

Adatok az Alföld szerkezetéhez.

Irta Réthly Antal dr.

Földünk kérge a legkülönbözőbb hatások alatt állandó mozgásban van; nagy területeken lassú süllyedések vagy emelkedések mennek végbe, kozmikus hatások is éreztetik befolyásukat és a Föld szilárd kérgében a Nap és Hold tömegvonzása, valamint a Nap sugárzó melege állandóan árapály jelenséget hoznak létre, a tengerpartok hullámverése ugyancsak érezteti a partokon hatását, a légnyomás ingadozásokat 0 pont változások követik; de mindezek nem olyan mozgások, amelyek a Föld szilárd kérgében nagyobb átalakítást hoznának létre, vagy amelyeknek földtörténeti jelentősége olyan volna, hogy szükséges volna azokat a geologia vagy a geografia keretében behatóbban tárgyalni. Ezeket a mozgásokat a bradyszeizmok neve alatt foglaljuk össze, és mint a lassú mozgások a geofizika külön fejezetét alkotják, olyan részét, amelyben a kozmografiának jut a nagyobb szerep.¹⁾

A földrengéstan — szeizmologia — főleg azokkal a mozgásokkal foglalkozik, amelyek nagyobb erővel lépnek fel bizonyos területen, emberileg érezhetők, műszereinkkel feljegyezhetők és eredő helyük a Föld szilárd kérgében van. A földrengéstan az utóbbi másfél évtizedben rohamos fejlődést ért el és ma már sem a fizikai földrajznak, sem a geológiának nem kizárólagos fejezete. A földkéreg mozgásainak tana önálló tudomány lett és benne érintkező területet talál ismét a geologus a geografussal, valamint az elméleti szeizmologussal, aki a matematikai és fizikai diszciplinákat vitte be a szeizmológiába. A geologus hatáskörébe tartozik a földrengés-kutatás mindaddig, míg a földkéreg felépítésével való összefüggést kutatjuk és első sorban ő van hivatva az egyenként vagy csoportokban fellépő földrengések okainak tudományos magyarázatát adni. A dinamikai geologia fejezetei közé tartozott eddig a „Földrengés“ is, újabban azonban a keret kibővült és ma már onnan az általános rész kiszorult és csakis a hegyképző erőkkel együtt tárgyalhatók a szeizmikus tűnemények; az eredő helynek (hipocentrum) kimutatása és annak megmagyarázása geológiai feladat és a tektonika teszi lehetővé, hogy az ilyen nagy mélységekről is tisztább képet nyerhessünk.

A földrengések földrajzi elterjedésének vizsgálata már a geografusra tartozik. Az epicentrumok elhelyezkedésének, az egyes rengési területek el-

¹⁾ *August Sieberg*: Handbuch der Erdbebenkunde. Braunschweig 1904. Pag. 4. és 194—206.

terjedésének vizsgálata, valamint a rengési területek és a Föld arculata között levő összefüggés kutatása, a felszínen létrejövő elváltozások tanulmányozása már a geografus feladatai közé tartoznak.

Ha valamely földrengést tudományos vizsgálat alá veszünk, kötelességünk minden egyes alkalommal a lehetőség szerint a kérdéses esetet mindenféle szempontból megvilágítani. A földrengési terület alapos vizsgálatát geológiai módszerek segítségével elvégezve, az emberileg érzett rengési területet a geografia módszereivel véve vizsgálat alá, végül elérünk oda, ahol már a földrengés érezhetősége megszűnt és a gyorsulás változásnak olyan kicsiny értéke jelentkezett (a nehézségi erőnek legalább $1/600$ -ánál kisebb értékek ezek²⁾), amelyet csakis az érzékeny műszerek jegyeztek fel. Itt már csakis a fizikai módszerek segítségével vehetünk még világosságot a földrengés viszonyaira. Érzékeny ingák a nagy sebességgel tova haladó földrengési hullámokat felfogják és a különböző hullámrendszereket megörökítik, sok obszervatorium megfigyelései világosságot vetnek a hullámok haladási sebességére, a netalán beálló reflexiókra,³⁾ az esetleges ugrásszerű változásokra, amely jelenségek ismeretei ismét alkalmasak arra, hogy belőlük a földkéreg nagyobb szabású szerkezetére, valamint annak belsejére következtetést lehessen vonni. A különböző módszerekkel nyert eredmények végül adalékokat szolgáltatnak a Föld megismeréséhez és lehetségessé teszik azt, hogy tisztább képet nyerjünk bolygónk belsejéről. Ezekből az adatokból vezette le *Wiechert*, hogy a földkéreg 1500 km. vastag, ebben a mélységben sűrűség változás áll be és a Föld belseje acélmag.⁴⁾

Ha valamely tudományágban, úgy ép a szeizmológiában áll az, hogy egész fejlődésére reá nyomja bélyegét, illetve egyéniségét a vele foglalkozó tudós. A régi időkben, amidőn a geofizikai kutatás még csak gyermekcipőit taposta, amidőn ezeket a rejtelmes erőkben nyilvánuló tünetenyeket felsőbb hatalmak munkájának tulajdonították, nehezebb volt a kutató helyzete, mert még a legtisztábban látó elme sem tudott ezektől a lelki bilincsektől — a miszticizmustól — megszabadulni. Arisztotelesz és Seneca görög bölcsészek — koruknak megfelelően — adtak legtisztább képet erről a tünetenyről és a földalatti tüzek működésére vezették vissza a földrengési tevékenységet. Majd nagy szerepe jutott a belső gőzök és gázok robbanó erejének is és a földalatti üregekben dúló viharok, sőt zivatarok is okozhattak a régiek nézetei szerint földrengéseket.⁵⁾ Legjobban tartotta magát a vulkános-

²⁾ *Kövesligethy Radó dr.*: A földrengésekről. Budapest 1906. Pag. 27.

³⁾ *E. Wiechert*: Die Erdbebenforschung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geophysik. (Physikalische Zeitschrift. IX. 1908. No. 1.) Leipzig 1908. Pag. 46.

