZET.
A földrengések okairól.

Az előbbi fejezetben is láttuk, hogy néhány a világtörténelemben is nevezetes földrengés minő változásokat idézett elő a környék arczulatában; ebből a nehány példából megérthetjük, milyen nagy lehet a fontosságuk a geologiai történelemben. Hátra van azonban még nehány fontos kérdés, melyekre felelnünk kell. Láttuk, hogy a földrengés összegyűrheti, felemelheti és megtörheti a Föld rétegeit, olyan könnyüséggel, mint a hogy egy karton lapot összegyűrünk. Az a kérdés most már, vajon a földrengések mindig a rétegek gyűrődésével járnak-e, vagy a földrengés csak legmagasabb fokú megnyilvánulása annak az erőnek, a mely a rétegeket összegyűri. Lássunk erre nézve egy példát, a mely a kérdést megvilágítja. Képzeljük csak, hogy egy pirulás doboz fedelét hüvelykujjunk és mutatóujjunk közé vesszük és erősen megszorítjuk. Mi történik ekkor? A pirulás doboz teteje, a mely minden oldalról nyomásnak van kitéve, meggörbül és megreped. Egy kis földrengést idéztünk elő és a doboz fedelén kis törés, sőt esetleg repedés keletkezik. Ha kisérletünkhöz az egész dobozt vesszük és szinültig megtöltjük sűrű folyadékkal vagy kenőccsel és nem a kezünkben nyomjuk össze, hanem csavarba szorítjuk, akkor a földrengés jelenségeit még jobban utánoztuk volna. A kenőcs a fedél repedésein keresztül ki jött volna, sőt valóságos kis kráterek is keletkeztek volna. Látjuk tehát, hogy a nyomás földrengést idézhet elő. De lássunk még más példákat is. Tegyük fel, hogy egy boros palaczkból a szorosan álló dugót hatalmas emeltyűs dugóhúzóval akarnók kihúzni. A palaczk nyaka a nagy nyomás következtében megreped vagy eltörik. Éppen úgy, ha egy mikroszkóp tubusát szorosan lecsavarjuk a tárgylemezhez, az üveglap gyakran eltörik. Ez a két eset többször is megesett e sorok írójával és olvasóink is észlelték legalább az egyiket. Az üveg mindkét esetben azért törik el, mert egy ponton sokkal nagyobb nyomásnak van kitéve, mint másutt és az üveg, a mely nem tud az egyenlőtlen nyomásnak ellentállni, enged.

Mi történik akkor, a mikor az üveg eltörik? Hogy erre a kérdésre felelhessünk, térjünk vissza a pirulás doboz fedeléhez. Ha a fedél merev anyagból, égetett agyagból vagy üvegből való, akkor a törés után az egyik rész kicsit magasabban áll, mint a többi, sőt esetleg reá is tolódik. Ezt gyakran látjuk a Föld rétegeinek tanulmányozása közben. Az egyik réteg, a helyett, hogy egy szintben feküdnék a többivel, a törés mentén vagy kissé magasabban, vagy alacsonyabban fekszik. Ezt az egyenlőtlenséget a geologiában «törésnek » vagy «vetődésnek» hivjuk. Már most könnyen beláthatjuk, hogy a mikor bármilyen oknál fogva törés keletkezik, ezt földrengés kiséri. A törés nem jöhet létre nagy és megrázó zavargások nélkül. John Milne, a földrengések terén egyike a legkiválóbb szakértőknek, azt írja, hogy a nagy földrengések mind ilyen törések létrejöttének vagy megnagyobbodásának köszönik eredetüket.

Ezek a törések a leggyakoriabbak akkor, a mikor hegyek képződnek. Másszóval, azokban a korszakokban, a mikor nagy földterületek emelkedtek ki lassan az oczeánból, nagy törések keletkeztek a Föld rétegeiben, melyeknek létrejöttét hatalmas földrengések kisérték. John Milne szavaival élve: «Ha azt akarjuk tudni, hogy mikor voltak a földrengések a leggyakoriabbak és leghatalmasabbak, a geologiai történelem ama korszakához kell visszatérnünk, a mikor a hegylánczok keletkeztek, a mikor a vulkános működés igen kifejezett volt és a nagy törések keletkeztek. Az első ilyen korszak az Ural, a Grampian-hegység és más hegylánczok keletkezésével esik össze. Ez a geologiai történelem legkorábbi fejezeteiben történt. Egy másik ilyen korszakban a Himalaya és az Alpok emelkedtek ki lassan. Mindkét korszak élénk vulkános működések szintere volt, ekkor nagy széntelepek is keletkeztek. A mikor a Föld kérge összegyűrődött, a hegységek spasmodikusan keletkeztek, a törések következtében földrengések jöttek létre, a vulkános erők kiegyenlítődtek és olyan körülmények uralkodtak, a melyek a széntelepek lerakodásának fölöttébb kedveztek.»

FÖLDHULLÁM NYOMA.
Utcza részlete San Franciscoban, az 1906. évi borzasztó földrengés után.
A törés alakja feltünően hasonlít egy vízhullámához.

Az olvasó azonban bizonyára azt fogja kérdezni hogy ha a földrengések «törések» következtében jönnek létre, a törések pedig nyomás következtében, vajjon mi okozza a nyomást? És mi hozza létre a hegyeket? Mielőtt erre felelhetnénk, ismét a közönséges életből vett példákhoz kell nyulnunk. Egy üveg vagy márványlapról rendes körülmények közt azt tételezzük fel, hogy nem hajlékony, inkább eltörik. De mindnyájan láttunk már hosszú üveglemezeket saját súlyuk következtében meghajolni, sőt vannak márványkandallók is, a melyeken világosan látható, hogy a márványlap meggörbült. Elképzelhetjük ennélfogva, hogy a Föld rétegei is meghajlanak a reájuk nehezedő súly következtében. Ha ez a súly nem egyenletes, akkor a rétegek még inkább meghajlanak. Ez annyira mehet, hogy a rétegek meggörbülnek, sőt meg is törnek, «törés» keletkezik. Azok, a kik visszaemlékeznek arra, a mit az egymáson fekvő kőzetrétegek hatalmas súlyáról mondottunk, nem fogják messze keresni azt a súlyt, a mely a rétegek meghajlításához szükséges. És azok, a kik figyelemmel kisérték azt, a mit a mállás következtében létre jött törmelékanyagok vándorlásáról írtunk, könnyen rájönnek arra, hogy honnan jön és hogyan megy végbe a Föld felszinén nagy súlyú anyagok helyváltoztatása. A Földön nagy mennyiségű anyagok vándorolnak egyik helyről a másikra, a minek eredménye törés keletkezése, a mi ismét földrengéssel jár.

Hátra van még egy másik kérdés, melyre felelnünk kell és ez az, hogyan keletkeznek a hegységek? A hegységek a földrengésekkel szoros összefüggésben állnak. A nagy zavargások mindig nagy hegylánczok közelében jönnek létre és a földrengésekkel foglalkozó tudósok legnagyobb része ebben látja a földrengések okát is, mert a hegyek, különösen a mély tenger közelében, nagy nyomást gyakorolnak a rétegekre, a minek következtében csuszamlások és törések keletkeznek. A hegyek keletkezésének okait azonban nehéz teljes biztonsággal kikutatni. Egy ilyen magyarázattal már találkoztunk, lássunk most egy másikat. A mennyire igaz az, hogy a törések földrengéseket okoznak, annyira lehetséges egyes esetekben, hogy a földrengések töréseket okozhatnak.

Ilyesmi keletkezhet például akkor, ha a víz találkozik magas hőfokú kőzettel. Mindenki tudja, mi történik a tűzhelybe beépített üsttel nagy hideg után. A hideg következtében a csöveket jég tömi el, ennélfogva a kazánba nem jut víz; ha befűtünk alája, a kazán fala túlhevül, végül vörös izzóvá válik. Ekkor a jég meg is olvadhat a csövekben és egy kevés víz az izzó falú kazánba folyik. Ez a víz rögtön gőzzé változik, a minek az eredménye végül az, hogy a kazán, ha falai nem elég erősek, széjjel robban. Ha a kazán falai elég vastagok, akkor legfeljebb megrepednek. Alkalmazzuk most ezt a példát a Földre, oczeánjaira, vékony kérgére és forró kőzeteire, a melyek semmi esetre sem fekszenek 30 mértföldnél mélyebben. Mi történnék, ha az oczeán vize a forró vagy megolvadt kőzetig jutna el? Nagy mennyiségű gőz keletkeznék; és ha ez a gőzmennyiség nem is idéz elő rögtön heves robbanást a felette levő rétegek és víz nagy nyomása következtében, a föld alatt mégis nagy erő halmozódik fel, a mely csak kedvező alkalomra vár, hogy megnyilvánuljon. A forró gőzt addig is, míg ez a kedvező alkalom el nem érkezik, a forró kőzet elnyeli, éppúgy, mint a hogy a megolvadt aczél elnyeli a gázokat. Azokkal a körülményekkel állunk tehát szemben, a melyeket Dr. T. I. I. See, a híres amerikai fizikus a következőkép írt le: A Föld belső hőmérséklete rendkívül magas; felszinéhez igen közel forró kőzetek vannak, mig maga a földkéreg mindenütt össze van repedezve, különösen pedig ott, a hol a tenger mélysége a legnagyobb. A tenger a Föld felszinének háromnegyed részét fedi be, a földrengések pedig rendesen ott a leghevesebbek, a hol a tenger a legmélyebb, a vulkánok pedig a tengerpartokon a leggyakoriabbak. Feltételezhetjük-e ennélfogva, hogy a földrengések és a vulkánok összefüggnek a nagy gőzfeszültséggel a mely a földkéreg forró kőzeteinek hatására keletkezett? Mondottuk már, hogy a földrengések és a vulkánok ott a leggyakoriabbak, a hol magas hegyek vannak mély tengerek közelében, így p. o. Dél- és Közép-Amerikától nyugatra, az Aleuti-szigeteken, a Kurile-szigeteken, Japánban, Sumatrán, Jáván és a többi keletindiai szigeteken, melyeket az Indiai-Oceán mély vizei környékeznek, Új-Zealandon, a nyugatindiai Kis Antillákon, Izlandon, Olaszországban és Görögországban. Ezek azok a vidékek, a hol a nagy hegységek alatt fekvő rétegek állandó nagy nyomásnak vannak kitéve és a hol ennek következtében a rétegek leginkább csúszhatnak vagy görbülhetnek el. John Milne a földgömböt tizenegy nagy földrengéses területre osztja fel és kimutatja, hogy a nagy földrengések mind ezen területek egyikén keletkeznek, a hol nagy hegylánczok mennek mélyen a tenger alá. Tizenegy ilyen nagy terület van. Ilyen az Alaskai terület, a hol a Mount Elias a parton 5400 méter magasra emelkedik és a hol a tenger a parttól hatvan mértföldre 2100 m. mély, a mi kétszáz mértföld távolságra 7500 méter magasságbeli különbséget tesz ki. Hasonló szintkülönbségek vannak a többi földrengéses területen, ezek: a Cordillerák területe, az Antillák területe (ebbe esik a Mont Pelée Martinique szigetén és a Soufrière St. Vincenton) az Andok területe, a Japán terület, a Mauritiusi terület, a Jávai terület, az Antarctikus terület, három tengeralatti terület az Atlanti Oceánban és egy nagy szárazföldi terület, a mely messze a tengertől, az Alpokat, a balkáni hegyeket, a Kaukázust és a Himalayát foglalja össze. A legutóbbi 13 év alatt, a mely idő alatt a földrengésekről szóló tan tudománnyá fejlődött, 750 nagy földrengés volt ezeken a területeken. Átlagosan évenkint

mintegy hatvan nagy földrengés történik, vagyis hetenként egy. Ezekhez a nagy, a világot megrázó rengésekhez még évenként mintegy 30,000 kisebb földrengés járul.

MEGSZÜNT GEYSIR YELLOWSTONE PARKBAN, AZ AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOKBAN.
Figyelemreméltó az ásványi sókból álló lerakódás.

Mit értsünk «nagy» és «kis» földrengés alatt? Kis földrengés például az, a melyet a Mississippi völgyéből írtunk le, a mely, bár szomszédságában tetemes pusztulást idézett elő, nem volt nagyobb távolságra érezhető. A nagy földrengés hullámait sok ezer mértföldre küldi el. A nagyon erős földrengéseket, bárhol is keletkezzenek, az egész Földön meg lehet érezni. Bár Angliában csak nagyon kevés ember van, a ki földrengést is átélt, mindnyájunk alatt több ízben is megmozdul a Föld évenkint. Ezeket a rengéseket nem érezzük, mert a lökések igen lassan mennek végbe és mert a földrengéstől előidézett hullám oly lapos, hogy nem vehető észre. Azonban sok helyütt, Japántól Ausztráliáig és Dél-Afrikától Grönlandig földrengést megfigyelő állomásokat állítottak fel olyan műszerekkel felszerelve, melyek a legkisebb rengést is feljegyzik.

A földrengés szinhelyéről földhullámok indulnak ki minden irányban, épúgy mintha egy sorozat márványgolyócskát tennénk az asztalra és az utolsó golyót megütnők. A lökés végig megy a golyókon és a legelső is átveszi azt. Az olvasó bizonyára látott már tolatást a pályaudvaron és tisztában van azzal, hogyan megy végig a wagonokon a gőzgéptől előidézett lökés. A földrengési hullám is hasonlókép terjed a földben. A megfigyelések azonban azt mutatják, hogy ezek a hullámok egy bizonyos irányban mennek a legmesszebbre. Igy például a San-Franciscói földrengés hullámai Californiától keletre és nyugatra sokkal erősebben voltak érezhetők, mint tőle délre. Angliában és Japánban a földrengést jelző készülékek nagy hullámokat jegyeztek fel, mig Argentinában sokkal kisebbeket. A Jamaicai földrengés esetében ez éppen fordítva történt. Egy másik nevezetessége a földrengési hullámoknak az, hogy egyik irányban sokkal messzebbre jutnak el, mint a fordított irányban. Ezt azzal a feltevéssel magyarázhatjuk, hogy a kezdő lökés abban az irányban történt, a melyben a mozgás legmesszebbre jutott el.

Érdekes még az is, hogy bizonyos esetekben a földrengési hullámok jól érezhetők egy ezer mértföld sugarú körön belül, bár nagyon meggyöngülten, az ellenlábasokon is, a két hely között azonban a készülékek nem jegyzik fel őket. Igy például egy New-Zeelandi földrengést

az indiai, egyiptomi, nyugat-ázsiai és kelet-európai készülékek nem jegyeztek fel, Angliában azonban igen. Ezt a tüneményt oly vízhullámmal hasonlíthatjuk össze, a mely kiszélesedő folyamtorkolaton fut végig. A torkolat szájánál a hullám annyira ellaposodhat, hogy többé fel nem ismerhető. Ha azonban ez a hullám egy másik torkolaton fut felfelé, annyira tömörödhet, hogy ismét érezhetővé válik. Ezekben az ellenlábasokon érezhető hullámokban egy elhaló földrengés végső erőfeszítéseit látjuk. Ritkán történik meg, hogy ezeknek a nagy hullámoknak előfutói és követői elég energiával birjanak arra, hogy elérjék az ellenlábasokat. Útközben elhalnak.

A bölcselkedők már a legrégibb időktől fogva a tűz és a víz érintkezéséből magyarázták a földrengést. Plato, Aristoteles, Strabo és Plinius mind azt tételezték fel, hogy a víz és a levegő a Föld repedésein keresztül a mélybe jutnak és ott a forró kőzetekkel érintkezve gőzt fejlesztenek, melynek egy része a vulkánokon át szabadul ki. Aristoteles a seismikus tengerhullámokat igen helyesen a földrengésekkel hozta kapcsolatba, sőt már Homeros is a tenger eme hatalmas zavargásait Poseidon tridensének tulajdonította, a mely egyszersmind szigeteket is emelt fel a tenger fenekéről. Aristoteles ezenkívül ismerte azt a jelenséget is, hogy nagy földrengések után a tenger visszahúzódik a partjától és azután nagy hullám alakjában ismét visszatér; ezt a Helike sziget elsülyedésének (373 Kr. e.) leirásába bele is foglalta.

Mielőtt ezt a tárgyat elhagynók, megemlítjük még John Milne nyomán azt, hogy a földrengések milyen nagy hatást gyakoroltak az emberi kedélyre. A Kingstoni földrengés után a lakosság nagy részén vallásos rajongás tört ki, azt hitték, hogy elérkezett a világ vége. A néger lakosság a versenytereken táborozott és hymnuszokat énekelt. Hasonló jelenség történt Chileben is, férfiak és nők vadul rohantak fel és alá a félelemtől eszüket vesztve. A sírás és kiáltások közepette számtalan «Ora pronobis» vagy «Pater noster» volt hallható. A czivilizáczió kezdetén a földalatti morajok annyira felköltötték a lakosság képzelőtehetségét, hogy földszörnyek létezését tételezték fel, a melyek sokszor nagy szerepet játszanak a primitiv vallásokban. Földrengés idején Japánban a gyermekeknek azt mesélik, hogy a Föld mozgását hal okozza, a mely az ország alatt fekszik; ez a hal gyakran szerepel a japán képzőművészetben, irodalomban, sőt a köznapi beszélgetésben is. Más országokban a földalatti állat disznó, teknősbéka, elefánt vagy más lény.

A föld alatt létező személyekről szóló regék a legérdekesebbek. A negyvenöt görög titán, a kiknek hatalmas termetük és megfelelő erejük volt, a Föld gyomrában lakott. A költők szerint az Etna lángjai Enceladus lehelletéből származtak, a ki ha fáradt testét megmozdította, egész Siczilia megrázkódott. Neptun nemcsak a tengerek, folyók és források istene volt, hanem háromágú villájával földrengést is akkor idézett elő, a mikor neki tetszett. Ezt az istent a görög világ minden részében tisztelték, különösen pedig a liviaiak, a kik benne a legelső és legnagyobb istent látták. A Palicik a Föld gyomrában születtek, Siciliában nagy ünnepségek között tisztelték őket, sőt babonás időkben oltáraikon emberi áldozatok vére is folyt. Pluto és Vulkán a római mythologia ismert alakjai, velök és számos más istenséggel, kiket a seismicus és vulkános működések által feltüzelt képzelet szült, mindennap találkozunk képcsarnokainkban, muzeumainkban, irodalmunkban, sőt az ujságjainkban is. Földrengések következtében nyomasztó adókat engedtek el, szinházakat zártak be sőt a divat is megváltozott. Egy 1727-beli uj angliai ujságban olvashatjuk, hogy «e tartomány egyik nagyobb városában a lakosságot a gondviselés annyira megrémítette egy földrengés képében, hogy az asszonyok félre tették fakarikás szoknyáikat».

A következő fejezetben arról a szerepről szólunk, mely a földrengéseket a geologiai történelemben megilleti.

XVI. FEJEZET.
A vulkánok és a hegyképződés.

Az előbbi fejezetben azért foglalkoztunk olyan behatóan a földrengésekkel, mert mindinkább tért hódít az a felfogás, hogy a földrengéseknek nagy hatása van a földkéreg általunk ismert részeinek kialakulására és szerkezetére. A földrengéseket két szempontból foghatjuk fel. Az egyik felfogás szerint a legtöbb földrengést a földkéreg csuszamlásai okozzák. Ha ebből a szempontból tekintjük őket, azt mondhatjuk, hogy valahányszor a Föld rétegei hirtelen megtörnek, ami megtörténhet, ha az összes vizszintes rétegek fölemelkednek (az előbbi fejezetben adott példa szerint), földrengés keletkezik. Így, ha a rétegek között «törési vonalat» látunk, tudhatjuk, hogy ott földrengés volt. És miért volt ott földrengés? Képzeljünk el egy öt mértföld magas tömör aczél vagy gránit oszlopot. Az oszlop alján az aczélnak vagy a gránitnak oly nagy súlyt kellene hordania, hogy okvetlenül szétnyomódnék. Ha ugyanezen anyagokból öt mértföld magas piramist építenénk, az alap szétterülési hajlandósága nem volna oly nagy, mint az előbbi esetben, bár most is megvolna. Ennélfogva, ott a hol magas hegyek vannak, a hegyek lábánál levő rétegekben megvan a hajlandóság arra, hogy bár lassan, de feltartóztathatlanul, széjjelterüljenek; és ha a hegy lábánál levő kőzetek szerkezetében valahol gyenge pont van, akkor ezek a kőzetek hirtelen engedni fognak. Nagy «törés» és egyben földrengés is jön létre.

Az ember a földrengés hatását csak a közvetlenül lábai alatt levő területen látja, a hol gyakran nagyon is veszélyezteti az életét és tulajdonát; de ezeknek a pusztításoknak a nyomai idővel eltünnek és ha csak ebből állana a földrengések hatása, akkor a földrengések nyomai egy millió év mulva alig lennének észrevehetők. De vajjon ezek a szabad szemmel is könnyen észrevehető jelenségek az egyedüliek-e, a melyek a földrengések alkalmával történnek? Nem történik-e semmi a föld alatt, a minek nyomai sok ezer esztendő mulva is megmaradnak? Nem lehetséges-e, hogy a földrengés egy mélyen a föld alatt székelő hatalmas erő nyilvánulása és nem ugyanaz az erő hozza-e létre a földrengést és a geologiai törést, a mi az esemény tanújeleként megmarad? Ha ez így van, akkor a földrengésnek a geologiában óriási fontossága van.

Mi a földrengést pusztító jelenség gyanánt fogjuk fel, mert az ember munkáját tönkre teszi. De a földrengések nemcsak pusztítanak, hanem alkotnak is; vagy rendesen részt vesznek az alkotás munkájában. A pusztító erők, mint a milyen az erózió, a földgömb kiemelkedését lekoptatják, míg a földrengés az egyetlen erő, a mely ilyeneket felépít. Igaz ugyan, hogy földrengések alkalmával sziklák hullanak le, a laza üledékek összerázatnak és más ilynemű jelenségek állanak elő, a valódi alkotó munka azonban partok, szigetek, fennsíkok, sőt még nagyobb területek, esetleg fokozatos, kiemelkedéséből áll. Ezek a kiemelkedések jelenleg is észlelhetők bizonyos földrengések alkalmával.

Emberemlékezet óta több sziget emelkedett ki a tengerből, így Kréta-szigetének délnyugati része a történelmi időkben jött létre.

Pozzuoli vidékén és a Nápolyi-öbölben süllyedés és emelkedés is történt. Nevezetes példa erre Jupiter Serapis templomának esete, a melyet Sir *Charles Lyell* mintegy nyolczvan évvel ezelőtt már leírt. Ennek a templomnak számos oszlopa volt, melyek ma szárazföldön állnak. Az oszlopok 13 méter magasak és a legfelső 3.7 méternyi rész sima márványból áll. Ezalatt 3.7 méternyi rész keresztül-kasul van lyukasztva a *Lithodomus* nevű tengeri kagyló járataival. Mit következtethetünk ebből? Azt, hogy a templom, mely a szárazföldön épült, idővel a szárazföld süllyedése következtében a tenger alá került, melynek üledékei az oszlopokat mintegy 10

méter magasságig elborították. Az oszlopok alsó része sértetlenül megmaradt, a középső részben pedig a *Lithodomus* fészkelte be magát. Idővel a föld emelkedése következtében a templom ismét szárazra került és a kagyló nem élhetett tovább az oszlopokban, tartózkodásának nyomai azonban megmaradtak.

A tengerpart eme részének emelkedését 1538-ban, a Monte-Nuovo kitörése idejében is észlelték. Ezenkívül az egész nápolyi-öböl emelkedett 1706 április havában, a Vesuvio kitörésekor. Lorenzo tanár szerint az emelkedés Pozzuolinál 15 cm.-t, Porticinél pedig 34 cm.-nyit tett ki.[14] Az Etna és a Vesuvio lába régente a tengerben állt.

A Föld majdnem minden részében vannak kiemelkedett partok, a mint ezt már a chilei partokról, Valparaiso közeléből, említettük is. *Dr. T. J. See* azt az eszmét vetette fel, hogy ugyanaz az ok, a mely a földrengéseket idézi elő, okozza a szárazföld emelkedését és hozza létre a vulkánokat is. Számos körülmény szól e feltevés mellett. Vegyük pl. szemügyre azt, hogy mi történik a tenger fenekén. Néhány évvel azelőtt, az Egyesült-Államok haditengerészetének néhány tisztje méréseket végzett az oczeánon; ez alkalommal azt a megfigyelést tették, hogy ha vastag falú, belül üres üveggömböket bocsátottak a nagy mélységekbe alá, ezek a gömbök a mélységgel arányosan többé-kevésbé vízzel megtelten kerültek fel, bár az üvegen repedésnek vagy nyilásnak nyomát sem lehetett felfedezni, még a legjobb mikroszkóppal sem. Más szavakkal, a víz lassan áthatolt a vastag üvegfalakon egy óránál rövidebb idő alatt (a nyomás kisebb volt 1000 kg.-nál egy négyzetczentiméteren) vagyis a víz még az üvegen is áthatol, ha a nyomás elég nagy.

