

II. A FÖLDRENGÉSRŐL.

Földrengés idején éri az embert a legnagyobb csalódás; ekkor megmozdul alatta az, a mit mindig szilárdnak ismert. A legbátrabb is megrémül, ha mindennek alapja, a Föld, inog és hullámzik lábai alatt.

Minden földrengés az egyensúly megzavarodásából keletkezik. A vulkánok kürtői körül a vizgőz feszítő ereje reszkettet meg a talajt. Nagy hegyomlások, földalatti üregek beomlása is képes megrázni lábaink alatt a földet. Ezek azonban csak kisebb kiterjedésűek: lábdobbantások azokhoz a földingásokhoz viszonyítva, melyek hatása néha több ezer négyszögmérföldre terjed. Az ilyen jelenséghez köti minden nyelv a földrengés fogalmát, melylyel egyszerűsmind szorosán összefügg tudatlanságunk érzete az ok iránt. Ismeretlen mélységben kell a földrengés tűzhelyét keresnünk, oly mélységekben, melyek természetéről és anyagáról biztos adatunk nincsen; ezért csak a hipotézisek tág fogalmai intézik a seismológ okoskodásait. Távolabb állunk még most a valóságtól, mint képzeljük: mikor egy F a l b bizonytalan alappal bíró elmélete, vagy egy N o v á k szédületes világ-mechanikája népszerűbbek azon magyarázatoknál, melyek a földrengés tüneteit ismert geológiai és fizikai törvények szerint származtatják! No de ezen nem is lehet csodálkozni. A földrengésekről még egyáltalában nagyon keveset tudunk. Alig 30 éve annak, hogy tanulmányozásuk kezdetét vette; és csak a legutolsó évtizedben lőnnek a földrengés tünetei több álláspontból tárgyalva.

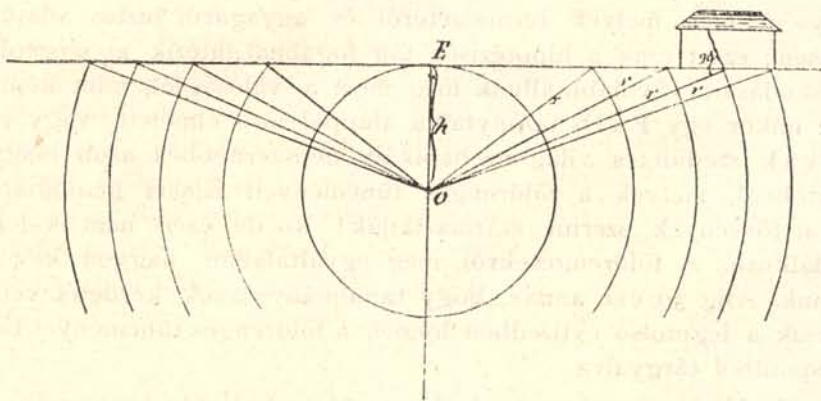
M a l l e t, S e e b a c h és L a s a u l x elméletileg tanulmányozták a földrengéseket. A felszínen jelentkező lökések és hullámzás nem egyebek mint a földgömb belsejében támadt lökések hatása. Az ezek által előidézett rezgések a földkéreg rugalmas közegén át minden irányban szétterjednek és egy részük a felszint éri. Az ütközés és hullámmozgás törvényei érvényesülnek ezért a földrengés elméleti taglalásánál. A földrengés középpontjából a Föld fölszine felé irányuló lökések, a Föld felületének különböző helyein más-más irányú és erejű elmozdulásokat okoznak, melyekből — ha több helyről ismerjük őket — a lökés középpontjára és eredetének mélységére következtethetünk.

Ezen alap gondolatból kiindulva, M a l l e t a földrengés felületi középpontját (*epicentrum*) a ledőlt épületek helyzetéből határozza meg, mélységét és a földrengés keletkezési helyét pedig a lökés irányával párhuzamos falak hasadékaiból ismeri fel. Ezen hasadékokat ugyanis a lökések irányára merőlegeseknek föltételezi.

S e e b a c h és L a s a u l x pontos időföljegyzésekre alapítják

számításaikat. Azon helyeket, melyeket egyidejűleg ért a rázkódás, egymással összekötve, a térképen a *homoseista* nevű görbéket kapják; hasonlóan állnak elő az *isoseista* nevű vonalak, melyek az egyenlő erővel megrázott pontokat kötik össze. A legnagyobb megrázódás görbéi *pleistoseista* nevet viselnek. Seebach azon időkülönbségből, mely a különböző pontok megrázása közt észlelhető, és ezeknek távolságából az *epicentrum*-tól, határozza meg a középpont mélységét, a *geocentrum*-ot, abból a föltevésből indulván ki, hogy a megrázódás tovaterjedésének sebessége az epicentrum körül, viszonyítva a távolabb eső részekhez: a középpont mélységétől függ. Vagyis Seebach szerint a földrengés sebessége a felületen hiperbola szerint változik.