⁴⁾ *E. Wiechert* előadása az 1907. évi haagi nemzetközi földrengési kongresszuson; megjelent a „*Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen*“ 1907. évi kötetében.

⁵⁾ *Capelle W.*: Erdbeben im Alterthum. 1908. XXI—XXII. Pag. 603—633. Kimerítően ismertette: *Téglás Gábor*. Földrengési adatok és elméletek az ó-korban. (Természettudományi Közlöny XLI., 1908.) Budapest 1908. Pag. 141—154.

sági elmélet, és a legújabb időkben nem egy régi elméletnek akadtak újabb hívei, követői, sőt művelői. A XVIII. század második felében egy új, de felette tarthatatlan elmélettel találkozunk, u. i. a villamossági — Stukeley — elmélettel,⁶⁾ míg a XVIII. században Humboldt Alex. új alapokra fektette a természettudományok ezen ágát. Ő már exakt megfigyelésekből vonta le következtetéseit, és ha sok dologban ma már teljesen túlhaladott az általa hirdett tan, érdemei mégis elévülhetetlenek. Iskolát alapított és követői, mint Perrey, Falb és mások nagyon sokat tettek a földrengéstan alapozása körül. Ezután jöttek Volger⁷⁾ és Peters,⁸⁾ akik különösen az omlási földrengések hívei voltak és Boué, aki az északi fénynyel és földmágnes-ségi tűneményekkel kereste a kapcsolatot. A század utolsó három évtizedében, amidőn a hegyképző erők földrengést létesítő működése teljesen elismertett, amidőn megállapítják, hogy a medencék állandó süllyedési területek, amelyek süllyedésével okvetlen a környező hegyek viszonylagos emelkedésének kell beállania — az egyensúlyi elméletnek megfelelően —, ekkor kerül a földrengéstan és általában a földrengések tudományos magyarázata Suess,⁹⁾ Heim¹⁰⁾ felléptével abba a stádiumba, mely mai felfogásunk szerint egyedül jogosult.

Tudvalevőleg Suess¹¹⁾ és Hoernes¹²⁾ a földrengéseket három csoportba osztották eredetük szerint: u. m. omlási, vulkánikus és tektonikaiakra. Az eredeti felosztás ma már nem állja meg teljesen a helyét, abból ki kell kapcsolnunk az omlási rengéseket, mint egész lokális tűneményt, mint amelyek a víz oldó munkájának eredményei és nem nagy mélységekben székelő földrengések,¹³⁾ továbbá figyelmen kívül hagyhatjuk a szorosan vett vulkánikus földrengéseket is, melyek kísérő tűnemények és csak másodlagos szerepük van a vulkáni működés mellett.

Leghelyesebb csakis tektonikai földrengéseket feltételezni, de ezeknek két csoportját kell megkülönböztetünk:

1. olyan tektonikus rengések, amelyek a földfelület nagy darabját rengetik meg, és u. n. világrengés jellegével bírnak,

⁶⁾ Az 1. alatt i. m. P. 41.

⁷⁾ O. Volger: Untersuchungen über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz I—III. k. Gotha 1857—1858.

⁸⁾ K. F. Peters: Die Donau und ihr Gebiet. Leipzig 1876. Pag. 51—52.

⁹⁾ E. Suess: Die Erdbeben des südlichen Italien. Wien 1874.

¹⁰⁾ A. Heim: Untersuchungen über {den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878. II. Pag. 101.

¹¹⁾ E. Suess: Das Antlitz der Erde. Wien 1892. I.

¹²⁾ R. Hoernes: „Erdbebenkunde.“ Leipzig 1893, és elsőizben „Erdbebenstudien.“ Wien 1878.

¹³⁾ Ujabban G. Agamennone olasz szeizmologus nagy szerepet juttat a víznek, mint a földrengések közvetlen okának: L'eau cause indirecte des tremblements de terre. (Comptes Rendus de l'Association de Sismologie. La Haye 21—25. IX., 1907.) Budapest 1908. Pag. 177—184.

2. olyan földrengések, amelyek csak kisebb területeket remegtetnek meg, illetve hoznak mozgásba.

Az első csoportba tartozók nagy részét bizonyosan a kriptovulkánikus működéssel hozhatjuk összefüggésbe, mert a Föld felületének nagy részét, vagy az egész gömbfelületet megrázkodtató földrengések eredő helye csakis nagyobb mélységekben lehet. Végzett számítások szerint a világrengések fészekmélysége 45—70¹⁴⁾ sőt 102—170 km¹⁵⁾-re tehető. A geotermikus gradiens alkalmazásával 40 km. mélységben már 1200°-nyi meleg volna, mely hőség mindenesetre már olyan nagy, hogy a Föld anyaga képlékeny állapotban van. Tekintve, hogy a mélységgel a nyomás is állandóan növekedik és a termikus gradiens ennek megfelelően csökken, mégis azt kell feltételeznünk, hogy a világrengések fészekmélységeinek megfelelő rétegben 1000—1500°-nyi hőmérséklet uralkodik, azaz már olyan magas temperatura, mely megengedi a kriptovulkánikus működés magyarázatát, mert ebben a mélységben, a nagy nyomás és hőmérsékletek miatt, már eltűnik a kéreg töredezett volta és általában legalább is plasztikus anyag van.

Legújabban Rothpletz¹⁶⁾ magyarázta ilyen alapon a sanfranciscoi földrengést, de nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a kriptovulkánikus működés csak is ott válthat ki földrengést, ahol a Föld kérgében, illetve annak szerkezetében vetődések, illetve hatalmas diszlokációk vannak.

Következik ebből, hogy a világrengések eredő helye mindenkor nagyobb mélységekben van és ezekre gyakran a kriptovulkánikus magyarázat elfogadható, de csak akkor, ha a földkéreg felsőbb rétegei a kiváltódásra alkalmasak.

