

A tengerrengésről.

A geofizikának kétségkívül legérdekesebb és legfontosabb tüneményei közé tartoznak a földrengések és vulkáni jelenségek, mert jelenleg ezek vannak legnagyobb hatással Földünk felszínének alakítására. Csak újabban kezdtek igazi jelentőségüket felismerni és pontosabban tanulmányozni. Régebben inkább csak tudomásul vették, hogy itt vagy amott erős földrengés volt, a mely nagy pusztítást vitt véghez és megelégedtek azzal, hogy a hiteles és meg nem bízható adatok alapján megállapították a főbb tüneményeket, de szorosan nem vizsgálták meg, nem helyezték kellő viszonyba egymással, különösen nem a Föld geológiai szerkezetével. Nem csoda, hogy a tudósok és tudatlanok a legnaivabb állításokba keveredtek. Így van ez mindig a természettudományokban, ha kevés és meg nem bízható adatok alapján mondják ki az emberek véleményeiket.

Azonban az utóbbi évtizedekben bekövetkezett már a reakció és a hipotézisek felállítása helyett követték Bacon tanácsát, ki a megfigyelést és kísérletezést oly erősen ajánlotta a természettudósoknak. Azonban alig kezdődött meg a munka, a kutatóknak be kellett látniuk, hogy a bonyolult tünemények vizsgálására egyes ember nem elég, hanem úgyszólván nemzetközileg kell szervezkedni. Svájcban 1880-ban alakult meg az első földrengési bizottság, melynek sikeres működése más országokat is hasonló bizottságok felállít-

tására vezetett. Magyarország az első között volt; 1882-ben alakult meg a Magyarhoni Földtani Társulat Földrengési Bizottsága, mely Dr. Schaffarik Ferencz vezetése alatt és az Akadémia pártfogásával igen szép eredményt tud már felmutatni. Németországban, Itáliában, de különösen Japánban, a földrengések hazájában, tett pontos megfigyelések és kísérletek alapján a földrengéseket elválasztották a tengerrengésektől. Különösen az előbbieket tanulmányozták, az utóbbiakkal pedig már a dolog természete miatt sem igen foglalkoztak. Innét van, hogy a földrengésekkel már csaknem tisztában vagyunk, a tengerrengésekről pedig alig tudunk valamit.

Rudolph felkérte a különböző hajózási intézeteket, hogy bocsássák rendelkezésére azon adatokat, melyekben a tengerészek útjokon tett észleleteikről beszámolnak.* Bár számos helyről még feleletet sem kapott, mindamellett két igen értékes lajstromot tudott összeállítani. A lajstrom sok tekintetben hiányos, rövides és ha nem is vetekedhetik azon lajstromokkal, melyeket Mallet (Eartquake Catalogue, London, 1850.), Fuchs (Sitzb. d. Wiener Akad. d. Wiss. Math.-nat. Klasse, 1886, Bd. 92. Abth. 1.) és legújabban Muschetov és Orlov (Erdbebenkatalog des russischen Reiches. St. Peterburg

* E. Rudolph, Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen in Gerlands Beiträgen zur Geophysik, 1887 und 1895.

1893) állítottak össze, mindamellett elég arra, hogy több kérdést tisztába lehessen hozni.

A geofizikai tankönyvek a rengéseknek tengerre való hatását általában kevésbé méltatják; legfeljebb az úgynevezett »földrengési hullámok«-ra terjeszkednek ki. E hullámokkal sokat foglalkoztak a tudósok; így Hochstetter, Geinitz, de nem annyira azért, hogy keletkezésük okát kiderítsék, mint inkább azért, hogy velök a tenger közepes mélységét meghatározzák. Kétségkívül fontos ez utóbbi kérdés, azonban a rájuk alapított számításokban teljesen csak akkor nyugodhatni meg, ha a hullámok természete, keletkezésök oka kellőleg ki van derítve.

E kérdésekkel akarván foglalkozni, legelőször is azon tünetényeket kell megállapítani, melyeket a föld- és tengerrengések a víz felszínén létrehoznak, mert csak így lehet arra a kérdésre megfelelni, hogy eme hullámokat (»Erdbebenfluth«- vagy »Stosswellen«) mi hozza létre. Az oknak kellő földerítése után már áttérhetünk arra is, hogy a hullámok alapján kiszámított közepes tengermélységben mennyire lehet megbizni.

A tengerészre nézve nincsen fontosabb valami, mint hogy a tenger felszíne nyugodt legyen; hisz hajója rajta teszi meg útját. Milyen félelmes az utasra nézve, mikor a vihar a tengert felkorbácsolja, a hullámokat a fedélzetre hányja, a vitorlákat összetépi: de e bajoktól nem fél úgy a hozzájuk szokott tengerész, mint a tengerrengéstől. A mint a földrengés, úgy ez is hirtelen következik be, nincsen neki elárulója vagy hírvivője, mint a viharnak, hanem sokszor fényes nappal, holdvilágos éjjel lepi meg a hajót, mikor a tengeren a legnagyobb nyugalom és csend honol. Mennyivel nagyobbodik még a baj, ha más romboló

természeti elemek is kifejtik működésüket, erejüket.

A rengés tünetényeinek jellemző hatása és fontossága magyarázza meg, hogy a tengerészek miért számolnak be róluk oly pontosan, holott más, nem kevésbé fontos tünetényről határozatlanul, mellékesen tesznek csak említést. A tudósításokban sokszor kifejezik bámulatukat, hogy a tenger felszíne a rengés előtt, utána és alatta semmit sem változott, hogy nem számít sem a rengés erőssége, intenzitása, sem hullámzó (undulatoricus), vagy lökészerű (succusoricus), természete, sem a felületi kiterjedése; az sem, hogy mennyi ideig tartott, a lökések és rezgések gyorsan követték-e egymást avagy megszakítva.