Mallet általános szabályul ismerte fel továbbá, hogy a leg-



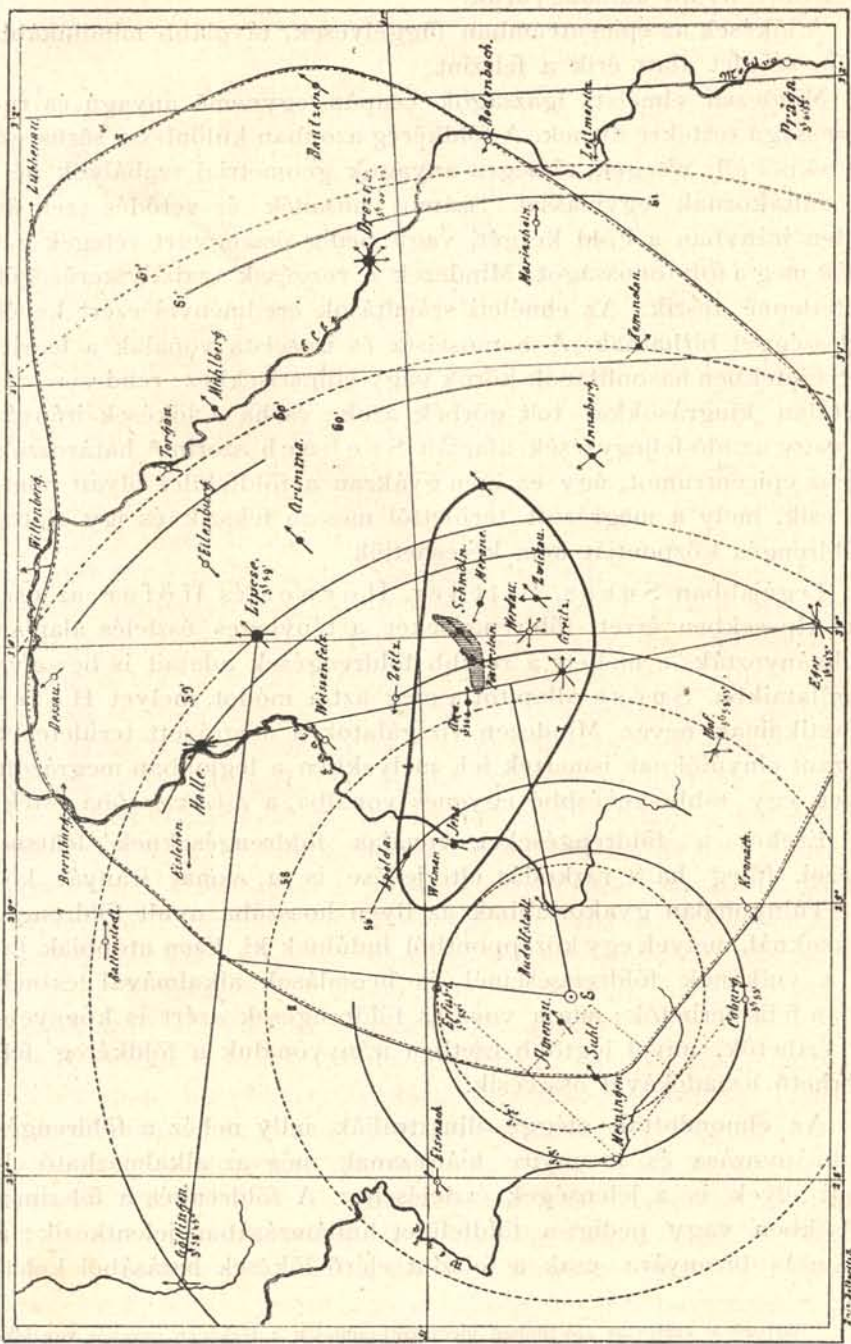
1-ső ábra. Ez ábra a lökések hullámos terjedését mutatja. *E* az epicentrum, *O* a földrengés eredetének középpontja (geocentrum), *h* annak mélysége; *r*, *r* sugarak, melyekben a hullámmozgás terjed, és egyszersmind a lökésirányok, melyekre a velök párhuzamos falak hasadéakai merőlegeseek.

A 2-ik ábra az 1872. márcz. 6-iki közép-németországi földrengés megrázta terület egy részét adja Seebach után. A vonalakkal árnyékolt terület a legerősebben megrázott rész, vagyis a pleistoseista öv. I. ——— azon isoesista, a meddig az épületek kárt szenvedtek; II. - - - - isoseista, mely a hallható földalatti moraj határát jelöli. A ●-al jelzett helyeken moraj volt hallható. A nyilak a lökések irányát mutatják. *E* az epicentrum. A körök az epicentrum körül a homoseisták, melyek az egy időben megrázott pontokon mennek át. — A centrum valószínű mélységét Seebach 19,850 méterre számítá ki. Helyéül egy hasadékot gyanít, mely a mondott mélységben észak és kelet felé dől.

nagyobb pusztítás nem az epicentrumban, hanem ott várható, hol a lökések vízszintes eredője legnagyobb.