A fiatalokú gyűrődések hegyeiben működő hegyképző erők igen gyakran váltanak ki földrengéseket. Nem kell idegen példák után mennünk, mert hazai hegyeinkben, a Kárpátokban is aránylag gyakran vannak ilyen földrengések. A történeti időkben épen a Kárpátok központi tömege körül voltak ilyen szeizmikus tünemények, míg az utolsó két évszázadban főleg a medencék peremén és azokban jelentkeztek hazánkban az erősebb földrengések, eltekintve a zsolnai földrengéstől. Ezek a földrengések már távolról sem világrengések és kiváltódásuk után a földfelületnek viszonylag csak kis darabját hozzák rengésbe. Tektonikai jellegük nyilvánvaló, hiszen a hegyképző erők működése vagy a medencék egyes rögeinek zökkenése, vagy a gyakorolt tangenciális nyomás váltják ki azokat.

Hazánk földrengéseinek tektonikai jellege kétségtelen és eredő helyük azaz fészekmélységük a végzett számítások szerint 4—8 km. között van.

¹⁴⁾ E. Rudolph und S. Szirtes: Das Kolumbianische Erdbeben am 31. Januar 1906. Leipzig 1911. Pag. 191—195.

¹⁵⁾ R. de Kövesligethy: La loi psychophysique dans la sismologie. (Comptes Rendus des séances de l'Association intern. de Sismologie. Rome 16—20. X. 1906.) Budapest 1907. Pag. 175.

¹⁶⁾ A. Rothpletz: Über die Ursachen des Kalifornischen Erdbebens 1906. (Sitzungsberichte der Kgl. Bayr. Akademie der Wiss., Math. Phys. Klasse 1910. No. 8.) München 1910. Pag. 3—5.

Ezeket a mélységeket nyertem a Kiskárpátok, a Magyar-Középhegység, az Alföld és az erdélyi medencére. Jellemző, hogy a két szélső értéket az Alföldről kaptuk, a nagyobb mélységet a délvidékről, kisebbet a Tisza-Duna közéről.

Magyarország földrengéseinek két főcsoportját különböztethetjük meg, a hegyvidékieket és a medencebelieket. Vizsgálódásainkban nem térek ki a hegyvidéki rengésekre, hanem ezúttal a medence, különösen az Alföld rengéseivel foglalkozom, és mielőtt rátérnék egyik legtípusosabb esetének tárgyalására, vessünk rövid történeti visszapillantást arra, hogy miként fejlődött hazánkban a földrengéskutatás.

Magyarország földrengési viszonyainak megismeréséhez az első kezdő lépés már a XVIII. században megtörtént, amidőn P. Grossinger,¹⁷⁾ Jézus társaságbeli atya, geográfájának egyik kötetében egybeállította hazánk földrengési katalógusát és tárgyalja egyúttal a komáromi földrengéseket is. Adatait kritikailag méltatni az értekezés keretén kívül esik, bizonyos azonban, hogy munkája az első komoly lépés volt ezen a téren hazánkban. Rövid idővel Grossinger — különnyomatban is kiadott — munkájának megjelenése után a cseh akadémia kiadta gróf Sternberg¹⁸⁾ értekezését a magyarországi földrengésekről, amely szerinte kísérlet óhajtott lenni a hazai földrengések kronológiáját illetőleg; sajnos a munkában sehol sem említi Grossingert, pedig egybevágó idézeteik azt bizonyítják, hogy művét ismerte.

Ebben az első magyar földrengési katalógusban a történeti időkből csak egy-két katasztrófális földrengés van felemlítve és az alföldi rengések közül egy sem, valamennyi között földrengés a Dunántúlra, a felvidékre és általában az ország nyugati részére vonatkozik. Hosszú ideig nem kísérte meg senki, hogy a hazai földrengésekkel behatóbban foglalkozzék, amíg az 1810. évi januárius 14.-i móri földrengés újból felszínre nem hozta a kérdést. Ekkor már a budai egyetem tanárai, — helytartósági rendeletre — tanulmányozták ezt a rendkívüli természeti tüneményt és rövid idő múlva megjelent Kitaibel és Tomtsányi¹⁹⁾ alapos munkája, az első magyar földrengési térképpel. A „Dissertatio de terrae motu Morensi“ eddigelé még mindig az egyetlen általános szeizmologia és a tudós szerzők térképükkel, mint azt a külföld is elismerte, úttörők voltak.

A következő említésre méltó földrengés kutatónk — hisz annak kell neveznünk abban az időben azt is, aki csak egy téglát is hordott ehhez az épülethez — Holéczy Mihály volt.²⁰⁾ Ő újból a komáromi földrengésekkel

¹⁷⁾ J. B. Grossinger: *Dissertatio de Terrae Motibus Regni Hungariae*. Jaurini (Győr) 1783.

¹⁸⁾ J. Graf v. Sternberg: *Versuch einer Geschichte der ungarischen Erdbeben*. (Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1786.) Prag und Dresden 1786.

¹⁹⁾ Kitaibel Paulo et Tomtsányi Adamo: *Dissertatio de terrae motu in genere, ac in specie Morensi anno 1810, die 14. januarii orto*. Budae 1814.

²⁰⁾ Holéczy Mihály: *A komáromi földindulások*. (Tudományos gyűjtemény V. 1824.)

foglalkozott, mert az 1763. földrengést követő raj területe, melyen 1783-ban egy második maximummal a felgyülemlett feszültségek hosszú időre kiváltak, 1822-ben ismét élénk működésbe lépett. Ezek az újabb földrengések adtak alkalmat Holéczynak, hogy újból foglalkozzék a komáromi földrengésekkel. Valószínű, hogy Holéczy volt az első magyar szeizmologus, akinek munkája idegen nyelven is megjelent, mert értekezését franciául is kiadták.²¹⁾

Az az állandó földrengési tevékenység, mely a móri földrengést követte, a kérdést természetesen felszinen tartotta; volt idő, amikor két fészek is erősebb működésben volt. 1834. október 15.-én az Érmelléken hatalmas földrengés jelentkezett és ez adott okot Nyiri István²²⁾ egyet. tanár és akadémikusnak, hogy a földrengésekről nagyobb tanulmányt írjon. Elméletileg foglalkozik a földrengésekkel és vizsgálatában csak érinti az Érmellék földrengését, azonban elméleti vizsgálódásainak helyességét több hazai példával igazolja. Első volt, aki külön foglalkozik az alföldi rengésekkel és azokat méltatja. Ugyanekkor nagyobb értekezést ír Novák Dániel²³⁾ is, de csak általánosságban tárgyalja a földrengéseket.