Ennek alapján lássuk mi történik a tenger fenekén. A mély helyeken a tenger víznyomása oly nagy, hogy a víz az üvegen is áthatol. A nagy nyomás alatt a víz a tenger fenekén is áthatol, ha nem is egyforma sebességgel mindenütt; a víz behatolása azonban általános. Ott, a hol a tenger fenekét vulkános és erősen összetöredezett kőzetek vagy homok alkotják, a víz gyorsan hatol be; ott a hol a fenék agyagból vagy össze nem töredezett gránitból áll, a víz behatolása jóval lassubb. A behatolás mértéke függ ezenkívül a tenger mélységétől; a legnagyobb ott, a hol az oczeán a legmélyebb, míg sekély vizekben jelentéktelen. Nagymérvű behatolás azt jelenti, hogy nagy vízmennyiségek hirtelen találkoznak felhevített kőzetekkel, minek folytán nagy gőznyomás keletkezik az oczeán eme része alatt levő földkéregben. A víz gyors behatolását feltételezhetjük a tenger közelében levő vulkánok esetében. A lávaömléseknél azt észlelték, hogy a megolvadt kőzet nagymennyiségű gőzt bocsát ki, a melynek 999 ezredrésze, Sir *Archibald Geikie* szerint vízgőz. Legutóbbi években, a Mont-Pelée kitörése alkalmával, a mely Port au Prince városát elpusztította, a kitörő gőzök több köbmértföldnyi térfogatú felhőket alkottak. Hasonló megfigyeléseket tettek Japánban is.

A Mont-Peléeről szólva, egy másik jelenséget is felemlíthetünk, a mely a mellett szól, hogy a vulkánok kitöréseiben a gőznek igen nagy szerepe van. Első kitörése után a Mont-Pelée folyton hányt ki lávát és nagy mennyiségű gőzt, mintha hatalmas kazán volna, melyet állandóan friss vízzel táplálnak. A következő év márcziusának elején meglepő dolog történt a magyar születésű híres vulkán-kutató *Angelo Heilprin* tanár szemeláttára, a ki még mindig a szigeten tartózkodott. A kráterből nagy andezit obeliszk emelkedett ki. Az emelkedés gyorsan történt, mintegy 2 métert tett ki naponta; az obeliszk csakhamar 256 méternyire emelkedett a vulkán szája fölé. Alapjának átmérője mintegy 100 m. volt. Ezután még több hónapig emelkedett, néha süllyedt, majd ismét kiemelkedett, mint egy hatalmas gőzkazán dugattyúja.

[14] A Pozzuoli-i part most ismét süllyed.

A MONT PELÉE ÚJ CSÚCSA A LAC DES PALMISTE FELŐL NÉZVE.
A csúcs 357 méter magasra emelkedik;
a Morne la Croix maradványai a kráter jobb szélén láthatóak.

A MONT PELÉE ÚJ CSÚCSA, MELYEN SZÁMOS
REPEDÉS ÉS FÜGGÉLYES HASADÁS LÁTHATÓ.
A fénykép 1913. márczius 15-én készült.
A csúcs ekkor 25 méterrel alacsonyabb volt, mint 10 nappal később.

Legnagyobb magassága 335 m. volt a Mont-Pelée fölött és 1430 m. a tenger szintje felett. Egy hatalmas kitörés következtében a toronyalakú csúcs megkisebbedett, de csakhamar ismét kiemelkedett. *Heilprin* tanár végül elég közel jutott hozzá, hogy megállapítsa, miszerint az obeliszk nem tajtkőből áll, a mint azt először feltételezte, hanem a már említett kemény kőből. Titáni kődugóhoz volt hasonlítható, a mely egy, a föld mélyében levő szelepet zárt el és a melyet a túl magas nyomás kiemelt. Végül ismét visszasülyedt a kráterbe, de a helyét kőkupola

foglalta el, a mely hasonló, bár kisebb méretű változásokon ment keresztül. A kupola még nagyobb tömegű volt, mint az obeliszk; egy alkalommal 30 m. magas tű emelkedett ki a közepéből, kisebb obeliszkhez hasonlóan. A dómot *Yvon* abbé és *Beaufroy* megvizsgálták és azt találták, hogy nagy andezit tömbből áll, körülötte pedig az obeliszket alkotó közet darabjai feküdtek. Ez alkalommal a két tudós a következőket írta:

«Téved, a ki azt hiszi, hogy a Mont-Pelée fenekén nyilás van, a melyen át a láva és a gázok kijöttek. Jelenleg ott hatalmas andezit dugó van, a «Dome», melynek átmérője az alapnál fél mértföld, magassága pedig mintegy 400 méter. A dóm minden oldalán fumarolák (kis kúpalakú kráterek) vannak, melyekből részben vöröses, részben pedig fehér füst jön ki, egyeseket pedig több méter mélységű kénszőnyeg vesz körül.»

A Mont-Pelée 1902. évi nagy kitörése után végzett mérések azt bizonyítják, hogy a szomszédos tengerfenék több méternyit sülyedt. Azt nem hihetjük, hogy a tengerfenék sülyedését a kitörést követő földrengések okozták csupán. Fel kell tételeznünk, hogy a St.-Pierre-t elpusztító hatalmas kitörések után, a hegy gyökerénél, a mely ép a tenger mellett van, sülyedés állott be. Az eseményeket olykép kell magyaráznunk, hogy a tenger feneke alatt valami módon robbanás történt; a megolvadt kőzet részei, a robbanás erejétől hajtva, a hegy felé tódultak, a mely erre kitört és a bezárt kőzetnek utat nyitott. A megolvadt láva kiömlése után pedig nagy mélyedés keletkezett a tenger fenekén.

A KIHALT ST. PIERRE VÁROSA MARTINIQUE SZIGETÉN.
St Pierre Nyugatindia legszebb városa volt. A háttérben látható Mont Pelée, mely a várostól öt mértföldnyire van és hirtelen mérges gázokat, port, gőzt és forró iszapot zúdított a városra, melyet teljesen elpusztított. A házak romba dőltek, a lakosságot megölte a vulkánból kiömlő forró gáz.

Hasonlóan magyarázhatjuk a chilei part emelkedését az 1885-iki földrengés után, a melyről már beszéltünk. Ez alkalommal a part és az Andes-ek lánczáig terjedő egész vidék kissé felemelkedett. Ezt csak úgy képzelhetjük el, ha feltételezzük, hogy megfelelő lávamennyiség nyomult a szárazföld alá. Ez a lávamennyiség pedig nem jöhetett máshonnan, mint a közeli tenger feneke alól. A robbanás után (a melyet a tengernek a megolvadt kőzetig való behatolása okoz), a tenger feneke természetesen lesülyed azon a helyen, a hol a robbanás történt. Ezután, ha feltételezzük, hogy bizonyos idő mulva a tenger ismét behatol és érintkezésbe jön az időközben ismét felmelegedett kőzetekkel, újabb robbanások következnek. Minden robbanás tovább tolja a lávaárakat, lépésről-lépésre, a míg azok a szárazföldet el nem érik, sőt a tengert környező hegyekig el nem jutnak. Ennek az erőnek a következményekép a szárazföld kiemelkedik, sőt földrengések is történnek. Ez az erő meghajlíthatja a kőzeteket, összegyűrheti a rétegeket és «töréseket» okozhat.

De, kérdezheti az olvasó, hogy vajjon miért tételezzük fel, hogy a láva kitörések mind a szárazföld felé irányulnak? Mi ezt nem tételezzük fel, a láva a szárazfölddel ellenkező irányban is haladhat. Ebben az esetben zátonyok, vagy tengeralatti vulkánok keletkezhetnek.

«A Hawaii-szigeteken 1877 február 25-én - írja Sir *Archibald Geikie* - egy tengeralatti vulkános kitörés alkalmával tajtkődarabok kerültek a tenger szintjére. Ezeknek egyike a csónak fenekét nagy erővel megütötte. Ha tekintetbe veszszük, hogy a nagy óczeán fenekén mennyi vulkános kúp van, melyek gyakran magányosan emelkednek ki nagy mélységekből, megértjük, hogy a jelenlegi kitörések nagyrésze a tenger alatt történhet meg. Ezeknek a vulkános szigeteknek alapját kétségen kívül tenger alatti lávák és törmelékes anyagok képezik, a melyek addig gyülemlenek össze, a míg 2-3 mértföldnyi magasságot elérve, a tenger felszine felé nem emelkednek. A Csendes és az Atlanti óczeánok fenekén nagy tömegben és sok helyen található vulkános hamu, tajtkő stb., a melyet a *Challenger* utazásából ismerünk, bizonyítja a tenger alatti vulkánok működésének fontosságát és tartósságát.»

Ennélfogva nyilvánvaló, hogy a tenger feneke a vizet elbocsátja és hogy a vulkánok, melyek ennek a folyamatnak a következményei, az óczeán fenekén sok helyütt találhatók. Sok helyütt persze nagyon ritka a kitörés, egyrészt, mert az alant fekvő kőzet kevésbé bocsátja át a vizet, másrészt, mert a tenger sekély és a nyomás nem elég nagy.

Leírtuk a tenger vizét, a mint a forró kőzetekhez alászáll. Nem mindig okoz rögtön robbanást. A gőz nem válik rögtön szabaddá, hanem a forró kőzet elnyeli mindaddig, míg a láva annyira telitődik forró gőzökkel, hogy megduzzad és nagyobb térfogatot igényel. A mint a nyomás elég nagy lett, a Föld kérge megrázódik és a rázkódások mindaddig tartanak, a míg a gőzzel telített láva a legközelebbi törésen, vagy nyíláson ki nem folyik. A mint az alant fekvő megolvadt kőzet ilyképp több helyhez jutott, a mozgás megszünik, mindaddig míg a nyomás ismét oly erős lesz, hogy a kéreg nem tud ellentállani. Ekkor újabb kiegyenlítődés áll be. Mindennap láthatjuk ezt a folyamatot a teafőzön. A mint a gőz nyomása elég nagy lesz, a fedelet mozgatni kezdi; a mint a fölös gőz kiszabadult, a mozgás lassan megszünik és a fedél mindaddig nyugton marad, míg a felhalmozódó gőz ismét ki nem tör.

Ez a mozgás időszakos és a periodusok hossza attól függ, hogy milyen gyorsan fejlődik a gőz. A földrengések esetében, a mint azt már megjegyeztük, a gőz nincs szabadon, hanem a megolvadt kőzet elnyelve tartja; a mikor a kőzet gőzzel telitődött, a Föld kérgének fölötte levő részét rezgő mozgásba hozza, a mely csak a kiegyenlítődés után szűnik meg. Ez rendesen olykép történik, hogy egy szomszédos «törés» valamiképp elcsúszik és több helyet ad az alatta lévő dagadó lávának. Persze a legtöbb ilyen repedés soha sem látható és a megolvadt láva ritkán ömlik ki, kivéve ha valamely vulkán nyílására vagy a tenger közelében levő hegyekben

repedésre akad; az ilyen kitörések azonban valószinűleg sokkal gyakoriabbak a mély tengerben.

Hogy mutassuk, mennyire hatásos lehet az óczeán mélyében működő nyomás, megjegyezzük, hogy a víznek a Föld kérgébe való behatolása mindenütt arányos a tenger mélységével. Mindenki tudja, hogy ha egy ház tetején elhelyezett cziszternát összekötünk a kertben levő szökőkúttal, a vízsugárnak oly magasra kell szöknie, mint a milyen magasan van a cziszterna, mert, a mint mondani szokás, a víz mindig a saját szintjéig emelkedik. Valóságban azonban a víz sohasem emelkedik ennyire a surlódás és a levegő ellentállása következtében. Elméleti szempontból azonban az arányt helyesnek tételezhetjük fel és mondhatjuk, hogy egy mértföld mélységű tenger nyomása egy mértföldnyire nyomhatja a sugarat, *2* mértföldnyi 2 mértföld magasra s így tovább. Már most az óczeán mélysége egyes helyeken öt mértföldnél is nagyobb, a legnagyobb mélység, Guam közelében 5269 fonál, vagyis majdnem pontosan hat mértföld. Nem lep meg most már ezek után, hogy a Japántól keletre fekvő mélységekben, az Aleuti szigetek szomszédságában, Dél-Amerikától nyugatra, Guam közelében, Samoa és New-Zealand közelében a tenger feneke nagy mértékben ereszti át a vizet és ennek következtében a hatalmas, világot megrázó földrengések gyakoriak. Aránylag gyenge víznyomás is, a milyent a bányamérnökök alkalmaznak, gyorsan átvágja a dombokat és kimossa azok aranyát; a Niagara vizei is, a melyek pedig csak 48 m. magasról esnek alá, lassan elkoptatják a szilárd kőzetet, a melyre ráhullnak. Mit várhatunk tehát oly nagy nyomástól, mely egy vízsugarat öt mértföld magasságra tud felnyomni! Mert ekkora nyomás van a tuscarorai mélységek egész medrében és a mélység évről-évre, századról-századra növekszik. Ez a hatalmas nyomás a vizet gyorsan nyomja a Föld mélyébe és okozza azokat a nagy földrengéseket és tengerárakat, melyek Japánt oly gyakran látogatják meg. Nincs oly kőzet, a mely bármilyen vastagságban is, ellenállhatna ilyen nyomásnak; a víz még a legkeményebb fémen is áthatolna és mindig mélyebbre sülyed a Föld gyomrába. Ez a földalatti gőz felszáll a földkérgeig és ott meggyülemlik, mire a Föld megrázkodása következtében a felszin kidomborodik.

Így megláttuk, hogy mily nagy szerepe van ugyanazon okoknak, melyek a földrengéseket okozzák, a föld felszinének alakulásában. Geológiai ismereteink mai állása mellett nem mondhatjuk, hogy ezek a gőzrobbanások lennének az egyedüli okai a hegyek képződésének, nyilvánvaló azonban, hogy igen nagy szerepük van ezen a téren. A tenger alatti robbanások hatása összehasonlítható egy árkot ásó ember munkájával, a ki a kiásott földet az árok két oldalára hányja, úgy, hogy az árok mindkét oldalán kis domb keletkezik. Ugyanez történik ilyenkor, a mi a mélytengeri láva kiömlésekor következik be, különösen olyan helyeken, mint Dél-Amerika nyugati partján, a hol az óczeánnal párvonalosan nagy hegylánczok vonulnak és a hol a tenger csak a partok közelségében igen mély. Az egymást követő láva kitörések itt árkot vájtak a tenger fenekén. Miután az árok lefelé ívelt, olyképp mint egy U betű, a gőz nyomása nehezen talál utat felfelé. Mi történik ennek következtében? Gondoljuk csak el, mi történnék egy gőzkazánban, ha a gőz nem tudna valamely nyíláson kijönni. Igyekezni fog széjjel vetni az edény falát. Vagy mi történnék egy tésztalappal, a mely az élesztő hatására duzzad. Tegyük fel, hogy a pék az emelkedő tésztára egy sima lapot szorít, melyet annyira lenyom, hogy a tészta nem tudja felemelni. A tészta ekkor a lap oldalain jön ki. Hasonlókép az óczeán meggörbült ágya alatt a lávaár is oldalt keres magának utat a Föld kérge alatt. Részben a szárazföld felé halad, a hol hegyek vonulnak a part mentén, - a példánkban az Andok hegyláncza, - vagy tovább megy az óczeán alá. Rendszerint a láva a hegyek felé halad, a míg a teknő túlszéles és mély nem lesz, a hegyek pedig nagyon messze kerülnek és oly magasak lesznek, hogy súlyukat a földalatti lávaár már nem tudja leküzdeni. Ekkor a kiegyenlítődés az óczeán felé történik, a teknő másik oldalán keletkeznek a ránczok vagy a vulkánok. Rendesen ránczok keletkeznek egyes csúcsokkal és ez egy új, a parttal párhuzamosan haladó hegylánczolatnak a kezdetét jelenti. Ilykép két párhuzamos hegyláncz keletkezik, esetleg több száz

mértföldnyire egymástól, melyek között völgy fekszik. Ez a völgy az idők folyamán kiszáradhat, vagy az erozió feltöltheti, a mint azt könyvünk egy korábbi fejezetében leírtuk.

Talán nem lesz érdektelen felemlítenünk azt, amit *Plinius* közel 2000 évvel ezelőtt írt a Földközi tengerből nyilvánvalóan vulkános hatásra kiemelkedett szigetekről (De Rerum naturalium, liber II.).

«Szárazföld néha másképen is keletkezik, hirtelen a tengerből emelkedik ki, mintha a természet kárpótolni akarná a földet veszteségeiért, egyik helyen visszaadja azt, a mit a másikon elnyelt. A régóta híres Delos és Rhodus szigetek is állítólag így keletkeztek. Jóval később több kisebb sziget jött így létre, ú. m. Anapha, Melos közelében; Nea, Lemnos és Hellespontus között; Halone Lebedos és Teos között; továbbá a 135-ik olympiád 4-ik évében Tera és Therasia a Cycladok között. Ugyanezen szigetcsoportokban 130 évvel később Hiera emelkedett ki a tengerből; továbbá 110 évvel később, két stádium távolságra az előbbitől Thia jött létre napjainkban, M. Junius Silanus és L. Balbus konzulsága alatt, a julius idusától számított nyolczadik napon.»

«Velünk szemben, Itáliához közel, az Eoli szigetek között is kiemelkedett egy sziget a tengerből; egy másik 2500 láb széles pedig Kréta közelében, ezen meleg források is vannak; egy másik a 165-ik olympiád harmadik évében jött létre a toscanai öbölben, hatalmas robbanástól kisérve. Erről az a hír is fennmaradt, hogy a hely körül sok döglött hal uszkált és azok, a kik ettek belőlük, rögtön meghaltak. Azt is mondják, hogy az Ithecusai szigetek hasonlóképpen keletkeztek a Campaniai öbölben és hogy rövid idő mulva az Epopos hegy, melyből hirtelen lángok csaptak elő, a szomszédos sikság szintjéig szállott alá. Ugyanezen a szigeten állítólag egy város is elsülyedt; egy másik földrengés után tó keletkezett és egy harmadik földrengés következtében Prochytas szigetté változott át, miután a szomszédos hegyek eltávolodtak tőle.»

Kétségkívül más okok is meggörbíthetik és felhajlíthatják a Föld rétegeit. A Földet egy szorosan göngyölített golf-labda magjához hasonlítottuk, mely mindig feszültségi állapotban van. A felszin alatt nagyobb mélységekben a nyomás több tonnányit tehet ki négyszögcentiméterenként; e hatalmas nyomás következtében könnyen állhatnak elő törések, különösen ha valamilyen kis lökés a kőzeteket rengésbe hozza. A földkéreg viselkedését kisebb méretben jól világítják meg a Michigan-félsziget északi részének rézbányái. Minden bányában naponként ugyanazon időben robbantásokat végeznek a bánya különböző helyén. Minden robbantás egy miniatűr földrengésnek felel meg. A robbantás helyén, a földrengés középpontján, a kőzet összetörik egynéhány m. átmérőjű területen. Több száz m.-nyire ettől a helytől még érezhetők azok a rugalmas rezgések, melyeket a robbanás küld szét a szilárd kőzetben, de ebben a térben a kőzet már nem repedezik össze. Gyengébb rezgési hullámok több mértföldre is eljutnak, mint a hogy a földrengés középpontjából kiindulva, a hullámok az egész Föld körül elmennek. Már most az is megtörténik, hogy ezeknek a mély bányáknak alsóbb szintjeiben, a külszintől egy mértföldnyire, a szilárd kőzet lassan enged a felette levő nagy súly nyomásának, ilyképp a nagyobb nyilások lassan bezáródnak. Ez oly világosan felismerhető, hogy a bányászok ennek alapján a mélyebb szintekben az egyes vájatok végéről szedik ki az érczet legelőbb. Ezután lassan visszafelé haladnak az akna felé, mialatt azok a vájatok, melyekben még előbb dolgoztak, lassan bezáródnak mögöttük. A bányában a vájatok összeesése lassan megy végbe, sohasem katasztrófaszerűleg. Ez a folyamat kisebbített képe annak, a mi évről-évre végbe megy a nagy nyomások alatt engedő földkéregben.

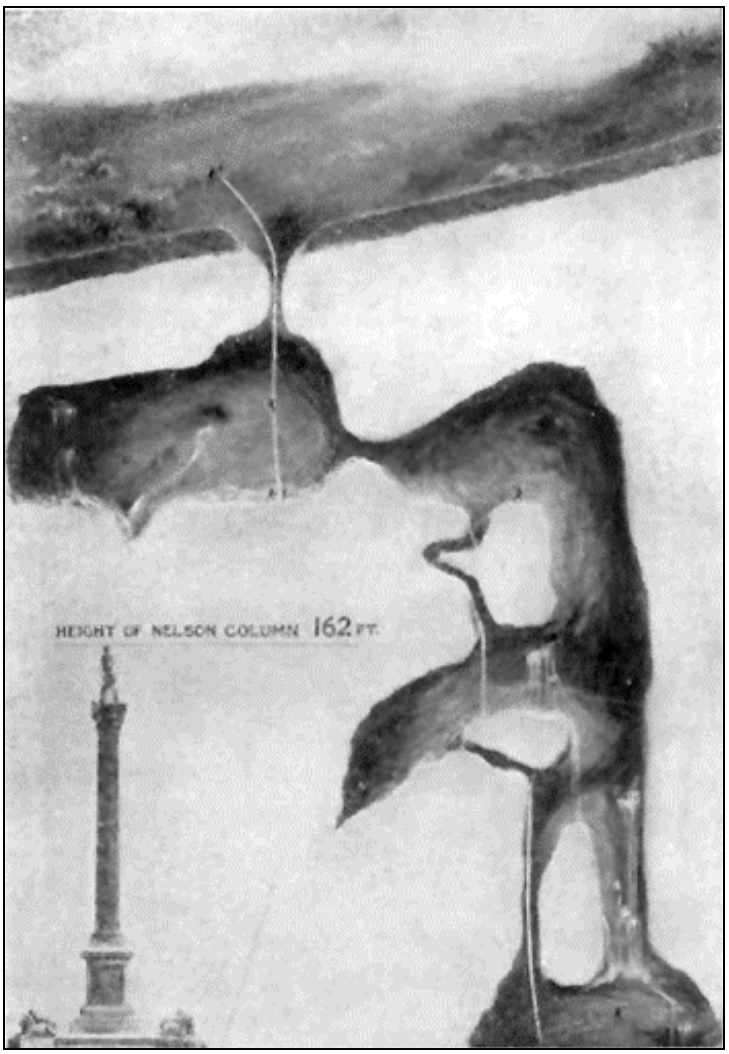
Lehetnek helyi rengések is, melyeknek okai kevésbé hatalmasak. Ilyen ok lehet a Földben levő üregek beomlása. Ilyen üregeket nagyszámban ismerünk. A földkéreg közelében, rendesen mészkőben vannak, a hol a források hatására keletkeznek. Még a tiszta víz is felold a

kőzetek anyagából egy keveset, az esővíz pedig távol van a kémiailag tisztavíz összetételétől. A levegőből oxygént és szénsavat vesz fel, a talajból pedig, melyen átszüremlik, különböző savakat old fel. Az oldott savak következtében a víz nagymértékben támadja meg a kalcium-karbonátot. Már most a mészkő majdnem kizárólag kalciumkarbonátból áll. Sok helyütt fordul elő, gyakran sok négyzetmértföldnyi területet foglal el, dombokat és hegylánczokat alkotva. Ez a kőzet nagy elterjedtségénél fogva bőven nyujt alkalmat a földalatti vizeknek arra, hogy oldóhatásukat rajta kimutassák. A víz kis repedéseken át leszivárog a mészkőpadok alatt levő lapokba. Útjában feloldja és magával viszi a kőzet anyagát, évszázadok mulva a kis repedések így hasadékokká, alagutakká és barlangokká szélesednek. A terepet sötét földalatti szobák tömkelege járja keresztül-kasul, rohanó patakok zuhognak bele ezekbe a termekbe és folytatják utjukat a föld alatt.

Angliában híres barlangok vannak Jorkshire-ban és Anglia nyugati részeiben. A Derbyshire-i Peak Cavern 360 m. hosszú és helyenként 36 méter magas. A Trieszt közelében levő Adelsbergi barlangot több mértföldnyi hosszban kutatták ki. A Poik folyó átfolyik a termek útvesztőjének egy részén, mielőtt ismét felszinre jönne. *Sir Archibald Geikie* szerint «keskeny alagutak hatalmas termekké szélesednek, melyek mögött ismét szűk folyosók visznek tág helyiségekbe. A legnagyobb terem 669 láb hosszú, 630 láb széles és 111 láb magas (1 láb = 30.48 cm.) A tetőről fehér cseppkövek függnek alá, a melyek az alulról felfelé növőkkel egyesülve rendkívül változatos alakú és nagyságú oszlopokat alkotnak.» Még hatalmasabb arányai vannak a Mammuth-barlangnak Kentuckyben, melynek hozzáférhető részei összesen 150 mértföld hosszúak. A Luray-i (Virginia) barlangok nem kevésbé bámulatosak; az élelmes amerikaiak ezeknek a barlangoknak tiszta, pormentes levegőjét kiszivatyuzzák és vele egy szanatoriumot szellőztetnek. Valóban, könnyen lehetne egy egész könyvet megtölteni a világ mészkőbarlangjai csodáinak leirásával, a mi czélunk azonban csak az, hogy megmutassuk, milyen bizonytalan a földkőzeteinek elhelyezkedése. Egy kis rázkódás valóságos katasztrófát okozhat, földalatti csuszamlást, a földrengések tüneteit idézhetik elő a felszínen.

