

A FÖLDRENGÉSRŐL.

Dr. Koch Antal egyetemi tanártól.

I. A földrengés tüneteményeiről általában.

Nagyszerű természeti tünetemények minden időben mély benyomást gyakoroltak az emberiségre, csodálattal vagy félelemmel eltöltve a tudatlanokat, elmélkedésre készítve a gondolkozókat ezen tünetemények mibenléte és okai felett. Annál hathatósabb volt mindenkor ilyen természeti tüneteményeknek benyomása, minél váratlanabbúl és a természet szokott rendjét inkább fölforgatókúl jelentkeztek azok. Ilyen nagyszerű természeti tünetemény a földrengés, vagy népies nevén, a földindulás is, melyet a múlt hó 3-ikán alkalmunk volt Erdély legnagyobb részében éreznünk, s melynek szakszerű tanulmányozását ezélműl kitűztem. A lapokban közzétett fölhívásomnak a lefolyt földrengésre vonatkozó mindennemű adatoknak beküldése végett oly szép sikere volt, hogy a már is befolyt adatoknak alapján megkísérhetem majd ezen speciális erdélyi földrengésnek tudományos földolgozását; de előre ki kell jelentenem, hogy mai fölolvasásomnak tárgyát ez még nem képezheti, mivel csak most láttam hozzá ezen adatoknak rendezéséhez és kritikai megválogatásához, s mivel elkésett adatokat még folyvást bevárok és beveszek.

Ezúttal a földrengésről általában kívánok szólani, s a mennyire egy-két rövid előadás keretén belül lehetséges, igyekszem majd a tudomány állásából előadni ezen nagyszerű tünetemény lefolyásának főbb mozzanatait s aztán kifejteni a most uralkodó nézeteket annak mibenlétéről és okairól, előbb igen röviden felsorolva az ó- és középkor népeinek véleményeit is, hogy láthassuk, miszerint minden időben voltak gondolkozó fők, kik a természet nagyszerű titkaiba bemélyedni igyekeztek.

A mi a földrengés hatását az emberre oly leverővé és félelmissé teszi, az annak a tudatára való ébredés, hogy az elemekkel való keserű harcban Földünk szilárdnak és ingathatlannak hitt

alapjába sem kapaszkodhatunk többé, hogy nincs hely a menekvésre, mert maga a föld merev teste, a mi elemünk, hullámszerű mint a víz, nyugtalan mint a levegő, melyek nem a mi elemeink és azt a hitet költheti föl bennünk, hogy itt a világ vége! Ezen okból a földrengések a történet évkönyveinek legsötétebb pontjai, a melyeknek az emlékezetbe visszaidézése is megbénítja erőnket. Még az oktan állatokra is rendkívüli hatást gyakorol a földrengés. A calabriai borzasztó földrengést megelőzőleg Messina utcaiban a kutyák folytonosan oly éktelen üvöltést vittek végbe, hogy az előjáróság rendelkezésére agyonüttettek. Az Orinocco apathikus alligatorjai, rendszeren oly némák, mint gyíkaink, Humboldt szerint (Kosmos I. 224. l.) a caracasi földrengés alatt sietve ott hagyták vala a vizet és bömbölve futottak az őserdő felé.

Hogy azonban természetvizsgálói tisztemnek megfeleljek, ráterek immár fenjelzett tárgyamra, a földrengés rövid megbeszélésére.

* * *

Hazánkban szerencsénkre ritkák a földrengések, de csalódik, a ki ebből azt következtetné, hogy a földrengés egyáltalában ritka természeti tűnemény. A ki a földrengésekkel csak kissé foglalkozik, meggyőződhetik azonnal, hogy azok korántsem oly ritka és rendkívüli tűnemények. Ennek oka az, hogy csak a jelentékenyebb esetek jutnak köztudomásra az újság-lapok által, mivel a jelentékteleneket, a melyek pedig sokkal gyakoribbak, azon vidék lakói, hol csaknem mindennaposak, föl nem veszik többé s így annál kevésbé tartják érdemesnek azokat a világgal tudatni. Ha még hozzávesszük azt is, hogy hány ily tűnemény múlik el nyomtalanul a tudományra a föld felületének legnagyobb részén, a tengereken és műveletlen népek által lakott területeken: úgy bátran kimondhatjuk, miszerint a Föld kerektségén nem múlik el nap, s talán óra sem földrengés nélkül.

Bizonyítják ezen állításunkat a földrengésekről összeállított statisztikai adatok; de a legtekélyesebb statisztikai kimutatás is messze esik a valóságtól, s a főlzámlált esetek tán tizedrészét nem képezik azoknak, melyek valóban megtörténtek. Daczára ezen a tudományra nézve kedvezőtlen körülményeknek az észlelt kisebb számú földrengéseknek összeállítása és évi kimutatása is a legnagyobb haszonnal van a tudományra, kivált ha évek hosszú során át folytattatik; mert

csak ily gondosan összeállított adatok alapján lehet majd bizton következtetni azon nagyszerű tünemények alapokaira, melyek mindenütt és minden időben mély benyomást gyakoroltak és gyakorolnak az emberi kedélyre.

De lássunk hát néhány ilyen statistikai összeállítást, hadd tünjék ki kétségtelen számadatekból az, a mit itt állítottunk. Fuchs C. W. C. tanár 1835. óta rendszeren följegyezi és összeállítja a tudomására jutott földrengéseket; 1879 végéig 1466-ot sorolt fel, melyek közt 125 a magyar birodalomra és 11 részletesen Erdélyre esik; a míg tehát nagy Magyarországra 9, Erdélyre nem egészen 1 földrengés jut évenként, Ferrey K. u. 306-tól a 18-ik század végéig csak Európából és Syriából 937, historikus által fölemlített földrengést számított össze. Kluge 1850-től 1857-ig 4620 földrengést állit össze, melyekből 509 esik alsó Olaszországra és Siciliára, 196 közép Olaszországra, 77 Spanyolországra, 105 Franciaországra, 1086 az Alpések és Kárpátok vidékeire. A 9-ik század kezdetétől 1845-ig csupán a Rajna vidékéről 559 földrengés van feljegyezve. Végre Schmidt Gyula, az athenei csillagvizsgáló híres igazgatója, 15 év leforgása alatt csupán Görögországban 2000 földrengést jegyzett föl, melyekből 2600 oly gyenge volt, hogy senki más föl nem jegyezte volna. Ugyanezen tudós a legrégebb időktől 1875-ig észlelt földrengések számát 22,283-ra teszi.

Ezek után bizton állítható, hogy nincs a napnak szaka, melyben a Föld felületének valamely föltoeskája nem rezegne.

Ezt tudván bebocsátkozhatunk most a földrengés egyes mozzanatainak fejtegetésébe.

Az első, a mit földrengéskor érezünk, s mely tekintetbe veendő a mozgás neme, a melybe Földünk felülete jó. A mozgás leggyakoribb neme a földfelület hullámozása, miközben úgy érezzük, mintha a föld lábaink alatt megindulna s azért az egyensúly helyreállítása végett arra, a honnan a mozgás jó, dőlünk vagy lépünk kell; a földön álló tárgyak pedig természetesen megrázkodnak, ingásba jönnek és el is dőlnek, rendszeren azon irányban, a honnan a hullámozó mozgás jó. A fennemlitett okból nevezte el a nép helyesen ezen tüneményt földindulásnak, míg a tudomány által elfogadott földrengés szó inkább arra vonatkozik, hogy a földön álló tárgyak rengésbe jönek. Ily hullámozó földrengésnél a Föld felületének min-

den része kis helyen rezgésszerű mozgást végez a nélkül, hogy helyéből távoznék, s ezen rezgő mozgás részecskéről-részecskére tovább közöltetik, s ily módon terjed aztán vízszintesen tovább a föld felületén. A földrengések leggyakoribb neme — szerencsénkre — ily hullámzó földmozgásokból áll, s ha más mozgással nem párosul, s a hullámzás sem tetemes, általában szerencsés lefolyással bír. Erősebb földrengéseknél azonban a föld hullámai oly magasan járnak, hogy azoknak haladását tágabb kilátású pontról jól lehet kivenni. A calabriai borzasztó földrengésnél (1783-ban) Dolomieu följegyzései szerint a fák a föld hullámzásánál annyira hajlongtak, hogy ágaikkal a földet érték és aztán újra fölegyenesedtek. A töredező ágak ropogása e mellett tisztán megjelölte az irányt, melyben a mozgás haladt. Érdekes, hogy az utolsó erdélyi földrengésnél is többen tettek hasonló megfigyeléseket.

A föld mozgásának második neme az, midőn fölfelé ható lökéseket, vagyis zökkenéseket érezünk, melyeknek ereje nagyon változó. Néha oly gyengék, hogy a tárgyak csupán megrázódnak; de van példa oly erős lökésekre, melyek holt testeket egy kis folyón át a hegyre dobáltak, a mint az 1797. febr. 4-ki riobambai (a Chimborazó déli alján) történt, melynél 30,000 ember veszett el. Hamilton szerint a calabriai borzasztó földrengésnél a hegyeknek csúcsai föl és le ugráltak. A lökő vagy zökkenő mozgás mellett azonban a rendes hullámzás is végbemegy, illetőleg minden lökés hullámzást támaszt, mely tovább terjed a meglökött ponttól minden irányban. Tisztán lökéses földrengés ennél fogva nem is lehetséges nagyobb területre, legfeljebb csak egyes pontjaira nézve. Az erdélyi földrengésnél is számos helyen gyenge lökések vagy zökkenések s ezek következtében erős rázkódás voltak érezhetők.

Vannak, a kik csavaros földrengésről is akarnak tudni, vagyis csavaros földmozgásra következtetnek annak némely hatásairól, mint p. abból, hogy egyenes utcák, falak, fasorok s. a. t. meggörbülnek, több egymásra helyezett kődarabból álló oszlopok felső kövei az alsókon bizonyos szög alatt megfordulnak; de ezen hatások részint a különböző hullámzó mozgásokból, melyek egymást keresztezik, részint a föld felső kérgének és a rajta álló építmények egyes részeinek egyenetlen voltából s így különböző irányokban más-más ellenállási képességéből magyarázhatók ki.