Mindezekre Rudolph-nak lajstromából nagyon sok adatot hozhatnak fel, melyekben némelykor oda van téve, hogy a rengés intenzitása milyen fokú volt. Ő ugyanis a Rossi-Forrel-féle skála mintájára készítette el a magáét. Hogy a tünetényekről és így az intenzitásról fogalmat alkothassunk, nem lesz talán érdektelen, ha magát a skálát is közöljük:*

I. *Egészen gyenge rezgés* (Erzittern); inkább zaj, mint mikor a kötelet a fedélzetről lebocsátják, nagyobbára a fedélzet alatt hallható, és nem is veszi mindenki észre, csak az, ki kedvező helyzetben van. (A Rossi-Forrel-féle skálában ez a 3. foknak felel meg.)

II. *Gyenge rezgés*; a hajót idegenszerű szokatlan rengés éri, mely az alvót könnyen fölveri álmából, különösen a fedélzet alattiak érzik. (4. Rossi-Forrel.)

III. *Rezgés*; remeg az egész hajó, mintha nagy hordókat hengergetnének a fedélzeten. (4. Rossi-Forrel.)

* E. Rudolph, Ueber submarine Erdbeben und Eruption. Zweiter Beitrag. S. 609.

IV. *Mérsékelt rengés*; hasonló ahhoz, mint mikor a vasmacskát mély vízbe kivetik és a láncz gyorsan, csörömpölve esik alá.

V. *Meglehető erős rengés*; a hajó mintha fenékre jutott volna (korall-, homokzátany, sziklás fenék) és fölötte haladna el, vagy más kisebb tárggyal (csónak, kis hajó) ütközött volna össze. (4. Rossi-Forel.)

VI. *Erős rengés*; könnyebb tárgyakat (tálcza, tányér, üveg) mozgásnak indít, úgy hogy csörömpölnek; a kormányrúd vagy kerék ide-oda vágódik. (5. és 6. Rossi-Forel.)

VII. *Igazán erős rengés*; a hajó ropog, a fedélzetén szinte lehetetlen megállani. (7. Rossi-Forel.)

VIII. *Nagyon erős rengés*; a lökések erős mozgásnak indítanak minden tárgyat, vitorlát, árbóczot, a kompaszt ledobják, a thermométert összetörik. (8. Rossi-Forel.)

IX. *Rendkívül erős rengés*; a lökések a hajót oldalvást dobják, mely majd himbálódzik, fölemelkedik, útjában megáll. (9. Rossi-Forel.)

X. *Romboló rengés*; a rengés az embereket a fedélzethez vágja, nehéz tárgyakat magasra feldob, az ágyúk ki-mozdulnak helyükből, a hajó léket kap.

A skála egyes fokozatai tanúsítják, hogy a tengerrengés milyen erős lehet s valóban különös, hogy a tenger felszine semmit sem változik, a mint ez számtalan tudósításból kitünik.

1885 június 23-ikán 11 órakor dél-előtt a »Rosario« nevű hajó a 29° 14' északi szélesség és 133° 25' nyugoti hosszúság alatt két erős lökést érzett, melyek közül a körülbelül egy perczre bekövetkező második lökés jóval erősebb volt az elsőnél. A hajó egész testében remegett, a tenger azonban feltűnően sima volt.

Mellőzzük az »Airlie«, »Amaranth«,

»Letterewe Port« és más hajók hasonló tudósításait; fölemlíthetjük azonban H a n s i-nak, a »Levuka« kapitányának följegyzését, a ki 1883 januárius 28-ikán 7 óra 47 perczkor este vett észre egy tengerrengést: »Az 1° 38' északi szélesség és 27° 40' nyugoti hosszúság alatt csendes időben és a tenger gyenge hullámozása mellett hirtelen sajátságos tengeralatti zajt hallottunk, mely hasonlított a távoli menydörgéshez, de még jobban nehéz fegyverek robotásához. Ugyanazon időben a hajó rengését is éreztük, mint mikor a vasmacskát leeresztik. . . Az egész tünemény körülbelül egy perczig tartott. Az embert sajátságos érzés fogta el, mintha megelektromozták volna. A felvigyázó azt jelentette, hogy a hajó fenékre jutott. Az iránytű és aneroidbarométer, melyeket alig 30 másodpercczel néztem meg a rengés után, egész nyugodtan viselték magukat; a tenger felszínén sem lehetett semmi különös mozgást észrevenni.«

1842 februárius 5-ikén B a c k h a m kapitányt az »Ann Mary« nevű hajón igen erős rengés verte fel álmából. Először azt gondolta, hogy zátonyra jutottak, majd azt, hogy a hajóba beleütött a villám. A mint azonban a fedélzetre ment, látta, hogy a hajó tovább folytatja útját, de úgy remegett, hogy izzé-porrá törésétől kellett tartani. A kormányos nem tudott belekapaszkodni a kormánykerékbe, a legénységet pedig iszonyú félelem fogta el. A rengés csaknem egy perczig tartott, de alatta a tenger vize egészen csendes volt.

1889 június 2-ikán a 19° 34' déli szélesség 70° 17' nyugoti hosszúság alatt F e t t j u c h, a »Nixe« kapitánya olyan rengést érzett, a mely magán viseli a VIII. intenzitási fok sajátosságait. A hajó Pisagua mellett volt. A lakosok azt hitték, hogy az erős földrengés után a tenger előnti a szárazat, a mint ezt több-

szőr tapasztalták, azonban ez nem következett be, sőt ellenkezőleg a tenger rendkívül nyugodt, csendes volt

Még egy jellemző, régiebb esetet hozhatunk fel példának. 1716 februárius 10-ikén Picoban oly erős földrengés dühöngött, hogy a házak mind összedültek. Az öbölben vasmacskán álló hajók majdnem darabokra estek széjjel. Az ágyuk kimozdultak szilárd helyükből. A tenger azonban nyugodt maradt, a víz sem nem emelkedett, sem nem hullámzott, a szelet is alig lehetett észrevenni.