Az érmelléki földrengések után hosszabb ideig tartó nyugalom állott be Magyarországon, csakis a szokásos rengési területek működtek kisebb-nagyobb mértékben, tehát a komáromi, az érmelléki, a zágrábi, valamint a brassói. 1852-ben azonban már az Alföldön újabb közepes erősségű földrengés jelentkezett, u. i. Békéscsabán februárius 15—16.-án.²⁴⁾

1858. januárius 15.-én Zsolnán hatalmas földrengés pusztított. Ereje a 10⁹-ot elérte és az itt megindult szeizmikus tevékenység alkalmat adott arra, hogy vele többen behatóbban foglalkozzanak, ami főleg azért is történt, mert a földrengés hazánk határain kívülre is elterjedt. Magyar természetosok közül Kornhuber,²⁵⁾ Jeitteles²⁶⁾ és Hunfalvy²⁷⁾ több ízben

²¹⁾ *M. Holéczy* a „*Férrusac Bull. Scient. Nat.*“ XVIII. 1839. Kötetében 195 l.

²²⁾ *Nyiri István*: A földrengés tudományos ismertetése. (Tudománytár 1835. VII.) Buda 1835.

²³⁾ *Novák Dániel*: A földrengésről. (Hasznos multságok. A Hazai s Külföldi Tudósításokhoz toldaléku.) Pest 1835

²⁴⁾ Kézirati katalogusom adatai szerint.

²⁵⁾ *Dr. A. G. Kornhuber*: Das Erdbeben vom 15. Jänner 1858, besonders rücksichtlich seiner Verbreitung in Ungarn. (Verhandlungen für Naturkunde III/1. 1858.) Pozsony 1858.

²⁶⁾ *Jeitteles Henrik*: a) Das Erdbeben an 15. Jänner 1858. in den Karpathen und Sudeten in seinen Beziehungen zur Atmosphäre. (Mittheilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft.) Wien 1859.

— b) Bericht über das Erdbeben am 15. Jänner 1858. in den Karpathen und Sudeten (Wien. Akademische Sitzungsberichte. Math. Naturw. Classe XXXV.) Wien 1858.

²⁷⁾ *Hunfalvy János*: Az 1858. januárius 15. történt földrengés. (Kir. m. Term.-tud. Társ. évkönyve IV. k.). Pest 1857—1859.

foglalkoztak ezzel az érdekes esettel és Jeitteles megragadta az alkalmat, hogy megírja Magyarország földrengési viszonyait. Első sorban a Kárpátok és a Szudeták földrengéseivel foglalkozott, majd megírta a magyarországi földrengések történetét a XVIII. század végéig terjedő megfigyelések alapján. Munkája alapvető reánk nézve és úgy magyar, mint német nyelven megjelent. Jeitteles²⁸⁾ is még alig emlékezik meg az alföldi rengésekről és főleg a Kárpátok övében jelentkezett rengésekkel foglalkozik.

Ismét elmúlik egy évtized anélkül, hogy hazánkban nagyobb földrengés lett volna, míg 1868-ban június 21.-én nagyobb földrengési tevékenység indult meg és ebben a században már másodsor van a földrengés fészke az Alföld alaphegységében. A jászkerületi földrengésekkel azonban sajnos senki sem foglalkozott behatóbban. Ormay Sándor²⁹⁾ kisebb tanulmányt írt róluk, melyben főleg a földrengési rajjal foglalkozik, de kilátásba helyezi az okok megírását: „Egy jövő alkalommal kísérletet szándékozom tenni a leírt földrengés okadatolása tárgyában.“ Ez azonban tudtommal nem történt meg, illetve ilyen értekezés meg nem jelent. Úgyszintén Hunfalvy is említi, hogy fel fogja dolgozni és az Akadémiában kiadja, de ez sem történt meg. A jászsági földrengések tudományos magyarázatát Pólya József³⁰⁾ akadémikus egy az akadémiahoz beterjesztett munkájával megkísérelte. Szerinte a hazai földrengések oka a földalatti barlangokban összegyűlt gázok robbanása. Az akadémia bizonyos kedvezőtlenül fogadta az előadottakat — hisz ókori dolgok voltak —, mert a szerző értekezését visszavonta.

Az alföldi rengések egy kiváló idegen geologus Boué A.³¹⁾ figyelmét is megragadták, ugyancsak katalogust állított egybe a hazai földrengésekről és 1763—1868-ig terjedő időszakról 109 esetet, illetve napot sorol fel. Munkájában ezt írja: „Die Reihe von grösseren Erderschütterungen in der Mitte von Ungarn oder in der Ebene is dazu angethan, den Scharfsinn der Theoretiker anzustrengen.“ Boué az Alföld rengési viszonyainak magyarázatára feltételezi, hogy az egész medence egy régi kráter — holdhasonlatokkal él — melynek peremén ma is vulkáni utóműködések vannak: a budai, nagyváradi, harkányi hőforrások, a balatoni savanyúvízforrások is erre mutatnak. Boué azonban már maga is belátja, hogy ezzel még nem sikerült az alföldi rengéseknek magyarázatát adni. Hasonló magya-

²⁸⁾ *Jeitteles Henrik*: Versuch einer Geschichte der Erdbeben in den Karpathen- und Sudeten-Ländern bis zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts. (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft.) Berlin 1860.

²⁹⁾ *Ormay Sándor*: Az 1868. évi földrengés Jászberényben. (Math. és term. tud. közlemények XIII., 1875—6.) Budapest 1876.

³⁰⁾ *Dr. Pólya József*: Kísérlet hazánk földrengéseinek okáról. (A M. T. A. értesítője 1870. 8. füzet.) Pag. 91. Budapest 1870.