Második sorban tekintetbe jöhet a földrengésnek iránya és terjedése. Számos észleletekből kitűnt, hogy a földrengés terjedése vagy vonalos, vagy pedig központos. A földhullámvásznak vonalos terjedése igen gyakori tünemény. Ennél a mozgás egy helyből kiindul s egymásután oly pontokon jelen meg, melyek aránylag keskeny földterületnek, úgyszólván földszallagnak hosszában fekszenek egy sorban. Ilyen földrengés által megingatott területet rengési övnek nevezzük. Délamerikában, hol olyan gyakoriak a földrengések, két rengési övben jelentkeznek leginkább. Az egyik a Trinidad szigettel kezdődik és Új-Andalusia, Venezuela, Caracas partjainak hosszában Új-Granadáig folytatódik; a másik délről északnak nyúlik a continens nyugoti partjának hosszában Chilin és Perun keresztül Mexikóig. Az 1746-iki földrengés székhelye Lima volt, ezen várost és Callaót teljesen elpusztította, s innen kezdve északra és délre a part hosszában haladt tova.

A központos földrengés egy pontból kiindulva mindig táguló körökben terjed tova minden, tehát körsugár irányban, mely körökben annál inkább fogy az ereje, minél távolabb esik a középponttól. A megingatott terület vagy kör, vagy elipsis alakú, s az előbbitől megkülönböztetésül rengési kerületnek neveztetik. Sokáig tartó földrengéseknél, melyek többszöri megszakításokkal egymást követő lökések által kitűnnek, azt vették észre, hogy a rengési kerületnek középpontja nem marad egy helyen, hanem hogy mindannyiszor bizonyos irányban tovább tolódott. A híres lissaboni földrengés (1755. nov. 1-én) központos volt, s a rengési területnek középpontja csaknem pontosan a városnál feküdt.

A központos földrengés felületi közép- vagyis kiindulási pontja természetesen mint pont nem határozható meg soha, az inkább kisebb nagyobb terület, hol a lökések hatása leginkább volt érezhető s hova a földmozgás irányai hátrafelé mind összemennek.

Jeitteles J. H. volt kassai tanár szerint, ki a 60-as években foglalkozott a magyarországi földrengések tanulmányozásával és összeállításával, Magyarországon több állandó rengési terület van s alig múlik el egy év, melyben a földalatti erők kisebb vagy nagyobb hatásait nem tapasztalná. Nagy földrengések azonban, melyek a földkéregre s ennek felszínén levő tárgyakra erőszakos befolyást gyakoroltak, s melyeknek rengési hullámkörei sok mértföld-

nyi területeken nagy sebességgel végig rohannak, Magyarországból mindig csak 4 középpontból indultak ki, úgymint:

1. Az Erdély délkeleti sarkán levő hegységek, a Lakoczától kezdve a Bucsésig és Királyköig, vagyis a Bereczki, Bodzai és Brassói hegységek.

2. A Nagy-Károly, Szathmár és Szilágy-Somlyó közti térség.

3. Komárom környéke és a Vértes hegység.

4. A Veterna Hola hegység, Turócz, Trencsén és Nyitra megyék határain.

Újabban azonban ezekhez még egyéb nagy rengési területek is jönnek, különösen a múlt évi bánáti és a legújabb középerdélyi.

Kisebb rengési középpontoknak tekinti ellenben Selmeczbánya, Maria-Nostra vidékeit, Ófalu és Lubló környékét Szepes megyében, Homonna vidékét Zemplén megyében, Huszt, a rónaszéki és sugatagi sóaknák vidékét, Temesvár, Kolozsvár és Zágráb vidékét.

A földrengés irányának pontos észlelése nem könnyű és egyszerű dolog, kivált ha csupán az egyéni érzést kell alapul vennünk, mely vajmi könnyen csalódik azon meglepetés benyomása alatt, melybe a megfigyelőt a tünetény váratlan bekövetkezése hozza. Tapasztaljuk azt a legutóbbi erdélyi földrengések tudósításain is, midőn ugyanazon helyről néha a hány megfigyelő, annyi kiindulási és terjedési irány van adva. Sokkal értékesebbek az ilyen subjectiv észleleteknél objectiv adatok, melyek az erősebb földrengéseknél soha sem hiányzanak s az erdélyi földrengésnél is nagy választékban meg vannak. Ezek alatt értem először is a földrengésnek hatásait a föld felületén álló tárgyakra, a melyekről később fogok kissé részletesebben szólani. Ilyen terjedési irányt jelölő a földrengés fogyó erőssége a kiindulási ponttól kezdve kifelé, melyet a föld felületén előidézett hatásokból ítélhetünk meg. Így p. az erdélyi földrengésnél is van egy központi területünk, melyen a kőépületek erősen megsérültek számtalan falrepedés, kémény-, vakolat- és téglahullás alakjában; van egy második rengési körünk, melyen belül falrepedések, általában sérülések az épületeken nem történtek, de a földrengés alatt még mély földalatti moraj volt hallható; és egy harmadik rengési körünk, melyen belül a föld mozgását érezték, de ez semmi nyomokat nem hagyott hátra s földalatti tompa moraj sem volt hallható,

A rengés irányának pontos meghatározására számos, majd igen egyszerű, majd igen bonyolódott eszközt gondoltak ki. Ezek közt a legegyszerűbbek egyike, melyet Olaszországban szélteben használnak, az, ha hosszú fonalat erősítünk p. egy épület mennyezetére s alól hegyes fémsúlyt kötünk a végére, a fémsúly hegye alá közvetlenül, asztalra vagy a padlóra homokot terítünk el simán, hogy a fémsúly hegye, mihelyt függő helyzetéből kitér, vonalat huzhasson benne. A legesekélyebb földmozgásnál az ilyen inga a földhullámzás irányában lengeni kezd és maga megjelöli a homokba irt vonalban általában az irányt, annak hosszában pedig még a földingás erejét is. Egy másik igen egyszerű eszköz, ha vízzel színültig telt edényt, a vízre kevés korpát hintve, állítunk vízszintesen padlóra, természetesen elzárt helyen, hogy senki meg ne zavarhassa. Földingásnál a víz a földhullámok terjedési irányában az edény mindkét felén kilocsicsan s az edény széléhez tapadó korpa hosszabb idő után is lehetségesse teszi az irány pontos lemérését. Egy harmadik egyszerű mód végre, ha jól elzárt és szekérrázkodástól távoleső helyiségben, p. egy kert pavillonjában, a padlózatot elterített finom homokra egymástól elég távol, egyenlő hosszúságú, de különböző alapú hengeres pálezkát állítunk fel. Földrengéskor ezen papálezkák egyikének vagy másikának a földhullámzás irányában el kell dűlnie, s mivel puha homokba fognak esni, ott kell maradniok, hova először estek s ezáltal nemcsak a földmozgás általános irányát, de még azt is megmutatják, hogy honnan jött a rengés.

Harmadszor azon kérdés merülhet föl, hogy honnan indul ki a földrengés, hol van úgyszólván azon erőnek székhelye, a melytől földünk az első hatalmas lökést kapja. Annyit bizonyosan tudunk, hogy az első lökés nem indul ki a felületen, mert különben régen rájöttek volna már a lökést előidéző okra; de azért sem támadhat innen a mozgás, mert különben a hullámzás egyenletesen fogyó erővel egyenlő időben mindig egyenlő területet futna be, a mi a valóságban ninesen úgy. Azonban földünknek középpontjában, vagy ahoz közel, sem indulhat ki a rázkódás, mert így okvetlenül a föld sugarainak irányában terjedne a lökés, s a föld felülete mindenütt ugyanazon időben s egyenlő erővel ingattatnék meg. A földrengésnek székhelye tehát okvetlenül a föld felülete alatt bizonyos mélységben keresendő s az eddigi számítások szerint, kiindulva a

legjobban megfigyelt földrengések adataiból, a következő mélységeket találták:

az 1857. dec. 16-ki nápolyi földrengésre nézve	1·25	geogr. mfdet ;
az 1858. jan 15-ki veterna hola-i „ „	3·54	„ „
az 1864. jul. 29-ki rajnai „ „	5·23	„ „
az 1872. márcz. 6-ki középnémetországi „ „	2·42	„ „

Ilyen és hasonló mélységekben kapja tehát földünk bizonyos része ismeretlen erőttől az első hatalmas lökést, a mely lökési hullámokat támaszt mindenfelé; ezek részecskétől részecskének átadva a felületig érnek s itt a már leirt hullámzást és rázkódást előidézik.

Könnyebb már a megingatott terület nagyságának közelítő meghatározása, ha elegendő számú tudósítás kapható, ha nem is minden helyről, a hol közel ugyanegy időben megéreztek azt, de legalább minden irányban a lehetőleg legtágabb körü helyekről. Civilizált államokban, hol a telegraph és sajtó működik, a legtöbb esetben elég adat gyűjthető össze a földrengés azon elemeinek közelítő meghatározásához. A különböző földrengések által megingatott területek nagysága természetesen nagyon változó és első sorban függ annak erősségétől. Az 1876. nov. 30-án történt somogy megyei földrengés csak 23—24 négyszög mért földnyi területen éreztetett, a tavalyi bánáti földrengés már 3000 □ mfdnyi területet rengetett meg, az 1846. jul. 29-ki rajnai földrengés 2200 □ mfdnyi, az 1872. márcz. 6-ki középnémetországi földrengés 3100 □ mfdnyi területen volt érezhető. Mindezek csupán megrezzenések voltak a lissaboni óriási mérvű földrengéshez képest, mely Marocóban még városokat döntött, északon Scandíniáviáig, keleten az Uralig, nyugaton a Kis-Antillákig, és az ész. amerikai szárazföldreig terjedt, összesen tehát vagy 700,000 □ geogr. mért földnyi területen volt érezhető, s így az egész föld felületének csaknem $\frac{1}{12}$ -ed részét megrázta. Az 1868. aug. 13-ki perui földrengés oly földhullámzást idézett elő, a mely aug. 16-ig óránként 2—400 teng. mért föld sebességgel az egész csendes Óceánon átvonult Uj-Seeland, Australia és Japán partjaiig, útközben mindenütt megingatva a polynesi szigeteket.