Még több példát is fel lehetne hozni, de azt hisszük, elég ez az egykettő is annak igazolására, hogy még a legerősebb föld- vagy tengerrengés sincsen hatással a víz felszínére. Az adatok legnagyobb része nem tesz említést a tenger vizéről, de mivel más pozitív jelenségről hírt adnak, bátran következtethetjük, hogy a vízről is beszámoltak volna, ha felszíni egyensúlya a rengés következtében megzavarodott volna. A tengerészek többször úgy fejezik ki magukat, hogy a tenger színe (Meeresfarbe) nem változott semmit sem. De ez sem jelent mást, mint hogy a víz felszíne csendes, nyugodt maradt. Ilyen tudósításokat szolgáltat pl. a »Lacke Ontario« vagy »Ihon Temperly« kapitánya.

Az adatokból még akkor is kitűnik az előbbi állítás helyessége, midőn azt mondják, hogy erős vándorhullámot, vagy, mint a német nevezi, »Dünung«-ot vettek észre. Az igaz, hogy az ilyen fajtájú és rendkívül gyorsan haladó hullámokat a nem egyirányú szél hozza létre,* de az is bizonyos, hogy a rengések nem erősítik őket, hanem inkább gyengítik, sőt arra is vannak esetek, hogy bizonyos

* K r ü m m e l O t t ó, »Az oceán«. Fordította Csoppey László. Budapest, 1888. 190. l.

ideig meg is semmisíthetik. Határozottan állítja ezt többek között V o g e l, a »City of Palatka« kapitánya. E hajó ugyanis 1886 augusztus 31-ikén indult el a port roylí kikötőből és alig haladt 12 tengeri mérföldnyire, midőn a csak nyolcz és fél láb mély nyílt tengeren borzasztóan el kezdett recsegní, úgy hogy már a végsőre is el voltak készülve. Ez időben északkeletről erős hullámok jöttek, de a rengés egész tartama alatt hirtelen megszűntek, nyugalom állott be és csak azután jöttek újabb hullámok és folytatták útjokat. Ha a hullámalakulás valóban a rengés természetéhez tartoznék, akkor a jelen esetben a sekély vízben nemcsak hogy nem semmisültek volna meg a hullámok, hanem ellenkezőleg, rendkívül erősödtek volna.

Ha valaki azt vetné fel, hogy a tengernek minden egyes rengés alkalmával nyugodtnak kellene lennie, az lehetlenséget követel. A tenger vize ritkán oly nyugodt, hogy a hajó képét szépen visszatükrözze, a mint ezt többször rendkívül erős rengések alkalmával csakugyan tapasztalták, hanem rendszeren többé-kevésbé erősen hullámzik. Ha valamely helyen a tengerjárás vagy vihar felkorbácsolja a tengert, a hullámok roppant gyorsasággal vágatnak el még a legtávolabbi vidékre is, és a nyugalom sokszor csak 24 órával később következik be a vihar után. Bár ez a körülmény megnehezíti, sőt nem egyszer lehetlenné teszi a tényekről való pontos beszámolást, mindamellett annyi és oly pontos adat áll rendelkezésünkre, hogy az igazságot megállapíthatjuk, bár R u s s e l-nek és más tudósnak a teoriája az ellenkezőt szeretné. R u d o l p h annyi adatot sorol fel lajstromában, a honnét az eddig felhozott adatok is valók, hogy velök szemben mást állítani józanul nem lehet.

Számtalan eset van arra is, hogy a

tengerrengéssel egyidejűleg vagy utána a tengervízben sajátságos megzavarodás mutatkozott, forrott, pezsgett, mint mikor vizet melegítenek. A víz ilyenkor rendkívül zavaros, ide-oda hullámzik, de a mozgás egyrészt nem tart sokáig másrészt csak kisebb felületre szorítkozik, s így nagyon jól meg lehet különböztetni a vihar okozta hullámoktól. Ilyesmíró! tesz említést *G a i b i s s o*, a »S. Anna« kapitánya, de még inkább a »Payta« nevű hajó. Ez utóbbi 1869 augusztus havában Délamerika közelében a száraztól 3 tengeri mfd.-nyire, Aricától 30 mfd.-nyire, érzett egy igen erős tengerrengést. A hajó egyik utasa azt írja, hogy alig hagyták el Aricát, midőn 1 óra 20 perczkor délután a hajó oly erősen kezdett remegni, hogy lehetetlen volt a fedélzeten egyenesen megállani. A rengés 40—50 mp.-ig tartott. A tenger víze a hajó körül forrott, pezsgett és apró vízugarak 1½—2 lábnyira vetődtek fel. A part borzasztó alakot öltött: jól lehetett látni, hogy a földrengés egészen elpusztította. A fedélzeten levők mind abban a meggyőződésben voltak, hogy a »Payta« közvetlenül vulkáni hely fölött áll. Midőn az 1828 márczius 30-iki földrengés következtében Lima városának legtöbb háza összeroppedezett, akkor a tenger úgy forrott, pezsgett, mint mikor izzó vasat dob bele az ember a vízbe; felszínén dögölt halak úsztak és kénessavgázt tartalmazó buborékok voltak. A hajó láncaának vízben levő része különös megolvadást mutatott. A rengés erőssége a IX. fokot érte el.