³¹⁾ *M. Dr. A. Boué*: Über die Erdbeben v. J. 1864. in der Mitte Ungarns. (Sitzungsber. der Math. Naturw. Classe der Akad. der Wissenschaften LVIII/II.) Wien 1868.

rázattal él Peters is, azonban a jászsági és kúnsági földrengéseket a beszivárgó víz oldó munkájából származott üregek beszakadásával magyarázza.

Ha tovább követjük a hazai földrengések eseteit — nagy vonásokban természetesen — és vizsgáljuk azt a hatást, amelyet azok irodalmunknak fejlődésére gyakoroltak, különösen említésre méltó az 1879. október 10.-i Moldova-Veliko-Gradistei földrengés, melynek epicentrális területe Szerbiában volt, de hazánkban is jelentős rengési területtel birt. Schafarzik Ferenc³²⁾ feldolgozásában ez alkalommal először találunk komoly tektonikai magyarázatokat, majd hasonlóan Koch Antal tanulmányozta az 1880. október 3.-i erdélyi földrengést, úgyszintén Schuster is; az 1880. nov. 9.-i zágrábi földrengés pedig Hantken Miksának adott alkalmat egy értékes tanulmány megírására.

Jelentős esemény történt 1881. november 9.-én, amidőn a Magyarhoni Földtani Társulat választmányi ülésén állandó földrengési bizottságot³³⁾ alakított, ennek elnöke Szabó József, tagjai pedig Hantken Miksa, Lóczy Lajos, Schafarzik Ferenc, Szontagh Tamás és Válya Miklós lettek. A Bizottság működését 1882-ben megkezdette és ez időtől fogva a földrengésekre vonatkozó adatokat rendszeresen gyűjtötték és feldolgozták.

A Bizottság működési ideje alatt több esetben voltak tiszta alföldi rengések; hogy csak a főbbeket említsem a Kis-Alföldön, főleg a Lajtahegység délkeleti peremén (Sopron), valamint a Nagy-Alföldön, főleg Temesvár, Alibunár, Béga-völgy és az Érmelléken.

Az utolsó évtizedben a rohamosan fejlődő földrengéstanban a matematikai-fizikai irány nagy mértékben talált kiváló művelőkre, úgy annyira, hogy hová tovább a geológusok alig foglalkoztak velők, aminek hátrányát azonban maguk az elméleti kutatók érezték meg első sorban és ma különösen Hobbs³⁴⁾ Montessus³⁵⁾ és Frech³⁶⁾ állásfoglalásai és alapos munkássága után a geológiai-geográfiai irány ismét elfoglalta méltó helyét, és ma nagyban elősegíti a makroszeizmologiai kutatást a mikroszeizmológiát művelők hatalmas tábora.

Suess klasszikus munkájával vetette meg tulajdonképpen a mai tektonikai iránynak alapját, és Hobbs nagyban az ő nyomdokain haladt, de

³²⁾ *Dr. Schafarzik Ferenc*: A földrengések Dél-Magyarországon és a szomszédos területeken (1879. X., 10—1880. III. 1.) Földtani Közlöny 1880. X. Budapest 1880. Pag. 53—75.

³³⁾ *Dr. Schafarzik Ferenc*: A magyarhoni földrengési bizottság működése 1882-ben. Földtani Közlöny 1883. és a kibocsátott körlevelek. Budapest 1882—1883.

³⁴⁾ *Hobbs W. H.* (Michigan) Erdbeben. Németre fordította: *I. Ruska.* (Heidelberg). Leipzig 1910.

³⁵⁾ *F. de Montessus de Ballore*: Les tremblements de terre. Paris 1906.

³⁶⁾ *Prof. Dr. Fr. Frech*: Erdbeben und Gebirgsbau. (Petermanns Mitteilungen 53 Band. 1907. XI.) Gotha 1907.

az úgynevezett szeizmotektonikai vonalak bevezetésével új irányt adott és új segédeszközt nyújtott a kutatóknak. Szerinte törésvonalak felett, valamint azoknak kereszteződési pontján a földrengések erősebben jelentkeznek. Ezeket a pontokat kötötte egybe vonalakkal és így nyert tektonikai rendszerével sok helyütt érdekes világosságot vitt a rejtélyes probléma megfejtéséhez. Vizsgálatait kiterjesztette Amerikában a híres charlestoni földrengésre, majd a messinai katasztrófa után másodszor bejárta Calábriát és Messinát, és eredményei egybevágóak a legkiválóbb japán szeizmologusnak, Omorinak eredményeivel.

1900. óta több hazai földrengést feldolgozva újabban Hobbs módszerének alkalmazásával sikerült több érdekes törésvonalat megállapítani, melyek jól összhangban vannak azokkal, melyeket más irányú kutatások alapján Lóczy Lajos már eleve feltételezett. A legutóbbi 11 év szeizmikus tüneményei közül kiválogatva az alföldi epicentrumokból levezetett eredményeket, azokat a következőkben csoportosítom, hogy reá mutassak ezek segélyével az Alföld szerkezetére.

1900. januárius 29.-én Varjas környékén³⁷⁾ volt földrengés, a felfedett tektonikai vonalak közül a két hosszanti vonal WNW—ESE irányú, míg erre közel merőlegesen haladnak a haránt törési vonalak NNE—SSW irányban. Nagyjából ezek az irányok itt megfelelnek a már ismert egyéb szerkezeti vonalakkal, i. p. Hegyes-Drócsa eruptívus tömzsét (gránit és diorit) nyugaton NNE—SSW irányú vetődés és délen WNW—ESE irányú vetődés határolják; ezek a vetődési vonalak teljesen egybe esnek a Vinga-Perjámos, illetve Gyertyámos-Temesvári szeizmotektonikai vonalakkal.