XVII. FEJEZET.
A föld rétegeinek csoportosítása.

Eddig, a nagy geologusok *Sir Charles Lyell* óta hangoztatott elveivel egyetértően a Föld történetét a ma, szemünk láttára végbemenő folyamatokból igyekeztünk megállapítani. Ez azonban nem az egyetlen módja a történelemírásnak. A kútfők, melyeken a történelem nyugszik, gyakran igen tökéletlenek. Az emlékek között nagy hiányok vannak és gyakran ezeket a hiányokat a képzelet játékával kell megtöltenünk, a melyet *Creighton* püspök egykor a tények átrendezésének nevezett. Később megmutatjuk ebben a könyvben, hogyan állapítják meg a természettudósok egy régóta elhalt állat csontvázát, sőt általános megjelenését a csontváz töredékeiből. Mint ahogy a régész, a ki elmult népek történetét kutatja, le tudja írni azok életmódját és szokásait azokból a fegyver és edénytöredékekből, melyeket az eltemetett városokban talált; éppen úgy a geológus ismerve, vagy legalább részben ismerve a ma működő természeti erőket, le tudja írni azokat a körülményeket, a melyek között hajdan a kőzetek keletkeztek.



EGY YORKSHIRE-I BARLANG, MELY MÉSZKŐBEN KELETKEZETT A FÖLDALATTI VIZEK OLDÓ HATÁSÁRA. Méreteit könnyebben fogjuk fel, ha a mellé rajzolt 50 méter magas Nelson emlékoszloppal hasonlítjuk össze.

A Föld történetének legkorábbi szakairól beszélve, a legvalószinűbb elméletet kell elfogadnunk, mert hisz ezek az elmélkedések már a biztos tények határán túl mozognak. Szilárdabb alapon állunk azonban, a mint a Föld azon részével foglalkozunk, melyet közvetlenül megvizsgálhatunk. A Föld kérge kőzetrétegek sorozatából áll, a melyek, bár nem állandó összetételüek és nagyon gyakran össze vannak törve és gyűrve, a Föld felszinének legnagyobb részén már megvizsgáltattak. Ezek képezik a Föld krónikáját. Ha a geologia eme kútfői eredeti helyzetükben maradtak volna meg, nagyon keveset tudnánk róluk, mert a legutóbb keletkezett rétegeket ismernők csak. A Földkéreg törései és gyűrődései következtében azonban az alant fekvő rétegek egy része a felszinre került vagy oly ferdén áll, hogy közvetlenül láthatjuk a rétegsorrendet. Ilyképpen 60-100 méter helyett 600-1000 méter vastagságban ismerjük a Föld kérgét. A kövületeket tartalmazó rétegek összes vastagságát Európában 23,000 méterre, vagyis 14 mértföldre becsülik. Ezt a hatalmas rétegsorozatot a földkéreg zavargásai, gyűrődései tárták fel megfigyeléseink számára.

Nem akarjuk az olvasót a rétegek részletes osztályozásával terhelni, azért csak az öt főkorszak nevét említjük fel, a melyre a geologiai történelem felosztatott.

Az első korszak az archai, vagy őskor, ez a legkorábbi kőzeteket tartalmazza, a melyekben nem volt élet, vagy csak annak nyomai ismeretesek.

A második korszak a palaeozoikus, primér, vagy elsőkor vagyis az a hosszú időszak, melyben az élet legkorábbi typusai éltek.

A harmadik korszak a mezozoikus, secundér, vagy másodkor oly korokat tartalmaz, melyekben előrehaladottabb typusu lények éltek.

A negyedik korszak a kainozoikus, tertiér, vagy harmadkor a melyikben oly élő lények jelentek meg, a milyeneket ma is látunk. Az ember azonban még nem élt.

Az ötödik korszak a quaternér, vagy negyedkor (post-tertiér és jelenkor), az ember megjelenése óta lefolyt korokat tartalmazza.

Ezek az időszakok nem voltak egyenlő hosszúak. A paleozoikus kor valószínűleg a leghosszabb volt, sokkal hosszabb mint bármelyik más, míg a negyedkor valószínűleg sokkal rövidebb mint az előzők bármelyike. Ezek a főkorszakok azután rövidebb korszakokra, vagy szisztémákra oszlanak (éppúgy mint a régi Egyiptomi dynastiák). Bár az a sorrend, a melyben az egyes élő lények egymásután megjelentek, nagyjában ugyanaz az egész Földön, mégis azok az üledékek, melyek a hajdani korok élőlényeinek emlékeit megőrizték, sok helyütt különböznek természetüket és csoportosulásukat illetőleg.

Ha a legrégibb kőzeteket akarjuk megtalálni, akkor meg kell keresnünk azokat, melyek a többi más alatt feküsznek. Ennek alapján Nagy-Britanniában a legrégibb rétegeket bizonyos (gneiszszerű) kemény kőzetek alkotják, melyek Skótországtól észak-nyugatra bukkannak ki és a külső Hebridákat alkotják. Ismerjük őket még Angleseaban, továbbá Wales legnyugatibb részében, St. Dávidnál. Hasonló rétegek alkotják a Malvern-dombokat Worcestershireban, a Longmynd-dombokat, Caer Caradoc és Wrekin-dombokat Shropshireban, továbbá a Charnwood Forest dombos vidékét Leicestershireban. Hosszú ideig a walesi kambriumbeli rétegeket, melyek északi Wales régi nevétől Cambria-tól nyerték nevüket, tartották a Föld legrégibb rétegeinek. Még 1830-ig ezeket a rétegeket nem is nevezték el külön névvel, mert a geologusok osztályozhatatlanoknak tartották őket. 1831-ben azonban *Adam Sedgwick* cambridgei tanár neki fogott északi Wales kőzetei tanulmányozásának és öt évi munka után 1836-ban kijelentette, hogy sikerült ezen a vidéken egy palás és homokos rétegekből álló csoport rétegsorrendjét megállapítania. Tizennyolcz évvel később, 1854-ben, *Sir William Logan,* a ki akkoriban Kanada kőzeteit tanulmányozta, a Szent Lőrincz folyam vidékén hatalmas vastag-

ságú (10,000 m. vagy még több) gneiss, quarczit, pala és mészkőrétegeket talált a kambriumi rétegek alatt, melyek ezen a vidéken szintén jól ki vannak fejlődve. Ezeket a kambriumnál idősebb létegeket *Logan* «laurentian» névvel nevezte el. Egy idő mulva ugyan ezt a nevet adták Angliában a kambriumi képződmények alatt fekvő rétegeknek, később azonban prekambriumi gyüjtőnév alatt foglalták össze, a mi egyszerűen csak annyit jelent: a kambriumi rétegeknél idősebb, vagy archai.

Canadában a prekambriumi vagy archai-rétegek összes vastagságát jelenleg 15,000 méternyire becsülik. Britanniában ezek nincsenek ily hatalmasan kifejlődve (bár szintén tekintélyes vastagságúak); eme nagyon régi és erősen elváltozott rétegek vastagságát felettébb nehéz megállapítani, mert az eredeti rétegzés összes jelei gyakran elpusztultak és a kőzetek annyira gyűröttek, hogy nagyon lehetséges, miszerint ugyanazt a padot többször is megmérték ugyanazon szelvényben.

Az előbbiekből az olvasó meg fogja érteni, hogy a régi rétegek osztályozása vagy korának megállapítása nem egyszerű dolog; igen gyakran vélemény eltérésekre is adott okot. Erre egy másik példával is szolgálunk. «1831 körül, amikor *Sedgwick* északi Wales rétegeinek tanulmányozásával foglalkozott - írja *W. Jerome Harrison* - egy másik geológus, *Roderick Murchison,* Wales délnyugati és Angliával szomszédos részeinek kőzeteit vizsgálta. Ezeknek *Murchison* 1835-ben a sziluriai nevet adta, a régi britt törzsről, a szilurokról, a kik Britanniának ezt a részét a római invázió idejében lakták.» Később, hogy világosabban megjelöljék azokat a korszakokat, melyeknek lerakódásai ezen a vidéken kezdődtek vagy végződtek, egy másik britt törzs, az Ordovic törzs nevét is segítségül vették; ilyképpen egyes rétegeket, melyek sem sziluriaiak, sem kambriumbeliek nem voltak *Lapworth* tanár ordoviciaiaknak nevezett el.

De hagyjuk el ezeket a geológiai vitákat, bármennyire is érdekelték azokat, a kik bennük részt vettek és lássuk röviden, milyen lehetett a Föld eme rétegek lerakódásának idejében. A legrégibb rétegek rendszerint nem tartalmaznak kövületeket, bár egyáltalában nem kétséges, hogy lerakódásuk idejének későbbi részében már voltak élő lények a Földön. A kevés megmaradt kövület a krusztaceák rendjéből való (olyan fajok, melyekből p. o. a rákok származtak le), továbbá kétféle rovar nyoma is megmaradt. Megjegyzendő, hogy a krusztaceák, a legrégibb eddig ismert kövületek, oly családhoz tartoznak, mely már meglehetősen magasan áll az állatvilágban, ennélfogva tudjuk, hogy előttük már léteztek élőlények. Miután valamely korszak klimájára csak a megmaradt kövületekből következtethetünk és miután ezek nagyon ritkák, nem tudunk semmit a Föld legrégibb korszakainak klimájáról.

A kambriumban azonban már szilárdabb alapon állunk. A kambriumi üledékekben ennek a korszaknak az élő világa kövületek alakjában jól megmaradt. Bár az emlékek itt sem tökéletesek, mégis óriási haladást jelentenek az előbbi korokéival szemben. Az élet gazdag megnyilvánulásának legérdekesebb jelensége ebben a korban az, hogy a míg az állatvilág gazdagon van képviselve, addig növényi maradványok alig ismerhetők fel. Pedig növények mindenesetre léteztek és az állatok táplálékául szolgáltak; igen jó okaink vannak annak a feltételezésére, hogy a Föld felszínét valamilyen növényi takaró borította. Nem egy kambriumbeli állat a tenger fenekéhez volt kötve, ennélfogva elegendő szerves anyag úszhatott a vízben és szolgálhatott azok táplálékául. Valószínűleg a növények egy része kis méretű volt, olyanok lehettek, a milyenek ma a mocsarak felszínén úszkálnak és ennélfogva nem igen hagytak hátra kövesült lenyomatot. A mi az állatokat illeti, úgy látszik, hogy az állatvilág összes osztályainak, a gerinczesek kivételével, volt valamilyen képviselőjük a kambriumban. Krusztaceák, molluszkák, férgek, korallok, meduzák, szivacsok jelennek meg és bár szárazföldi állatot ebből a korból még nem ismerünk, fel kell tételeznünk, hogy ilyenek is léteztek már. Még pedig azért, mert a következő korszakban, a szilurban, már skorpiók és rovarok is jelennek meg,

ezek pedig már annyira fejlett szárazföldi állatok, hogy valószínűleg volt valamilyen primitiv ősük a kambriumban. Valódi halat sem találtak még a kambriumban, de már a következő korszakban (ordoviciai) igen. A kambriumi idők jellemző állatai a trilobiták. Ezek krusztaceák, szemük volt és fejlődésre képeseknek látszottak; azonban nem voltak annyira fejlett állatok, mint a tengerpart legközönségesebb rákjai. Többnyire csak a csontos héjjuk maradt meg, lábaik ritkán, de ezek alapján tudjuk, hogy úszni és a tenger fenekén járni egyaránt tudtak; egyesek gyors mozgásuak voltak és idővel képesekké lettek arra, hogy pánczéljukat le tudják vedleni. Valószínűleg társaságban éltek, mert a trilobita héjjak gyakran nagy mennyiségben találhatók együtt és bár ezek levedlett héjjak is lehetnek, joggal hihetjük, hogy a korai trilobiták kolóniákban éltek, vadásztak a zsákmányukra és harczoltak mint leszármazottjaik sok millió évvel később. Nem tudjuk egész biztosan, hogy milyenek voltak az életviszonyok a kambriumi időkben. A legelső élő lények az egyszerű egysejtű növények, legelőbb a mély óczeánban élhettek. A szárazföld pusztaság volt, a tavak lakatlanok lehettek. Másfelől azonban épen ennyire lehetséges, hogy az élet legelső megnyilvánulásait a szárazföld vizeiben élő egyszerű növények képezték, melyek azután fokozatosan terjedtek el a tengerben. Nem tudjuk ugyan, de nagyon valószínű, hogy az élet valamilyen nagy víztömegben keletkezett, a hol növények és jelentéktelen állatok együtt éltek, esetleg küzdöttek egymással és bizonyára ebben a környezetben alkalmazkodtak jobban és jobban az élet körülményeihez.

Henry R. Knipe tudományos alapon megírt kitünő könyvében, a *Ködfolttól az emberig*, - a honnan több ábrát vettünk és számos értékes gondolatot, - a korai óczeánban az életért való küzdelmet e néhány szép sor világítja meg:

A tenger vizében így folyik az élet
S magasabb formát ölt a szükséghez képest.
A tengeri lények minden ősi faja
Idők elmultával sokfelé ágazva
Küszködik a létért; s nem egy e sok közül
A hosszú tusában kipusztul, kimerül...
Ha pedig egy válfaj kiveszett már egyszer
Itt a Földön többé új életre nem kel.

Nagy valószínűséggel következtethetünk arra, hogy milyen lehetett a Föld ezekben az időkben. Sokkal több víz volt a földgömb felszínén, mint ma; a szárazföldek keskenyek és ritkák voltak. A tengerek valószínűleg sekélyebbek voltak a maiaknál, de kiterjedésük sokkal nagyobb volt. Sokkal többet esett az eső és hatalmas viharok uralkodtak a vizek állandó kondenzációja következtében. A Nap valószínűleg sokkal ritkábban volt látható és több geológus azt tanítja, hogy a Földet állandóan köd borította, úgy mint ma a Vénuszt.

Európa mint szárazföld még nem létezett. Egyes szigetek álltak ki a tengerből a mai Németország, Svájcz, északi Francziaország és Spanyolország helyén. Nyugaton Skótország sziklás szigetei is valószínűleg láthatók voltak, bár ezek később ismét elsülyedtek. Innen az óczeán megszakítás nélkül Canadáig terjedt, épúgy mint napjainkban. Canada fekete földjének jó része a víz felett volt, az Egyesült-Államok azonban, néhány nagy szigetet kivéve, a tenger alatt voltak. A déli féltekén számos szirt és sziget jelezte Dél-Amerika helyét; és nagy földterületek voltak Brazilia fölött, a hol ma a nagy hegylánczok emelkednek. Ázsiát nagyjából sekély vizek fedték és Afrika északi síkjai tenger alatt voltak. A mennyire ezt megítélhetjük, az éghajlatbeli különbségek kisebbek voltak mint ma, az éghajlati viszonyok az egész északi féltekén sokkal egyenletesebbek lehettek. A klima egyenletes volta a következő, az ordoviciai korszakig tartott.

Az ordoviciai korszak észrevétlenül folyik össze a kambriummal. Az élők világában sincs határozott megszakadás. A fajok lassan fejlődtek és mentek át egyik nagy korszakból a másikba. De az ordoviciai korszak állatvilága már sokkal gazdagabb volt. A szárazföld mindinkább több tért foglalt el és a szárazföldet állatok népesítették be. A legelső rovarok is az ordoviciai korszakban mutatkoznak. A maradványai nem nagyon impozánsak, ha csak nem a képzelet szemével nézzük őket. Az egész egy rovar szárnyának lenyomatából áll, melyet Svédországban találtak egy a felső ordoviciai korhoz tartozó palán, csak annyit mondhatunk róla, hogy ugyanabba a családba tartozott, mint a katicza-bogár. A rovar létezése azt mutatja, hogy szárazföldi növényzet is létezett, továbbá a levegő is alkalmas volt már a légzésre. Az első hal is az ordoviciai korból ismeretes. Coloradóban találták, a maradványok azonban oly rossz állapotban vannak, hogy nagyon kevés felvilágosítást nyujtanak. Ezeket a halakat lemezek fedték, melyek védelmül szolgáltak más állatok támadása ellen. Azt azonban már nem tudjuk, hogy a halak ragadozók voltak-e. A legjellemzőbb azonban az ordoviciai korszakra az, hogy a trilobiták benne érték el legnagyobb virágzásukat. Az ismert tribolitafajoknak több mint a fele megvolt az ordoviciaiban. Ezekből nagyon kevés jött át a kambriumból, a legtöbb először ebben a korszakban jelenik meg. A következő korban, a szilurban, számuk felére apad és a további korokban mindig csökkent, úgy hogy a paleozoikus korszak végén ki is halnak. Ezen érdekes állatok némelyike valószínűleg igen gyorsan mozgott; mások össze tudtak gömbölyödni, mint a sündisznó és így védekeztek a támadások ellen; a nagyobb méretűek között 60 cm. hosszúak is voltak. Igen érdekes állatok voltak a czefalopodák is, tengeri állatok, a melyek a ma is élő úszó nautiluszhoz hasonlítottak. Óriási méreteket értek el, egyes héjjak 4-5 méter hosszúak és a legnagyobb átmérőjük 30 cm. Ettől a legnagyobb mérettől lefelé a pipaszár vékonyságig mindenféle nagyságban találhatók. Tulajdonságaikra szerkezetükből és a mai tengerekben élő rokonságuk sajátságaiból következtetünk. Vagy uszkáltak, vagy a tenger fenekén mászkáltak és lestek gyengébb élő lényekre. A férgek száma kisebb, talán azért, mert az ordoviciai korszak iszapos és meszes tengerfenekei kevésbé feleltek meg nekik, mint a kambriumi homokok.

A földkéreg szerkezetének azok a változásai, melyekkel az ordoviciai korszak végződik, egyszersmind a szilur kezdetét jelzik. Ezek a változások néha kis területekre szorítkoztak és nagyon hevesek voltak, máskor nagyobb területeket érintettek sokkal gyengébb mértékben. Nem kell azonban azt hinnünk, hogy a változások okvetlenül hevesek vagy hirtelenek voltak. A rétegeket vizsgálva, mi csak a hatásokat látjuk, a hatások közül pedig csak a legnevezetesebbek maradtak meg a nagy idő után. A kambriumban jóval több víz volt a Föld felszínén, mint ma; és nagyon valószínű, hogy állandó trópusos erejű viharok mellett a vulkános kitörések és a földrengések igen gyakoriak és hevesek voltak. Mindenesetre biztos, hogy ebben a korszakban a szárazföld sok helyütt emelkedett ki a sekély tengerből. Hegyek épültek a partvonalak mentén, a kontinensek nagy szárazföldekké emelkedtek ki. Észak-Amerika kontinenssé való kialakulása ebben a korszakban kezdődik, Európa egyes vidékei is kialakulnak. A hegyek eljövetelével folyamok és folyók is keletkeztek; és a bő esőzések által táplált folyamok oly erővel végezték az erózió munkáját, a milyenre ma példát nem találunk, bár a szárazföldek nem voltak elég nagyok arra, hogy oly hosszú folyamok keletkezzenek, mint az Amazon vagy a Mississippi. Nem tudjuk ugyan pontosan meghúzni a szárazföld és a víz határait, azt azonban tudjuk, hogy a szilur kezdetén a szárazföldek peremén hatalmas hordalékrétegek keletkeztek, melyeket a folyók és az eső hordtak össze.

Az éghajlat még mindig egyenletes és ugyanaz nagy területeken, mert a meleg és mérsékelt szélességi öveket ugyanolyan erdők borították, mint a sarkvidéket. Egyes részei a szárazföldeknek sivatagok voltak.

Az élet nagy mértékben megváltozott a szilurban. A tenger nagymértékű visszavonulása következtében a sekély vizek területe jelentékenyen megkisebbedett; ezzel együtt járt az ordoviciai kor gazdag állatvilágának elszegényedése. Azután oly korszak is volt, a mikor a tenger elborított szárazföldeket, majd ismét visszavonult, nagy vízmennyiségeket hagyva maga után, melyek fokozatosan sósabbak lettek. Mindezek nagy hatással voltak a szilur állat- és növényvilágának kifejlődésére. Ebben a rövid összefoglalásban csak a legfontosabb vonásokra terjeszkedhetünk ki. Korallok terjedtek el a tiszta vizekben és számos szirtet építettek fel a partoktól bizonyos távolságra. Ezeken a szirteken sok más élő állat is letelepedett. A krinoidák, melyek bár állatok, mégis a tenger liliomainak neveztetnek, nagy mértékben lépnek fel; gyakoriak a tengeri sünök és a kagylók is. A gyöngykagyló ősei is a szilurból származnak, épúgy mint az első ammonitek, melyek nevüket kosfejű Ammon canaani isten nevétől vették. A szilur tengerekben sok állat, trilobita, teknősrák és hal élt.

A szilur halak legtöbbje csontlapokkal volt vértezve; egyeseknek farka szilárdan függött össze a gerinczével; másoknak olyan volt a bőre, mint a kaktuszé, mások ismét a mai czápához hasonlítottak. Sok növényi maradványt is ismerünk, májmohokat, páfrányokat és mohokat. A buja növényzet számos rovart táplált, melyeknek nagy számát mutatja az, hogy több miriád nemzedék változásait is átélték.

Végül még elmondjuk, milyenek lehettek a szilurban a brit szigetek. A szilur végén Britannia valószínűleg szigettengert képezett, mely 10 szélességi fokot foglalt el, hasonlóan a Csendes-tengerben ma is található számos szigetcsoporthoz. Az egyik szigetcsoport magját Skótország nyugati partjának öreg gneisz dombjai képezték, melyek a Ben Nevis gránit vonulatában érték el legmagasabb pontjukat és a déli Grampiansig terjedtek; egy másik szigetcsoportot a skót South Highlands és Lammermuir Hills képeztek; a Pennin láncz és a Malvern Hills alkották a harmadik, legkeletibb fekvésű csoportot; a Shropshire és Welsh hegyek a negyediket; Devon és Cornwall messze délre és nyugatra nyultak. A szilur korszak végén a brit szigetek minden pontját, a mely ma nem éri el a 240 m. tengerszint feletti magasságot, tenger borította.

XVIII. FEJEZET.
Hogyan keletkeztek a kőszéntelepek?

A Föld történetét követve, most ahhoz a korszakhoz érkezünk, a melyikben a nagy kőszéntelepek rakódtak le. A mult század első felének geologusai - *William Smith* és mások - megfigyelték, hogy a kőszenet tartalmazó rétegek alatt hatalmas vastagságú vörös homokpadok feküsznek, melyek édesvízi halak nyomait, kagylókat és növényi maradványokat tartalmaznak. A szén felett szintén vastag vörös homokkőpadok vannak. Az alsóbb és idősebb vörös kőzetet Old red sandstone-nak, régi-vörös-homokkőnek, a felsőt és ennélfogva fiatalabbat New red sandstone-nak, új-vörös-homokkőnek nevezték el. A régi-vörös-homokkő ennélfogva a szilur és a kőszénkorszak között fekszik. Ámde Devonshireben tetemes vastagságú, tengeri kövületeket tartalmazó palák és mészkövek is találhatók a két formáció között, ezek tehát ugyanolyan korúak, mint a régi-vörös-homokkő. Ennélfogva ezeknek a paláknak és mészköveknek a *devon* nevet adták. Ezek nyilt tengerben rakódtak le ugyanabban az időben, amikor a régi-vörös-homokkő rétegei szárazföldi édesvizű tavak partjain képződtek.

Anglia nyugati részében a régi-vörös-homokkő Hereford és Monmouthtól Brecknok és Glamorganig terjed. Vastagsága itt a legnagyobb, mintegy két mértföld. Alsó része vörös és sárga homokkövekből, márgákból és palákból, továbbá mészkőkonkréciókból áll. Vörösre a vas szinezi és ott, hol sok a vas, a kövületek ritkák, bár halmaradványok itt is találhatók. A régi-vörös-homokkő klasszikus területe Skótország, itt gyűjtötte *Hugh Miller,* akkoriban cromartyi kőműves, a gyönyörű kövült halait. *Hugh Miller* felfedezése a geologia történetének egyik legérdekesebb lapjára tartozik; «képzeljük el, - írja *Bristow* - azt a meglepetést, melyet valaki érezhet, a mikor első geologiai leczkéje alkalmával, a mikor először tör szét egy követ, p. o. egy a víz által meggörgetett kavicsot és benne, egy órát vagy más finom szerkezetet talál, hogy *Archdeacon Paley* hasonlatával éljünk. Ugyanezt a meglepetést érezhette *Hugh Miller,* a Moray Frith nyugati partjának egy sziklájába vájt homokkőbányájában. Egy kék liaszmészkőkavicsot vett fel és tört ketté kalapácsának egy ütésével és ime egy gyönyörűen mintázott ammonit tűnt szemei elé. Ne csodálkozzunk most már azon, hogy ezután a félig kőműves, félig tengerész és költő férfiú geológussá lett. Információkat keresett és talált is, azt találta, hogy a kőzetek, melyek közt dolgozott, tele vannak elmult idők emlékeivel. Folytatta kutatásait és észrevette, hogy ugyanabban a rétegsorozatban az egész part mentén bizonyos kövületek igen gyakoriak; magasabb övekben ezek eltünnek és mások jelennek meg.»