A vízugarak nem egyszer 40—50 méterre, sőt még nagyobb magasságra lövelnek fel és az egész tünemény egész gejzír képét ábrázolja. *G a r d e n*, a »Nothorn Monarch« kapitánya, 1878 januárius 12-ikén azt írta jegyzőkönyvébe, hogy hajójától 5—6 mfd.-nyire

egy vízoszlop 80 láb magasra csapódott fel. Ez kétszer-háromszor ismétlődött, csakhogy a víz mindig alacsonyabbra emelkedett fel. A tudósító az egész tüneményt a torpedó hatásához hasonlítja. A felcsapódott víztömeg csakhamar visszaesett és nagy hullámokat idézett elő. A vízoszlopok társaságában nem egyszer fojtó füst- és tűzoszlopok jelennek meg és a tenger felszínét hamu lepi el, a mely tömegekké, szinte szigetekké áll össze; de hosszabb életük nincsen, mert a hullámok csakhamar elsodorják. A »Brittania«, *La Valette*, »Alice Frazer« és más hajókról vannak ilyen tudósításaink. E tünemények minden tekintetben hasonlítanak a szárazföldi vulkán kitöréséhez. Hogy a tenger alatt is vannak vulkánok, azt nemcsak az előbbi tünemények bizonyítják, hanem a »Challenger« expedíció is valószínűvé tette. A tenger fenekét sokszor igen nagy területeken vulkáni képződmények lepik el.

Ezen rengésekkel járó vulkáni jelenségnél fontosabbak azok a hullámok, melyek a tenger közepén és partján egyaránt előfordulnak és roppant sebességgel vágatnak el a távoli vidékekre. A hajósok a nyílt tengeren többször észrevették e hullámokat, de tiszta képet nagy ritkán adnak róluk. És ez könnyen meg is érthető, mert annyi körülmény játszik össze, hogy a hullámokat keletkezésöknél bajos meghatározni. A tudósításokból általában azt vehetni ki, hogy a víz felületi feszültségét megbontó hullámok általában véve rengéssel járnak, de vannak arra is esetek, hogy a rengés mindössze csak zajban nyilvánul és mégis óriási hullámok keletkeznek. *R u d o l p h* különösen két adatot hoz fel erre. Az egyik adat 1852 október 31-ikéről való, a másik pedig 1859-ből. A két angol szövegű adat annyira hasonlít egymáshoz és oly jellemzően írja le a

tünemény lefolyását, hogy nem lesz talán fölösleges magyar fordításban közölni:

Rendkívüli tengerrengést tapasztalt a »Maries« nevezetű hajó Caldera felé vezető útján. Október 13-ikán reggel, midőn a hajó 12 tengeri mérföldnyire volt az egyenlítőől a 19^o nyugoti hosszúságon, bűgő hang tört elő az oceánból, mely fokozatosan tombolássá fajult s végre a zaj elmúlt; a tenger hegy-magasságú hullámokká tornyosult, a szél mind a négy világtáj felől fűjt, a hajón levő fék meglazult és borzasztóan korbácsolta a hajót; minden pillanatban az ítélet végét várták. Ez 15 perczig tartott; a víz lassanként lecsendesült, de több vitorla, mely a rengés kezdetén még látható volt, egészen eltűnt. Röviden, néhány hajótörés után több gőzhajórész eltűnt és több vitorla és élet esett áldozatul. (Findlay, South Atl. O. 211. A Perrey, M. A. D. 1852—53.)

Rendkívüli tüneményt írt le a »Watch of the wave« hajó tisztsége és legénysége, mely a múlt év márczius 13-ikán történt, midőn a hajó két tengeri mérföldnyire volt az egyenlítőől és 19^o nyugoti hosszúságban. Először bűgő hang hallatszott, mely látszólag a tenger mélyéből jött és fokozatosan tombolássá váltott, végre a zaj elmúlt. A tenger hegy-magasságú hullámokat vetett, a szél mind a négy irányból fűjt. A hajón levő fék meglazult, borzasztóan csapkolódott és korbácsolta a hajót; valamennyien az ítélet végét várták minden pillanatban. Ez körülbelül 15 perczig tartott, midőn a víz lassanként lecsendesedett és az egész szemhatár elsimult, kivéve az Atlanti-oczeán hömpölygő hullámlásait azon a részen, melynek épen ez a saját-sága. (Bombay Standard 1853.)

E két adat annyira hasonlít egymáshoz, hogy az ember azt hiheti, hogy az egyik tudósítást a másik egyszerűen le-

írta, mindamellett csalást még sem kell föltételezni. Akármint áll is azonban a dolog, annyi világosan kitűnik, hogy a hullámokat nem kell okvetetlenül rengésnek előidéznie, bár a két tünemény együttesen is előfordulhat, úgy hogy ezek alapján méltán mondhatta Rudolph: »Das Factum selber steht fest: zwar gleichzeitig mit den unterseeischen Erdstößen, aber dennoch unabhängig von denselben kann sich das Meer zu mehr oder minder hohen Wellenbergen erheben, eine Thatsache, welche zur Erklärung der sogenannten Erdbebenfluthwellen bisher immer nur hypothetisch vorausgesetzt wurde, hier aber zum ersten Male durch Beobachtung als wirklich existierend nachgewiesen ist.«*

Azonban az előbbi két adat nyílt tengeren tett észleletekről számol be és mielőtt valamennyi hullámot erupcióna vezetnénk vissza, okvetetlenül közelebről kell megismerkednünk a tenger partján keletkező óriási hullámokkal, az úgynevezett »földrengési hullámok«-kal, melyeket a német »Erdbebenfluthwellen« vagy »Stosswellen« néven nevez.

Már a régi világban is ismerték ezeket a hullámokat és borzasztó pusztításaikat nem egy író örökítette meg. A görögöknél még a mithológiában is szerepelnek, s azt hitték, hogy Poseidon, hátán tartva a Földet, ha bosszúját akarja tölteni, terhét megrengeti, úgy hogy a szárazföld és tenger kimozdul helyéből.

Hoff, Schmidt és mások sok történeti adatot halmoztak fel, a melyekből egynehányat közölnünk kell.

Herodotos VIII. könyvének 22. fejezetében ezt írja: »Artabazos körülbelül három hónapig (479. év tavaszán) ostromolta Potidaia városát az északi részről, midőn a tengerben erős apály

* E. Rudolph, Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen. S. 159.