Érdekes tudni azt is, hogy mily sebesen terjed a földrengés. Ezt az időből határozzuk meg, melyben két egymástól távol eső helyen a földrengés megjelenik. Természetes dolog, hogy

miután a helyi idő a föld szélességi fokainak mentében fekvő helyeken más és más, ezen különböző időket előbb egy helynek idejére átszámítjuk, s úgy következtetünk aztán a földrengés haladásának sebességére. A lissaboni földrengést az elbei Glückstadtban 75 perczel későbbben érezték, mint Lissabonban megtörtént. A két város távolsága 295 geogr. mértföld lévén, ezen földrengés sebessége perczenkint 19·6 mértföldnyinek kiszámítható. Ezen felületi sebesség azonban nem felel meg az újabban jól megfigyelt földrengések valódi sebességének, sem a mesterségesen előidézett földrázkódások hullámainak perczenként 4—5 mfdnyi sebességének s így föltehető, hogy az idő megfigyelése az egyik vagy a másik helyen nem volt pontos. Újabban lehetőleg pontos időmegfigyelésekből több földrengésnek terjedési sebességét kiszámítva, a következő értéket nyerték 1 perczre;

az 1858. jan. 15-ki veterna hola-i földrengésre nézve	1·66	} geogr. mfdet.
az 1857., dec. 16-ki nápolyi	2·1	
az 1864. jul. 29-ki rajnai	5·23	
az 1872. márcz. 6-ki közép-németországi	6·00	

A legújabb erdélyi földrengés terjedési sebességének kiszámítását az előttem fekvő adatokból még nem kísértém meg; de alig fog kívánt eredményhez vezetni, mivel az idő megfigyelések kevés kivétellel ingadozóak és pontatlanok.

A földrengések tartama az egymásután gyorsan következő lökések számától függ, általában azonban igen rövid. A legborzasztóbb földrengések egy-egy pillanat művei, mert a legerősebb lökések tartama is csak egy vagy néhány másodpercznyi. Caracas 1812-ben 30 m. percz-, Oppidó és környéke 1783-ban 2 percz-, Lissabon 5 percz alatt porban hevert. 1878. aug. 16-án Ecuadorban 15 percz alatt 40.000 ember vesztette életét. Voltak azonban hosszabb ideig tartó földrengések is, melyeknél 100—450 lökést olvastak össze egy hét vagy pár hónap lefolyása alatt. A pusztító erejű lökések után gyakran utórezgések hetekig, hónapokig érezhetőek. A calabriai földrengés után egy évtizedig érezték még gyenge utóhatásokat.

Érdekesek a földrengések alatt észlelhető tünetmények is. Ilyen a földalatti tompa moraj, mely azt rendesen kevésse megelőzni szokta és kíséri, s melyet a különböző észlelők

más- és másképen irnak le. A közelmúlt földrengésnél a legtöbben, így magam is, egy erős szélroham zúgásához, némelyek terhes szerek zörgéséhez vagy egy távoli vonat dübörgéséhez és zakatolásához s. a. t. hasonlították ezt a morajt, a melyhez az ingó-rezgő tárgyak és épületrészek zörgése, recsegése, ropogása is hozzá szokott járulni a rázkódás közepette, s a mely utóbbi lármával sokan tán föl is cserélték az előbbit. Ezen földalatti morajnak okát tisztán mechanikainak tartom. Ismeretes tény, hogy a kőzetek, melyeket szilárdságuk megpróbálása végett erős vízsjató nyomásának kitesznek, azon pillanatban, mikor azoknak részecekskéi a nyomásnak engednek, pisztolylövéshez hasonló hanggal összetöredeznek. A föld kérgében azonban a föld hullámzó mozgása miatt a különböző kőzetekben bizonynyára számos repedés, törés, szakadás, surlódás és zökkenés megy végbe, s ezek hangjainak összevegyüléséből könnyon kimagyarázható az a sajátságos, semmi földfeletti hanggal jól össze nem hasonlítható, földalatti tompa moraj. Ezen moraj rendszeren megelőzi magát a rengést, mivel a hang szilárd közegben 15-ször gyorsabban halad, mint a levegőben és jóval gyorsabban, mint a föld hullámzó mozgása.

További tünetények, a melyeket különböző földrengések alatt éreztek, még a következők. A földrepedésekből gázok özönlenek, kövek vettetnek ki, kénkö szag terjed széjjel, víz lövellődik ki, villámok cikázása vehető észre. Mindezen tünetényeknek megmagyarázása nem okoz sok nehézséget: mert tudjuk, hogy gázok és víz mindig cirkulálnak a föld rétegeiben, valamint kövek sem hiányoznak, melyek a hullámzó mozgás szülte nyomás által kiszorítatnak a támadott repedésekből; kén- illetve kénhydrogén- vagy kénessav-szag csupán oly helyeken érezhető, melyeknek közelében ilyen gázok különben is özönlenek a földből; a villamosság valószínűleg a különböző kőzetek egymáshoz dörzsölődésénél fejlődik.

Hasonlóképpen nem nehéz kimagyarázni forrásoknak kiapadását, új forrásoknak előtörését, meleg forrásoknak képződését vagy hőforrásoknak megzavarását sem: mert ha a földrétegek, melyek közt a források erei végighúzódnak, a rengés következtében megtöretnek, összeúzatnak, kimozdítatnak; bizonynyára megtörténhetik az is, hogy egy helyen bedugulnak a régi erek s a víz új repedésen igyekszik a föld felszínére jutni.

Némely földrengésnél, így az erdélyinél M.-Ludason, azt észlelték, hogy a leghevesebb lökés pillanatában a sűrű köd rögtön megvilágosodott és violás színt váltott azon táj felé, honnan a lökés jött. Ha ezen jelenség nem érzéki csalódáson alapszik, úgy ezt is vilamossági tünetnénynek kellene tartani. Észleltek gyenge hatásokat a mágnestűre és a villamos batteriákra is, miből csak az tűnik ki, hogy az összes természeti tünetnények mily szoros kapcsolatban vannak egymással.

Voltak azonban esetek, hogy a földrengésnek mindezen mellék-tünetnényei tökéletesen hiányoztak.

A mi a földrengés hatásait illeti, melyeket az a föld felületére és az épületekre gyakorol, az általában annak erejétől függ. A legtöbb gyenge földrengésnél csupán megrezdülnek a könnyebben ingatható tárgyak; a valamivel erősebbeknél már ingásba is jönnek, s az erősebbeknél a kőépületek is repedezni kezdenek, és pedig annál könnyebben, minél magassabbak azok. Az utolsó erdélyi földrengés is a központi övben elég erős volt arra, hogy számtalan kőépületet össze vissza repeszsen s így tetemes károkat okozzon sok birtokosnak. A falakban támadt repedések irányából a földmozgás irányára lehet következtetni. Ázon falak ugyanis, melyek a földhullámzás irányával egészen vagy közel összeesnek, függőleges vagy kevésbé ferde repedéseket kapnak; míg ellenben az olyan falak, melyek a földmozgás irányára keresztben állanak, felső részükben mintegy megtörnek, tehát vízszintes repedéseket kapnak, vagy pedig elválnak a mennyezettől és bolthajtástól, és pedig annál inkább, minél magassabbak és részben szabadon állók, tehát az emeletes épületek homlokfalain leginkább tapasztalható az. A felső-újvári kastély keletnek és nyugotnak tekintő mindkét homlokzatán világosan mutatkozik ezen megtörés. A szobák mennyezete rendszeren a földmozgás irányára keresztbe eső oldalain elválnak a falaktól, a mit a sarokban végig nyúló hasadás jelez, de többnyire a gerendák hosszában hasadozik.

Az olyan épületek, melyek hosszukkal a földhullámzás irányával egészen vagy közel összeesnek, sokkal többet szenvednek; mint azok, melyek a földhullámok irányára keresztben fekszenek; első esetben ugyanis a hosszfalak végig megtördelve lesznek és csupa függőleges hasadékokat kapnak, míg a második esetben az egész

épület inkább egyszerre emeltetik fel és bocsáttatik le a földhullám-tól s így a haránt falak kevésbé törethetnek meg. Mindezek olyan tapasztalati tények, melyeknek kimagyarázása a mechanica elemeivel könnyű és melyek egyszerű kísérletek által is bebizonyíthatók. Ha ugyanis az asztallapra ezeruzát állítunk vagy kártyaházat építünk s aztán az asztal szélét meglökjük, azt fogjuk látni, hogy a ezeruza, a kártyaház falai a lökés irányában, és a lökő felé, ha szabadon állanak, ha pedig erre támaszkodnak, az ellenkező oldalra dülnek. Ha a ezeruza tetejére apró tárgyat, p. egy rajzszoget teszünk, s az asztal szélét gyengén rengetjük, hogy t. i. a ezeruza ne düljön el, akkor azt fogjuk látni, hogy a rajzszoeg a rengetés alatt mindinkább elfele csúszik a lökőtől, míg az ellenkező oldalon leesik — s így azt az irányt mutatja, merré a mozgás halad, éppen úgy, mint a kémények tetejéről lelökött téglákon — nagyban lehet tapasztalni. Ezen tapasztalati tények teljes összhangzásban állanak az elmélettel, s így azokból határozottan lehet a földrengés irányára következtetni.

Igen erős földrengések az összes épületeket halomra rázzák, s a föld kérgében is tetemes nyomokat hagynak vissza. Leggyakoribb a földi hasadékok képződése, melyek rendszeren párhuzamosak egymáshoz s természetesen a földhullámzás irányára keresztben haladnak. Ritkábban központosugaras és szegzúgos hasadékokat is észleltek nagyobb földrengéseknél. Ezen hasadékok rendszeren azonnal becsukódnak ismét, néha víz, néha gőz ömlik ki belőlük, sőt az elpusztult Jeruzsalem újra építésénél, történetírók tanúsága szerint, lángok emelkedtek ki a támadt földrepedésekből, a mi Palästina kőolajjal és gyúló gázokkal telített számos kőzetrétegei miatt éppen nem csoda, hanem nagyon is természetes tünemény. A calabriai földrengésnél roppant sok földrepedés keletkezett, s ezek számtalan áldozatot el is nyeltek. Plaisanonál egy ilyen földrepedés közel 1 mfd. hosszú, 105' széles és 225' mély volt. Ha azonnal nem csukódnak ismét be, később laza kőtörmelék és föld által lassanként betemetődnek. Az utolsó erdélyi földrengésnél M.-Ludas és M.-Sülye vidékéről van határozatlan tudósításom képződött földrepedésekről, melyek azonnal be is csukódtak volna.