Az Alföld déli részének szerkezeti viszonyaira a már említett Schafarik-féle tektonikai vonalaktól eltekintve, felvilágosítást nyújtott az 1900. évi április 2.-i Béga-völgy-menti földrengés, amelyet Lajos Ferenc³⁸⁾ dolgozott fel szeizmogeografiai szempontból. A beható vizsgálat eredményeképp: „ezen lesülyedt és összetört alaphegységnek az a törési vonala volt az április 2.-i földrengés oka, amely összeesik a Béga-völgyével.“ Ez alkalommal 72·800 km² terület rázatott meg és számításom szerint a fészek mélysége 7 km volt,³⁹⁾ és így ebben a mélységben kell keresnünk azt a diszlokációt, amely a földrengést kiváltotta. A feltárt törésvonal iránya NE—SW irányú. Ennek újabb megerősítéseül szolgált az 1905. évi június 25.-i⁴⁰⁾ földrengés, amelyik legerősebb Temesvár-Bégaszentgyörgy

³⁷⁾ Réthly Antal: Az 1900., 1901. és 1902. évi magyarországi földrengések. Budapest 1909. Pag. 3—4., és Pag. 14—15.

³⁸⁾ Lajos Ferenc: Az 1901. április 2.-i délmagyarországi földrengés. (Földtani Közlöny XXXII., 1902.) Budapest 1902. Pag. 281—306.

³⁹⁾ Réthly Antal: Az 1906. évi magyarországi földrengések. A délmagyarországi földrengés. Budapest 1907. Pag. 110—121., Érmelléki földrengés. Pag. 39—41.; Szentmártonkáta. Pag. 44.

⁴⁰⁾ Réthly Antal: Az 1905. évi magyarországi földrengések. Budapest 1906. Pag. 78.

irányában, valamint Ittebe és Rudna között volt. Az ezeket a helyeket összekötő egyenes tárja fel a szeizmotektonikai vonalakat, amelyek egyeznek a többiek irányával.

1901. évi december 12.-én Szatmármegyében volt földrengés területének főrengési tengelye NNW—SSE irányú volt, ettől keletre a rengési terület határa élesen jelentkezett és párhuzamosan haladt a rengési terület tengelyével, ami itt is vetődésre enged következtetést: ez az orográfiai viszonyokból is kitűnik és a geológiai térkép szerint is eruptívus kőzetek határolják a területet.

1903 ban március 2.-án⁴¹⁾ a délvidéken újabb kisebb földrengés volt, amelynek észlelési helyei két törésvonal felett helyezkednek el, az egyik Nagykikinda felé a Temesvár-Zsombolyai vonal meghosszabbításának tekinthető, míg a másik ezt érinti Grabác és Szenthubert között. Jellemző azonban, hogy utóbbi párhuzamosan halad a Béga-völgyi törésvonallal. Ugyanezen év június 26.-án Egerben volt nagyobb földrengés. Ennek feldolgozásakor megállapított rengési területből azonnal feltűnt, hogy a földrengés ereje délkelet felé rohamosan elhal, míg a Magyar-Közép hegységben nagyobb távolságig terjedtek a földrengési hullámok. Az Alföld felé a Tisza adja a határt, mely itt NE—SW irányban folyik. Kétségtelen, hogy itt is hasonló törésvonallal állunk szemben, mint aminőt később a Lajta-melléki földrengésekre sikerült megállapítanom, u. i. egy mélyebb vetődési sík szabott határt a délkeleti irányba való tovaterjedésnek.

A Bihar-hegység Érmelléki csoportjában 1906. április 26.-án kisebb földrengés volt, melynek kisebb rengési területe és gyér megfigyelési anyaga alapján csak annyit lehetett feltüntetni, hogy az Érmellék felé a földrengés ereje rohamosan abszorbeáltatik és így ennek okát erre felé is szeizmotektonikai vonalakban kell keresnünk. Hogy az Érmelléken az alaphegységben nagy diszlokációk vannak, azt már ennek a vidéknek a múltban is gyakori földrengési esetei bizonyítják (1834), most azonban már évtizedek óta nagyobb nyugalom volt itt.

Az Alföld északi vidékén, Pest megyében augusztus 12.-én Szentmártonkóta környékén jelentkezett földrengés, ennek gyér megfigyelési anyagából nem lehetett különösebb következtetéseket vonni, annyi azonban bizonyos, sőt talán feltűnő is, hogy a rengési területen a NW—SE irányt követő futóhomok területek és a két legjobban megrázott hely is egymással ilyen irányú vonalon fekszenek.

Az Arad-Vinga-Csákova és Szerbittebe-Csákova irányában végighúzó törésvonalak keresztező pontján Rudna és Csákova⁴²⁾ között

⁴¹⁾ Réthly Antal: Az 1903. évi magyarországi földrengések. Budapest 1906. Pag. 8., 24—25. Eger: 8—11.

⁴²⁾ Réthly Antal: Az 1907. évi magyarországi földrengések. Budapest 1908. Pag. 10—11.

1907. március 10.-én kisebb földrengés volt, amelyeknek egész rengési területe csak 470 km²-t ért el.

Szeizmotektonikai szempontból az 1908.⁴³⁾ évi földrengések nyújtották a legtöbb tanulságot, illetve ezek gyarapították legjobban ez irányú ismereteinket. Az Alföldön két rengési terület lépett működésbe, először március 7.-ével a kecskeméti fészkek kezdte meg immár harmadéves működését, míg a gombai rengési terület március 15.-ével adott magáról életjelt. Utóbbi területen azonban a nyugalom elég hamar helyreállott. A két terület működése bizonyára okozati összefüggésben van egymással, mert máskülönben nem érhető, hogy ezen a területen, mely évtizedek óta szeizmikus tekintetben nyugodt volt, két helyütt is gyors egymásutánban ilyen nagy földrengések váltodjanak ki. Ezen 1908. évi gombai és kecskeméti földrengéseknek részletes tárgyalását mellőzöm, csak épen reá akarok itt is mutatni a feltárt tektonikai vonalakra.

A gombai terület főszerkezeti vonala egyúttal az Alföld egyik kis határvonala is, mert a Magyar-Közép-hegységnek itt lenyuló előhegyei NW—SE irányúak és délnyugatról már alföldi területet határolnak. A gombai földrengés is bizonyítja azt, hogy itt nemcsak orografailag, hanem tektonikailag is határa van az Alföldnek, melybe hosszú nyelv alakjában nyúlnak be az előhegyek.