állott be, a mely jó sokáig tartott. A mint a barbárok a sekélységet látták, átmentek Pallene-be. Azonban alig voltak az útnak két harmadán, oly borzasztó tengerár jött, a minő a környékbeliek állítása szerint még sohasem volt. A kik tehát nem tudtak úszni, belehaltak, a többiek pedig a potidaiabelieket legyilkolták. A potidaiabeliek szerint az ok nem volt más, mint hogy azok a perzsák, kik belevesztek, Poseidon temploma és képe ellen vétettek.* Itt is Poseidon, a tenger ura szerepel.

Ammianus Marcellinus történetíró két igen hatalmas rengéshullámról tesz említést, melyek közül az egyik 358-ban, a másik 365-ben Kr. u. volt. Az előbbi a Macedoniát és Egyiptomot, Syriát és Görögországot ért óriási földvagy tengerrengéssel volt kapcsolatos. Alexandria városában a megrémült lakosok egyszerre csak azt vették észre, hogy a tenger visszahúzódott és a hajók a száraz fenékre kerültek. Egyesek fosztogatáshoz láttak, azonban életükkel laktak, mert a borzasztó hullámok csakhamar visszatértek és a hajókat is magukkal sodorták a szárazföld felé, úgy hogy ezek a víz visszafolyása után a város házain feneklettek meg. A pusztulást leírni nem lehet, olyan rettenetes volt.** 365-ben ment végbe a másik katasztrófa. Julius 21-ikén reggel erős vihar volt; majd megrendült a Föld, s rá visszahúzódott a tenger, úgy hogy a hajók a sárban állottak a legváltozatosabb tengeri állatok között. A nép halfogáshoz látott, de gazdag zsákmányának nem örülhetett, mert nemsokára visszatért a tenger vize, a mely óriási hullámaival ezer és ezer embert ragadott magával és Alexandriát újra tönkretette.

* Dr. I. F. Julius Schmidt, Studien über Vulkane und Erdbeben. II. Abth. S. 138.

** Julius Schmidt, Studien... S. 147.

E város lakói e földrengés emlékére évenként ünnepet tartottak. (Amm. Marc. 26. 10.)

Mellőzve számtalan ó, közép- és újkori esetet, rátérhetünk az 1755-iki lissaboni földrengésre, a legborzasztóbbak egyikére, melyekre a történelem emlékezik Megelőző tünemény nem volt, mint erős földalatti moraj, de ezt csakhamar oly erős lökés követte, hogy a város öt perc alatt romokban hevert. A Tajón levő hajók eleinte csak olyasmit éreztek, mintha zátonyra jutottak volna, azonban nemsokára óriási hullámok mentek neki a folyó torkolatának, úgy hogy 17 m. magas vízszlop keletkezett. A hullámok ezután átléptek a hatalmas márványdarabokból készült kőpartot, s az itt menedéket kereső embereket, ide kikötött hajókat labdaként ragadták el és temették magukba. Cadixban a 18 m.-es hullámok még borzasztóbb rombolást vittek véghez. Az erősséget elpusztították, Leonnál pedig elválasztották azt a földnyelvet, mely a várost a szárazfölddel összekapcsolta. A hullámok nemcsak a portugall partokra szorítottak, hanem elmentek Angolországig, a Madeira szigetekig, sőt egész Amerikáig, hogy megvigyék a katasztrófa hírét mindenfelé. Barbados, Martinique szigeteknél a hullám 4—5 m. magas volt. E szerint — mint Szabó J. geológiájában mondja — »a rázkódás okozta hullámok egyenes vonalban több mint 6000 km.-nyi távolságra terjedtek el.«

Újabb időben még ennél is nagyobb katasztrófák voltak és annival fontosabbak, hogy jobban tanulmányozták őket. Dél-Amerika nemcsak földrengéseiről, hanem vulkánjairól is nagyon nevezetes és itt is keletkeztek amaz óriási 20—25 m. magas hullámok, a melyek az egész Csendes-oczeánt átszelték és Új-Zélandig, sőt Ausztrália nyugoti part-

jáig elmentek, a hol még meglehetősen hatalmasok voltak, úgy hogy kisebb bajokat okozhattak. A tenger visszahúzódása biztos jele annak, hogy két-három óra, sőt gyakran még kisebb idő múlva beáll a katasztrófa. Az »el mari retira« (a tenger visszavonul) jelentősége annyira ismeretes a lakosok előtt, hogy azonnal beljebb vonulnak a szárazföld felé vagy még inkább magasabb helyekre, hegyekre iramlanak, hogy kikerüljék a biztos halált.

1868 augusztus 13-ikán következett be az a földrengés és, mint már Hochstetter* is megjegyzi, tengerrengés, a melynek felületi központja, epicentruma körülbelül Arica tengerparti város volt. Hochstetter minden lehető biztos adatot összegyűjtött és tudományos búvárkodásra, különösen pedig arra használta fel, hogy a tenger közepes mélységét meghatározza. Egyik adata, mely a »New Tribune« (1868 szeptember 14) tudósítójától származik, ezeket írja: »Arica a centrum (illetőleg epicentrum), a honnét az egész szerencsétlenség kiindult. Délután úgy öt óra tájban Arica mögött a vidék leghegyesebb részében olyasmit vettek észre, mint ha két súlyos test verődött volna össze, és innét terjedt volna el a rengés északra Callaoig és délre Cobija-ig (tulajdonképp Copiapo-ig). Három rengés követte egymást és mindegyik nagy hullámmal volt összekötve, úgy hogy a második hullám nagyobb volt az elsőnél, de viszont a másodiknál nagyobb a harmadik. A rengések alkalmával a föld több pontján hosszú szabálytalan vonalakban megnyílt . . . és mindegyikből száraz földes por szállt fel és fojtó gáz tört elő. Midőn a három rengés

megszűnt, kisebb időközökben kisebb rázkódások követték egymást, mintha a földben explodálások, összeütközések lettek volna. A kikötőben a víz visszahúzódott és rohamával magával ragadta a hajókat. De csakhamar megváltozott a folyam külseje: hosszú hullámok jöttek vissza, s ezek úgy himbálták a hajókat és dobták előre és hátra, mint egy-egy fadarabot; majd a szárazföld felé sodorták őket. Más adatok még jobban meghatározzák a tünemény lefolyását. Húsz percczel az első lökés után a partot 2—3 méteres hullám öntötte el, de ez csakhamar megszűnt. Erre a tenger megkezdte visszahúzódását és rövid idő múlva 17—25 méter magas hullámok rontottak a partnak, hogy tönkretegyék azt a keveset is, a mit a földrengés még megkimélt. A hullámok körülbelül negyedóránként megismétlődtek és ropant sok embert ragadtak el.