Még nagyobb szerű hatások azok, midőn a földrengés következtében egész hegyek leszakadnak keskeny völgyeket elzárva, úgy

hogy ennek felső részében a víz összegyűl és hosszas tó jő létre. Igy keletkezett Erdélyben is 1838-ban, tartós és erős esőzések után egy regényes tó, a Gyergyóban fekvő Gyilkos- vagy Verestó, Dr. Herbieh szerint a Gyilkoskő nevű sziklafalnak részbeni leszakadása által, melynek omladékai a Vereskőpatak völgyének felső részét elzárták. Hogy valjon az 1838 jan. 23-ki nagy erdélyi földrengés idézte-e elő ezen hegyszakadást, nem bizonyos, de annyi valószínű, hogy ezen földrengés által repedezett meg és lazult meg a sziklafal, melyet később a bő nedvesség tökéletes elválásra kényszerített.

Legnagyobb szerű hatások azok, midőn földrengés következtében egész földterületek süllyednek vagy emelkednek. Nápoly közelében, Puzzuoli mellett a Jupiter Serapis templomának romjai igen szép geológiai példának szolgálnak a talajnak történelmi időben történt süllyedésére és újra kiemelkedésére. Az egykori templomból fennmaradt három álló márványoszlop ugyanis felfelé $\frac{2}{3}$ -áig fúrókagylók által meg van fúrva, a mi csak úgy volt lehetséges, hogy a templom a vidékkel együtt először a fúrókagylók működése szintjéig elmerült, később aztán a mostani szintjéig újra fölemelkedett. De vannak számos példák sokkal tetemesebb fölszínváltozásokra is. A régi Lima városa tudvalevőleg a parttal együtt a tengerbe süllyedt földrengés következtében. 1868. aug. 13—19-ig Új-Granadában egész területek süllyedtek, Gotochi város helyén most tó van. 1865. febr. 2-án a Maledivia szigetecsoport egy kis szigete eltűnt, ugyanezen év jul. 7-én az Euphrat és Tigris folyó között 30 órányi területben a föld süllyedett és nagy hasadékok képződtek, melyek 16 falut minden lakóival elnyeltek.

Nevezetes még nagy földrengéseknek hatása a tenger vízére. 1868. aug. 13-án Peruban és Chiliben századunk legborzasztóbb földrengése alkalmával a tenger vére először gyorsan visszahúzódott a parttól s aztán óriási fal gyanánt rögtön nekizúdult a partvidéknek s útjában mindent elsöpört maga előtt. A tenger ezen óriási hullámváza vitte végbe a legnagyobb pusztítást ezen földrengésnél, s oly nagy mérvű vala, hogy a hullámvás Új-Seeland, Australia és Japán keleti partjaiig elhatott, s útközben a szigeteket is mind elborította a pusztító vízár.

Megemlíthetem, hogy a közelmúlt földrengésről is több hely-

ről kaptam tudósítást, miszerint a Maros vize erősen földagadt és rögtön leapadt ismét a földrengés alatt.

Ezen néhány példából is világosan kitűnik, hogy a földrengések földünk felületi alakzatának megváltoztatásában mint jelentékeny tényezők közreműködnek.

Az a kérdés merül továbbá föl, hogy a földrengés nem áll-e bizonyos viszonyban a megrengetett terület földtani szerkezetével, s igen természetes, hogy a geolog, ki a földkéreg változatos szerkezetét tanulmányozza és megismeri, határozottan azt válaszolja, hogy igen is van. A föld kérgét összetevő kőzetek minőségük és szilárdságuk különböző fokai szerint különféleképpen kell, hogy vezessék a földrázkódásokat. Ezt a kísérletek is szépen bizonyítják, melyeket Mallet tett. Ő puskapor robbanások által idézett elő rázkódásokat különböző összetételű talajban s meghatározván azok terjedési sebességét, találta hogy az:

a nedves homokban . . .	965 ang. láb	} volt 1 m. perczen.
laza törmelék granitban . .	1299 „ „	
szilárd „ . . .	1861 „ „	

A földrengés terjedése tehát más lesz a laza, más a szilárd talajban, különböző a tömeges, a réteges, a hasadékos, a szakadásokkal és vetődésekkel áthatott kőzetekben. Egnemű talajszerkezet mellett a föld hullámozása egyenletesen fog terjedni, míg különemű talajnál magzavarva lesz a terjedés egyenletessége. Nagy földszakadások és vetődések igen gyakran gyengítik, vagy eltérítik, vagy végkép megtörik a földhullámokat, kivált ha azokat hegyes szöglet alatt találják. Nevezetes az utolsó erdélyi földrengésnél azon tény, hogy míg a felső-újvári kastélyt borzasztón megrázkódhatta, Maros-újvár bányáiban éppen nem, a bányaüregek felett is gyengén érezték, máskülönbén a gépház feltűnő magas és vékony kéménye alig maradhatott volna teljesen sértetlenül. Itt tehát a bányaüregek tartották fel, illetőleg törték meg a földhullámokat.

Legveszedelmesebb a földrázkódás ottan, hol laza talaj, p. homok, kavics, nem igen vastag rétegekben szilárd kőalapon nyugszik, mert ily helyeken a laza talaj a földlökések által fölfelé dobáltatik és úgy összerázatik, hogy épület nem maradhat meg azon. Többször tapasztalták ezt California fővárosában, hol a magasabban fekvő, sziklatalajon emelt épületek keveset szenvedtek, míg a mélyebben fekvő, homokos talajon álló épületek mind romba dőltek.

Természetes következmény mindezekből, hogy szilárd, messze összefüggő földtani képződmények egyenletesen távolabbra vezetnek a földrengést, mint laza képletek; azért kiterjedtebbek rendszeren hegyes vidékeinkben a földrengések, mint az Alföldön jelentkezők. Természetes továbbá, hogy a megrengetett területnek nemannyira legfelső, mint inkább az ezek alatt mélyen elterülő képletek természetéből lehet következtetnünk, s hogy csak szakavatott geológ teheti ezt, ki nemcsak a megrengetett vidéknek, hanem annak tág környezetének földtani szerkezetével tisztában van. Nagy hegylánczok rendszeren határt szabnak egy-egy földrengésnek, ha az a hegyláncz egyik vagy másik oldalán keletkezik; s általában az ilyen helyeken szoktak létrejönni a vonalas földrengések is.

Sokan erősen vitatják, hogy a földrengések s egyéb természeti tűnemények közt határozott viszony mutatkozik; lássuk tehát, hogy e tekintetben milyen eredményre vezetett a szorosán tárgyilagos tudományos vizsgálat. Schmidt az említett 3000 görögországi földrengést vizsgálta ily tekintetben s a következőket talált:

1-ször. A holdnak földközeliében tényleg gyakoribbak voltak a földrengések, mint földtávolában; miből következtethető, hogy a holdnak a távolság szerint változó vonzása csekély mértékben van hatással a földrengésekre.

2-szor. A földrengésekre nézve, vonatkozással a holdnak a föld és nap közötti helyzetére, számításainak eredménye az: *a)* hogy a földrengéseknek egy maximuma az újhold tájára esik; *b)* hogy egy második maximum 2 nappal az első negyed után van; *c)* hogy a földrengés gyakorisága fogy a holdtölte táján; és *d)* hogy a legcsekélyebb gyakoriság, tehát a földrengés minimuma, az utolsó negyed napján mutatkozott.

3-szor. A földrengések gyakorisága a különböző hónapokban vizsgáltatván, következő eredményeket adta.

	f. r.	viszony szám.
január és február hóra esett . . .	3961	1.21
márcz és april „ „ . . .	3801	1.15
május és junius „ „ . . .	3334	1.00
julius és august „ „ . . .	3395	1.03

	f. r.	viszony szám
sept. octob „ „ . . .	3765	1.14
novemb. és decemb. „ „ . . .	3827	1.16

Ezen értékek szerint, a földr. maximuma január 3-ára, minimuma július 8-ára esik s a kettő között egyszerű átmenet észlelhető.

Vagy ha az évszakok szerint rendezzük az összes földrengéseket, kapunk :

	f. r.	viszony szám
a télre (dec. - febr)	5835	1.12
a tavaszra (márcz.—május)	5520	1.06
a nyárra (jun.—aug.)	5210	1.00
az őszre (sept.—nov.)	5718	1.09

Ebből kitűnnék, hogy a földrengések leggyakoribbak a napközélben, ritkábbak a naptávolban, s így kétségtelennek látszik, hogy a nap vonzásának is van hatása a földrengésekre.

4. A földrengések viszonyaira nézt a nap szakaihoz a következő eredmény mutatkozik: a földrengések gyakoriságának maximuma reggeli 2 1/2 órára, a minimuma délutáni 3/4 1 órára esik.

5-ször. A földrengés és a légnyomás közt 15 évi megfigyelések után Görögországra nézve áll, hogy a földrengések 335''-nyi légnyomás alatt gyakoribbak, mint magasabb állásnál; hogy gyakoriságuk csekély légnyomásnál gyorsabban nevededik, mint fogy erősebb légnyomásnál (335'' felett).

6-szor. A földrengés és az időjárásra nézve Schmidt észleleteiből kitűnt, hogy a zivatarok fő maximumai a földrengésekével közel összeesnek; egyébre nézve semmi egyezés nem mutatható ki.