«Azt olvasta és tanulta továbbá, hogy más, fiatalabb keletkezésű országokban sajátságos állati maradványokat találtak; olyan alakokat, melyek később eltüntek és melyek helyét a ma is élőkhöz hasonló alakok foglalták el. Ezek után megtudta, hogy szülőföldjének hegyeiben elmult korok üledékes kőzetei veszik őt körül; reá jött arra, hogy ezek a nagy hegylánczok szemenként épültek fel az óczeán fenekén és azután emelkedtek ki mai magasságukig az óczeán fenekének részleges kiemelkedése vagy más részének sülyedése következtében...»

Az *Old Red Sandstone* czímű könyv, a mely *Hugh Miller* kutatásainak eredményét tartalmazza, klasszikus terméke a geologiai irodalomnak.

Angliában és Skótországban a régi-vörös-homokkő még három más vidéken látható, ezek a helyek hajdan valószínűleg nagy kiterjedésű édesvízi tavak voltak, melyekben homok gyűlt össze. Sir *Archibald Geikie* Welsh Lake, Lake Cheviot, Lake Caledonia, Lake Arcadia, Lake Lorne-nek nevezte el őket. Hasonló homokos lerakódások vannak még Oroszországban, Észak-Amerikában a Catskill Mountains közelében és igen sok helyütt Canadában; nem

szenved kétséget, hogy mindezeken a helyeken nagy tavak voltak, melyeket fokozatosan feltöltöttek a folyók.

Ezeknek az üledékeknek legnevezetesebb kövületei a halak. A halak a késői szilurban jelentek meg és a devonban már nagyon elterjedtek. A legérdekesebbek azok, melyeken meglátszik, hogy más élő lényből származtak le. Ezeket *ostracodermák*nak hívjuk, rendkívül hasonlítanak az előbbi kor egyes trilobitáihoz. A *Pterespis* egyike a legelsőknek és «uszonyait» evezőként használta. Talán a legérdekesebbek a *Pterichtydák,* vagy szárnyas halak voltak; bár nem valószínű, hogy a szárnyszerű képletek tényleg repülésre szolgáltak volna. A halak kistermetűek voltak; alakjuk tömpe és nem mozogtak gyorsan. Szájuk és szemük gyengén kifejlődött; valószínűleg beásták magukat a lomha vizek puha ágyába és csak sajátságos elhelyezésű szemeik és lemezes hátuk állott ki. Egy másik csoportot képvisel az a kis halszerű állat, melyet Skótországban találtak és valószínűleg a «Petromyzon» ősét képviseli.

A édesvízi halakon kívül olyanokat is ismerünk, melyek a tengerben éltek; a devonban az édesvízi halak voltak a számosabbak. Nem is tudjuk mind felsorolni. A *Cocosteus* és rokonai fejükön és vállaikon nagy és vastag csontos lemezeket hordtak (néhány szép példány a londoni természetrajzi múzeumban látható), farkuk és testük középső része azonban nem volt vértezve. A mai czápáknak is volt képviselőjük a devonban. A czápák a geologiai multban majdnem állandóan tengerlakók voltak, bár jelenleg édesvizekben is találhatók, úgy mint a Baikal tóban Szibériában és a Nicaragua tóban. A devonban a nyilt tengerben éltek, maradványaik azonban a régi vörös-homokkőben is előfordulnak, úgy hogy biztosra vehetjük, miszerint édes és brakk (féligsós) vizekben is éltek. Ugyanezekben a rétegekben a nevezetes halak társaságában nagy krustaczeákat is találunk, melyek némileg a mai Malacca-rákhoz hasonlítanak, azonban 2 méter hosszúra is megnőttek. Találtak ezenkívül még kagylókat és vízinövények maradványait, de nem sokat.

A devoni emlékek között jól megőrzött szárazföldi növényeket is találunk. A nagy lycopodiumok (a mai korpafüvek ősei) pompásan díszlettek a szárazföldön és a folyók mentén sűrűn álltak a calamitesek és a valódi páfrányok. A lycopodiumok és a calamitesek óriási termetükből egyes helyeken már veszíthettek is, a páfrányok azonban még nőttek; megjelentek ezenkívül a fenyők és a tiszafa ősi typusai. A devoni növényzet komor jellegű volt; virágok nem nőttek és a rovarok is mások voltak, mint a milyenek ma repülnek virágról virágra. A rovarok hatalmas szitakötők és más vízilegyek voltak. Érdekes, hogy megczáfolhatatlan bizonyítékunk van arra, miszerint a devonban a legkisebb élőlények, a bacteriumok is éltek.

A szárazföld eloszlásáról nem szólhatunk teljes biztonsággal. A siluri heves megrázkódtatások megszüntek ugyan, de azért a földrétegek még tovább mozogtak. Anglia nagy része kiemelkedett a vízből, Belgiumig és Észak-Francziaországig terjedt. A korszak végén nem volt meg a német tenger és a Szt. György-csatorna sem létezett; Skótország szintén ekkor emelkedett ki a tengerből és élénk vulkános működés színhelye volt. A míg azonban a britt szigetek, Belgium, Dánia, Skandinávia és Nyugati-Oroszország nagy része, továbbá Közép-Francziaország, Közép-Németország és a Balkánfélsziget kis részei kiemelkedtek a tengerből, addig Európa többi része a víz alatt volt. Az Egyesült-Államokban hasonlóképp történtek süllyedések és emelkedések, egészben véve azonban a geologiai történelem simábban folyt le az Atlanti oczeánon túl. Európában ép úgy, mint Amerikában a devon végén nem voltak nevezetesebb változások, bár Oroszországban, Csehországban és Nagy-Britanniában voltak felszíni változások. A Bristol-csatornától délre levő nagy hullámzó vízfelület medre mélyedni kezdett.

A kontinentális terület, a mely a régi-vörös-homokkő nagy tavait foglalta magában, ezután süllyedni kezdett. Az összes brittszigetek, egy North Wales-től Norfolkig terjedő keskeny csík kivételével, a tenger alá süllyedtek. A tavak eltüntek és képződményeik felett, épp úgy mint

Anglia többi része és majdnem egész Európa felett, Skandinávia, továbbá Spanyolország, Francziaország és a Balkán egyes foltjai kivételével, mély tenger terült el és sok ezer éven át szürke mésziszapot rakott le. Ezt a mészkövet karbonmésznek hívjuk. De az idők folyamán a tengerfenék ismét lassan emelkedett, a sekélyebb vízben nagy mennyiségű durva homok, kavics és konglomerátum - a Millstone Grit - rakódott le. A mészkő tiszta vizekre mutat; de a tiszta tengerek partjain gyakran szárazföldi kőzetek törmelékei ülepednek le; és a korai karbón tengerpartjain, mely Irlandtól Európa északi részéig terjedt, iszap, kavics és homok rakódott le.

Ennek a korszaknak végét Európában hatalmas zavargások jelzik; bár lehet, hogy a mint már egy előbbi fejezetben említettük, ezek korántsem voltak hevesek vagy történtek hirtelenül, hanem hosszú, százezer évekre terjedő folyamat eredményei. Ebben a korszakban emelkedett ki az a hatalmas hegyrendszer, melyet paleozoos Alpoknak neveztek el. Ez a hegyrendszer Közép-Európán vonult át, a nyugati szigetektől a Szudétákig. Maradványai a Vogézekben, a Harz hegységben és a Fekete Erdőben láthatók; az Ural szintén ebben a korszakban emelkedett ki. Ez idő alatt egész Európában enyhe időjárás uralkodott, még messze északon Spitzbergennél is oly meleg volt a tenger vize, hogy benne korallok és melegvízi növények is megélhettek. Időközben a karbontenger kitöltődött, nagy mocsaras és lapos területek foglalták el az egykori tenger helyét. Ekkor keletkezett a kőszén, melyet ma tűzhelyeinkben égetünk. Lássuk most már azokat a körülményeket, melyek között a szén előfordul. A szénképződmény azonos az egyenlítőtől a jeges övben levő Melville szigetekig, a hol ma állandóan fagy. Nova Zemblatól Kina közepéig húzódik és teljesen ugyanolyan körülmények között található Uj-Zealand-on és New-South-Walesben. Ebből tehát arra következtethetünk, hogy a kőszén képződése idejében az egész Föld klimája egyforma, meleg, nedves, párás volt. Bármilyen is volt azonban a klima, a növényzet növekedése bámulatos volt.

Most kissé bővebben kellene szólnunk a növényzetről, egyelőre azonban csak azt jegyezzük meg, hogy a mostani növényzettől igen eltérő volt. Képzeljünk egy meleg, nedves légkört, egyfajta állandó meleg ködöt, melyen a Nap sugarai csak nehezen törtek át és melyben úgyszólván mindennap esett az eső, egy állandóan gőzölő melegházat. A nagy erdei mocsarak igen kevés változatosságot mutattak fel. Mindenesetre, - írja *Louis Figuier* - igen gyors és hatalmas növésűek voltak a növények, azonban fajokban nagyon szegények és nagyon egyforma megjelenésűek. Virágok nem tarkították az erdőket. Örökzöld páfrányok, korpafüvek (lycopodiumok) és surlók (equisetumok) képezték az uralkodó növényeket. Gyümölcsök, melyek táplálékul szolgálhattak volna, nem termettek. Felemlítjük még, hogy kevés szárazföldi állat élt, a szárazföldet főleg növényzet borította. A levegőt csak néhány szárnyas rovar népesítette be; ezenkívül még számos szárazföldi csiga is élt ebben a korban.

Végezetül ez a dús növényzet korhadás, összenyomás, alámerülés, esetleg földrengések és vulkános kitörések következtében való elsülyedés révén kőszénné változott át. Azt kérdezhetjük most, mennyi ideig tarthatott ez a folyamat. Buja növényzet átlagszámítások szerint évente körülbelül egy tonna száraz növényi anyagot termel 1 holdon, vagyis 640 tonnát egy négyzetmértföldön. Ha ez a termés ezer éven át minden évben megmaradna és összenyomódnék, a míg olyan sűrűvé és nehézzé válik, mint a kőszén, akkor egy körülbelül 17 centiméter vastagságú kőszénréteg keletkeznék. De a növényi anyag legnagyobb része, még a tőzegtelepekben is gáz alakjában elszabadul a kőszénné való átalakulás közben; ilykép négyötöd rész vész el. Ha ez igaz, akkor a 17 centiméteres kőszénréteg alig 4 centiméternyire redukálódik és egy méternyi vastag réteg mintegy 24000-27000 év alatt képződnék. A szénrétegek vastagsága gyakran 30 méter, sőt eléri a 75 métert is. Az előbbi számítás alapján ennek a képződésére 1.000,000-2.500,000 év kell. Nem kell elfelejtenünk, hogy nagyon sok függ a karbonkori növényzet növekedésének mértékétől, a mely valószinűleg sokkal nagyobb volt a

mainál. Másrészt fent csak a kőszénrétegek vastagságát vettük számításba; a kőszéntelepek legnagyobb része palából és homokkőből áll, melyek gyakran 300 láb vastagságot is elérnek, még ott is, a hol az üledékek nagyon finomak és felhalmozódásuk valószínűleg igen lassú volt. A kőszénképződés korszaka tehát változatos volt, az erdők folyton süllyedtek és emelkedtek, majd tavak, majd tengerek borították el, hogy aztán ismét kiemelkedjenek.

Ha elmerül az erdő teljes pompájában
s laguna lesz belőle a pusztító árban,
Kitartó munka indul, hogy visszaszerezze
Napsugárban rezgő árnyas lombjait,
Melyeket a zúgó tenger elborít.
Folyók visznek oda agyagot és iszapot
És lassankint feltöltik az elmerült partot.
Míg újból burjánzik ott épen úgy mint régen
Páfrányos sűrűség a dús erdőségben.

(H. R. Knipe).

Feltételezhetjük, hogy ezeknek az üledékeknek a keletkezése legalább annyi ideig tartott, mint a szénrétegeké. Ilyképen a fenti számok megkétszereződnek és a kőszénképződés idejéül két-öt millió évet kapunk.

A kőszénben, a mint tudjuk, nagy erdei fák maradványai találhatók; legtöbbnyire hatalmas páfrány fák és számos kis növény, melyek sűrű gyepet alkottak.

Mindenki ismeri a lápos helyeken élő surlófüveket. Ezeket a szerény füveket a kőszénkorszakban 7-10 méter magas és 10-15 centiméter átmérőjű fák képviselték. Megmaradt törzseiket, *calamites*-eknek hivják.

A mai korpafüvek *(lycopodiumok)* szerény növények, alig 30 cm. magasak és rendszerint kúszók; a régi világbeliek 24-27 méter magas fák voltak. Leveleik néha fél méter hosszúak voltak, törzsük pedig 30-40 cm. átmérőjű. Több igen nagy méretű példányt találtak. Más lycopodiumok még nagyobb méreteket értek el. A *Sigillariák* néha 30 m.-nél is magasabbra nőttek. Füves páfrányok is nagyon gyakoriak voltak, az óriási fák árnyékában nőttek. A kőszénkorszak erdeit ezek a magas fák és az alattuk növő alacsonyabb növények alkották. «Mi sem lehet meglepőbb, - írja *Figuier,* - mint ez a dús növényzet, ezek a hatalmas fák, ezek az előkelő megjelenésű fanemű páfrányok finom metszésű, csipkeszerű leveleikkel. Napjainkban semmi sincs, ami bennünket arra a bámulatos kiterjedésű, soha nem változó földtakaróra emlékeztetne, a mely a Földet, az egyik sarktól a másikig borította, az akkor az egész földgömbön egyformán uralkodó magas hőmérséklet mellett. Az őserdők mélyében élősdi növények függtek alá a nagy fák ágairól pamatokban vagy füzéreket képezve, mint a mai tropusi erdőkben a vad szőlő. Mind csinos, páfrányszerű növény volt és úgy függött össze a nagy fákkal, mint a mai orchideák.» A vizek széleit is számos növény borította, melyek talán már a kétszikűek rendjébe tartoztak. Mielőtt ezt az érdekes tárgyat elhagynók, meg kell említenünk mint a jelenkor egyik legérdekesebb felfedezését, hogy *F. W. Oliwer* megtalálta a *Lyginodendron*-ban, egy magot termő páfrányban, az összekötő kapcsot a kőszénkorszak páfrányszerű fái és a cycadok, a magot termő növények egy korai csoportja közt.

Lássuk most a kőszénkorszak állatvilágát, a mely ugyan nem olyan érdekes, de azért nem kevésbé fontos fejezete a karbonkor történetének. A korszak kezdetén, a mikor a britt szigeteknek csak kis része állott ki a tengerből és Irlandtól Kináig egy nagy óczeán hömpölygött, a legfontosabb emlékeket a tengeri állatok hagyták. A korai karbonban a rhyzopodák, - egyesek oly parányiak mint a porszem, - rakták le kis héjaikkal későbbi hegyek alapját; a tengeri liliomok virágzásuk tetőpontját érték el és nagy területeket foglaltak el; a mai nautilushoz

hasonló alakok jelentek meg és az ammonitek a legnagyobb méreteiket érték el. A trilobiták, a melyek a Föld gyermekkorának eddig legelterjedtebb és legnevezetesebb állatai voltak, kezdenek kihalni, az életért való küzdelemben helyüket jobban alkalmazkodó alakoknak engedve át. A hatalmas tengeri skorpiók is hamarosan eltünnek. A halak, bár a legtöbb még igen kicsi, nagyobbak lesznek, egyesek a czápákhoz, mások a rájához hasonlítanak; és a mi a nagyságnál fontosabb, a halak gyorsabban mozognak és képesekké válnak gyengébb teremtmények megtámadására.

A kőszénkorszak folyamán a tenger elborította a szárazföldet és a partok, a hol szárazföldi csigák, ezerlábúak és százlábúak, rovarok, skorpiók és pókok találtak menedéket, egészen megváltoztak. Más állattypusok is jelennek meg. Lehetséges, hogy egyes víziállatok, a mint mindig sekélyebb és sekélyebb vízbe kerültek, végre több nemzedéken át részben szárazföldi, részben vízi állatokká, úgynevezett amphibiumokká (kétéltüekké) váltak. Ilyképen kis gyíkszerű állatok jelentek meg, lassan mozogva a mocsarakban, mások erősebb végtagúak, az erdőbe is bevonultak. Mások kígyószerűek, a tengerpart melletti mocsarak közt éltek. Ezeknek a kétéltüeknek a táplálkozásáról és életmódjáról nagyon keveset tudunk. Fogaikból arra következtethetünk, hogy halakból, krusztaceákból, rovarokból és egymásból éltek, rabló életmódjuk gyakran kényszeríthette őket arra, hogy a fákra másszanak táplálékot keresni. A legfontosabb szerepe a kétéltűeknek az, hogy ők készítették elő a gerinczesek útját a tengerből a szárazra.

XIX. FEJEZET.
A hüllők korszaka.

Már említettük, hogy az alatt a számos százezer év alatt, a míg a karbonkorszak tartott, a tenger néha előre-, néha visszavonult. Ezt semmi sem mutatja jobban, mint a kőszénképződmény nagy vastagsága. A karbonképződmény egyaránt meg van Amerikában, Európában, Afrikában, Ausztráliában és Új-Zealandban. Arkansasban, Észak-Amerikában, a kőszénképződmény 5400 m. vastag; a Wasatch hegységben a karbonrétegek vastagsága 4000 m., az ezüsttermő Newadaban pedig 3000 m. A nyugat-európai kőszénformáczió, akárcsak Észak-Amerika keleti részében, főleg palákból és agyagokból áll, alárendelt homokkő- és mészkőpadokkal; nagy vastagságot ér el és a Millstone Grit 1650 m. vastag rétegeit beleértve, Lancashireben 4200 m. vastag, sok helyütt pedig a két kilométert is meghaladja. Ez a nagy vastagság azt mutatja, hogy a Brit szigetek közelében nagy kiterjedésű, kimagasló szárazföld létezett.

Németországban ugyanezek a rétegek bőven tartalmazva szenet, 3000 méter vastagok. Ugyanebben a korszakban tekintélyes vulkános működés és földrengések is voltak, mert Németországban, a Hartz-hegység közelében és másutt is, a karbonrétegek között eruptiv kőzetek találhatók, és mert Belgiumban meg Francziaországban a kőszénrétegek erősen meg vannak hajlítva és össze vannak gyűrve. Ugyanezek, vagy hasonló telepek találhatók Szibériában, Japánban és Khinában, a hol a széntelepek állítólag vastagabbak, mint bárhol másutt. A karbonszisztéma Afrikában is meg van, a kontinens északi, délkeleti és déli részében. Ausztráliában és Új-Zealandban a kőszénkorszak üledékei 3000 m. vastagok.

A karbonkorszak végén oly változások mentek végbe a Föld szinén, a melyek az életviszonyokat ellenkező módon változtatták meg, mint az eddig leírtak. Eddig minden újabb korszakban az élet mindig jobban fejlődött. De a karbonkorszak végével az élet hulláma sekélyebb lett. Az előbbi fejezetben emlitettük, hogy a kőszenet tartalmazó rétegek felett olyan rétegek következnek, melyeket a régibb geológusok új vörös-homokkőnek neveztek el. 1841-ben az új vörös-homokkövet két határozottan elkülöníthető képződményre osztották fel. Az alsóbb és idősebb részt 1841-ben *Murchison perm*-nek nevezte el *(Perm* vagy *Permia* régi orosz királyság nevéről, a melynek területét majdnem kizárólag ez a vörös-homokkő képezi). Németországban ezt a korszakot inkább *dyas*-nak hívják (a latin duó = kettőből), mert itt két jól megkülönböztethető rétegcsoportból: alul vörös-homokkövekből, felül magnéziás mészkőből áll. Ilykép a permi képződmények két typusát ismerjük: a tulajdonképpeni typust, a mely vörös-homokkövekből, márgákból, palákból és mészkövekből áll és néhány vékony kőszénpadot is tartalmaz; a másik a dyastypus, ez Németországban található.

Nem tudjuk, mi okozta a nagy változást; bár azt tudjuk, hogy ebben az időben Európa hatalmas vulkános működés szintere volt és hogy az eltünő erdőket és párolgó mocsarakat puszta síkságok váltották fel. A növényzet mindinkább hanyatlott, az erdők eltüntek és csak egyes ligetek maradtak meg. A puha, nedvdús fák helyébe kemény fenyők lépnek és más, a szurokfenyővel, a tiszafával és a gingkóval rokon fajok is megjelennek. A gingkó egyike a legrégibb fáknak, melyeknek ma is van képviselőjük. Az erdőkben cycadok, a páfrányok leszármazottjai nőttek.

A trilobiták, egyetlen elegáns faj kivételével, mind eltüntek; a korallok megváltoztak és számos cephalopoda kihalt. Néhány új halfaj lép fel, melyeken még mindig megvan a hátgerincczel szilárdan összefüggő farok. Az élet, a mint látjuk, általában elszegényedett. Oly nagyfokú volt ez az elszegényedés, hogy a régi geologusok azt hitték, miszerint az egész élet

kipusztult a paleozoos kornak végével és egy új teremtés következett. Ez a véleményük csak megerősödött volna, ha tudták volna, hogy a tropusi klimát nagy hideg és jegesedés váltotta fel és hogy a nagy sivatagokon a szárazság tette az életet lehetetlenné. Ma azonban már tudjuk, hogy az élet nem veszett ki egészen; hogy számos faj túlélte ezt a változást és alkalmazkodva a megváltozott viszonyokhoz, megerősödött. Mindamellett az élet nagyon elszegényedett. Néhány évvel azelőtti összeírás eredménye az volt, hogy a karbonból 10,000 állatfajt ismerünk, míg a permből csak 300-at, vagyis három százalékot. Az arány a valóságban valószínűleg nagyobb volt ugyan, de azért mégis alacsony.

PLESIOSAURUSOK.
A különböző fajok hossza 3-12 méter között váltakozott.

Bár a perm szegény volt az állatfajokban, ezek nagyon érdekesek. A kétéltűek a karbon utolsó korszakában megerősödtek és számuk is valószinűleg nagyobb volt, mint az előbbi korokban, mert a nagy mocsarak igen kedvező viszonyokat nyujtottak nekik. Számuk kisebb lett a permben, bár a permi kétéltüek több irányban haladást mutatnak fel és a hüllőkhöz kezdenek hasonlítani. Lehet, hogy a hüllők először a karbonban lépnek fel, de mi csak a permből ismerjük őket. Ekkor a hüllők már két ágra különültek szét, bár lehet, hogy sohasem képeztek közös csoportot, hanem már mint kétéltüek váltak szét. Az egyik csoport a gyíkok, krokodilusok, dinosauriusok, ichthyosauriusok és repülő sauriusok nagy seregével mutatott hasonlatosságot; a másik csoportból valószinűleg a teknősök és plesiosauriusok származtak le, sőt lehet, hogy ezen az úton az emlősökhöz jutunk. Ez a gyors és eltérő irányú kifejlődése a reptiliáknak egy olyan korszakban, mely az életnek általában nem kedvezett, nagyon érdekes jelenség. Ezek a lények azt jelentik, hogy a levegő a légzésre alkalmasabb lett, lehet, hogy az oxygén mennyisége a levegőben megszaporodott. A permi kétéltüek egyik legérdekesebbje a Sphenodonhoz hasonlított, a mely ma is él Új-Zealand északi szigetein. A legnevezetesebb a *Naosaurus,* melynek magasan ivelt hátán tüskék között kifeszített taraj húzódott végig. Az állat hossza egy és három m. között váltakozott.

Ezeket a változásokat a tenger általános visszavonulása okozta, úgy Észak-Amerikában, mint Európában. Mindkét kontinensen nagy területek vannak, melyek időnként szárazak, máskor pedig víz alatt voltak, más nagy területeket jég vett körül és jeges szelek sivítottak végig

rajtok, vagy a Nap perzselő hevének voltak kitéve nyáron, mint a mai nagy sivatagok, de sokkal nagyobbak voltak. Ilyen körülmények között fejeződött be a paleozoos kor és kezdődött a mezozoos, vagy geologiai középkor.