Az adatok általában véve azt mondják, hogy Aricában a víz először átlépte a partot és azután húzódott vissza, más, különösen a távolabbi helyeken pedig, mint például Telcahuanóban, a lytteltoni kikötőben (Új-Zéland), ép az ellenkezőt tapasztalták. Ez utóbbi helyen augusztus 15-ikén reggel négy órakor azt vették észre, hogy a part jó részén semmi víz sem volt, a mi ily körülmények között nem szokott előfordulni. Egyszerre csak menydörgésszerű zaj hallatszott és jöttek a csak 3 m. magas, de rendkívül hosszú hullámok. Egyáltalában minél távolabb haladnak a hullámok az epicentrumtól, annál inkább kisebbedik magasságuk és nagyobbodik hosszúságuk. Innét van, hogy ausztráliai kikötőkben csak az árapálymérők tüntették ki jelenlétüket.

Délamerikának nemcsak nyugoti partvidékét lehet az ily tünemények színhelyéül felhozni, hanem a keleti részét is, bár olyan magas hullámok nem is kelet-

* Sitzb. d. K. Akad. d. Math.-nat. Klasse, Bd. 58. II. Abth. 1868. S. 835—860; Bd. 59. II. Abth. S. 109—132; Bd. 60. II. Abth. S. 818—823.

keznek. Az 1884 januárius 14-iki montevidói földrengéshullámok az aricaikaiakat meg sem közelítették. A Csendes- és Atlanti-oczeánon kívül meg lehet említeni az Indiai-oczeánt, a hol szintén nem ritkák az ilyen esetek, a mint az 1881-iki katasztrófa is bizonyítja. Azonban dimenzió tekintetében valamennyi eddigelé felhozott »Erdbebenfluth«-ot felülmulnak azok a hullámok, a melyek az 1883 augusztus 26—27-iki krakataui óriási explozió alkalmával a Szundaszorosban keletkeztek.* Sem az explozió előtt, sem utána földrengés nem volt, legfeljebb azon keskeny sáv mentében, mely a Kedang hegységtől a krakataui vulkán irányában vonul.

Hegedüs Jenő, hazánkfia, 16 évig tartózkodott Jáva szigetén, mint a keletindiai topografiai felvétel egyik fő tisztviselője. 1884-ben Budapestre jött és a december 5-ikén tartott földtani ülésen a szemtanu biztosságával beszélt el a Szundaszoros borzalmasságait. Ő is nagyon hangsúlyozza, hogy sem a közeli Wilkomst-öbölben, sem másutt legalább érezhető földrengés nem volt.** Verbeck is határozottan tagadta, bár sok tudósnak nem tetszett, hogy akkortájt nem volt földrengés, midőn azok az óriási hullámok keletkeztek. A hullámok magasságára nézve eltérnek az adatok; az egyik 30, a másik 40 m.-esnek mondja; Telok-Betongnál 30—40 m. között változott a magasság. Elképzelhetjük most már, milyen károkat okoztak ezek a hullámok az egyes szigeteken. Szumatrán az egyik németalföldi gőzöst mindenestül három mérföldnyire vitték beljebb és egy patak mentén helyezték el. Észak felé nem terjedtek

messze, mivel a víz sekély volt, hanem annál jobban dél felé, a merre a tengerek igen mélyek. Az Indiai-oczeánban mindenütt följegyezték őket a maregrafok, úgy szintén Reunion szigetén, a Jóreménység fokán is; de itt a hullám csak 50 cm. magas volt. Az elindulás után negyven órával később az ármérők Aspinwallban is különös hullámokat jegyeztek fel, de sokan tagadják, hogy a Szundaszorosból jöttek volna. Ha azonban az előbbi állítást elfogadjuk, azt mondhatjuk, hogy a krakataui explozió hatása kiterjedt a Föld felszínének majdnem a felére. Girard* francia tudós még tovább megy és azt mondja, hogy ha a rocheforti maregráfban meg lehet bizni, a hullámok egész Franciaországig jutottak, sőt kiterjedtek a tengerek összes felszínére.

Nos, vajjon ezeket a hullámokat valóban földrengés hozza létre?

Már a régi görögök is sokat tündöttek e kérdésen s azt találták, hogy csak Poseidon haragja elégséges a tünemények megmagyarázására. A tengerparton élő japáni nép még most is abban a meggyőződésben él, hogy a tenger alatt fekszik a »jishin-uwo« nevű szörnyeteg, a melynek hossza csaknem négy ri (egy ri = 3910 m.). Ha ez óriási hal megmozdul, bekövetkezik a földrengés, ha még hozzá testét félkör alakjában kanyarítja, akkor óriási hullámok keletkeznek, melyek az egész partot elöntik.**

Ehhez hasonló megfejtést többször találunk a mondák világában, a tudósok pedig általában azt fogadták el, hogy a hullámokat földrengés hozza létre. E nélkül — mondja Herodo-

* Term. tud. Közl. XVI. köt. 111. 1. 1894.

** Lóczy Lajos, A krakataui vulkának 1883. évi kitörése. Földt. Közlöny. 1884. 35. 1.

* J. Girard, Recherches sur les tremblements de terre. Paris, 1890. p. 103.