Néhány szóval föl kell még említenünk a földrengések időszakiságára (periodicitás) és egyidejűségére (synchronismus) vonatkozó észleleteket is. Föltűnő, hogy sok igen erős földrengés egy évszázad után ismétlődött, így a limai 1578 jun. 17-én és 1678 jun. 17-én. Chileben úgy hiszik, hogy minden 23 évben van, mert 1773, 1796 és 1819-ben voltak földrengések. Canadában azt tartják, hogy minden 25 évben 40 napig tartó földrengés van. A földrengések nagy számánál fogva azonban egyes példák nem döntenek, mert véletlen összeesések lehetnek.

Gyakoribbak a példák távoli helyek földrengéseinek egyidejű-

ségére. A caracasi földrengéssel egyidejűleg a Misisippi völgyében is volt földrengés, Calabriában és Siciliában csaknem mindig egyidejűek, így: 1169, 1535, 1638, 1770, 1776, 1780 és 1783-ban. Syria és déli Olaszország közt bizonyos antagonizmus van. Kluge összeállításában számos ilyen példát sorol fel. De ezek is véletlen esetek lehetnek s nem szabad nagy jelentőséget tulajdonítani nekik, Kluge fölvesz bizonyos rengési területeket, hol a messzről megindított földhullámzás kedvező körülmények miatt önálló mozgás gyanánt jelentkezhetik.

Végre még a földrengéseknek előjeleiről is néhány szót. Földrengések által gyakran meglátogatott vidékeken sokat hisznek ezekben. Ilyenek: a források és egyéb vizek apadása, megzavarodása, új források keletkezése, a tenger szokatlan zajgása és rendetlen mozgása, halaknak tömeges megjelenése Sicilia partjain; továbbá az állatoknak nyugtalansága, s végre még az emberek rosszulletét, főfájást, hányást s. a. t. is előjelnek tartják. Quito, Chile, Cumana lakói azonban mit sem tudnak róluk, s a legtöbb tudos egyenesen tagadja ezen előjeleknek létezését.

Csak két tünetény vehető biztos előjelnek, bár nem is következik utána mindig földrengés, u. m. a földalatti moraj, és a földgyenge rezgése; ezek daczára azonban a legpusztítóbb lökések mégis váratlanul és rögtön bekövetkeztek.

*

Ezekben röviden előadtam a földrengésekkel járó összes tünetényeket, észlelési és számítási adatokat, s hátra van a legérdekesebb része a földrengéstannak, t. i. következtetés ezen adatokból a földrengések valószínű okaira.

II. A földrengések okairól.

Mielőtt valamely természeti tünetény végső okát keresi a természetbuvár, okvetlenül azon tünetény egész lefolyását, annak minden mellékkörülményeit, egyszóval annak mibenlétét kell lehetőleg és alaposan megvizsgálhnia; csak ha ez teljesen sikerül, remélheti, hogy minden kutatásnak azon végcélját eléri. Tapasztaljuk azonban, hogy természeténél fogva mennyi nehézséggel, mennyi akadályal jár a földrengés egész lefolyásának, minden mellékkörülményeinek

pontos észlelése s így mivoltának megállapítása; s így épen nem csudálkozhatunk, ha annak végokaira nézve annyi különböző, annyi eltérő véleménynyel találkozunk a mai, természettudományilag oly előrehaladott korban is, elsőrangú tudósok közt, s még kevésbé csodálkozhatunk, ha az ó- és középkor bölcsei, kik a földrengések tüneményeit igen felületesen figyelték meg, egészen önkényű, s néha a leghantastikusabb elmélgedésekkel igyekeztek megtalálni a természet ezen nagyszerű tüneményének nyitját.

Mint minden szerencsétlen eseménynek, mely a zsidókat érte, úgy a földrengéseknek végokát is a szentírás szerzői Isten rendelésének tartották, a nélkül, hogy a legközelebbi okokra nézve bárminő véleményt kockáztatni mertek volna.

A pogány népek hasonlóképpen, még olyanok is, kik a természetbölcseletre némi hajlammal bírtak, Isten büntető ítéletét látták a földrengésekben. Így a régi görögök és rómaiak, a földrengések keletkezését legelsőbben is az Istenek akaratának tulajdonították, habár hasonló természeti tünaményeknek megvizsgálására bő alkalmuk nyílt is. Rájuk nézve a földrengések vagy Zeus vagy Poseidon művei voltak s Orpheus mind a kettőt földingatónak nevezte. Xenophon szerint a lakedemonok a földrengésnél dicsénekekkel igyekeztek Poseidon haragját megengesztelni. A római papok, a kik Vulkánnak borzasztó működését Siciliában elég közről tapasztalták, nem tulajdoníthatták a földrengést csupán a vizek Istenének; azért földrengések alkalmával engesztelő áldozatokat bemutatva egy bizonyos Istenség nevének segítségül hívásától őrizkedtek, félvén, nehogy a nem igazít találják meghívni.

A chinaiak szokásaik szerint minden bajt, így a földrengéseket is gonosz szellemeknek tulajdonították: így az 1649-ki nagy földrengéskor nagy áldozatokat mutattak be a gonosz szellemeknek, azt híván, hogy azok megharagudtak a szent birodalomra.

Perúnak őslakói, az indiánok a földrengések indító okáról nem vélekednek oly komoran. Ők azt gondolják, hogy Isten az embereket megszámlálандó néha fölemelkedik üléséről s ekkor minden lépésénél megrendül a föld. Mihelyt a legesekélyebb földrengést érzik, azonnal kijönnek kunyhóikból, futkosnak, ugrándoznak s a földre toppantva kiabálják: Itt vagyunk, itt!

Az északi mondák szerint a tűz istene, Loki, egy barlangban fogva van; rajta egy mérges sárkány fekszik, mely mergét arczába

hullatja, de a méregeseppeket Loki felesége alátartott esésében fölfogja; azonban ha azt ki kell öntenie, a méreg mégis Lokira hull, s ilyenkor fájdmában rugdalózik, hogy megrendül belé a föld.

Sok földrengésnek hullámzó haladása némely megfigyelőnek okul szolgáltatott állati mozgással való összehasonlításra; ilyenkor előadják tudósításaikban, hogy úgy tetszett nekik, mintha egy óriási kigyó vagy teknősbéka mászott volna el a föld alatt. Nem lesz tehát feltűnő, hogy némely nép csakugyan azt véli, hogy a földrengések egy nagy földalatti állatnak mozgása által származnak. Délamerika lakói sok földrengést úgy irnak le, mintha a föld bensejében egy ezethal uszott volna végig. Japánban hasonló vélekedéseket találunk. De még nálunk is nem egy helyről tudósítottak a népnek egészen hasonló vélekedéséről, hogy t. i. a ezethal, mely a földet hátán hordja, megfordult s azért rendült meg a föld.

Azonban elég lesz — úgy hiszem — a népmondák és vélekedések phantastikus képeiből ennyi, és lássuk most a claszikus ó-kor böleseinek főbb nézeteit is a földrengések okairól.

A görög bölesek, nem mint a keletiek bizonyos csillagzatokban, magában a földben keresték a földrengés okát. Az első görög csillagász, miletuszi Thales (640—545. K. e.) ki azt tanította, hogy minden víznemű őanyagból származott, azt hitte, hogy a szilárd föld víztömegben úszik, mely az éggömb alsó felét betölti. Közel feködt hát hozzá a gondolat, hogy ezen víz a földet néha megrengeti, s a víznek hullámzó mozgásából kimagyarázta magának azt a körülményt is, hogy néha földrengéseknél új források fakadnak föl. Anaximander úgy magyarázta a földrengést, hogy nagy szárazság alkalmával, vagy hosszú esőzések után is, nagyobb földrepedések támadnak, melyekbe a levegő nagy mennyiségben és erőszakosan belenyomúl s ilyképen a levegő rengeti meg a földet. Ezen nézetet támogathatta az a körülmény, hogy Görögországban a nap heve által igen széles és hosszú földrepedések szoktak támadni.

Klazoménei Anaxagoras (sz. 492-ben), ki az értelmet tartotta a világrend fentartójának, a tüzet pedig minden dolgok őanyagának, ehben kereste a földrengés végokát, mint a mely minden többi elemnek erőt kölesönöz. Ha Anaxagoras valóban kimondotta azon nézetét, miszerint földrengések előállanak, ha sűrű, vagyis összenyomott levegő, mely fölfelé akar szállani, nem talál utat kifelé; úgy

minden esetre azon kiterjesztő erőre gondolhatott, melyet a melegség a gőzöknek és a levegőnek kölesönöz. A 464. évben K. e. bekövetkezett spártai nagy földrengés, melynél a Taygetos egy része ledőlt, alkalmúl szolgált a földrengés okaira nézve a bedülési elméletnek kifejtésére is, mely szintén Anaxagorastól ered.

Aristoteles lehetőleg számos bizonyítékot sorolt fel, hogy kimutassa, miszerint a földrengéseket rendszeren levegő és gőzök idézik elő, melyek földalatti üregekbe vannak zárva. Szerinte barlangokban gazdag országok (p. Hellespont, Achaja, Euboea, Szicília stb.) legtöbbit szenvednek földrengésektől. A földrengés alatt szélesend uralkodik, mivel a szél a föld odúiba belenyomult; ugyancsak földrengés alatt a levegő mozgásba hozza a vizeket sat. Ezen a föld súlya által összenyomult levegő bizonyára elég erős arra, hogy a föld odúból kitörni igyekezzék, megrengesse annak felületét vagy ék gyanánt szétrepeszze annak kérgét. Ilyen esetekben a földrengések mindaddig nem szűnnek meg, míg az elzárt levegő ki nem tör és szélvést nem idéz elő, a mint az Herakleánál a Pontuson 325-ben történt. Ugyanez megesett egy korábbi kitörés alkalmával az aegai tengeren, a midőn Hiera szigete képződött. Az tapasztalták akkor, hogy a föld nagy dörgések közt kúposan fölemelkedett, azután széjjelrepedett és sok levegőt, tüzet és hamut hányt ki. A földalatti moraj is, mely a földrengéseket kíséri, a levegő rázkódásától származik, s a keletkező hang a barlangok alakja, falainak minősége és összeállása szerint különböző. A hang rendszeren megelőzi a rengést, mivel a hangok finomabbak és gyorsabban haladnak, mint a levegő. A tökéletlen ismereteknél fogva, melyekkel a régiek a légnevekről és gőzökről bírtak, nem lehet esodálkozni azon, hogy ezen elméletben ránk nézve sok megtámadható pont van s hogy azok Aristoteles kortársainak is homályosak és kétségesek maradtak; annyi azonban kétségtelenül kitűnik, hogy valamint Aristoteles, úgy a többi bölcsészeknek elméletei nem egészen légből kapottak valának, hogy azok is a természet megfigyelésén alapultak s hogy határozottabb alakban és kifejezésben mai is találkozunk hasonlókkal. Nevezetes, hogy Aristotelesnek egy követője, Strato, azon mai nap újra fölkapott nézetet állította fel, hogy a földrétegek hőfokainak különbségeiből származnak a földrengések.