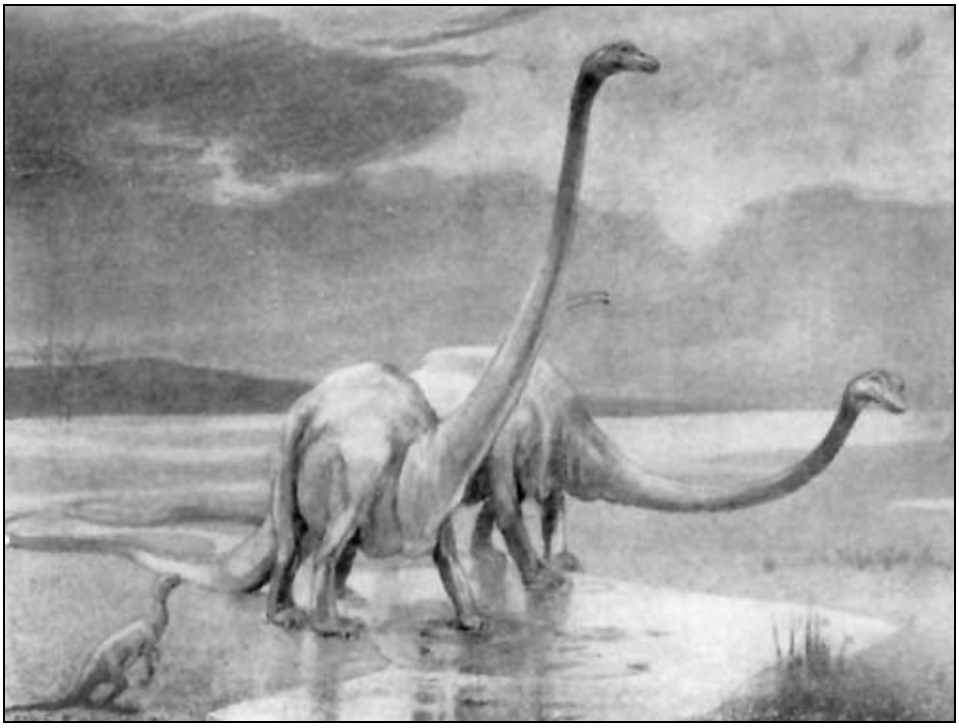
A geológiai középkort az előbbi korszaktól azért választották el, mert a sivatagi éghajlat következtében az élet jellege nagyon megváltozott; a későbbi kutatások azonban azt mutatták, hogy az összekötő tagok megvannak és hogy az állatoknak a környezetükhöz való alkalmazkodása szünet nélkül folyt. Nem követhetjük az összes változásokat és rokonságokat; csak egy későbbi kor geológusai fogják megjelölhetni a szárazföld és a tenger összes változásait. Mi a kontinensek változásait csak nagy vonásokban jellemezhetjük. A brit szigetek úgyszólván egészen kint voltak a vízből, éghajlatuk olyan hideg lehetett, mint a mai Izlandé. Skótországtól délre és nyugatra nagy, sekély tó volt, míg Nagy-Britanniától északra nagy síkság terült el Európán keresztül. A tótól délre száraz öv volt, tovább délre a tenger elöntötte Itáliát és elérte Dél-Németországot. Ebben a tengerben rakódott le az a mészkő, a mely később a tengerből kiemelkedve az Appenninek, az Alpok és a Pyreneusok hegyláncait alkotja. Észak-Afrika víz alatt volt, délfelé azonban Afrika összefüggött Indiával. Ázsia nagy része víz alatt volt, azonban Észak-Amerika szélesebb volt mint ma, nyugati partja messze benyúlt az óceánba.

Ebben a korszakban, melyet triasznak neveznek (ezt a nevet a német *Bronn* adta, mert benne három rétegsorozatot talált, a középső azonban, a kagylós mész, Nagy Britanniában nincs meg), a nagy hüllők és kétéltüek rendkívül kifejlődtek. Nem sorolhatjuk fel mind, mert nemhogy ez a fejezet, de egy egész kötet sem volna elég a triasz és az azt követő jura formáczió hüllőinek leirására. Egynéhányról azonban bővebben szólunk. Egyike a legérdekesebbeknek a *Pareiosaurus* volt, melyet Dél-Afrika, Oroszország, India, Skótország és közép Anglia jurakorbeli homokköveiben és mészköveiben találtak. A Pareiosaurus csontváza két és fél m. hosszú, mopszli kutyára emlékeztet; azonban értelmetlen állat volt, a fogai tanusága szerint főleg növényekből élt.

Sir *E. Ray Lankester* a kihalt állatokról («Extinct Animals») szóló előadásaiban leírja, hogyan talált meg *Amalitzky* orosz tanár számos hüllőcsontvázat a Dwina homokpadjaiban, Archangelsk közelében. Ezen a helyen a Dwina partjain permi rétegekből álló szirt és ebben a szirtben homoklencse van nagy kemény csomókkal. Ezeket a csomókat kiszedték, összetörték és útjavításra használták. A homoklencse hasadékot tölt ki és triászkorú, azaz későbbi, mint a körülötte levő permi kőzet. A csomókat, a mint említettük, útjavításra használták és *Amalitzky* professzor 4 vagy 5 évvel azelőtt ezen a helyen járva meglepődéssel és nagy örömmel látta, hogy a feltört csomók valami nagy hüllő csontvázának egy darabját vagy koponyáját tartalmazták. Az orosz geologus rögtön hozzálátott a hely alapos tanulmányozásához és több éven át nagy összegeket költött a csomók kiásatására, a mit parasztok végeztek olyankor, mikor mezei munkával nem voltak elfoglalva. Az összegyüjtött csomókat a varsói egyetemre vitték, a hol finom műszerekkel és nagy gonddal kinyitották őket és az egyes csonttöredékekből az egész csontvázat összeállították.

Az *Amalitzky* tanártól rekonstruált Pareiosaurusok körülbelül olyan nagyok voltak, mint egy jól megtermett szarvasmarha, lábai azonban alacsonyabbak. Ugyanabban a korban élt egy hatalmas és valóban szörnyű húsevő állat, mely 60 cm. hosszú koponyával és hatalmas, tigrisszerű fogakkal birt. Ennek a csontvázát az előbbi állatának közelében találták. A neve *Inostransevia.* Nem szenved kétséget, hogy a rettenetes Inostransevia a növényt evő Pareiosaurus csordákra vadászott, melyeknek ártalmatlan voltát kis fogaik bizonyítják. Dél-Afrikában a Pareiosaurusok testvéreit szintén pusztították más húsevő ragadozók. Így látjuk együtt a földgömb egymástól messze levő helyein, Oroszországban és Dél-Afrikában a pusztító elnyomót és a gyámoltalan elnyomottat. Más szárazföldi alakok sajátságos, groteszk külsővel

birtak, így a cheloniusok nagy madár és krokodilus keverékére emlékeztetnek, gyíkszerű bőrbe bujtatva, nagy hátsó- és rövid mellső lábakkal, szűk mellel és koponyával.

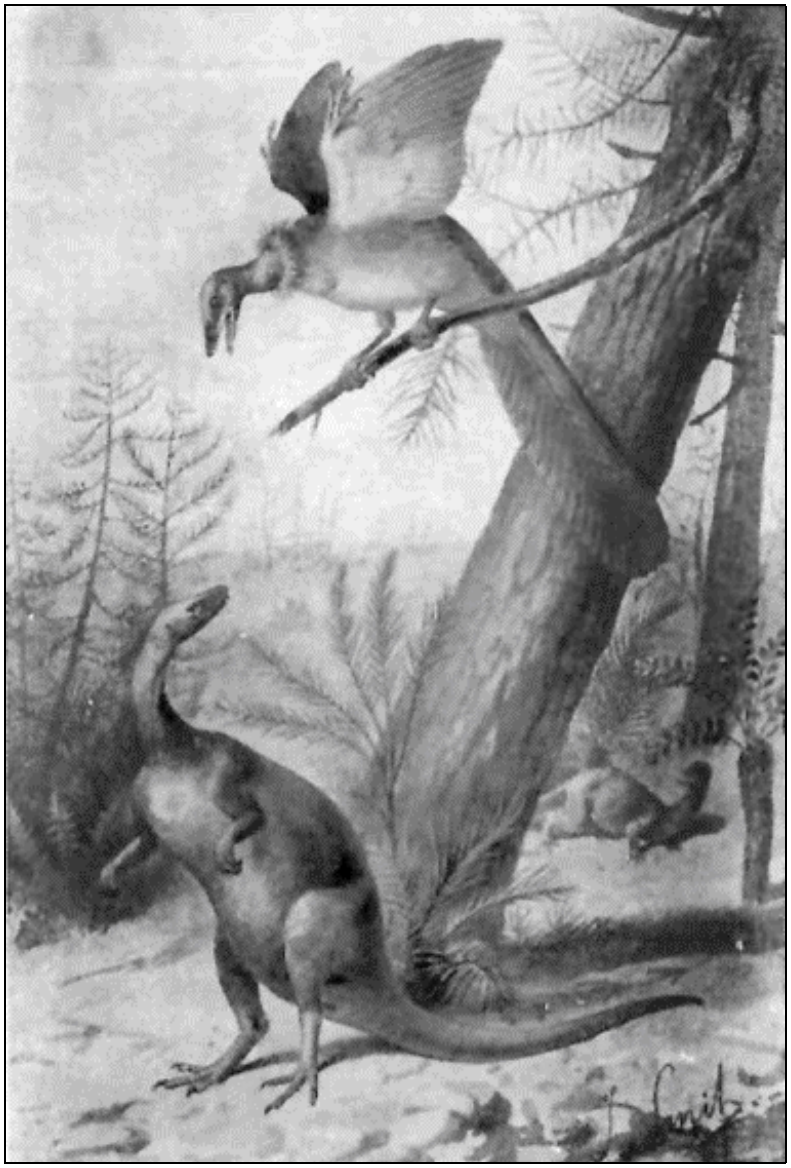


ORNITHOLESTES DIPLODOCUS CARNEGIEI.
Csontjait Wyomingban (Amerikai Egyesült Államok) találták;
ezek az állatok 24 méter hosszúra is megnőttek.

Mind a két ága a hüllőknek, az is a melyik a sauriusokat képviselte és az, a melyikből az emlősök származtak le, a triaszkorszak vége felé képviselőket küldött a tengerbe. Az Ichthyosaurus képviselte a határozottabb hüllőszerű ágat; a Plesiosaurus az eljövendő emlősök képviselője. Könnyen megtalálhatjuk az okát ennek a tengerbe való vándorlásnak. A hatalmas fajoknak ama hajlamán kívül, hogy minden elérhető térséget meghódítsanak, tekintetbe veendő a tenger térhódítása is, mely különösen a triász vége felé öltött nagy arányokat. A gazdag állatvilágot tartalmazó sekély vizek csalogathatták a ragadozó hüllőket, másrészt a szárazföld megkisebbedése következtében kisebb lett az a terület, a hol táplálékot kereshettek, a mihez hozzájárult még a hüllők nagy arányú szaporodása. Mindezek az okok egy részüket arra kényszerítették, hogy a vízbe költözzenek. A *Lariosaurus* fejlődése jól mutatja, miként befolyásolta ez a változás a hüllőket. A triasz korábbi szakaszaiban, a Lariosaurus felpuffadt alligatorhoz hasonlított, négy symmetrikusan elhelyezett kúszásra alkalmas lábbal. Később a hüllő lábai lapátokká alakultak át és elvesztette a szárazföldön való mozgási képességét.

XX. FEJEZET.
A hüllők kora. (Folytatás.)

A triasz utolsó szaka nagyon hasonlított a következő korszak első részéhez és az előbbit jellemző hüllők sok esetben csak igen kis változásokkal megtalálhatók az utóbbiban. A *Plesiosaurus* és az *Ichthyosaurus* a triaszszal függnek össze és ezért itt írjuk le őket. Bár ezek a hatalmas vízi állatok egyes esetekben tíz méter hosszúra is megnőttek, nem érik el a mai nagy vízi emlősök, a bálnák méreteit. Életében a Plesiosaurus teste olyan volt, mint egy tengeralatt járó hajó teste, melyhez négy nagy lapát, az elő- és a hátsólábak tartoztak. Nyaka hosszú volt, mint egy hatalmas hattyúé, ezen megnyúlt fej ült, melynek hatalmas álkapcsai számos hegyes foggal voltak fölfegyverezve. Valószínűleg ép oly jól tudott a víz alatt úszni, mint a vizen és úszva bekaphatott egy kisebb gyíkot a szárazról. A lapátok lábszerkezetűek, öt ujjból, csuklóból vagy bokából, alkarból vagy lábszárból és felsőkarból vagy czombból állnak. Déli Angolország liaszképződményeiben több ilyen Plesiosaurust találtak; gyakran bukkantak kőtömbökre, melyek egész csontvázakat tartalmaztak.



ARCHAEOPTERYX (az elő madár) és COMPSOGNATHUS (egy kis dinosaurus).

Az *Ichthyosaurus* inkább hal- vagy bálnaalakú volt. Sir *E. Ray Lankester* a következőket írja róluk: «Oly viszonyban álltak a szárazföldi hüllőkkel, mint a delfin a szárazon élő emlősökkel. Halszerű megjelenésük és uszonyaik nem primitiv jellemvonások és nem jelentik, hogy szorosabb rokonságban állnak a halakkal, mint a többi hüllő. Négylábú szárazföldi hüllők leszármazottjai ezek, melyek a vízi élethez alkalmazkodtak.» Éppúgy, mint sok bálnának, ezeknek is volt egy uszonyuk testük hátsó részén, a hol nincsen csontos támaszték. Az Ichthyosaurusnak a szeme körül csontos lapokból álló gyűrűje volt (mint a madaraknak) és ez gyakran megmaradt a kövült példányokon is.

A triaszkorszak végén képződött rétegeket a geologusok «Beds of passage»-nek (átmeneti rétegeknek) nevezték el. Láttuk, hogy a triasz rétegei, legalább részben, igen sós tavakban vagy beltengerekben rakódtak le. A triasz végén az oczeán betört, a terület részleges süllyedése következtében. A tengervízzel sok élő lény, hal, kagyló stb. is jött és a triasz tavainak szegényes állatvilágát dús tengeri élet váltotta fel. Ezeket a rétegeket rhétieknek nevezték el, mert először a hajdani Rhaetia római provincia helyén találták meg. Itt a legvastagabbak, 1000 m. homokkőből és palából állnak; azóta azonban megtalálták vékonyabb vagy vastagabb kifejlődésben Angliában, az Egyesült-Államokban és Európa más részeiben is, a hol a liasz a triaszon fekszik. Nagyon érdekesek azért, mert az állatvilág legmagasabb rendjének, az emlősöknek első nyomait bennök találták. Ezek a korai emlősök a marsupiáliák, vagy erszényes állatok csoportjába tartoztak, melyek ma is el vannak terjedve Ausztráliában. A délamerikai kis hangyaevő, a mely rovarokból él és körülbelül akkora, mint egy patkány, igen hasonló lehet megjelenésre és szokásaira nézve az első emlőshöz, a *Microlestes*hez.

Térjünk most vissza a jurakorszak hüllőihez. Ezt a korszakot a Jura-hegységről nevezték el, a mely Svájcz északnyugati részében fekve, ezt az országot Francziaországtól választja el. Ennek a hatalmas sorozatnak, mely agyagból, palából és mészkőből áll, a jura nevet 1829-ben adta *Brogniart* franczia geologus. Később azonban kiderült, hogy ennek a korszaknak alsóbb rétegei nagyon különböznek a felsőktől. Az alsók igen palásak és agyagosak, vékony mészkőpadokkal. Ezeket liasznak nevezték el. A liasz név a «layers = réteg» szóból keletkezik, a melyet a somerseti bányászok röviden «liasz»-nak ejtettek ki. Ez az elnevezés különösen a liasz alsóbb rétegeire találó, mert a vékony mészkőpadok és palák váltakozása következtében csíkozott szerkezetet mutatnak.

A felső jurának, melyben sokkal több a mészkő és helyenként homokkőpadokat is tartalmaz, az «oolit» nevet adták. Az oolit-rétegek különösen érdeklik az angol geologusokat, mert bennök állapította meg először *William Smith* (1790 körül) a rétegek sorrendjének a törvényét és ez vezette ahhoz a nagy felfedezéshez, hogy «a rétegek azonosíthatók a bennük levő szerves maradványok segélyével». Észrevette, hogy egyes mészkőpadok kis gömbölyű halikrára emlékeztető szemekből állnak. A munkások tényleg ikrakőnek is hívták azokat. Ezért *Smith,* amikor a rétegeket el kellett neveznie, a görög eredetű «oolit» kifejezést választotta *(oon* = tojás, *lithos* - kő). Ha a szemek nagyobbak, akkor a mészkövet *pizolit*-nak, borsókának hívjuk (latinul *pisum* = borsó). Egyes padokban, számos, szabálytalan alakú kagylóhéj, korall stb. töredék van.

Nagy-Britannia jura-rétegei melegvizű tengerben rakódtak le, a melyben Dartmore, Wales és Cumberland szigeteket képeztek. Egész Nyugat-Európa süllyedőben volt és végül el is süllyedt; a nyilt oczeán vizei ekkor befolytak a nagy triasz tavakba és keveredtek azok sós, ásványos vizeivel. A változás olyan volt, mintha ma Palesztina partjának süllyedése következtében a Földközi-tenger befolynék a Holt-tengerbe. A sóstavakban élő kevés hal elpusztult és a mint a szárazföld még jobban süllyedt, a tenger egész Közép- és nyugati Angliát elborította, gazdag állatvilágot hozva magával. Azonban a hüllők még nem haltak ki, a kis emlősök fejlődése pedig nagyon lassú volt.

Lássuk először a hüllőket. A bálnaalakú Ichthyosaurusok tovább fejlődtek a tengerben, mindinkább nagyobbak lettek, egyesek 12 m. hosszúra is megnőttek. A hosszúnyakú Plesiosaurusok is megerősödtek, egyes tipusok nagyobbak lettek. Ugyanekkor azonban új változatok is keletkeztek, rövidebb nyakkal és nagyobb fejjel (ennélfogva nagyobb agyvelővel is) birók, melyeknek nagyobb esélyeik voltak arra, hogy az életért való küzdelemben győztesek maradjanak, mint az őket megelőző aránytalan és kisebb agyvelejű hüllőknek. Az Ichthyosaurusok mindinkább közeledtek a halakhoz, egyesek már a tengerben költenek és nem mennek ki a szárazra tojásaikat lerakni, a mint azt a tengeri teknőczök és a krokodilusok teszik. A más ágból leszármazott Plesiosaurusok más módon alkalmazkodtak a tengerhez. A helyett, hogy a hal alakját vették volna fel, mindjobban a teknősökhöz váltak hasonlókká, megnyúlt nyakuk következtében alakjuk olyan volt, mintha «kígyóra teknősbékát húztak volna». A leghosszabbaknak hetvenhat csigolyájuk volt, ez több, mint a mennyivel élő vagy kihalt állatok egyáltalában bírtak. Egy kisebb fajta krokodilus is tünt fel ebben az időben és a tengeri teknősök ősei is megjelentek.

A szárazföldi állatok között a *Dinosaurus*ok (a görög *«deinos»* = félelmetes-ből) értek el hatalmas termetet és könnyű szerrel a hüllők uraivá lettek; köztük nemcsak húsevő szörnyetegek, hanem növényevő fajták is voltak. A húsevők között a *Ceratosaurus* volt a legfélelmetesebb. Csak öt méter hosszú volt, de ha hatalmas hátsó lábaira felállt, könnyen betekinthetett volna első emeleti ablakainkon; mellső lábaival a prédáját fogta meg. Képzeljünk el egy kengurut krokodilus fogakkal, elefánt termettel és a tigris vérszomjas természetével: ilyen lehetett a *Ceratosaurus.*

A növényt evő Dinosaurusok ebben a korban léptek fel, azonban olyan gyorsan fejlődtek, hogy rövidesen túlszárnyalták a húsevőket úgy nagyságra, mint alakjuk különbözőségére nézve. A *Brontosaurus* hossza 20 méter, sőt még több is volt. Négy lábon járt és egyike a legnagyobb szárazföldi állatoknak. Ez a hatalmas állat azonban termetéhez képest inkább gyenge volt. Szervezete aránytalan, feje nagyon kicsi, agyveleje alig volt nagyobb egy mogyorónál. Ilyen kis fejre a hatalmas testnek a táplálékkal való ellátása nagy gondot róhatott. A nagy tömeggel járó kényelmetlenséget csökkenthette, hogy állandóan vízben vagy víz körül élt. Több kitünően megmaradt *Brontosaurus*-csontvázból a geologusok azt következtetik, hogy életüknek gyakran hirtelen szakadt vége, esetleg úgy, hogy az iszapban elsülyedtek vagy valami mélységbe zuhantak, a honnan nagy súlyuk miatt nem tudtak kimászni.

A *Brontosaurus*hoz hasonló megjelenésű volt a *Diplodocus*, melyből egy gyönyörű példányt állítottak fel Pittsburgban. A *Diplodocus*, ártalmatlan, békés állat, 24 méter hosszú volt, orrától a hatalmas farkának végéig. Megállapították, hogy az ingerek az idegekben körülbelül 12 métert tesznek meg másodperczenként. A tunya *Diplodocus*ban ez talán még lassabban ment végbe, de mindenesetre legalább két másodperczig tartott, míg az ideginger végigfutott az állaton; ennélfogva a *Diplodocus* csak két másodpercz mulva vehette észre, hogy valamelyik ellensége a farkánál megtámadta és talán négy másodperczig tartott, a míg védekezni kezdett. Még nagyobb volt a *Brachiosaurus*, a melynek súlya akkora volt, mint egy gőzgépé, czombja pedig közel két és fél m. magas volt. Ezek voltak a legnagyobb hüllők és olybá vehetők, hogy elérték azt a határt, a mikor a terjedelem már csak teher. A *Stegosaurus*ok kisebb négy lábú állatok. Érdekes vértezettel bírtak, Angliában és Nyugat-Amerikában találtak ilyeneket. Egy Wyomingban talált *Stegosaurus* igen undok megjelenésű lehetett; azonban, épúgy, mint rokonai, igen kis fejjel és agyvelővel bírt és igen lusta állat lehetett, a melynek egyetlen védelme csúnyasága és vértjei voltak. A nagy hüllők eltünésének oka valószínűleg agyvelejük kicsiségében keresendő; nagyobb és mindig növekvő agyvelővel biró állatok elnyomták és kiszorították őket az életért való küzdelemben.

Már megjegyeztük, hogy a szárazföld benépesedése több reptiliát kényszerített a tengerbe való költözésre. Ugyanez az ok másokat arra bírhatott, hogy a levegőbe meneküljenek a mocsarak és erdők szörnyei elől. Bármi is legyen az oka, ennek a korszaknak legérdekesebb vonása a repülő hüllők kifejlődése. Már a triaszban látunk ilyeneket, a jurában azonban teljesen kialakultan jelennek meg. Valószínűleg egy fürge, üreges csontú, a karcsú ugráló Dinosaurusokkal rokon, sauriustól származnak le. A nagy testű Brontosaurusok és a légi Pterodactylusok közötti ellentét igen meglepő. Eleinte a madárszerű hüllők kicsinyek voltak, később azonban kiterjesztett szárnyaik hat méter hosszúságot is elértek; valóságos repülő sárkányok. Tollak nem ékesítették őket, hanem, akárcsak a denevérek, bőrnemű hártyával bírtak. A fejük madárra emlékeztetett, állkapcsaikban eleinte fogak voltak. Jól tudtak repülni, a mit egyes csontvázleletek bizonyítanak. Később a Pterodactylusoknak nem voltak fogaik és valószínűleg szelidebbek is lettek.

Természetesnek látszik, hogy a repülő kövesült hüllőkről a madarakra térjünk át. Ámde a valóságban a madarak nincsenek valami közeli rokonságban a pterodactylusokkal; a hüllőknek egy másik, teljesen különálló csoportjától származnak. Lehet, hogy őseik ama dinosaurusok között keresendők, melyek hátsó lábukon jártak és csak három ujjuk volt. Az első madarat a jurában találták, Solenhofennél, Bajorországban; csontváza most a londoni természetrajzi múzeumban van, egy másik pedig Berlinben. Ez a madár, az *Archaeopteryx,* akkora volt, mint egy nagy galamb, rövid fején nem volt csőr, állkapcsai fogakkal voltak ellátva. Míg a mai madarak «kezének» ujjai össze vannak kötve és szárnyat alkotnak, addig e madárnak a szárnyai sarkában három különálló ujja volt, melyek karommal végződtek. Lábai a madáréhoz hasonlítottak, négy ujja volt, farka azonban olyan volt, mint a gyíké. Míg az élő madarak farkának csontos része nagyon rövid és rajta a farktollak legyezőszerűen ülnek, addig az *Archaeopteryx*nek hosszú, sok csigolyából álló farka volt és a tollak sorozatosan álltak egymás mögött, úgy hogy a farok egy datolyapálma leveléhez hasonlított. Bármilyen furcsa kis élőlény volt ez, mégis valódi madárnak kell tekintenünk, mert tollai, a mint az két fosszilis példányon látható, jól ki voltak fejlődve. Két sorozat toll alkotta a szárnyait és a czombjait is tollak fedték.