** Dr. L. Karell, Japanische Thierfabeln. Feuilleton-Beilage des Bud. Tagblatt Febr. 22. 1896.

tos, Tukidides — az egész tüné-
mény érthetetlen. E nézet megvan egész
a mai napig. Hogy azonban közelebbről
miként keletkeznek a hullámok, arra
nézve nagyon eltérnek a vélemények.

A gonddal megírt és gyönyörűen
kiállított »Allgemeine Erdkunde«* el-
ismeri, hogy a nyílt, mély tengeren a
rengések csak azt a hatást idézik elő,
mint mikor a hajó zátonyra kerül, s
hogy nem keletkezik semmiféle hullám-
szerű mozgás. Ha azonban a lökés a
partvidéken következik be, mint péld.
Lisszabonban (1755), a perui Aricában
(1868), Iquiquénél (1877), akkor »a
szilárd partnak a reá tóduló víztömegre
való oldallagos visszahatása következté-
ben hullámmozgás keletkezik olyan for-
mán, mintha vízzel telt tálnak a peremét
megütjük, és a hullámok továbbterjed-
nek az oceánon minden irányban,
gyakran a legtávolabbi partokig, és itt
a tenger tükrének váltakozó emelkedé-
sét és apadását okozzák. E jelenséget
földrengési árnak nevezték. A megzava-
rodás először rendszeren a tengernek a
lökéssel egyidejűleg vagy mindjárt utána
való rövid és gyors emelkedésében nyilván-
vánul a partnál.«

Ekként képzei el magának a hullá-
mok keletkezését az »Allgemeine Erd-
kunde« és vele számtalan más tudós, a
kik, bár egymástól többé-kevésbé el-
térnek, abban mégis megegyeznek, hogy
a rengés lökései hozzák őket közvetet-
lenül létre. E véleményt védelmezte kü-
lönösen Geinitz, a kihez Fouqué**
is csatlakozott, mert »cette explication
(t. i. Geinitzé) est évidement la plus
rationnelle«. Így gondolkodott Hoch-
stetter, Sonklar, Krümmel és

* Unser Wissen von der Erde. Allge-
meine Erdkunde und Länderkunde. Prag u.
Leipzig, 1886. S. 378.

** F. Fouqué, Les tremblements de
terre. Paris, 1889, p. 33.

a kézi könyvek is általában ezt a nézetet
reprodukálják; így Szabó »Geoló-
giá«-ja (1893), Credner »Elemente
der Geologie« (1883) című munkája.
A vélemény népszerűsítésében igen
nagy része volt Sonklar-nak, a ki oly
ügyesen tudta előadni, hogy a tudós
világban is mindenfelé elterjedt. A vé-
lemény legelőször is azt kívánja, hogy a
rengés elég erős legyen, »ein genü-
génd kräftiger Stoss«, mint Geinitz
mondta. »A tenger ilyenkor heves rez-
gésnek indul — mondja Sonklar —,
mely minden mélységre kiterjed, ter-
jedésében a közönséges árhullám seb-
ségével közel egyezik és a kör sugarai
irányában terjed az illető tengernek leg-
távolabbi partjáig.«

Hogy azonban miért és hogyan
hozza létre a földrengés azt a rezgő
mozgást, arra Sonklar nem ad
felvilágosítást. Hochstetter épen
úgy, mint az »Allgemeine Erdkunde«,
azt hozza fel, hogy hiszen vízzel telt
edényben is keletkeznek hullámok, ha
egyik oldaláról megütjük. Azonban a
hasonlat még analógiának sem válik be
és helyesen mondja Rudolph,* hogy
a hullámok azért keletkeznek, mert a
kapott lökést az egész edény átveszi és
ennek természetes következménye az,
hogy azok egy középpont felé töreksze-
nek és itt megsemmisülnek. Azonban
a tengerpart nem tekinthető ilyen zárt
edénynek; legkevésbé lehetne ezt Dél-
Amerikának nyugoti részére mondani,
a hol a partvidék csaknem egyenes vo-
nalban vonul északról délre, a tenger-
fenék pedig fokozatosan ereszkedik alá
nyugot felé. Ily körülmények között, kü-
lönösen ha még azt is hozzávesszük,
mint Hochstetter is felteszi, hogy
a rengés csaknem merőlegesen érte a

* E. Rudolph, Ueber submarine
Erd. u. Erupt. 189.

víz felszínét, egy pont felé tartó hullám nem jöhet létre. De végre is az aricai, iquiquei és más hullámok nem egy középpont felé mentek és nem itt semmisültek meg, hanem inkább ellenkezőleg egy pontból terjedtek el minden irányban fel egészen Japánig, nyugotra Ausztráliáig, délen pedig nem is tudjuk, hogy meddig mentek.

A »genügend kräftiger Stoss«-ra nem kell sok szót vesztegetni. Az első részben több példát hoztunk fel arra, hogy sem a föld-, sem a tengerrengés nem zavarja meg a felszín nyugodtságát, hanem inkább helyre igyekszik állítani a már megbontott egyensúlyi állapotot. Viszont arra is van számtalan eset, hogy gyenge rengéssel igen erős hullámok keletkeztek. A tények, a mily megbízhatók, épen oly erősen szólnak Geinitz, Sonklar, az »Allgemeine Erdkunde« felfogása ellen.

Mallet, a földrengések lelkes tanulmányozója, a hullámok keletkezését egészen másképp magyarázta. Midőn valamely erős lökés a parthoz közeli tengerfenéket ér, mindannyiszor két hullámrendszer keletkezik; az egyik a fenéken terjed tova és igyekeik elérni a partot, a másik hullám pedig az előbbinek megfelelőleg a víz felszínén keletkezik és, mivel lassabban halad, a parton csak a földrengés után jelenik meg. Azonban e hipotézisnek alaptalansága nagyon szembeszökő; annyi hihetetlen és a tényeknek ellenmondó állítás van benne, hogy nem is kell vele bővebben foglalkozni. Miért törekszenek a rengés- és vízhullámok minden áron a part felé, mikor a lejtősödés aránylag oly kicsiny, hogy bátran az ellenkező irányban is haladhatnának? Miért öntik el előbb a hullámok a partot s csak azután húzódik vissza a víz, vagy miért húzódik előbb vissza és csak órák mulva jönnek meg az óriási hullámok? Mal-

let elméletével nem tudja megmagyarázni.