De lássuk néhány római bölcsész nézeteit is, bár ezeknél ke-

vésbé eredetit fogunk is találni, mint inkább részletesebb kifejtését a görögök véleményeinek.

Strabo, Augustus császár kortársa, a barlangelméletnek hiva. Ő is példákat sorol fel, mint Aristoteles, annak bizonyítására, hogy barlangokban dús vidékeken gyakoriak a földrengések. Mielőtt déli Itáliában a tűzhányók kráterei nyitva voltak, gyakrabban történtek földrengések, mint az ő idejében, a mikor az Aetna tevékony vala, s a Vulcán három nyílásból hányt tüzes lávát. Plinius természet-historiájában hiven előadja Aristoteles nézeteit. Hozzáteszi még azt is, hogy déli szelek után a tenger a legnagyobb hullámokat veti, de ilyenkor keletkeznek a legveszedelmesebb földrengések is. Ezen állítás annyiban nevezetes, mivel újabb időben egy svájci geolog is kimutatta, mikép a földrengések Svájcban gyakran esnek össze a Föln nevű déli szélnek fuvásával.

Seneca, a ki „Naturales Questiones“ czimű művében behatóan foglalkozik a földrengésekkel, Humboldt itélete szerint a legalap-sabban és a mostani nézetekkel leginkább egyezően irt a természeti tűneményekről. A földrengéseknek minden tűneményeit és mellék-körülményeit jól leírván, végül azoknak okaival is foglalkozik, s itten ő is a szél- és barlangelméletnek hódol. Ő kétféle földrengést különböztet meg, az úgynevezett lökőt és a hullámost; a lökő föld-rengést általában földi üregek vagy barlangok bedüléséből származ-tatja, míg a messzebb terjedő hullámos földrengéseket az összenyo-mott, megfeszült gőzök és gázok erejéből magyarázza ki, melyek szerinte a nagy földalatti üregekben fejlődnek és különösen akkor lépnek fel erőszakosan, midőn szomszédos földalatti tűz vagy gyulé-kony gázok elrobbanása által legnagyobb erőre jutnak.

Ő a földet ugyanis nagy gömbnek tartja, melynek belseje nagyban és egészben szilárd ásványos anyagokból van összetéve, de ezek közt számos kiterjedt menetek, csatornák, hasadékok és üregek vannak, melyek részint álló és folyó vizekkel, részint gőzökkel és gázokkal vannak tele. Ezeken kívül a föld belsejének sok pontján tüzet veszen fel, mely gyulékony ásványok, mint kén és kőolaj, által táplálatik. Ezen földalatti tűzhelyeknek azonban csekély terjedelmet tulajdonít, s innen van, hogy ő mind a földrengéseket, mind a vul-káni kitöréseket korlátolt helyi tűneményeknek tartja, s hogy mind-kettőnek székhelyét nem nagy mélységbe teszi. Látjuk, hogy Seneca

ezen nézeteivel azon állásponton van, melyet mai nap is a földbúvárok többsége elfoglalt.

A középkorban általában az Aristoteles-féle magyarázat maradt túlsúlyban, de többféle módosításokat szenvedett a szerint, a mint a tűznek vagy a víznek hatását a levegőével vagy a gőzökével kombinálni igyekeztek. A kérdés mindég csak a körül forgott, mint kelljen megmagyarázni, hogy a földodvakba zárt és összenyomott légnek mért akarnak egyszerre és rögtön kitérni és hogy kerültek azok úgyszólván a fogságba. Aristoteles elméletében már a vulkáni tűznek is jutott kis szerep. A vulkanizmusra azonban annát nagyobb súlyt kezdettek fektetni a középkorban, minél inkább megtanulták ismerni a tűz hatását a gázok és gőzök kiterjesztésére s különösen akkor, midőn a lőpornak fölrobbanó hatása lett általános ismertté. A földrengések vulkáni keletkezése mellett igen nyomatékosan szólt azoknak gyakorisága vulkánok vidékein, a vulkáni kitérések alatt észlelt robbanási zaj és a földnek megrendülése, nemkülönben azon tapasztalat is, hogy a földrengések vulkáni kitérésnek előhírnökei. A vulkáni elméletnél csaknem mindig a vízgőz képezte a legkiválóbb mozgató erőt. Igaz, hogy könnyebb volt annak segítségével egyszeri fölrobbanást kimagyarázni, mint a földrengésnek sajátságos gyakori ismétlődését és a rengési középpontnak gyakori helyváltozását. Ezekre nézve azt képzelték, hogy a föld odvakban foglalt ruganyos légnek kitér a felületre vagy más odvakba, de rövidebb vagy hosszabb idő múlva valami közbeeső akadály elzárja az útját s ekkor új kifelé nyíló utat kell kieroszakolnia. A gőzöknek rögtöni keletkezése — így vélekedének — bizonyára onnan van, hogy valamely víztömeg egy vulkáni tűzhelyig leszakad, a gőz feszülésének alábbhagyása pedig onnan van, hogy a gőzök vagy utat találtak kifelé, vagy kevésbé meleg helyre jutván, lehültek ismét, vagy hogy maga a tűzhely tömegesen utána folyó víz által eloltva lett.

Már Plinius hasonlította össze a földrengést földalatti zivatarral. Midőn a múlt században a villamosság terén való fölfedezések minden szellemet foglalkoztattak, gyakrabban visszatértek azon ideára, hogy a földrengések villamos és galvanikus folyamatoknak köszönik lételüket. Névszerint Stuckeley volt az, ki abból származtatta a földrengést, hogy a föld villamossága egy villámtalan felhő felé ki-

egyenlítődik. A galvanismus hasonló föltevésre nyújtott alkalmat, mely szerint a földnek különböző rétegei képezték volna a galvani elemeket. Ilyen erőltetett elméletek azonban nem maradhattak sokáig ellenkezés és megezáfolás nélkül. A földrengéseknél [néha előforduló villamossági tünetények sokkal esekélyebbek, hogy sem az egész földrengést annak lehetett volna tulajdonítani; de még a lényeges pontra nézve, t. i. a villamos ütés és a földnek megrendülésének módjai közt sem lehetett hasonlóságot kimutatni. A villamossági elmélet fölteszi, hogy földünk egyik vagy másik részében bizonyos mennyiségű villamosság meggyűl s ezen föltevésből kiindulva Windeburg még azt is javasolta, hogy pyramisszerű épületek emeltesse az összegyűlt villámfluidumnak elvezetése végett (Über die Erdbeben und den allgemeinen Nebel, 1783.). Úgy látszik, hogy a jó komáromiak is a múlt századnak végén, a midőn annyit szenvedtek földrengések által, magukévá tették Windeburg fölfogását, a mikor deputatióba fölmentek József esászárhoz, kérve ő felségét, hogy a földrengések elhárítása végett kegyeskednék elrendelni, miszerint Komáromnál hamarjában egy pár pyramis építtessék. A mióta azonban tudjuk, hogy a föld a villamáramoknak milyen kitűnő vezetője, éppen nem érhető meg, hogy volna képes a villamosság egyes helyeken meggyűlni, vagy rögtön oly feszerővel létrejönni, miszerint a földrengések hatásait előidézhesse.

Térjünk át ilyen kevés megfoghatót tartalmazó mult századbeli hypothézisektől a jelen század uralkodó nézeteire, azokra t. i., a melyek biztosabb természettudományi alapon, t. i. tapasztalatakon és tényeken nyugszanak; mert mesterkéltn és erőltetett hypothézisekkel bizony még mai nap is nagy számmal találkozunk, csak hogy az ilyenekkel hamar elbánnak mai nap, a midőn a geologia terén sem szabad már üres speculatiókkal föllépni s ugyancsak megrostálnak minden új elméletet.

Humboldt Sándor, századunk első felének ünnepelt természetudósa, ki nagyszerű utazásaiban sok vulkáni vidéket bejárt, számos vulkánt megvizsgált, vulkáni kitöréseket és földrengéseket megért, tiszta vulkánista álláspontból ítélte meg és magyarázta a földrengéseket is; és ugyanezt tette kortársa von Buch Lipót, századunk első felének legnagyobb geologja is. Elméletük általánosító néz pontja által magaslik ki sok más elmélet közül, melyből a tünetényeknek

egész sorozatát egységes fogalom alá gyűjteni s így a különféleséget összekapcsolni törekszenek. Ők a vulkánok tevékenységét s a földnek megindulását egy közös oknak különböző nyilvánulásaiként fogták fel s Humboldt összefoglalta azokat a híressé vált „Reaction des feuerflüssigen Erdinnern gegen die starre Erdkruste“ fogalom alá.

Ezen magyarázat követői abból indulnak hát ki, hogy földünk belseje még most is hevenyfolyó állapotban van s abban keresik a földrengések keletkezésének okát, hogy a lassanként kihűlő földgömb vastagbodó kérge megmerevülésénél nagymennyiségű gázok és gőzök szabadulnak ki, melyek a hevenyfolyó földanyagban elnyelve, megkötve voltak. Ezek azután egyes pontokon meggyűlnek s vagy kiterjeszkedési erejüknel vagy tovább özönlésüknel fogva erőszakos hullámzásokat idéznek elő a hevenyfolyó földmagban, az úgynevezett pyriphlegetonban, mely hullámzások a felületen erősebb-gyengébb földrengéseként érezhetők mindaddig, a míg sikerül hasadékokon át kiözönleniök. Mások szintén bezárt gőzök nyomásának tulajdonítják a földrengéseket, azt hiszik azonban, hogy a tenger vize repedéseken a hevenyfolyó földmagig lehatol és itten rögtön óriási feszerővel bíró gőzökké átváltozik.