XXI. FEJEZET.
A krétakorszak.

Az európai kontinens és vele Nagy-Britannia ismét sülyedni kezd. A júrát követő korszak elején Nagy-Britannia összefüggött Francziaországgal, de ettől a szárazföldtől délre nagy édesvízi tó volt, a melybe északról és keletről folyók és folyamok ömlöttek. Partjain nagy erdők nőttek, melyekben még főleg páfrányok és cycadok tenyésznek, mint az előbbi korszakokban, de a hol már fenyőket is találunk. Partjain élt a hatalmas *Iguanodon,* egy nagy gyíkszerű állat, mely hátsó lábaira felállva öt méter magas testével a fák ágain kereshette táplálékát. Az *Iguanodon* azért is nagyon érdekes kövült hüllő, mert egyike volt a legelőször felfedezetteknek. Az első *Iguanodon* csontokat és fogakat hetven évvel ezelőtt találta meg dr. *Gideon Mantell* a wealdeni rétegekben, Sussexben, közvetlenül a kréta alatt. Dr. *Mantell* vidéki orvos volt és amikor először mutatta be a geologiai társulat előtt Iguanodon maradványait, némi kételylyel fogadták következtetéseit, mert a geologusok a fogak alapján azt hitték, hogy egy másik családba tartozó állatról van szó. De dr. *Mantell* kimutatta, hogy Dél-Amerikában él egy kicsi gyík, melynek fogai a tőle talált csontváz maradványokéival azonosak és megmaradt nézete mellett. Jóval később Brüssel közelében egy Bernissart melletti kőszénbányában nem kevesebb, mint huszonkét nagy teljes Iguanodon csontvázat találtak puha, agyagszerű kőzetbe ágyazva. A birodalmi museum nagy gonddal Brüsselbe szállíttatta a csontokat, a hol hét teljes csontvázat szedtek ki a kőzetből és állítottak fel. Az *Iguanodon* mellső lábán öt ujj van, a hátsó igen hasonlít egy madáréhoz, csak három ujja van és a medencze csontjai is rendkívül hasonlítanak a madáréhoz. Amikor *Huxley* megvizsgálta az első Iguanodon maradványokat, hajlandó volt azokat óriási madárnak tekinteni. Most a madarakat a hüllőknek ebből az ágából származtatják le.

De a nagy tó változatos állatvilágával mindig lejebb és lejebb sülyedt, a míg a nagy tenger egész Angliát el nem öntötte. Egy másik, vele keleten összefüggő óczeán elborította Németországot; egész Európa, egy Skótországon, Christianián és Moszkván át húzott vonaltól délre, sósvíz alá merült. Egyes foltok helyenként kiállottak, nevezetesen Irland, Britannia, Cornwall, Spanyolország nagy része, Svájcz, Itália egy része (és a mai nyugati Földközi-tenger egy része), továbbá Törökország és Magyarország jó része. Másutt azonban tengeri állatok jöttek a hüllők után és ebben a korban keletkeztek a mai Európa krétahegyeinek és szirtjeinek alapjai.

Miből készültek ezek? Lássuk, mit mond *Jerome Harrison,* a birminghami egyetem tanára. «Vegyünk egy krétadarabot és keféljük erősen fogkefével pohár vízbe, a míg a folyadék jó tejes nem lesz. Hagyjuk az üledék legnagyobb részét leülepedni, aztán öntsük le a vizet és mossuk ki az üledéket olykép, hogy kétszer vagy háromszor vizet öntünk reá. A végül megmaradó fehér port tegyük mikroszkóp alá és vizsgáljuk meg 300-szoros nagyítás mellett. Azt fogjuk látni, hogy a fehér por legnagyobb része igen apró lények, foraminiferák parányi héjaiból áll; ezek a foraminiferák kis, kocsonyás anyagból álló állatkák, melyek maguk körül mészből álló héjat választanak ki, melyhez a meszet a tenger vizéből veszik.»

«Megszámlálhatatlan millió foraminifera lakik ma is az északi Atlanti oczeán (és más mély tengerek) vizében; és ezek között él egy faj, a *Globigerina bulloides,* melyet nem tudunk megkülönböztetni a fehér kréta egyik igen gyakori alakjától. A mikor ezek a kis állatkák elhalnak, puha részeik hamar elpusztulnak és eltünnek, héjuk pedig a tenger fenekére száll és ott fehér iszapot alkot. Vastag rétegeknek ilyen módon való keletkezése - Norfolkban a kréta 400 méter vastag - igen sokáig tarthatott. Ha feltételezzük, hogy egy évszázad alatt ezek a parányi héjak 60 cm. vastag réteget alkottak, akkor délkeleti Anglia krétája 50,000 év alatt halmozódhatott fel.»

Mindenki, a ki valaha krétaszirten vagy dombon járt, talált ott kovát. A kova ásványos anyagból, siliciumdioxidból áll. Igen gyakran ezek a kovadarabok valami élő lény maradványát, szivacsot vagy kagylót zárnak magukba. A kréta képződése idejében a tenger fenekét helyenként szivacstenyészet borította, mely kovás anyagokból állt; elpusztulásuk után a kova megmaradt. A kova gyakran szalagokat képez, ebben az esetben kovasavat oldva tartalmazó vizek rakhatták le repedések mentén.

Az így keletkezett tengerben a Plesiosaurusok és Ichthyosaurusok tovább éltek és mindinkább megnőttek. Sokféle alakjuk volt és valószinűleg szokásra nézve is eltértek. Egyesek bizonyára halevők voltak és tekintettel hatalmas állkapcsaikra, szomszédságuk nem lehetett kivánatos. Életük valószinűleg igen változatos volt és nem egynek kemény csatát kellett vívnia más typusbeli hasonlóan ragadozó állatokkal. Így például a pikkelyes sauriusok most kezdenek feltünni; és ebben a korszakban érték el azt a nagyságot és alakot, a milyennel a tengeri kígyókat ruházzák fel. Ezek a hüllők, a *Dolichosaurus*ok, kezdetben hosszúnyakú, gyikszerű állatok voltak; később mindjobban megnyúltak, míg végre oly hosszúvá és kígyószerűvé váltak, hogy a geologusok az utolsó példányokat «kígyóknak» nevezték el. Ezeknek a tengeri kígyóknak hossza 5 és 15 méter között váltakozott, csontjaikat a Mosel völgyében találták. Nem voltak hosszú életűek, mert a krétakorszak után már nem találjuk őket, egyenes leszármazottjaikat sem ismerjük. A míg éltek, Észak és Dél-Amerikában, Európában és Új-Zélandban egyaránt el voltak terjedve.

Az első valódi tengeri teknősök is most jelentek meg nagy változatosságban. Alakjuk széles és lapos volt, teknőjük csak bordáikat fedte, mint rövid Eton-kabát, a minőt a nagy szállók pikkolói viselnek, azonban nagyon nagyok voltak. A legnagyobbnak, az *Archelon*-nak, nagyobb koponyája volt, mint egy lónak, héjának átmérője 4 méter lehetett.

A tengeri hüllők után a madarakkal foglalkozhatunk, miután, valószinűleg, rokonságban vannak velök. Míg azonban a jurakorszak madarai szárazföldi madarak voltak, addig a kréta-korszakéi tengeriek. Ezek a madarak két nagyon különböző csoportba tartoznak, az egyiket nagy, repülni nem tudó madarak alkották, a másikba kis termetű, de erős szárnyú és jól repülő madarak tartoztak. Az első csoportot a *Hesperornis* képviseli. Ez nagy, szárnyatlan, víz alá bukó madár volt. Szárnyai nem igen lehettek, mert azok helyén csak egy csontja volt; és ez megint arra mutat, hogy hosszú idő mult el, míg az egykor létező szárnyak mindinkább fölöslegesekké váltak és végül el is tűntek. A *Hesperornis*nak azonban hatalmas lábai voltak, melyeket evezőkül használt, használhatóságukat emelte az, hogy a láb csontjai úgy voltak a lábszárhoz erősítve, hogy élükkel fordultak a víz felé, a mikor úszás közben előre hozta őket. A ki canadai csónakban evezett, megérti ennek az előnyét. De ez nem minden: a lábak úgy voltak a testhez erősítve, hogy majdnem derékszög alatt általk szét (mint két evező), nem pedig úgy, mint a járásra szolgáló lábak. Így ez a madár kitünő úszóvá és buvárra változott. Feje, nyaka és teste hosszú és a víz alá merülésre alkalmas alakú volt. Hatalmas hátsó lábaival a *Hesperornis* igen gyorsan úszhatott a vizen és a víz alatt és veszedelmes ellensége volt azoknak a halaknak, melyekkel előszeretettel táplálkozott. Állkapcsai árokban elhelyezett fogakkal voltak felfegyverezve és éppúgy, mint a kigyóké, egymástól eltávolíthatók voltak, hogy nagy zsákmányt is beeresszenek. Hossza két m. volt és így tekintélyes nagyságú halakat és hüllőket pusztíthatott el. Valószinűleg sohasem hagyta el a vizet.

A másik typust az *Ichthyornis*ok képviselik. Ezek kis madarak, alig nagyobbak egy galambnál, némileg a tengeri fecskékhez hasonlítanak. Kitünően repültek és fogmedrekbe ágyazott fogaik vannak. Lábai kicsinyek és karcsúak, szárnyai azonban hatalmasak. Ugyanazokat a tengereket és helyeket látogatta, mint a *Hesperornis* és mégis szerkezetre nézve messzebb álltak egymástól, mint bármely mai két typus. Az *Archćopterix*xel összehasonlítva, mind a két madártypus haladást mutat: a hosszú, sajátságos tollazatú farok megrövidül és az ujjak és

karmok eltünnek. Mind a kettő azonban még az ősi madár fogazatával bír. Most egy kissé eltérünk a geologiai sorrendtől, hogy itt tárgyaljuk az első madarak további sorsát és nem a következő fejezetben. A következő korszak rétegeiben számos madár maradványát találták. Nagyon érdekes ezek között, nagyságánál fogva, az amerikai *Pharorachus.* Alkatára nézve a cariamához hasonlíthatott. Hatalmas termetű, állva négy méter magas volt, csőrének és karmainak nagysága és ereje messze fölülmulta a leghatalmasabb sasét és keselyűét. Kihalt, nagy, szárnyatlan madarakat találtak New-Zealand és Madagascar jelenkori, úgynevezett alluviális üledékeiben is.

Mintegy félszázaddal ezelőtt Sir *Richard Owen* New-Zealandból csontot kapott, melyet egy ismerőse a kertjében talált. *Owen* tanár megvizsgálta és a csont szerkezetéből és alakjából megállapíthatta, hogy madár csontja volt. Hossza 17 vagy húsz centiméter volt. A csonton levő különböző jelekből *Owen* megállapította, hogy egy strucz czombcsontjának középső részével van dolga. Meg is írta, hogy New-Zealandban hajdan egy struczhoz hasonló, de nagyobb termetű madár élt. Néhány év mulva még több csontot kapott New-Zealandból, a melyek csak megerősítették véleményében; és újabb néhány év mulva a megküldött csontokból hosszú lábú és nyakú csontvázat állított össze, az uj-zélandi *Moa* csontvázát. Azóta sok ilyen madarat találtak New-Zealand mocsaraiban. A *Moa* az afrikai struczczal, az ausztráliai emukkal és kazuárokkal, továbbá a délamerikai rheaval van rokonságban.

A madagascari *Moa* kisebb és *Aepyornis* néven ismeretes. A legnagyobb tojásokat, olyanokat, mint egy Rugby football-labda, ez a madár rakta. Ezek a nagy tojások felköltötték a régi hajósok képzelőtehetségét. Ennek szüleménye a Rok madár, a mellyel Szindbád találkozott az ezeregyéj meséiben. Befejezve a kihalt madarakról szóló rövid elmefuttatásunkat, meg kell emlékeznünk a kihalófélben lévő újzélandi kiwiről, a mely némileg hasonlít a legrégibb szárnyatlan madárhoz.

Térjünk vissza a krétakorszak szárazföldi hüllőihez. Ezeket főleg Amerikában találták, ez a világrész ugyanis nem merült el, mint Európa legnagyobb része. A tenger betörése a nyugati félgömbön korlátozottabb volt és a szárazföld elég nagy volt arra, hogy a szárazföldi hüllők tovább fejlődjenek rajta, bár itt is a tengeriek játszották a nagyobb szerepet. A nagy Dinosaurusok még mindig előtérben vannak, de már nem uralkodnak annyira, mint előbb. A húsevő alakok kevésbé gyakoriak, bár köztük egy nagy kenguruszerű, három méter hosszú hüllő jelent meg, a *Dryptosaurus.* A *Dryptosaurus* igen gyors, hatalmas állat volt, mely úgy tünhetett fel kisebb ártalmatlan szomszédainak, mint a hétmértföldes csizmába bújt emberevő. A *Hadrosaurus*ok szintén hasonlítottak a kenguruhoz, hatalmas hátulsó lábakkal és krokodil-szerű farokkal birtak.

A legkülönösebb alakok azonban a növényevő *Ceratops* családban léptek fel, különösen a *Triceratops*ok között. Ezek óriási négylábú állatok hatalmas fejjel, mely a nyak és a vállak felett óriási csont gallérba ment át. Ehhez éles, papagájszerű csőr, az orron nagy szarv és a fejen egy pár hegyes szarv járult. A *Triceratops*nak nagy szüksége volt erre a védelemre, mert értelmisége szót sem érdemel. *Marsh* tanár szerint neki volt a legnagyobb feje és a legkisebb agyveleje az összes hüllők között.

A *Triceratops* súlyos fejvértje támadó és védelmi czélokra szolgált, nem tudjuk azonban, hogy saját fajabeliek elleni küzdelemre vagy a ragadozó hüllők elleni védelemre használta-e. «A míg a *Triceratops* - írja *F. A. Lucas* tanár - ellenféllel állt szemben, tulajdonkép sérthetetlen volt. De mivel korának legnagyobb állatja, valószinű hogy csak családjabeliekkel küzdött és a harcz tárgya valamelyik szép nőstény lehetett, a melyre vetélytársak vetették szemüket. Milyen látvány lehetett ennek a két óriási állatnak a küzdelme, a mint egymásra vetették magukat tíz tonna megdühödött hústömeg lendületével! Képzeljük el a szarvak csattogását, a mint

egymásnak mennek, míg végül egy ügyes döfés vagy szerencsétlen elcsúszás az egyik küzdőt ellenfelének ki nem szolgáltatta...»

«A washingtoni nemzeti muzeumban van egy pár triceratops-szarv, a mely ilyen küzdelem jelét viseli, az egyik a közepén ketté tört; a csonk begyógyult és legömbölyödött, ami azt bizonyítja, hogy a törés az állat életében történt, míg a szarvak mérete a tulajdonos nagy kora mellett tanuskodik.»

Az előbbi idézet utolsó mondatával kapcsolatosan meg kell jegyeznünk, hogy a halak és a hüllők, a madaraktól és az emlősöktől eltérően, egész életükön át nőnek, ennélfogva a nagy méretek minden esetben magas kor mellett tanuskodnak. A *Triceratops* külsejére nézve mint egy hüllő rhinoceros írható le, azzal a különbséggel, hogy a farka sokkal szélesebb és vastagabb volt és észrevétlenül ment át a testbe, mint a hüllőknél általában, a szarvak száma és elhelyezése pedig eltérő.

A *Pterosaurusok* vagy repülő hüllők, a mint már említettük, nagyot fejlődtek. *Williston* szerint az összes repülő emlősöket túlszárnyalták. Egyeseknek szárnyai hét m. szélesek voltak, messze és gyorsan tudtak repülni. Farkuk rövid volt; egyesek valószínüleg alig tudtak járni és a nagyobbaknak nem volt foguk. Csőrük a modern haléhoz hasonlított, a krétakorbeli tengerek jégmadarainak is nevezhetnők őket. Bár rettenetes külsejük volt, legfeljebb csak a kis halakat veszélyeztették. A gyíkok nem fejlődtek nagyot; a kígyók most jelennek meg először, bár kicsinyek maradnak; az emlősök is csak kis haladást mutatnak a jurakorszak alakjaival szemben.

Annak a geológiai korszaknak végén, melynek arczulatát most vázoltuk, Európa még nem mutatta alakját. A nagy párizsi medenczét (egy kréta-öv kivételével), egész Svájczot, Spanyolország és Itália nagyobb részét, egész Belgiumot, Hollandiát, Poroszországot, Magyarországot, Oláhországot és északi Oroszországot nagy tenger borította. Francziaországot és Angolországot Cherbourgnál jurakorbeli lerakodásokból álló szalag kötötte össze, egy későbbi korban ez is eltünt és a Brit-szigetek és Francziaország elváltak.

XXII. FEJEZET.
Az emlősök kora.

A geológiai emlékek nem teljesek. Hiányok vannak bennök, melyeket talán sohasem fognak betölteni és éppen ezek a hiányok az okai annak, hogy a geológiai időt olyan sok korszakra osztották. Eddig a Föld kérgének csak kis részét kutatták át, Ázsia, Afrika és Dél-Amerika nagy részei még kutatásra várnak; lehet, hogy a jövőben az ismereteinkben levő hiányok pótolhatók lesznek és így több beosztás fölöslegessé válik. Mai ismereteink alapján elmondhatjuk, hogy a kontinensek történetében valódi megszakítások voltak, melyek talán nem álltak be hirtelen vagy gyorsan, azonban egészen megváltoztatták a félvilágnak, vagy talán az egész földgömbnek élő világát. Sok geológus tanítása szerint ezeknek a változásoknak a titka a Föld magjában van; és, hogy a golflabdával való hasonlatunkkal éljünk, a mikor a Föld belsejében a nyomások és feszültségek túl nagyokká válnak, a földkéreg valahol enged, az egész Föld színe megváltozik, kontinensek sülyednek az oczeán alá és új szárazföldek emelkednek ki. Nem foglalkozunk most ujból ezzel a gondolattal, azt sem kérdezzük, nem lehetne-e egyszerübb magyarázatát adni a földkéreg soha meg nem szünő mozgásainak; csak annyit jegyzünk meg, hogy a legutolsó ilyen nagy változás a kréta korszak végével állott be. E korszak után a kainozoi vagy geológiai új korba jutunk, melyet eocénre, oligocénre, miocénre, pliocénre és pleistocénre osztanak fel. Legutóbbit negyedkornak és diluviumnak is nevezik.

Foglaljuk össze röviden a változásokat. A most kezdődő harmadkort a tavak korának is nevezik, ez azonban csak annyit jelent, hogy nagy kiterjedésű tavi üledékek keletkeztek benne; az előbbi korszakkal összehasonlítva a harmadkort, szárazföldi korszaknak kell tekintenünk. Ez nem jelenti azt, hogy a több százezer évnyi tartama alatt a tenger nem öntött el területeket és vonult ismét vissza. Bizonyára ez is megtörtént. Azonban a szárazföld túlnyomó volt; szárazföldi állatok és növények jutnak uralomra és fejlődnek legjobban. A mesozoikum végén beállott nagy földmozgások után csendes korszak következett. Nagy kiterjedésű szárazföldek emelkednek ki magasan a tenger felett; és ekkor kezdődött Észak-Amerikában a tenger egy kisebb, de tekintélyes benyomulása. Az Atlanti és a Csendes óczeánok valószínüleg érintkeztek Észak és Délamerika között. Ennek az első korszaknak a végén a tenger ismét visszavonult. A miocén korszak az Atlanti óczeán hőmérsékletének alábbszállásával kezdődött; ezt később a plioczénben a szárazföld nagy arányú kiemelkedése követte észak felé, a hőmérséklet folytonos sülyedésével, a mi végül a pleistocén korszak nagy eljegesedésében végződik. Megjegyezhetjük még, hogy Európában és Ázsiában azok a nagy területek, melyeket ma az Alpok és a Himalaya foglalnak el, a harmadkor kezdetén víz alatt voltak és csak néhány jel (egy pár sziget) árulta el létezésüket.

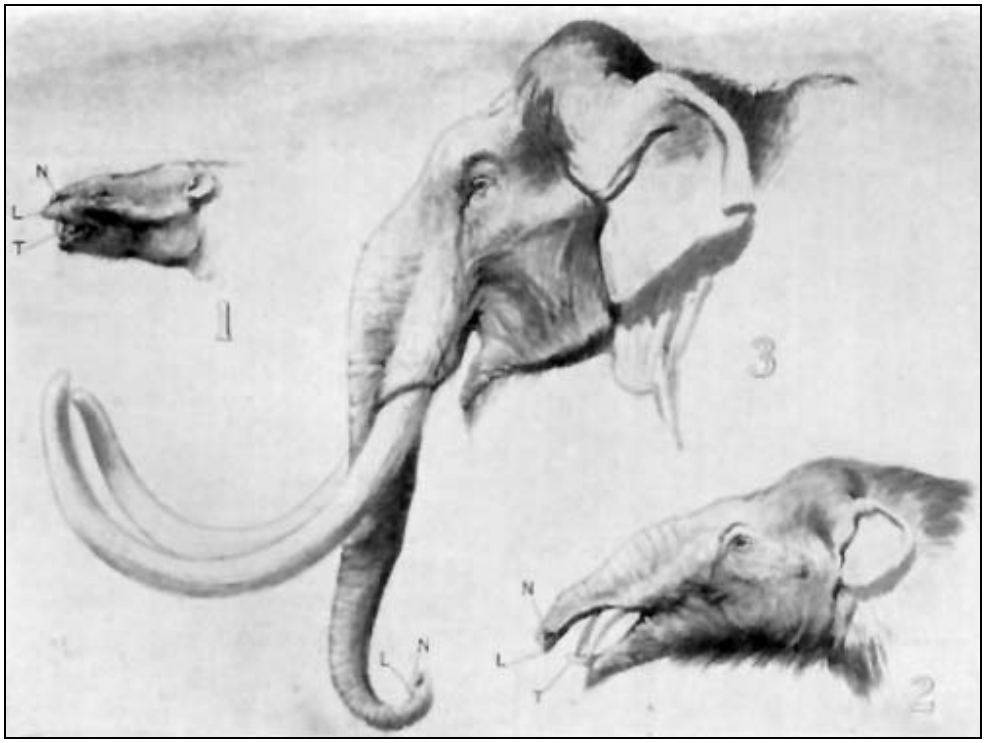
Ezt a korszakot az emlősök jellemzik. A tengeri kövületek meglepő megváltozása volt az első változás, a melyet az európai geológusok észrevettek. A kréta korszak tengeri állatai majdnem mind eltüntek és mások jöttek helyükbe. A nagy sauriusok, a szárazföldi szörnyek és a tengeri mosasaurus-kigyók kihaltak; más hüllő fajok pedig nagy változásokon mentek át. Végül az eocénben nagy számban megjelennek az emlősök és az állatok között az első helyet foglalják el. A növényvilág nem változott akkorát, mint várhatnók.

Honnan jöttek az emlősök? Ez ismét olyan kérdés, melyre csak a jövő geológusai felelhetnek. A legtöbb geologus azt tanítja, hogy legelőször Ázsiában keletkeztek és fejlődtek ki és innen terjedtek el a többi szárazföldre. Az emlősök fellépése, a melyek ivadékaikat meglehetősen fejlett állapotban hozzák a világra és születésük után is táplálják és védik őket, hozzájárult a hüllők kipusztulásához, ha nem is volt ennek közvetlen okozója. Az emlősök ivadékai több

esélylyel birnak a megmaradásra, mint a hüllők tojásai, ezenkívül az emlősök nagyobb mozgékonysággal és nagyobb agyvelővel kezdik pályájukat. Nem lephet meg ennélfogva, hogy az emlősök elterjedése az ügyetlen, érzésnélküli, kis agyvelejű hüllők kipusztulásával járt, a megmaradtak pedig elmenekültek a mocsarakba és lagunákba, a dzsungelek rejtekhelyeibe, a sziklák. repedéseibe és más búvóhelyekre, melyeket az emlősök kevésbé látogatnak és mai napig is ott élnek.

Kezdetben az emlősök nem igen különböztek egymástól. A legelsők kis termetűek voltak és mint a cziczkány, a vakondok és a sündisznó, rovarokból éltek. Mások lába patává változott, hogy gyorsabb mozgásra képesítse őket; igen érdekesek voltak a *Coryphodon*ok, melyek a mai tapírhoz hasonlítottak, bár agyarakkal birtak, mint a vaddisznó. A *Coryphodon* lassú állat volt, fogai az elefántéhoz hasonlítottak, de termete kisebb volt.

Amerikában egy kis állat jelent meg, nem sokkal nagyobb egy fox-terriernél. Ebből származott le később a ló. A madarak is elszaporodtak, a mocsarakat kócsag-féle alakok és más, libához hasonló madarak népesítették be, melyeknek fűrészes csőre korai őseik fogaira emlékeztet. Mások, a jégmadarakhoz hasonlóan, a folyamok felett lebegtek; és az eoczénben megtaláljuk az emu, a struczcz, a moa és az albatros első képviselőit is.



AZ ELEFÁNT FEJÉNEK, ÁLLKAPCSÁNAK, ORRÁNAK ÉS AGYARAINAK FEJLŐDÉSE.
Az ábrák aránya ugyanaz, N = orrlyuk, L = felső ajak, T = agyar.
1. Moeritherium a libiai eoczénből, 2. Palaeomastodon a libiai eoczénből,
3. Mammuth (Elephas Columbi) Indiana államból.