Pilar, Berg és más tudósok a hullámokat a partnak szintváltozásából akarják minden áron kimagyarázni, Hall pedig még a fenék gyors emelkedését vagy süllyedését is elégnék tartja. Azonban Volger, Bischoff, de különösen Suess és Fouqué annyira megtámadták azt, hogy földrengés következtében emelkedések jöjjenek létre, hogy mai napmár senki sem mer ilyesmivel előállani.

Mohr és követői a földrengéseket és a hullámokat is beomlásnak akarják tulajdonítani. A mint ugyanis a tengerfenék valahol beomlik, a víz hullámok alakjában idetödul és összetorlódva föl-emelkedik, majd a nehézségi erő miatt leesik és óriási körkörös hullámokban terjed el mindenfelé. Krümmel a krakataui hullámokat a vulkán beomlására vezeti vissza. Azonban épen a krakataui tűneményekre bajos hivatkozni. A beomlást egyáltalában nem lehet megállapítani, mert ha ez meg volt volna, akkor a hullámok alakjában ide hömpölygő vizet okvetetlenül észrevették volna. A szorosban, vagy legalább közelében levők valamennyien azt emlegetik, hogy először roppant erős hang hasított a levegőt és ezután nemsokára jöttek a partokat elöntő hullámok.

Rudolph egészen más irányba terelte a kutatók figyelmét. Véleményét elfogadta Supan* is legújabb tankönyvében, mások ellenben alig vettek róla tudomást. Rudolph véleménye nem ellenkezik egyetlenegy ténnyel sem, mint a többiek, hanem annyira összhangzásban van velük, hogy már maga ez a körülmény is igen ajánlja. Nem tapogatózik, hanem tekintetbe veszi a

* Dr. Alex. Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig, 1896. — Pet. Mitt. 1888. Littb. 125.

fizikailag megállapított biztos tételeket. Nagyon megerősödik még a robbantásoknál tapasztalt tünetények által, a melyek valóságos kísérletek számába mennek. 1874-ben robbantották fel a San-franciscoi öbölben, kikötőben a híres »Rincon Rock«-ot, mely a hajózást veszélyeztette. E homokkőből álló sziklának eltávolításával Le Conte-ot bizták meg, azonban helyette fia vitte véghez a munkát. 15 tonna robbanószert használt, melynek háromnegyed része nitrogliczerin volt. A meggyújtást elektromos szikra végezte. A robbanás helyétől körülbelül 200 ölnyire volt egy sajka, a mely a robbanás után nemsokára két lökést érzett. Az egyik közvetlenül a vízben haladt és a sajkát roppant erősen megrengette. A másik a robbanás helye fölött a vízből, mintegy epicentrumból emelkedett ki és a levegőn keresztül ment a sajkához. Mivel a lökés a vízben sokkal gyorsabban terjed, mint a levegőben, azért a sajkában az első lökést hamarabb érezték meg, mint a másodikat. A víz felszínén kisebb-nagyobb vízsugarak 5—6 centiméter magasra emelkedtek és csak valamivel később fejtette ki a gáz igazi erejét, midőn a vízsugarak vagy oszlopok 25—30 ölnyire vetődtek fel. Mikor e meglehetősen nagy tömeg leesett, koncentrikus gyűrűkben tova terjedő hullámok keletkeztek. A tünetény lefolyása után 200—300 ölnyi sugarú körben a halak döglötten úsztak a víz felszínén.

Valóban meglepő, mily nagy egybehangzás van eme kísérlet és az elmélet között. A tengerrengéssel kapcsolatos tünetények mind együtt találhatók: a hajó, a csónak reszket, hang hallatszik, víz pezseg, hullámok jönnek létre, sőt agyonvert halak is úszkálnak a felszínen.

És mindezt mi okozta? Erősebb explodálás, a mely össze sem hasonlítható a tenger alatti vulkánok óriási erejével. E vulkáni kitéréseknek kell betudnunk a földrengéshullámokat. »Keletkezésüket — mondja Rudolph* — hatalmas tengeralatti kitéréseknek köszönik, legyenek azok gőz- vagy gázkitérések, avagy lávaömlések, melyek a hideg vízzel érintkezve, ugyancsak gőztömegeket hoznak létre.« Az elmélet érthetővé teszi, hogy az egymásután keletkező hullámoknak nem kell okvetetlenül egyformának lenniök. Érthető az is, hogy a hullámokat a földrengések majd — és ez a rendes — megelőzik, majd követik, épen úgy, mint a szárazföldi vulkánkitérést rendszeresen földrengések előzik meg. A rengések ugyanis előmozdítják az erupciót; abban sincs épen lehetetlenség, hogy a krátereket annyira megrepesztik, hogy a víz a magmáig szívárog le és itt roppant erejű gőzzé válva a felszínre jut és létrehozza az említett tünetényeket. Hogy a füst- és tűzoszlopokat vulkáni erupciók idézik elő, azon most már nem igen lehet kételkedni. Az elmélet legfeljebb azt nem tudja megmagyarázni, hogy a földrengés után miért húzódik vissza a tenger és csak órák múlva jönnek meg a hullámok, vagy miért vannak fordított esetek is. Talán a víz a kráteren keresztül lemegy a magmáig. Lehetetlenség utóvégre ebben sincs. Az epicentrumtól távolabb levő helyeken a tenger visszahúzódását már jobban meg lehet magyarázni. Az epicentrumban keletkező hullámok ugyanis óriási hosszúakká válnak és völgyeikkel haladnak előre, s ezért a tenger a parton süllyed mintegy visszahúzódik.

MISKOVITS F. HENRIK.

* E. Rudolph, Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen. 216.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.