Nem lehet tagadni, hogy ezen és hasonló nézetek és magyarázatok csakugyan bírnak alappal a természetben, t. i. a vulkánok működésében. A vulkánok kitörését rendszeren földrengés szokta megelőzni, mely a kitöréssel tényleg megszűnik. A kitörésnél felszálló iszonyú mennyiségű vízgőz mellett egyéb gőzök és gázok csakugyan világosan a mellett szólnak, hogy a földrengést ezeknek roppant feszerere idézte elő. A hevenyfolyó láva át meg át van járva ezen feszülő gázoktól s mihelyt a vulkánban a rázkódás következtében repedés támad, megszűnik a földrétegek nyomása ezen gázokra s azok iszonyú erővel igyekeznek föl és kifelé, magukkal ragadva a hevenyfolyó lavát is, a mely ennél fogva mintegy fölforr és kifut a kráter öbléből. Azt sem lehet tagadni, hogy tényleg a tevékeny vulkánok közelében leggyakoribbak a földrengések s hogy mindezeknél fogva a vulkáni működés és a földrengés közt szoros kapcsolat létezik, melynél fogva Humboldt azt állíthatta, hogy a vulkánok biztosító szelepjéi földünknek, melyeken a felesleges gőzök és gázok eltávolodhatnak belőle. Ezen benső összefüggés e két tüne-

mény közt oly egyszerűnek és természetesnek látszik épen a mindennapi tapasztalatnál fogva, hogy épen nem csodálkozhatunk, hogy a laikusok általában ezen vulkanistikus álláspontból fogják fel az összes földrengéseket s mihelyt valamely területen bekövetkezik egy földrengés, azonnal azt keresik és igyekeznek kimutatni, hogy a közelben vagy távolban van-e valami működő vagy legalább egy kialudt vulkán, a melyre rá lehessen fogni a földradaalmi vádat, vagy hogy nem-e új vulkán akar ottan képződni, daczára annak, hogy mindeddig az ezerekre rugó földrengések eseteiben sehol új vulkán nem bukkant még fel a százazföldek bensejében. Annyira mennek ezen álláspontjukból kifolyólag, hogy a földrengés által okozott iszapömléseket is mindjárt vulkáni kitöréseknek qualificálják, a mint az a legközelebbi zágrábi földrengésnél is megeseett.

A vulkanistikus nézetnek jogosultságát nem tagadhatja ugyan senki sem, a ki valaha vulkáni kitörést megfigyelt, vagy a ki legalább ilyen kitöréseknek pontos leírásait olvasta; de abban rejlik ezen nézetnél a főhiba, hogy ezen magyarázatot általánosítani akarják a vulkánisták, a miként mestereik Humboldt és von Buch is tették vala, ezen általánosítás pedig, a mint azonnal látni fogjuk, igen sok tényekkel ellenkezik. Annyit mindenesetre meg kell azonban engednünk, hogy a földrengések egy része, különösen a tevékeny vulkánok környékén jelentkezők, csakugyan a vulkáni tevékenységgel állanak szoros kapcsolatban, s ezeket megkülönböztetésül az olyanoktól, melyeknél semmi összefüggést kimutatni nem lehet, vulkáni földrengéseknek nevezzük.

Az érvek, melyeket az összes földrengések vulkáni eredete ellen fölhozni lehet, igen számosak; de lássunk csak néhány fontosabbat. A vulkánisták kiindulási pontja mindjárt, hogy t. i. földünk benseje hevenyfolyó tömeg, oly hypothézis, mely ellen több ok harczol, mint mellette. De ha megengedjük azt, hogy benseje hevenyfolyó, úgy a merev földkéregnek lehetőleg legesekélyebb vastagsága mellett a föltételezett hevenyfolyó mának legesekélyebb mozgása elegendő lenne jóval tetemesebb hatások előidézésére, mint a minők a megfigyeltek, nagyobb vastagságánál pedig még növekednie kellene a hatás nagyságának. Ez egy olyan érv, melyet számításokkal lehet bebizonyítani. Egy másik, még pedig direct kísérletek által is igazolt bizonyíték a vulkánisták azon nézete ellen, hogy a tenger

vize repedéseken a föld hevenyfolyó bensejéig előnyomulva gőzzé változik, az, hogy a vízgőz feszereje oly tetemes nyomásnál, a minő a föld bensejében okvetlenül uralkodik, nem vehető tetszés szerint nagyra, hanem hogy egy bizonyos mélységen alúl a vízre gyakorolt nyomás ereje felülmúlja a gőz feszerejét, úgy, hogy ottan már gőzzé nem változhatik a roppant nyomás miatt.

A vulkánisták nézete ellen szól még az a körülmény is, hogy míg a tevékeny vulkánoktól tényleg kiinduló, tehát igazi vulkáni földrengések, általában csak kis területre szorítkoznak, tehát inkább helyi természetűek; addig a vulkánoktól távol eső földrengések általában sok 100- és 1000 □ mértföldnyi területen érezhetők, úgy, hogy nem is lehet képzelni, hogy egy vulkáni tűzhelyből oly erő induljon ki, mely ily nagy területet megrázhasson. Bajos volna továbbá kimagyarázni a vulkáni erőből a vonal irányban terjedő földrengéseket, melyek az újabb vizsgálatok szerint épen a leggyakoribbak; hiszen a föld kérge alatt bizonyos mélységben működő vulkáni erő, mint azt a tényleg működő vulkánoknál kivétel nélkül tapasztalhatjuk, csaknem tisztán kóralakú rengési hullámokat idéz elő.

Mindezeknél fogva más okokat kell keresnünk, hogy a földrengések nagyobb számát, melyek vulkáni működéstől távol esnek, megmagyarázhassuk magunknak.

Itt lesz helyén előhozni R. Falbnak sokat vitatott elméletét is, miután ez is azon fölvetélből indul ki, hogy nem igen vastag földkéreg alatt hevenyfolyó földmag létezik. Falb szerint a hevenyfolyó földmagban a Napnak és Holdnak vonzásai által dagálytünetek jelentkeznek, melyeknél a fölnyomuló láva robbanásai földrengést előidéznek. Itten tehát egy a földön kívül fekvő ok vétetik föl mint indítója a földrengéseknek. A mi ezen elméletet már előre is kevésbé valószínűnek föltünteti, az azon körülmény, hogy az eddigi összes vizsgálatokkal szemben, melyekből a földrengéseknek szabálytalan jelentkezése kiderül, ezek oly tünetnynyel hozatnak szoros kapcsolatba, mely nagyon is szabályosan és rendszeren tér vissza. Ha ezen elmélet állana, akkor a földrengéseknek bizonyos helyeken szabályos időközök után kellene föllépniök, sőt még előre is meg lehetne határozni bizonyos helyekre nézve a földrengések bekövetkezésének idejét, éppen úgy, a mint a tengerdagály és apály, a

hold- vagy a napfogyatkozások idejét meg szokták határozni. R. Falb csakugyan meg is kísértette több ízben a földrengésnek előre jelzését bizonyos földterületekre nézve s van rá eset is, hogy az az előre mondott idő tájában, a kijelölt nagyobb terület valamely pontján be is következett. Ebből azonban korántsem következik még elméletének helyessége. Tudvalevőleg vannak bizonyos földterületek, úgynevezett állandó rengési területek, melyeken a földrengések szabálytalan időközben ugyan, de igen gyakran ismétlődnek. Ilyen terület a többi között Zágráb vidéke is, melyen csak a jelen század folytatában közel 40 földrengést éreztek, úgy hogy átlag minden két évre esik egy-egy földrengés. Ilyenek továbbá Calabria és Sicilia, a görög archipelag, Syria s. a. t. területei is. Ezt tudva, — a földrengéssel foglalkozó pedig könnyen rájöhet, ha azoknak statistikai összeállításait tanulmányozza — némi valószínűséggel, s elég tág határok közt, lehet ugyan előremondani ily területekre nézve a földrengés bekövetkezését, s meglehet, hogy tíz eset között kettőben háromban el is találjuk; de a szigorú természetvizsgáló ezen néhány esetből az említett elméletnek igazságát még be nem láthatja, kivált miután még számos más ok is ellene szól. Hogy lehessen például ezen elméletből kimagyarázni azt a tényt, miszerint erős földrengéseknél egy és ugyanazon helyen számtalan, néha napjában 100 lökés érezhető s hogy azok hetekig, hónapokig ismétlődnek; hiszen a Napnak és Holdnak vonzása nem marad azon egy pontra irányozva, hanem a Föld és Hold forgásával tovább halad? A földrengés bekövetkezésének előremondása tehát éppen oly értékkel bír, mint a kalendáriumbeli időjóslások, s mégis azt tapasztaljuk itt is, hogy két véletlenül beteljesült jóslat sokkal inkább emelheti a könnyenhivónél az időjósló tekintélyét, mint 10 nem sikerült eset képes azt alábbszállítani.

Boussingault, a híres francia utazó, ki úgyszólván Humboldt nyomdokán bejárta Délamerika Andeseit, határozottan tagadja az ottani földrengések összefüggését általában a vulkánokkal. Vulkáni kitöréseknél mindenesetre itt is éreznek földrázkódásokat, de csak gyengéket és szűkkörűeket; míg ellenben az újvilág legnagyobb földrengései, a melyek Latacuaga, Rio-Bamba, Honda, Caracas, Merida s. a. t. városokat halomra döntötték és roppant kiterjedéssel birtak, semmi kimutatható összefüggéssel nem birtak a vulkáni

tüneményekkel, s egyik vulkán kitörésével sem állottak legkisebb viszonyban. Ezen nagy földrengések, mint már mult alkalommal is kiemeltem, a hegylánczok irányát követték. Bousingault ezeknél fogva abban keresi ezen roppant erőt föltételező, nagy kiterjedésű földrengések magarázatát, hogy fölveszi, miszerint az Andesek hegyláncza lassanként sülyed, ezen sülyedésnél a hegytömegek időnként zökkenő mozgást tesznek lefelé s így a hegyláncz hosszában megmegröndül az alján végig húzódó keskeny partvidék. Igaz, hogy ezen magyarázat is csak fölvételen alapszik, mert nehéz dolog volna bebizonyítani annak valódiságát, hogy az Andesek a historiai időben valóban sülyedtek már; de legalább e fölvétel olyan, melyből a magyarázat lehetősége könnyen megérthető, s melynél az semmi további nehézségbe nem ütközik.