Nem követhetjük, sőt fel sem sorolhatjuk azt a sok új ágat, a mely a korai harmadkorban keletkezett és a melyek némelyike a későbbi korokban oly magas fejlődési fokra jutott el. Csak néhány népszerűbb és jobban ismert állat pályáját követjük, bár a többi ép oly érdekes tudományos vagy más szempontból. A geológus szempontjából talán az elefánt pályafutása a legérdekesebb. A legelső elefánthoz hasonló állat, melyet a geológusok találtak, a *Mastodon,* melynek amerikai válfaját *Tetrabelodon*nak hívják. Ennek a mastodonnak azonban még nem volt olyan ormánya, mint az elefántnak. E helyett nagyon hosszú felső ajakkal birt, a mely a kiálló felső agyarain nyugodott. *Kipling* egy alkalommal azt az eszmét vetette fel, hogy az

elefánt ormánya egy baleset következménye, egy szerencsétlen fiatal elefánt, még az ormány előtti korban, megállt egy pocsolya előtt, hogy abból igyék. Orrát megragadta egy krokodilus és addig húzta, míg ormánnyá nem nyúlt ki. Mindenesetre volt az elefánt ormányának valami jogosultsága, bár nem tudjuk, milyen körülmények között nyúlt meg az orra ennyire. *Dr. Andrews,* a British Museum tisztviselője azonban még sok érdekeset derített ki az elefántok kifejlődéséről.

Dr. Andrews néhány évvel azelőtt Egyptomban utazva, a nagy egyptomi felmérés néhány tisztjével meglátogatta a nagy nyugati sivatagot, a Nilustól nyugatra levő óriási esőnélküli, homokos pusztaságot, nem messze a mai Fayoumtól, a hol a római időben a nagy Moeris tó volt, mely máig kis sós pocsolyává száradt ki. A kiránduló társaság czélja az volt, hogy megállapítsa a geológiai korát ezeknek a homokoknak, melyek több száz mértföldnyire terülnek el, gyakran a szél által élesen levágott, vizszintes rétegezésű szirteket alkotva. A geológusok megállapították, hogy a rétegek az eoczénben és a mioczénben keletkeztek, *dr. Andrews* több érdekes csontot hozott belőlük haza. Ezek között egy az eddig ismerteknél még régibb *Mastodon* csontjai, továbbá egy *Meritherium* nevű állat csontjai is voltak. Ez az állat az elefántok és a többi emlős között összekötő kapocsként szerepelt. A maradványok között még nagy husevő állatok, rozmárok, teknősök és egy 18 méter hosszú kigyó csontjai is voltak.

Az elefántok történetének szempontjából *dr. Andrews* érdekes felfedezéseinek az a nevezetessége, hogy a felső eoczénben (a mely régibb annál a kornál, melyben a *Tetrabelodon* és a *Mastodon* éltek) megtalálta az elefántnak egyik ősét, a melynek a *Palaeomastodon* vagy «ősi mastodon» nevet adta. Így eljutottunk egy ősi, elefánt típusú lényhez, a mely az elefántok és a többi emlősök között összekötő kapcsul szolgál. Nem volt nagy állat, talán akkora lehetett mint egy közönséges igásló.

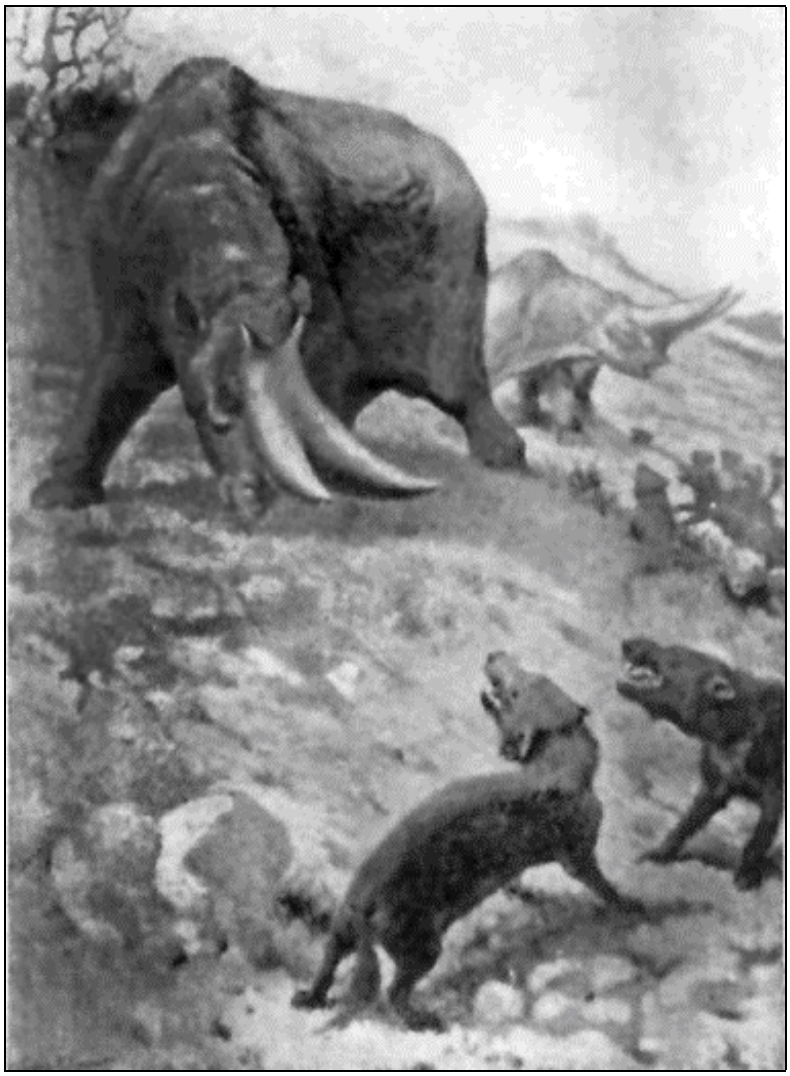
Dr. Andrews azonban még egy másik, kisebb termetű állatot is fedezett fel, melyet *Meritherium*nak nevezett; ez kétségenkívül elefánt volt, bár első pillanatra nem hasonlít hozzájuk és valószínüleg nem volt orrmánya. Nagy agyarai sem voltak, fogai alapján azonban biztosan az elefántok közé sorozandó. «Itt most elérkeztünk - mondja Sir *E. Ray Lankester* - egy olyan alakhoz, a mely kétségen kívül az összes elefántok őseivel rokonságban volt, esetleg ő maga ez az ős, benne megtaláljuk az elefánt sajátságos termetének az eredetét. A gyönyörű elefánt, magasan álló arczával, ormányával és hatalmas agyaraival lassan-lassan, fokozatosan a disznószerű *Meritherium*tól származott le. Ismerünk már néhány közbeeső állapotot is. A *Palaeomastodon*nál az állkapcsok megnyúltak és a fogak nagyobbak, ez még fokozottabb a *Tetrabelodon*nál; ezt az alsó állkapocs visszafejlődése és az arcz középső részének és a felső állkapocsnak a csodálatos, fogni tudó ormánnyá való megnyúlása követte».

A hosszú állú elefánt még egy más szempontból is érdekel minket. Ez a faj terjedt el legjobban az összes családjabeliek közül. Észak-Afrikában keletkezett, a hol maradványai Mogara és Tunisz koraimiocén rétegeiben találhatók. Innen Európán át északnyugati India határáig jutott el; Olaszországot valószínüleg egy Sziczilián átmenő földnyelven érte el, innen pedig Görögországon át vándorolt Ázsiába. Itt származott le belőle a modern elefánt.

Ebből az következik, hogy a modern típusú elefántok ezután Európán át vándoroltak Afrikába, másrészt pedig a Behring szoroson át Amerikába jutottak el. Azzal az érdekes ténnyel állunk tehát szemben, hogy míg az első elefántok Afrikában jelentek meg, addig a mai afrikai elefánt ázsiai eredetű és aránylag későn vándorolt vissza őseinek hazájába. Az ember és a húsevők után az elefántok a legnagyobb utazói ennek a Földnek, mert Észak-Afrikai hazájukból elindulva a Behring szoroson át majdnem Dél-Amerika végéig értek el, míg észak felé a sarkkörön túl jutottak, dél felé pedig visszavándorlásuk alkalmával a tengerpartot Cape Town közelében érték el.

A másik nagy vándor a ló. Az első kétségenkívüli lószerű állat az *Eohippus,* ez kicsi, a vállnál 27 cm. magas, külsejében inkább a húsevőkre, mint a mai lóra emlékeztető állat volt. A háta ivelt, feje és nyaka rövidek, lábai közepes hosszúak és még nem alkalmazkodtak a gyors járáshoz. Ez a faj rendkívül el volt terjedve; keletkezési helyéről, Angliából (a mely akkor Nyugat-Európa egy részét képezte), Európán és Ázsián, továbbá a Behring-szoroson át Amerikába vándorolt, a hol egész Uj-Mexikóig jutott. Az *Eohippus* vándorlása a fejlődés színhelyét Amerikába tette át, a hol állandóan megtaláljuk az egymásután következő rétegekben, míg Európában ritkán fordul elő, mintha csupán néhány bevándorolt példány fordult volna meg itt.

Később a ló tovább fejlődött Amerikában, mindig nagyobb lett, nagy juhászkutya méreteit is elérte és nagyobb gyorsaságra való alkalmasságról is tanuskodik. Ebben az időben négy ujja volt minden lábán. Ezután, bár lassan, mindig nagyobb lett, fölösleges ujjai fokozatosan elcsenevészedtek és utóbb eltüntek.



KÉT ARSINOITHERIUM (TÖRTÉNELEMELŐTTI RHINOCEROS) KÜZDELME HYAENODONOKKAL.
Az Arsinoitherium magassága a marjáig 1 m. 75 cm., hossza 3 m. volt. A hyaenodonok nem ősei a mai hyenának. Testük a tasmániai farkaséhoz hasonlított, bámulatosan alkalmasak voltak úgy szárazföldi, mint vízi állatok elejtésére.

Végül megjelent a modern ló typusa, az egy ujjú ló Európa felső pliocén rétegeiben. A ló fejlődésének számos emléke beszél arról a rengeteg ősi alakról, a mely ama két millió év alatt keletkezett, a mely eltelt, mióta az első Eohyppus Amerikában megjelent. Bár természeténél fogva nem vándorló állat, a ló az idők folyamán az egész Földet körülvándorolta, egyes elérhetetlen helyek, mint Ausztrália és Oceánia kivételével... Úgy látszik, mint ha az eredeti törzs euráziai eredetű volna, bár a fejlődés szintere Észak-Amerika volt. Az euráziai, afrikai és dél-amerikai lovak, a melyek időről-időre megjelennek, valószínűleg észak-amerikai eredetűek. Az észak és délamerikai lovak azonban az idők folyamán mind kihaltak, a mi időnk összes vad lovai, a szamarakat és zebrákat is beleértve, Ázsiára és Afrikára szorítkoznak. A nagy nyugatamerikai síkokon és a délamerikai pampákon száguldó vadló csordák házi lovak leszármazottjai, melyek nagyrészt a spanyol felfedezőktől szöktek meg.

A mai rhinocerosokat, az indiai egyszarvút és az afrikai kétszarvút, a harmadkorban egész sereg rhinoceros előzte meg. Egy ilyennek csontvázát Londonban, a Fleet streetben ásták ki, a Daily Chronicle házának alapozásánál. Ennek a rhinocerosnak szőrös bundája volt, épúgy, mint a sokkal később élő mammuthnak, melyet Szibériában több helyen az előbbi négylábúval együtt találtak. Sok kihalt rhinocerosnak két szarva volt, mint a szögletes szájú afrikai rhinocerosnak, melyet gyakran tévesen fehér rhinocerosnak neveznek.

Az *Elasmotherium,* a rhinocerosokkal rokon, kihalt, nagy állat, a feje közepén levő nagy púpon viselte hatalmas szarvát, míg egy még nagyobb állat az Észak-Amerikában talált *Titanotherium* az orrának mindkét oldalán két szarvat hordott. A *Dinocera*sok époly nagyok voltak, mint a rhinoceros, azonban csukló csontjaik másként vannak elrendezve, fogaik és szarvaik is eltérnek. Ilyen egész csontvázakat ásott ki az Egyesült-Államok Wyoming államában levő eocén rétegekben *Marsh* tanár. Ezeknek az állatoknak a fején három pár szarv volt és ezenkívül még egy pár nagy agyarral is birtak. Mindezek az állatok, bár több agyvelejük volt, mint a hüllőknek, testükhöz viszonyítva sokkal kisebb agyvelővel birtak, mint a mai állatok és bár kis agyvelő is elegendő arra, hogy egy nagy állati szervezetet megállapított utakon elvezessen, mégis ahhoz, hogy új dolgokat tanuljon, az állatnak nagy agyvelővel kell rendelkeznie.

Az utolsó nagy emlős, melyet ebben a sorozatban említenünk kell, az *Arsinoitherium.* Dr. *Andrews* néhány évvel azelőtt találta ugyanazokban a rétegekben, mint az elefánt kövesült ősét. Nevét Arsinoë-tól, a görög eredetű egyiptomi királynőtől kapta, a kinek kastélya közelében találták. Az *Arsinoitherium* azonban korántsem volt kecses, nőies megjelenésű; a rhinoceroshoz hasonlított és orrából mindkét oldalon egy-egy hatalmas csont nőtt ki. A csontok üresek és valószínűleg bőrrel bevontak voltak. Az *Arsinoitherium*nak ezenkívül gyönyörű és bámulatosan egyforma fogai voltak. Befejezésül még meg kell említenünk az indiai *Sivatherium*ot és a Szamosz-szigetén talált *Samotherium*ot, melyek a zsiráfhoz hasonlítottak, továbbá a lajhárszerű állatokat, a melyekről azonban bővebben egy másik fejezetben fogunk szólni.

A bálnák, melyeknek első nyomait a pliocénben találjuk, kevéssé térnek el a ma is élőktől; a geologusok azonban csak nagyon kevés megfigyelést eszközölhettek a régi világ ezen hatalmas képviselőin és ennélfogva bővebb következtetéseket nem vonhatunk. Annyi azonban biztos, hogy a modern bálnától a koponyacsontok szerkezetében tér el. 1779-ben Párizsban, egy rue dauphinei borkereskedő pinczéjében találtak egy hatalmas kövesült bálna töredéket, mely nagy feltünést keltett. A tudósok ugyan rögtön tisztában voltak a csontok eredetével, a közönség azonban nehezen fogta fel, hogy került a bálna a Rue Dauphineba. A borkereskedő lyukat ásatott a pinczéjében és így fedezte föl az érdekes leletet. Munkásai a csákány alatt a sárga agyagban hatalmas csontra akadtak, melynek kiemelése nagy fáradtságba került. Az eset közelebbről nem érdekelvén a borkereskedőt, megelégedett azzal, hogy véső segítségével egy

darabot kiemeltetett belőle. Az így kiemelt darab súlya 113 kiló volt. A boltjában állította ki, a hol sok kiváncsi nézte meg, míg végre *Lamanon,* a ki megvizsgálta, megállapította, hogy egy bálna feje. Magát a csontot a haarlemi Teyler Museum vette meg.[15]

Meg kell még említenünk, hogy ebben a korban jelentek meg az első valódi majmok, az Oreopithecus és a Dryopithecus.

[15] Egy kisebb termetű ősbálna szépen kiegészített csontváza a budapesti m. k. földtani intézet muzeumában látható. Ez a lelet a túladunai Borbolya községből származik.

XXIII. FEJEZET.
A jégkorszak.

Oly oknál vagy okoknál fogva, melyeken a geologusok sokat elmélkedtek, de egybehangzó véleményre még nem jöttek, a legutolsó geologiai korszak végét, mely a mienket megelőzi és a nagy multat a jelennel köti össze, nagy hideg és hatalmas kiterjedésű jégmezők jellemzik. A jégmezők hat vagy nyolcz millió négyzetmértföldnyi területet borítottak el, olyan helyeken, a hol még nemrég enyhe éghajlat uralkodott. Ha nem tekintenők a nagy jégkorszak messzemenő hatását az ember megjelenésének körülményeire, akkor ezt a korszakot, melyet *pleistocén*nek is neveznek, az előbb tárgyalt korral kellene inkább összefoglalni, mert a kettő tulajdonképpen egy korszakot alkot, a melyet a szárazföld nagy arányú kiemelkedése és az oczeán visszavonulása jellemez. Ezt a korszakot különben most fontosabbnak tartjuk, mint azelőtt és valószínűleg hosszabb is volt.

A jéggel fedett területnek több mint a fele Észak-Amerikában volt, a másik fele Európában. A jegesedés tehát a földgömb egyes részeire szorítkozott és nem terjedt el az egész Földön. De az egész világ megérezte hatását, még a trópusi vidékeken is jég és gleccserek fordultak elő olyan hegyeken, melyeken ilyen sem azelőtt, sem azóta nem volt. Azokon a hegyeken, melyeken ma gleccserek vannak, a jég 1500 m.-rel mélyebbre jött le, mint most. A déli félgömböt is érintette a jegesedés, de sokkal kisebb mértékben. Patagoniában és Új-Zeelandon glecscserek jöttek le a hegyekből és terjedtek a síkságokon szét. Tasmania és Ausztrália hegylánczaiban glecscserek képződtek ott, a hol ma nincsenek; egyáltalában a déli félgömb magasabb hegyein mindenütt voltak glecscserek. A déli sarkvidék valószínűleg épúgy hó és jég alá volt temetve, mint ma, de ezt nem tudjuk biztosan.

Ázsiában a magasabb hegyeket hatalmas jégmezők fedték és a Libanontól a Kaukázusig, a Himalayatól Szibériáig és Kináig találunk régi glecscser nyomokat. Azonban Ázsia fennsíkjain és alföldjein a jégmezők kisebb kiterjedésüek voltak, mint Európában és Észak-Amerikában.

Európában a déli hegyekben nagy glecscserek voltak és a déli síkokat hatalmas jégmezők fedték. A jégmezők a skandináv fennsíkról áradtak szét Oroszország, Németország, Dánia, Hollandia és Belgium alföldjeire és az Északi tenger sekély medenczéjén áthatolva Nagy-Britannia partjain találkoztak azzal a jéggel, mely ezeknek a szigeteknek a hegyeiből indult ki.

Az Alpokból az alföldek felé minden irányban óriási glecscserek ereszkedtek alá. A rajnai glecscser messze a hegyeken túl, Francziaország síkjain találkozott a savoyai és a dauphinéi glecscserekkel míg a déli Alpokból glecscserek árasztották el Olaszország termékeny síkságait.

Hasonló nagyságú és kiterjedésű glecscserek szálltak a Rajna és a Duna völgyébe alá. A Pyreneusok, a spanyol fennsík egyes magasabb hegyei, Francziaország magasabb hegyei, az Appenninek, a Kárpátok, az Ural mind jéggel voltak fedve. Izland és a Faroer szigetek jég alá voltak temetve, még Korzikában is voltak hómezők és glecscserek, melyek némelyike nem is volt kicsi.

Észak-Amerikának közel a felét jég borította. Érdekes, hogy a jegesedés nem az egész északi felét érintette, hanem különösen az északkeleti részt és ami még különösebb, nem annyira a hegységeket, mint a síkságokat borította. Alaska majdnem jégmentes volt, a hegyeket kivéve és a nyugati síkokon kevesebb jég volt, mint a Mississippi völgyében. A négy millió négyszögmértföldnyi jégmező legnagyobb része Canada síkjait és a felső Mississippi völgyét borította. A Missouri és az Ohio mint két nagy kar vették körül a jégmezők szélét, melynek eredetüket köszönték.

Nem vizsgáljuk itt meg a különböző elméleteket, melyeket ennek a rendkívüli hidegnek a magyarázására felállítottak, mert egy sincs általánosan elfogadva, itt csak felemlítjük őket. *Dr. Croll* egy évszázaddal azelőtt azt az elméletet állította fel, hogy a hideg a föld-pálya alakjának megváltozása következtében állott be. Ilyen változások a csillagászok tanítása szerint rendszeresen, bár igen lassan állnak be több millió évnyi közökben. Ilykép ez a jegesedés az utolsó lett volna; az előbbiek nyomait az idő elpusztította, vagy eltüntette.

Sir *Charles Lyell* reámutatott arra, hogy földrajzi változások (emelkedések és sülyedések) egymagukban is okozhatnak jégkorszakot, ha az északi sark közelében nagy szárazföld jön létre, míg az egyenlítőnél oczeáni viszonyok uralkodnak. Egy másik elmélet szerint a Nap nem ad mindig egyforma meleget, néha kevesebbet (ilyenkor csak az egyenlítő vidékei lakhatóak), máskor többet (a mikor a sarkokon is enyhe éghajlat uralkodik). Ezzel az elmélettel szemben azt mondhatjuk, hogy semmilyen bizonyítékunk sincs arra, hogy a Nap ereje így változnék. Bármi is okozta azonban a jégkorszakot, biztosan tudjuk azt, hogy sok évvel azelőtt a Brit-szigetek éghajlata olyan hideg volt, hogy az ország legnagyobb részét hó és jég fedte; azt is tudjuk, hogy ez a nagy hideg a Föld állat- és növényvilágának képét sok tekintetben megváltoztatta. Hogy mily nagy fokú volt ez a változás, azt abból is láthatjuk, hogy a megelőző korszakban a mai forró égövi állatok a sarkkörökön belül is éltek és Grönlandban fügefák és magnoliák nőttek.

A jégkorszak éghajlatáról szólva megemlítjük még azt, hogy ezt a korszakot több részre lehet felosztani, melyekben a jég visszavonult; ennek következtében olyan helyek, melyeken azelőtt hó és jég volt és melyeket később ismét elborított a jég, egy ideig napfényben és melegben úsztak. Ezeket a korszakokat «interglaciális korszakoknak» nevezzük.

A jég és hó által nem borított területek életével a geologusok mindjobban tisztába jönnek. Nevezetes vonása ennek a korszaknak az északi és az ázsiai állatok visszavonulása melegebb helyekre, az egyenlítő közelébe. Ezek az állatok ismét visszavándoroltak észak felé a mint azt a visszavonuló jég nekik megengedte. Ebbe a csoportba tartoztak a mastodon és mamuth is, továbbá a medve, a bison és a pézsmaökör. Ezekkel együtt vándorolt dél felé a ló, a tapir, a láma és a kardfogú macska (a melyek Észak-Amerikában fokozatosan ki is haltak). Másik jellemző vonása ennek a kornak a hatalmas lajhárok és pánczélosok fellépése; ez egyszer az állati élet súlypontja Dél-Amerikában van.

Többször megtörténik - írja Sir *Edward Ray Lankester* a *Kihalt Állatok* czímű könyvében - hogy kicsiny, ma is élő állatfajokat az elmult korokban óriási méretű állatok képviseltek, melyek szerkezete rendkívül hasonló a kis állatokéhoz, a különbség csak nagyságbeli. Ebből azt következtetik, hogy ezek a kis állatok a kihalt szörnyek megkisebbedett, elkorcsosodott utódai. Ebben van némi igazság, a mint azt a délamerikai ma is élő lajhárok és pánczélosok példájából látjuk, ha azokat a kihalt óriási lajhárokkal és pánczélosokkal hasonlítjuk össze. Nagy tévedés volna azonban azt következtetni, hogy a mai állatok mind kicsinyek és jelentéktelenek a multban élt képviselőikkel szemben. Ez egyszerűen nem igaz. A mai lovak sokkal nagyobbak, mint a kihaltak; a mai elefántok sokkal nagyobbak, mint elefántszerű őseik. Egyetlen geologiai korban sem élt olyan nagy állat; emlős, hüllő, madár vagy hal, mint a mai bálnák egyes fajai.

«Igaz ugyan, hogy a multban hatalmas hüllők éltek, nagyobbak a mostani krokodilusoknál, melyek az ágyékuknál 4 m. magasak és az orruktól a farkuk végéig 24 méter hosszúak voltak; testük azonban nem volt sokkal súlyosabb egy nehéz afrikai elefántnál, a bálnával összehasonlítva pedig kicsinyek voltak. Ennélfogva ne ringassuk magunkat illúziókban a kihalt szörnyeket illetőleg, a dél-amerikaiakat pedig korunkba vetett bizalommal nézzük.»

A sajátságos délamerikai állatok az emlősök foghijjas *(edentata)* csoportjába tartoznak, mely sehol másutt nem található. Amikor Dél-Amerika, mely egykor sziget volt, Észak-Amerikával összefüggésbe került, sok állat, mastodon, ló, tigris és tapir vándorolt északról délre és lehet, hogy kiirtották a bennszülött állatokat. Bármint történt is, a nagy dél-amerikai emlősök kihaltak és ma csak a kis fán élő lajhárok, pánczélosok és a sajátságos külsejű hangyaevők maradtak meg. Azonban Dél-Amerika legfiatalabb geologiai rétegeiben hatalmas pánczélosok és óriási földi lajhárok csontjait találták. Ezek az állatok még éltek az ember megjelenése idején.