A kecskeméti földrengések 1908. május 24. és 28.-án⁴⁴⁾ valamint 1911. július 8.-án a legérdekesebb szerkezeti vonalakkal ismertettek meg, amelyekkel bővebben egyik előbbi tanulmányomban foglalkoztam.⁴⁵⁾

Tektonikai szempontból egy felette érdekes eredményt kell felemlíteni, amely a szeizmotektonikai vonalaknak illetően való megállapítását még inkább elfogadhatóvá teszi. 1908. februárius 19.-én az ország nyugati határán, a Lajta-hegységben kipattant földrengés hazánkban Sopron, Moson és Pozsony vármegyéket remegtette meg, Ausztriában azonban elterjedt Stájer, sőt Csehországokba is. A rengési terület gócpontja, sőt fészke is hazánkra esett és éppen ez volt a feltűnő, mert Magyarországon közvetlen a főrengési terület mellett volt az érezhetőségnek határa. A dolog magyarázata csak is abban lehet, hogy a Kis-Magyar-Alföld alaphegysége sokkal nagyobb mélységbe süllyedt le,⁴⁶⁾ mint a wieni medence alaphegysége és így a Lajta-hegységben kipattant földrengés erejét hazánkban az itt lévő hatalmas harmad és negyedkori üledékek nagy mértékben ab-

⁴³⁾ Részletesen tárgyalva és idézve jelen értekezés II. részében a kecskeméti földrengés fejezetében.

⁴⁴⁾ *Réthly Antal*: Jelentés az 1908. évben Magyarországon észlelt földrengésekről III. Budapest 1908. Pag. 8—9.

⁴⁵⁾ *Réthly Antal*: A kecskeméti földrengés elemei 1911. július 8. (Földrajzi Közlemények 1911. XXXIX.) Pag. 391—420. Budapest 1911.

⁴⁶⁾ *Réthly Antal*: Az 1908. februárius 19.-i földrengés összefüggése a Lajta-hegység tektonikájával. Előadás a Magyarhoni Földtani Társulatban 1910. április 6.-án (Földtani Közöny 1910. XL.) Budapest 1910. Pag. 208.

szorbeálták. A földrengés eredő helye ama törésvonal alatt volt, amely a Lajta-hegységnek NW—SE irányú szegély vonulatát keresztezi.

Összegezve a felsorolt földrengési esetekből nyert szeizmotektonikai vonalakat, azoknak két különböző rendjét állapíthatjuk meg. Vannak első és másodrendű szerkezeti vonalak. Az első rendűekhez sorolom a nagyobb földrengések alkalmával megállapított törésvonalakat, amelyek első sorban voltak kialakító hatással úgy az Alföld peremére, mint az alaphegységnek előttünk eltakart arculatára, míg másodrendűek azok, amelyek kisebb szabású földrengések megfigyelési anyagából vezethetők le, de szintén mutatnak bizonyos összefüggést az elsőrendű szerkezeti vonalakkal. Anélkül, hogy újból végig sorolnánk valamennyit, látunk bizonyos rendszert és uralkodó irányokat. Az 1810. januárius 14.-i NW—SE irányú móri árkos vetődés vonalával párhuzamosan halad a Budapest—Kecskeméti földrengések fő-törési vonala, valamint a Monor-Gombai és Irsa-Ceglédi vonal is. Az Alföld keleti határán — bár a tengelye kissé elhajlott észak felé — szintén ilyen irányúak a megállapított törésvonalak. Lenn a délvidéken egyedül a Delibláti homokon, valamint a határos diluviális térszínen Cholnoky Jenő⁴⁷⁾ NW—SE irányú törésvonalakat állapított meg, amelyek teljesen megfelelnek a főbb vonalak rendszerének.

A felsorolt elsőrendű törésvonalakra merőlegesek a következő főtörési vonalak. A Magyar-Közép-hegységet az Alföldtől elhatároló nagy vetődés, amelyik SW—NE irányban vonul végig, főbb vonásaiban az Alföld északnyugati peremét alkotja. Az egri földrengést délkeletről határoló szeizmotektonikai vonal hasonlóképen NE—SW irányú, a Kecskemét-Nagykőrös alatt elvonuló vetődés, valamint a Kecskeméttől keletdélkeletnek nagyobb mélységben feltételezett vonal ugyancsak ezen irányban halad.

A délvidéken ilyen elsőrendű szerkezeti vonal a Temesvár-Nagybecskerek illetve Béga-völgyi vonal, mely ugyancsak NE—SW irányú. A Maros-Tisza-Duna szögében már komplikáltabbaknak látszanak a viszonyok, mert nemcsak ebben a két főirányban, hanem még más irányokban is vonulnak szerkezeti vonalak. Elsősorban a NNE—SSW irányban haladnak azok, amelyek a Hegyes-Drócsát valamint az Érhegységet határolják el az Alföldtől. Ezekkel párhuzamosan haladnak az Arad-Mehalai és a Varjas-Gyertyámosi vonalak, míg az ezekre merőlegesek a Maros-völgyével együtt haladnak, mely völgy pedig a Hegyes-Drócsa lábánál bizonyára tektonikai eredetű.

Alföldünkön a főtörési vonalak itt is túlnyomó részt NW—SE irányúak, vagy erre merőlegesek és kivételek a szabály alól csakis az Alföld peremén

⁴⁷⁾ Dr. Cholnoky Jenő: Az Alföld felszíne. Az Alföld morfológiai térképén feltüntetett törésvonalak. (Földrajzi közlemények XXXVIII., 1910. Pag. 414., 426. Budapest 1910.

vannak, de főleg a délvidéken. Ha csak futólagosan tekintjük is a fontosabbakban az Alföld rengési viszonyairól adott vázlatos képet, feltűnik az Alföld egyes rögeinek labilis és másoknak stabilis volta. A labilis helyekkel nagy részt megismerkedtünk az eddigiek alapján, míg stabilisek szerintem a következők:

1. A Duna-Tisza köze Baja-Kiskunhalas Szegedtől délre.
2. A Tisza, Debreczen és a Tisza-Kőrös szöge közötti területe.
3. Szentés, Békéscsaba, Battonya és a Maros-Tisza közötti

darab.