Ujabb időben egy svajcei geolog, Volger, a földmozgások indító okának a víz kimosó hatását tekinti, melynek következtében a föld rétegei helyzetüket változtatják, széllyelterülnek vagy összeagyürödnek. Vizsgálatai szerint az általa tanulmányozott és leirt közel 2000 svajcei földrengések egyike sem állott kapcsolatban vulkáni kitöréssel, hanem igen is természetes következtetés a kimosásoknak, melyek bizonyos vidékeken, névszerint azokon, hol gypsz-telepek vannak a föld rétegei között és kénsavas meszet bőven tartalmazó források folydogálnak, nagy mértékben történhetnek. Ha a gypszet föloldja és kiviszi a víz, úgy helyén vízzel telt üregek keletkeznek, melyeknek tetőzete végre beszakad s megrongatja a földet.

Nem lehet tagadni, hogy ezen úgynevezett beszakadási elméletnek is van alapja és jogosultsága, de bajos elképzelni, miszerint a víznek kimosása oly óriási terjedelmű földalatti hézagot hozzon létre valaha, hogy a felette nyugvó rétegek beszakadása által több ezer □ mérföldnyi terület megrongattassék; inkább valószínű az, hogy mihelyt a víznek kimosása bizonyos, kisebb terjedelmű üreget létrehoz, a felette nyugvó hegytömeg óriási súlyánál fogva hova hamarább lesülyed és így csekély terjedelmű helyi rázkódásokat előidézhethet, a minőket nagyobb hegy leomlások is előidéznek, de nem földrengéseket, minők a legközelebb is lefolytak.

Az eddig fölhozott okoknak egyike sem elegendő tehát nagymérvű, nem vulkáni földrengések megmagyarázására s nem is lehet, mivel egyik sem veszi tekintetbe kellően földünk kérgének belső

szerkezetét; pedig okvetlenül ebben kell az első indító okot keresnünk.

A francia Elie de Beaumont és Daubrée már régebben azt tanították, hogy minden réteges hegységnek emelkedése a földkéreg oldali összehúzódásának a következménye, mi mellett — hogy hasonlattal éljünk — vén földünk ránczokat vet. A jelenkor legtekintélyesebb geológjai ezen elméletnek hívei s ebből magyarázzák ki mind a földemelkedéseket és süllyedéseket, mind pedig a földrengéseket: így különösen egy Mallet, Dana, Suess és Darwin, ki a földtan terén is mint alapos és mély gondolkozó tűnik ki régibb munkálataiban. (Kleinere geologische Abhandlungen 1878). Hogy ezen elméletet megérthessük, okvetlenül szükséges azonban, hogy a földkéreg szerkezetével általános és nagy vonásokban megismerkedjünk.

A föld szilárd kérgét alkotó közetrétegek, mint vízből kiesett ülepedések, eredetileg mind vízszintes helyzetben terültek el s folytonosságukban nem voltak, vagy csak kevésbé lehettek megszakadva. Ha azonban körültekintünk kissé a természetben, azt fogjuk tapasztalni, hogy csak igen kevés helyen vannak a földrétegek eredeti vízszintes helyzetben, nagyobb részük többé-kevésbé hajlott állásban bukkan a felületre, vagy meg vannak hajtogatva, sőt bámulatos módon összegyűrve, folytonosságuk pedig számtalan, néha óriási repedés által meg van szakítva, mely szakadások néha ropant mélységekig lehetnek, úgy hogy azokon a föld gyomrából hőforrások s alkalmas pontokon a tűzhányók lávája is kiömölhetnek. A föld kérgé ennél fogva inkább a jégtorlathoz, mint egy tó sima jégkérgéhez hasonlít. Valamint a jég össze-visszaszakadása által kisebb-nagyobb táblák képződnek, melyek eredeti szintjükből kimozdítva, egymáshoz képest majd fölemelve, majd alá süllyedve, majd élükre állítva torlódnak össze egész törmelékechaosszá: úgy óriási mértékben nagyítva földünk kérgének szerkezetében is hasonló rétegtöredék-torlódnást szemlélhetünk.

Vegyük csak elő egy nagy területnek, például Magyarországnak földtani térképét, a melyen a hazánk földjét alkotó különböző geológiai alakulatok különböző színekkel föl vannak tüntetve, azonnal láthatjuk, hogy ezen hasonlat általában csakugyan talál; vagy vessünk egy pillantást az Alpések bonyolódott hegyszerkezetére, melyet p. a Szt. Gotthard hegynek hű átmetszete jól feltüntet, s

be kell ismernünk, hogy a földrétegeknek összeszakadása és összerolódása némely helyeken nem áll hátrább a jégtorlaszok zúrvarvarjánál. Vizsgáljuk tovább földünk kérgének ezen bonyolódott szerkezetét s azt fogjuk találni, hogy a megszakadt óriási rétegtáblák közei többnyire valami tömeges, semmi rétegeességet föl nem tűngető, kőzetek által vannak kitöltve, a mely kőzetek beékelődése máskép nem képzelhető, minthogy azok egykor valami sűrűnfolyós állapotban beleszorítottak a föld kérgében támadt óriási szakadásokba, a mint azt napjainkban is folyvást láthatjuk a tűzhányóknál a hevenfolyó lávákon. Ha mindezeknek valóságáról meggyőződünk, a mint tényleg nem nehéz meggyőződni róla, ha figyelmesen szemlélődünk a föld felületén, kivált magas és meredek hegységekben; akkor bizonyára magunktól is rájövünk, hogy a föld kérgében roppant mozgás, tolódás, szorongatás történt a legrégebb időktől fogva a mai napig, mely mozgás következtében itt óriási felületek a tengerbe lesüllyedhettek, másutt ugyanolyanok hullámaiból kiemelkedhettek. Végre tudnunk kell még azt is, hogy a föld felületének ilyen emelkedése és süllyedése még mai napig sem fejeződött be, mert kétségtelen tények bizonyítják egyes nagy földterületeknek lassú, csak századok alatt észrevehető, emelkedését vagy süllyedését.

Ha mindezeket fontolóra vesszük, nem nehéz már megérteni és megértetni, hogy földünk merev kérge ilyen nyomások, tolódások s ebből keletkező feszülések behatása alatt itt-ott meg-megszakad, vagy hogy már is létező szakadások tovább repednek, vagy hogy ily szakadásokon a földkéreg egy óriási darabja le- vagy fölfelé zökken; s ha ez történik, a mint hogy a dolog természeténél fogva egyszer másszor meg is kell történnie, senki sem fogja kétségbe vonhatni, hogy egy roppant földterületnek legkisebb zökkenő mozgása is hatalmas rázkódást idézhet elő a föld felületén. Hogy csakugyan óriási földhasadékoktól, úgynevezett szakadási és yetődési vonalaktól indulnak ki s azok mentében terjednek a legtöbb földrengések, az a régibb és mai földrengéseknek, s az általuk ért területeknek szakavatott tanulmányozása által mindinkább kétségtelenné válik. A nem vulkáni földrengések tehát általában, kivéven a nagyon is szűkkörű beszakadási rengéseket, a földkéregben folyton végbemenő lassú mozgások által idéztetnek elő, s mivel a földkéreg szerkezetével szoros kapcsolatban állanak, azért föld szerkeze ti

vagy tektonikai földrengéseknek is nevezhetők. Ilyen tektonikai földrengés volt a tavalyi bánáti, ilyenek a közelmúlt közép-erdélyi- és zágrábi földindulások is.

Igen, de ezzel még nem derítettük fel a tektonikai földrengések végokát is; mert joggal kérdezhetjük még, hogy hát mi idézi elő a föld kérgében véghezmenő és az előbbiekben vázolt nagyszerű, úgynevezett hegyalkotó, mozgásokat? Erre határozott választ még nem adhatunk ugyan, de adhatunk oly magyarázatot, mely a természet tényeivel nem áll ellenkezésben. A geológok legnagyobb része ezen hegységképző földmozgásokat onnan származtatja, hogy a föld fokozatos hűlésénél lassanként összehúzódik, ezen összehúzódás következtében feszülés áll be a föld kérgében és időnként emiatt szakadás történik; vagy pedig a mélyebben fekvő földhéjak összehúzódván, a felettök fekvő tágabb héjakat magukhoz vonják, de a mi csak azok rétegeinek meghajtása, összegyűrődése vagy megtörése által lehetséges. Ugy képzelhetjük ezt, mint például az emberi bőrnek ránczvetését, midőn az öreg korban az alatta fekvő zsír- és izomréteg megfogy, összeesik. Földünket, a mi közös anyánkat, csakúgyan tisztos matrónának tekinthetjük, melynek arczata tele van már redőkkel, de szemeiből, mint a vulkánokból a tüzláva, még folyvást az élet szikrázik; s míg ez a szikra tart benne és meg-megrándul arczatának egy-egy izma, nem kell félnünk attól, hogy az élet kialszik belőle. A földrengések és a vulkáni tűnemények éppen oly biztos jelei földünk benső életének s noha ezen életnyilvánulásai által gyakran meg is rettent bennünket, bölcsen meg kell nyugodnunk a természetnek megváltozhatlan rendjén, szánni a szerenesétleneket, kiket a csapás ért, és tovább fürkészni annak titkait, mert: csak így jutunk mind tovább, mind magasabbra!

A földrengések okainak kutatásában is — a mint igyekeztem kimutatni — szépen előrehaladtunk már, habár távol is vagyunk még a végezettől, a kétségbevonhatlan tiszta igazságtól; azonban az elért eredmény elégséges biztosítékot nyújt az iránt, hogy az igazság felé vezető helyes utat végre megtaláltuk a természettudományok ezen ágában is.