A *Glyptodon,* melynek több faja élt, akkora pánczélos volt, mint egy ökör. Épúgy, mint törpe leszármazottjai, a hátán csont pánczélt viselt, a mely némileg a teknősök pánczéljához hasonlított. A mai armadillo pánczélja azonban olyan, hogy a kis állat teljesen visszahuzódhat alája és ennélfogva, bár sokkal kisebb termetű, mint őse, alkalmazkodási képessége nagyobb.

A *Megatherium* majdnem akkora volt, mint egy elefánt; csontváza, bár sokkal nagyobb, teljesen megegyezik a mai délamerikai lajhárokéval. Fogai is rendkívül hasonlóak. Míg azonban a mai lajhárok felmásznak a fákra, addig a *Megatherium* módszere sokkal egyszerűbb, bár nem kevésbé hatásos volt. A földön állt és kihúzta a fákat, melyek fiatal ágait megette. A *Mylodon,* a melyik ugyanebben az időben élt, nem volt ilyen nagy, szokásai azonban ép olyanok voltak. A háta bőrében sok csontocska volt, melyek a hajdani pánczélos állatok pánczéljának darabjaihoz hasonlítottak, azonban nem kapcsolódtak szorosan egymáshoz.

Eddig azt hitték, hogy a *Mylodon* és a többi nagy délamerikai állat ugyanakkor halt ki, mint a mammuth (a melyről most bővebben fogunk szólni) vagy a gyapjas rhinoceros, a mely a Fleet Streetet látogatta. Ezeket a kihalt délamerikai állatokat sajátságos alakú fogak jellemzik, elől pedig nem is voltak fogaik. Ezért Edentatáknak nevezték el őket. Ma élő képviselőik sokkal kisebbek.

Néhány évvel azelőtt dr. *Nordenskjold,* skandináviai kutató, Patagonia nyugati partjain egy nagy barlangot fedezett fel, az Ultima speranzá-t. Ebben a barlangban a közeli telepítvény lakosai egy hatalmas bőrt találtak, melyet zöldes-barna szőr fedett, belső oldalán apró csontokkal volt kirakva. A bőr száraz, de ép volt. Amikor vízbe tették, kellemetlen szagot bocsátott ki, annak jeléül, hogy a tulajdonosa nem nagyon régen halhatott meg. Ez a bőrdarab egy *Mylodon*-é volt, a mely ezen a helyen a modern korig élt.

Dr. Moreno, La Plata-ból és más természettudósok tovább kutatták a barlangot, rendkívül sok csontot és további *mylodon* bőröket találtak. A barlangot több száz évvel azelőtt indiánusok lakhatták, mert emberi csontokat és fegyvereket is találtak.

A barlangban összesen húsz *mylodon* maradvány volt felhalmozva. Sok csont el volt törve vagy fel volt vágva olyan módon, a melyből arra következtethetünk, hogy a barlang lakói az elhunyt mylodont táplálkozási czélból felvágták, a csontokat pedig összetörték, hogy a velőt kivehessék.

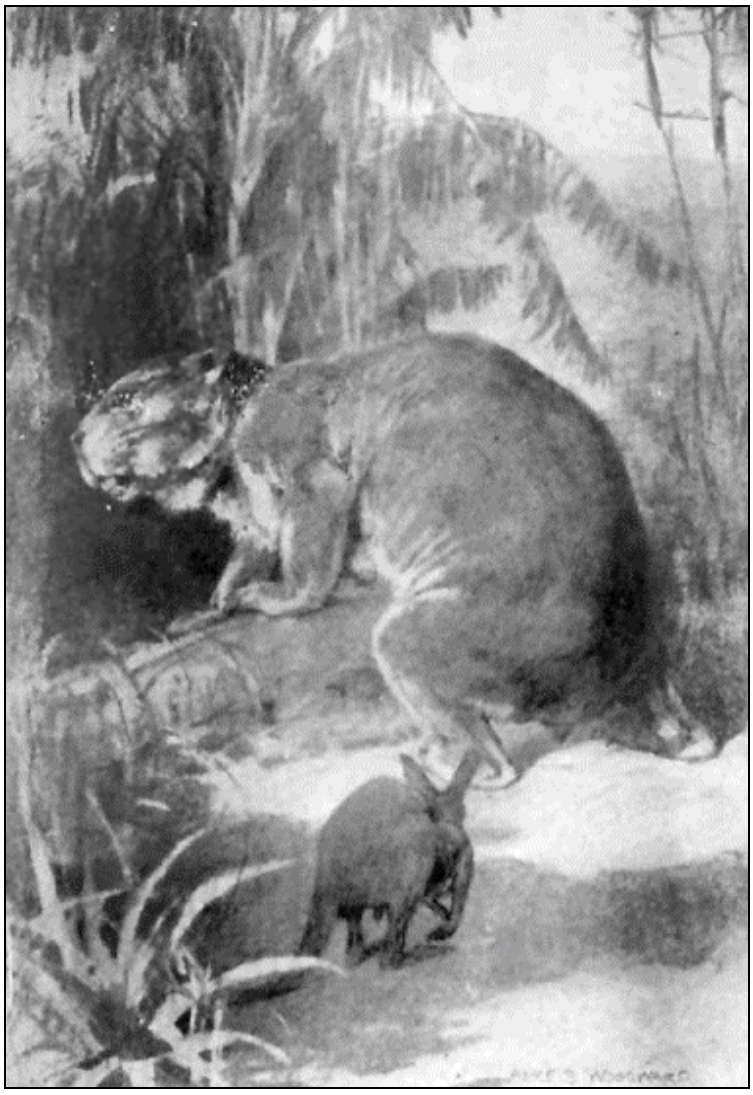
Sok mylodon csonton, koponyán, állkapcson, lábszárcsonton, vérnyomok voltak, továbbá ín és porcz darabok. Több bizonyítékunk van arra is, hogy az indiánusok a mylodonokat a barlangban fogva tartották és kívülről hozott szénával táplálták. Az érdeklődő, a ki az utolsó kihalt nagy állatot látni akarja, megtalálja Londonban, a Cromwell Road-i muzeumban.

A mylodon és az ember maradványain kívül a barlang még egy kihalt lófaj csontjait és szarunemű patáit tartalmazta; ez ennek a barlangi kincsnek egyik legmeglepőbb vonása. A barlang Patagonia nagyon nehezen hozzáférhető részében van és bár Sir *Thomas Holdich* és

Mr. *Hesketh Prichard* megkísérlették azt újból elérni és módszeresen és tudományosan kikutatni, még mindig sok olyan körülmény áll fenn, a mely úgy látszik, nem lel magyarázatot.

A talált csontok nincsenek mészkőbe vagy más védő anyagba temetve, hanem homokban fekszenek, a hol már elpusztultak volna, ha nagyon régiek lennének. Ámde mellettük egy rég kihalt ló csontjai vannak; a mai indiánusok között sem él semmi emléke egy a mylodonnak megfelelő nagy állatnak. Sir *E. Ray Lankester* reámutatott arra, hogy egész Dél-Amerika elmerült és kiemelkedett sok évszázadon át (most is még mindig emelkedik). Az alámerülés alatt a mylodon csontokat tartalmazó barlang és környéke valószínűleg szigetet alkotott, a hova sok állat menekült és a hol túlélte az elmerülés korszakát és csak ötven vagy száz évvel azelőtt halt ki. A nagy szárazföldi teknősök, például a galapagon teknős is fennmaradtak ilyen néhány egyenlítő vidéki szigeten. Lehetséges, bár nem valószínű, hogy a Mylodon is él még egy ilyen barlangban, melyet az ember még nem látogatott meg.

Ausztráliában, a marsupialiák vagy erszényes emlősök hazájában, ebbe a családba tartozó hatalmas állatok csontjait találták. Ezek az óriási kenguruk kétszer olyan nagyok, mint a ma élők.



DIPROTODON.
Nagyságra egy jól megtermett rhinoceroshoz hasonló. Csontjait Ausztráliában találták.

Egy másik ilyen erszényes állat a *Diprotodon*, melyet Sir *Richard Owen* ép úgy állított össze, mint a *Moát*, később *dr. Stirling* egész példányokat talált egy délausztráliai mocsárban.

Az utolsó kihalt nagy állat, melyet megemlítünk, a *Mammuth,* a mely azért is érdekel minket, mert ép úgy, mint a *Mylodon,* az ember idejében is élt még.

Egy francziaországi barlangban, melyben a történelem előtti idők embere élt és a mely tele van szórva kőszerszámokkal és kihalt állatok csontjaival, egy mammuth-agyarat is találtak, melyre durva vonásokkal, de ügyesen, egy mammuth képe van bekarczolva. Ezenkívül még aggancsokat is találtak, a melyekre rénszarvas van ügyesen, sőt művésziesen, rajzolva. Még az áll alatti szakáll is meg van, a nagy lábak és a külön ujj is hűen vannak visszaadva. Biztos, hogy azok az emberek, a kik a rénszarvast rajzolták, együtt éltek vele; és a rénszarvas mellett élt déli Francziaországban a nagy mammuth.

A mammuth az indiai elefánthoz hasonlított, de durva szőrös bundája volt. Termete általában nagyobb volt, mint az indiai elefánté, agyarai pedig más alakúak; de nem kell azt hinnünk, hogy nagyobb volt a mai legnagyobb elefántnál. Még eddig nem találtak Szibériában mammuthot, mely vállainál magasabb lett volna három méternél, míg az afrikai elefánt néha három méter 30 centiméter magas, sőt még magasabb is. Dél-Európa és Észak-Amerika kövesült elefántjai között csak kettőt találtak, mely 3 m. 60 cm. és 3 m. 90 cm. magas volt. A mammuth maradványai Európa és Ázsia északi részeiben mindenütt megtalálhatók, a hol a jégkorszak hatása érezhető volt. Még Angliában is gyakran találnak mammuth-fogakat és agyarakat, a londoni természetrajzi múzeumban egy egész koponya látható hatalmas agyaraival, melyet Ilfordban, egy téglavető gödörben ástak ki. Európa egyik legnagyobb mammuth-példányának restaurált csontváza, mely a dunántúlról származik, a budapesti m. kir. Földtani intézet múzeumában látható. Ez az állat Ázsiában és Szibériában tovább élt, mint nálunk. A nagy hidegben egész állatok maradványai maradtak meg épen.

1779-ben Szibériában, az Onkul-tó közelében egy bennszülött főnök mammuth fogakat keresve, nagy alaktalan tömeget talált a jég között. Több éven át megfigyelte, míg végre az ötödik évben a jég elolvadt és egy egész mammuth-tetemet takart ki.

1804 márcziusában Schumekhoff levágta az agyarakat, melyeket Bultunoff kereskedőnél ötven rubel értékű árúért becserélt. Két év mulva Adams, a st.-peterburgi akadémia tagja utazott erre Golovkin gróffal, a kit a czár követsége küldött Kinába. Adams, amikor Jakutskban meghallotta, hogy a Jeges-tenger partján, a Lena torkolatának közelében egy rendkívül nagy állatot találtak, rögtön odautazott. A mammuthot még a helyén találta, de már nagyon megviselt állapotban. A környékbeli lakosok levágták a húsát és vele kutyáikat táplálták, vad állatok, jeges medvék, farkasok és rókák is lakmároztak belőle. A csontváz azonban, bár már semmi hús sem volt rajta, egész maradt, az egyik mellső láb kivételével. A csigolyákat, egy lapoczkát, a medenczét és a három megmaradt lábat a szalagok és bőrdarabok tartották össze; a másik lapoczkát is megtalálták a közelben. A fejet száraz bőr fedte; az egyik fülön egy szőrpamat volt; a szemgolyók még jól kivehetők voltak; az agyvelő még bent volt a koponyában egészen összeszáradt állapotban; az alsó és a felső ajak szét volt rágva és a fogak kilátszottak; a nyakon hosszú sörény volt; a sötét szürke bőr, melyet fekete szőrök és vöröses gyapju fedett, olyan nehéz volt, hogy tiz ember csak nehezen húzta ki a partra.

Adams adatai szerint több mint 18 kg szőrt és gyapjut szedtek össze, a melyet a jeges medvék a földbe gyúrtak, mialatt az állat húsát ették. Ez a mammuth hím állat volt és olyan kövér és jól táplált, hogy a tunguz törzsfő állítása szerint a hasa a térdén alul ért. Agyarai 3 méter hosszúak voltak, a görbület mentén mérve; a feje, agyarak nélkül kétszázhét kg.-ot nyomott. Adams a régi világ ezen érdekes maradványának minden részét gondosan összegyüjtötte és Szt. Pétervárba szállította, 11,000 km. távolságra. Sikerült visszavásárolnia Jakutskban az agyarakat és az orosz czár, a kinek ezt az értékes emléket felajánlotta, 8000 rubelt fizetett érte.

A csontváz a szt. pétervári akadémia múzeumában van, a fejen és a lábakon a bőr még meg van.

Szép mammuthot talált pár évvel ezelőtt egy sarkköri falubeli lamut, ezt dr. Herz darabokban Szt. Pétervárba szállíttatta. Az állattani múzeumban a rekonstruált mammuth most nagy gödörből mászik ki, mert ez a szép állat több száz nemzedékkel azelőtt gödörbe esve lelte a halálát. Fagyott talajba sülyedt és a hideg kitünően megőrizte. Ha a szibériai bennszülöttek, a kik részben alluviális üledékbe temetve találták, ki nem ássák és a Nap nem süthetett volna a tetemre, ez az őskori állat egészben maradt volna. A fagyott földben olyan jól megmaradt minden, hogy dr. Herz az állat fogai közt jól felismerhető ételmaradékokat, az állat gyomrában pedig dús ebéd maradványait találta. Egész biztosra vehetjük, hogy a mammuth beleesett a hasadékba és esés közben annyira megsérült, hogy nem tudott kimászni. Megnyugtathat azonban bennünket az a tudat, hogy rövid haláltusa után kimúlt. A nagyon régi húsnak jó részét a bennszülöttek kutyái ették meg.

XXIV. FEJEZET.
Az ember uralma.

Sir E. Ray Lankester, korának legnagyobb zoologusa mondotta, hogy az ember az állatvilág többi tagjától abban tér el, hogy ellent tud állni a körülmények nyomásának, melyek az állatokat megváltoztatták és el is pusztították. Az összes állatokat földrajzi határok állították meg; a hőmérséklet szélsőségei, a nagy meleg és a hideg elpusztitották őket; éhen haltak, ha bizonyos táplálék nem állott már rendelkezésükre; termetük, szerkezetük és megjelenésük állandóan változott a mint uj körülmények közé kerültek. Az embert azonban esze és akarata képessé tette, hogy folyamokon és tengereken keljen át, hogy a hideg ellen ruházkodjék, a meleg és az eső ellen hajlékot építsen, hogy a tűz segítségével sokféle ételt készítsen magának, hogy fejlődjék és szaporodjék alakjának változtatása nélkül és a nélkül, hogy alávetné magát a kiválasztás félelmetes törvényének, mely az élők világa felett szánalom és kegyelem nélkül uralkodik. «És a mint jobban és jobban urává lett a körülményeknek, kiterjesztette ezt az öntudatlan védő viselkedést leszármazottjaira, a kiket a természetes kiválasztás már is előnyben részesített és az emlősök között a törzsnek, a fajnak tudatos és szélesebb szeretetét valósította meg.

Kifejlesztette a beszédet és a mi a legérdekesebb, gondolatait és ismereteit az utókorral közölte. Községeket, városokat épített, államokat alapított; és a fejlődés minden lépésével mindjobban kivonta magát a természetnek az alacsonyabb rendű állatok felett gyakorolt uralma alól.»

Honnan szerezte ezt az erejét? Mikor és hogyan? Ezt nem tudjuk. Az ember őskorát illetőleg csupán tapogatódzásra vagyunk utalva. Az egyetlen támpontot a kezdetleges szerszámok és lakások nyujtják.

Időközönként korai embermaradványokat fedeznek fel a legfelső rétegekben, ezekből az ember korára következtethetünk. Az ember őseinek sorában három összekötő kapcsot találtak eddig. A legrégebbi a jávai «majomember», melyet Dubois 1890-ben talált és *Pithecantropus erectus*-nak nevezett, azon hasonlatosságnál fogva, a melyet az emberrel és a nagy emberszabású majmokkal mutat, bár tartása egyenesebb, mint ez utóbbiaké. Ez a maradvány középen áll a csimpánz és a már typusosabb «Neander-völgyi ember» között, a melynek koponyáját a Neander-völgy egy barlangjában Düsseldorf közelében találták 1856-ban. Harmincz évvel később az ugyanilyen typusú spy-i koponyákat találták Belgiumban. Ez a typus a korai kőkorszakban élt és alacsony fejlődési fokon álló húsevő, vadászatból élő fajt képvisel. A gibraltári koponya már magasabb typusú. Mindazt, a mit ezekről a typusokról tudunk, a koponyákból és a velük együtt talált kőszerszámokból és állati maradványokból kell kiolvasnunk. A kezdetleges és a mai ember koponyája között némi különbség van. Ha két koponyát veszünk, egy emberét és egy majomét és az orr felett vonalat húzunk a koponya hátsó részének addig a helyéig, a hol a gerinczhez izelődik, azt látjuk, hogy e vonal fölött az emberi koponyában nagy tér van, míg a majoméban ez a tér sokkal kisebb és laposabb! Már most a *Pithecantropus erectus* koponyája ebben a tekintetben a majoméhoz hasonlít, a neandervölgyi és a spy-i ember koponyáján is sokkal laposabb ez a tér, mint a mai emberén. Ezek ennélfogva vagy különböző lények voltak, vagy csak az agyvelejük volt kisebb. Ma csak azt tudjuk, hogy az ember egyszerre jelenik meg az alacsonyabb rendü állatok között és agyveleje ekkor ötször vagy hatszor olyan nagy térfogatú (nagyságához és súlyához viszonyítva), mint bármelyik túlélő majomé. Az ember történetének nagyon érdekes vonása az, hogy agyvelejének terjedelme keveset növekedett a korai kőkorszak óta.

Milyen volt a kőkorszak? Mielőtt a primitiv ember a vasat vagy a bronzot ismerte volna, fegyvereit és szerszámait kőből és kovából készítette; a régészek több ilyen kőkorszakot különböztetnek meg. Igy azt a kőkorszakot, melyről nagyapáink beszéltek ma *neolith* kőkorszaknak hívják; az elmult század második negyedében mindinkább bebizonyosodott, hogy az ember már korábban, a *paleolith* kőkorszakban is létezett, a mikor a mammuth kortársa volt. A mult század utolsó negyedében egy ujabb kapcsot is találtak. A paleolith kőfegyverek és szerszámok 150,000 évvel ezelőtt készültek, nagy ügyességet, sőt művészi érzést árulnak el. Az utolsó tíz évben sokkal durvább, sajátságos typusú kőeszközöket találtak olyan kavicstelepekben, melyek a mai folyók medre felett - a melyek hordalékában a paleolith szerszámokat találták - 150-200 méter magasságban vannak. Ezeket a régebbi, formátlan kőfegyvereket és szerszámokat J. Allen Brown *eolithok*nak nevezte el. A dél angolországi és belgiumi eolithok olyan emberfajtáról tanuskodnak, mely a paleolith emberénél sokkal kevésbé volt ügyes. Közte és a paleolith embere között legalább is annyi idő folyt le, mint a mennyi a paleolith-tól a mai emberig. Azonban ennyi elég a spekulációból. Még csak azt kérdezhetjük, hogy az *eolithok* valóban kőszerszámok-e vagy a mint azt az anthropologusok egy iskolája tanítja, csupán kavicsok, a melyek a véletlen játéka folytán a durvább alakú paleolith szerszámokhoz hasonlítanak. A legerősebb támadást Boule és Laville, a franczia bányászati főiskola tanárai intézik ellene, a kik azt mondják, hogy Mantesban egy czement gyár kovahulladékában «pseudoeolithokat» találtak, melyeket a malom vize készített és a melyek között az úgynevezett «eolithok» minden alakjához hasonlók akadnak. Azt tartják, hogy az eolithokat egyáltalában nem az ember, hanem a folyóvíz készítette. Erre az eolith hívei azt felelik, hogy ebben az esetben a folyó víznek ma is kellene ilyen alakokat létrehoznia és hogy egy pár a Szajna által készített eolith jobban győzné meg őket. A mantesi példányok és a «valódi» eolithok közti különbségeket gyakorlatlan szem nem veszi észre; azonban a skeptikus francziák ellenére is, az eolithok valódiságában hivők tábora gyarapszik.

Ujabban Magyarországnak számos barlangjában megtalálták a kőkorszakbeli ember nyomait. A Szeleta-barlang sok szép kőszerszámot, a Balla-barlang pedig egy kőkorszakbeli gyermekkoponyát is rejtett magában. Gazdag leletek kerültek ki a pomázi és baróti barlangokból is és még számos más barlangból is remélhetők hasonló értékes leletek a legújabban megindított barlangkutatások révén.

Nem tárgyaljuk tovább ezt a kérdést, csak annyit jegyzünk meg, hogy különböző alakú kőszerszámokat az egész Földön találtak, Egyptomban a pharaók uralkodását megelőző időből, Ausztráliában, Dél-Afrikában stb. Ausztrália bennszülöttei mai is készítenek ilyeneket, sőt ma is van még Brandonban, Suffolk tartományban, kovafaragó ipar, bár itt nem dárda és nyílhegyek készülnek. Az ember keletkezési helyét geológiai momentumok alapján nem dönthetjük el; termetéből és szervezetéből azt következtethetjük, hogy első lakóhelye valahol Dél-Ázsia meleg vidékein volt. Erről a helyről négy nagy népvándorlási irány indul ki. Ezeket visszavándorlások és keresztbe vándorlások komplikálják, a melyek okát valószínűleg soha sem fogjuk tudni; itt csak a legfontosabbakat soroljuk fel.

A legnagyobb vándorlás észak-kelet felé tartott, egyik oldalon a közép-ázsiai nagy sivatag és hegyvonulat, a másikon pedig a Csendes-óczeán határolta. A mikor a kivándorlók már oly messzire jutottak fel északra, hogy tovább menni nem kivántak, kelet és nyugat felé széledtek szét, a sarkvidéket egy övben véve körül és az egész amerikai szárazföld mentén ágakat küldve szét. Ez a népvándorlás a mongoloid fajt foglalja magában a hajdani amerikai indiánusokkal és a malayi-fajjal. Az ember további fejlődését megzavaró körülmények fellépése előtt ez az ág már három nagy művelődési központtal birt: a kinaiaké Ázsiában, a mexikóiaké Észak-Amerikában és a peruiaké Dél-Amerikában.

Egy kisebb ág dél-kelet felé vonult és a déli félgömböt elérve, az ausztráliai és new-zealandi bennszülött fajokat hozta létre; ezek a népek soha sem emelkedtek a czivilizáczió magasabb fokára.

Egy harmadik ág, mely dél-nyugat felé vonult, Afrikát népesítette be a Saharától délre négerekkel és hasonló fajokkal, a melyek ugyan igen elszaporodtak, de soha sem voltak nagyon hatalmasak vagy értelmesek.

A negyedik ág észak-nyugat felé haladt a sivatagokon és hegységeken át, vagy azok megkerülésével, Nyugat-Ázsiába, Európába és Észak-Afrikába. Ezek a kivándorlók valódi kalandorok, merészek, fejlődésre képesek és erélyesek; leszármazottjaik a legerősebb és legkitartóbb embercsaládok. A haladásra legkevésbé alkalmas rokonaik még mindig a nyugat-ázsiai hegységek másik oldalán vannak. Az eredeti kivándorlók a következő három nagy utat használták: 1. a vörös-tengeri nilus-völgyi utat, a melyen a barnás-fehér és az ethiopiai fajok keveredtek; 2. az Euphrates völgyét, melyen át a semita fajok vonultak és 3. az északi fensík útjait, a melyen át az ősi arya fajok haladtak. Az is biztos, hogy egyes fajok ugyanezen az úton visszamentek Indiába, a hol a brahminok törzsét, ennek az országnak legműveltebb faját alkották.

Megjelöltük tehát, a mint azt korlátolt ismereteink alapján tehettük, az ember hódító útjának földrajzi irányait. De nem ismerjük még azt a kapcsolatot, mely az embert az állatvilág alacsonyabb tagjainak fejlődéstörténetéhez fűzi, a mely történet főbb vonásait az előbbi fejezetben vázoltuk. Az ember képességei olyan nagyok, annyira uralkodnak mindenen, a mi a környezetében van, hogy jogos az a felfogás, a mely szerint az ember a világ predestinált tervének fokozatos megvalósulásában uj fejezetet jelent. Az ember tulajdonságai az ismeret, az ész, az öntudat és az akarat. Mindig hatalmasabb lesz és abban az isteni akaratban, mely megteremtette, benne lehet annak a lehetősége, hogy a jövőben a tudásnak még magasabb fokát érje el.

A victoriai nagy költő a tudásról írott szavai:

Te kis virág a fal repedésben
Kiveszlek téged, üres a fal rése...
Itt vagy nálam, gyökerestől tart kezem,
Kis virág, ha meglehetne értenem
Hogy mi e gyökér, mi teljes egészed...
Mi az Isten s az ember, azt is tudnám végre.

A megértéshez való eme közeledés a tudományos kutatások legnagyobb és legigazibb czélja.

-&-