Ha eltekintünk egy két jelentéktelenebb földrengéstől, amelyeket csak 1—2 helyen figyeltek meg és lokális tünetnyek, ezt a három övet egyesíthetjük és a Dunától (Baja-Újvidék) északkelet felé a Tisza mellett Tiszalökig, innen Debreczenig és Békéscsabán át a Marosig és vissza le Újvidékig határolhatjuk azt a rögöt, amelyet Alföldünkön aszeizmikusnak mondhatunk eddigi földrengési ismereteink alapján. Aszeizmikus a terület Kr. u. 453-tól — 1911-ig terjedő földrengési katalogusom anyaga alapján, és ha néha kipattantak is helyiely-közzel kisebb rengések ezen a területen, annak különösebb jelentősége nincs. Ez a terület is gyakran van ugyan mozgásban, de mindenkor csak a környező rengési területek fészkeiből kisugárzott földrengési hullámok hozták mozgásba. Tehát csakis másodlagos mozgási területek, egyes helyeken itt is éleńkebben jelentkezik a földrengés, ami csak azt bizonyítja, hogy szerkezeti vonalak ezt is átjárják, ami másképen nem is lehetséges. Az Alföld folyamatban lévő graviméteres felmérése bizonynyal idővel megerősíti ezt a feltevést.

Az elmondottak után talán fölösleges is az alföldi földrengések okaira reá mutatni. Suess, Heim és hazánkban Lóczy vizsgálatai kimutatták, hogy a feltöltődés alatt álló medencék elsőrendű süllyedési területek és ezt hazánkra Lóczy Lajos éppen az alföldi rengések alapján mutathatta ki. De nemcsak a Nagy-Alföld, hanem a kis Alföld is hasonlóképen viselkedik, de mindkettő csakis bizonyos főtörési vonalak mentén mutat a süllyedésből eredő szeizmikus tevékenységet.

Az aszeizmikus rög, mely lehet kiemelkedő hegyvonulat is, mint kimutattam három részre osztja Alföldünket, ebben az északnyugati rész alkotja a kecskeméti és a jászsági rengésterületek övét, a délkeleti részben az erős szeizmikus tevékenység a Maros—Tisza—Duna között van, míg északkelet felé az Érmellék és a Nyírség erős rengési területét találjuk. Az előbbi két területen, mint fentebb említettem, a földrengési megfigyelésekből a fészkek mélységére 4—5 km adódott, míg a délvidéken az alaphegység illetve a rengési fészkek 7 km-nél nagyobb mélységben keresendő, feltéve, hogy a földrengés kipattanási helye az alaphegység és a pleisztocén takaró határán van, amely érintkezési területet bizonynyra nem lehet oly élesen határolni, mint amilyen határozottan azt definiálhatjuk.

A nagy mélységben az emelkedő nyomás és hőmérsékletek mellett a metamorfózis bizonytalán már előrehaladott állapotban van.

Az Alföld törésvonalait egységes képen eddig még nem tüntette fel senki; a Dunántúl valamint a Duna-Tisza közének tektonikájáról áttekintést adott újabban egyik értekezésében Cholnoky Jenő,⁴⁸⁾ ebben azonban éppen a Kecskemét-Nagykőrösi törésrendszer még nem volt figyelembe vehető, mert azok kellő megerősítést csak is egyik közelmúltban megjelent értekezésében közölt megfigyelések alapján nyertek.

Meg vagyok róla győződve, hogy Alföldünknek az itt közölt adatokból megszerkeszthető tektonikai képe, valamint a kimutatott aszeizmikus rög, a dolog természetéből folyólag, távolról sem közelíti meg a valóságot. Csak kísérlet ez, mely a mai napig már feldolgozott földrengések főbb tektonikai eredményeinek összegyűjtésével, halvány képet nyújt Alföldünk szeizmotektonikai viszonyairól. A régebbi földrengések, melyeket feldolgozás alá vettem, még hivatva vannak több résznek szeizmotektonikáját feltárni. A Magyar Föld szerkezetének teljes megismeréséhez azonban a legtöbb fényt és világosságot a most folyó graviméteres és mágneses felvételek fogják megadni, valamint az alföldi kutatás keretében tervbe vett mélyfúrások és szeizmikus kutatások.

Sir M. A. Stein újabb archeologiai kutatásai.

Stein Aurél dr., Társaságunk tiszteleti tagja, az Archaeological Survey of India kerületi felügyelője (Superintendent, Frontier Circle), Indiába való visszatérte után India északnyugati határvidékén (Northwest Frontier Province) folytatta régészeti kutatásait. A Peshawar-swati határszélen, a Palai és Bazdarra völgyében ősi megerősített lakóhelyek romjait kutatta át, amelyeket ő előtte archeologus még nem keresett föl. Kutatásai világot derítenek ezeknek a buddhista időkből származó romhelyeknek egykori fizikai és társadalmi viszonyaira. A Palai-völgyben, a Swatba átvivő Shahkot-hágó déli tövében nagy buddhista helyet nyomozott ki, amely Butan néven ismeretes. Alighanem azonos ez a Hszuan-cang egyik legendájában megemlített kolostorral.

Waster és Dobandai faluk közelében, Butantól nyugatra, két buddhista helyet fedezett föl. Ásatásai során az előbbi helyen kitűnő állapotban maradt gandharai domborművek kerültek napvilágra. A Baizai-vidéken nem kevésbé gazdag eredménnyel jártak kutatásai.

Az Indusz mentén lefelé haladva, Bilot helység alatt, pontosan térké-

⁴⁸⁾ *Dr. Cholnoky Jenő*: A kecskeméti földrengés. (Földrajzi Közlemények, 1911. IX—X. füzet, 376. lap.)