Az isoseista és homoseista görbék egyközepű körök vagy ellipszisek, a szerint a mint a lökések egy pontból vagy hosszúra nyúlt térségből indulnak ki.

Ha a Föld kérgét egynemű anyagúnak tekintjük, úgy a felületet érő lökések olyatén hullámmozgást idéznek elő, mint a vízbe dobott



2-ik ábra.

250 200000

kő: a megérintett pont körül körkörös sorakoznak a mindinkább szélesebbre nyúló hullámgyűrűk.

A lökések az epicentrumban függélyesek, távolabb mindinkább kisebb szöglet alatt érik a felszint.

Mindezen elméleti igazságok csupán egynemű anyagú és rugalmasságú testekre illenek. A földkéreg azonban különböző sűrűségű kőzetekből áll; rétegek, tömeges anyagok geometriai szabályok nélkül váltakoznak egymással. Számos hasadék és vetődés szeli át minden irányban a Föld kérgét, vagy pedig összegyűrt rétegek zavarják meg a folytonosságot. Mindezek a rezgések szabályszerűségét lehetetlenné teszik. Az elméleti számítások eredményei ezért kevés hitelességgel birhatnak. A homoseista és isoseista vonalak a legritkább esetekben hasonlítanak körök vagy ellipszisekhez; rendesen szabálytalan kiugrásokkal telt görbék azok; és ha a lökések irányából vagy az idő-feljegyzések alapján Seebach szerint* határozzuk meg az epicentrumot, úgy ez igen gyakran a földfelület olyan pontjára esik, mely a megrázott területtől messze fekszik és így alatta a földrengés központját nem kereshetjük.

Legújabbban Suess, Bittner, Hörnes és Höfer az osztrák Alpeselekben érzett földrengéseket a tényleges észlelés alapján tanulmányozták, e mellett a régibb földrengések adatait is bevonva vizsgálataikba. Suess állapította meg azt a módot, melyet Höfer statisztikainak nevez. Mindezen vizsgálatok a megrázott területeket hosszant elnyúlóknak ismerték fel, melyekben a legjobban megrázott helyek egy többé-kevésbé egyenes vonalba, a *lökésvonal*-ba estek.

Ezeket a földrengéseket vonalas földrengéseknek lehetne nevezni, főleg ha a rázkódás elterjedése is a vonal irányát követi. Túlnyomóan gyakoriabbak az ilyen hosszúba nyúlt földrengések azoknál, melyek egy középpontból indulnak ki. Ezen utóbbiak talán a vulkánok földrengéseinél és beomlások alkalmával lesznek csupán felismerhetők; míg a vonalas földrengések azért is könnyebben érthetők, mivel legtöbb esetben irányvonaluk a földkéreg felismerhető hasadékával összeesik.

Az elmondottak eléggé illusztrálják, mily nehéz a földrengés tanulmányozása és mennyire hiányzanak még az alkalmazható elméleti elvek is a jelenségek észleléséhez. A földrengés a felszínen lökésekben vagy pedig a földfelület hullámzásában jelentkezik; a hullámzás bizonyára csak a felszint elért lökések hatásából kelet-

* Seebach e célra az egy időben megrázott pontokat a térképen egyenes vonalakkal köti össze, ezeknek felelő pontjaira merőlegesseket állít fel és az epicentrumot metszőpontjukban találja meg.

kezik. A *fölfelé ható mozgás* ott nyilvánul, hol a földrengés keletkezik. A *hullámzó mozgás*-nál, úgy látszik, hogy a talaj a vízfelület mozgékonyásával bir, annyira, hogy nem csak érezhető, de látható is a hullámzás. Fellökő és hullámzó mozgás azonban csak erősebb földrengésnél vehető észre. Gyengébb rázkódásnál a mozgás bizonytalan, legtöbben észre sem veszik azt. Délamerikában, hol a földrengések gyakoriak, a Földnek ily határozott reszketését „*tremblones*“ névvel különböztetik meg a valódi földrengésektől, ezeket „*teremotos*“ elnevezéssel illetve. A fellökő földrengések, Mallet szabályai ellenére, éppen a legveszélyesebbek és a felrobbanó tűzakna módjára pusztítanak. 1783-ban a nagy kalábriai földrengésnél a hegyek felszökni és visszaesni látszottak, az épületek, mint a sikerült robbantásoknál, alapjukkal együtt magasra fölemelve szórattak szét; egyes házak azonban kár nélkül hullottak néha más helyekre vissza.

A hullámzó mozgás kevésbé veszélyes; hosszú tartama miatt azonban nagy földrengéseknél vészes lehet. A talaj hullámzása Ardebilnél 1848-ban egy álló óráig tartott. Néha a fák és tornyok mozgása vagy pedig a falhasadékok ismételt megnyílása és összezáródása láthatóvá teszi a hullámzó mozgást. 1811-ben Missourinál a fák lehajlottak és ismét fölemelkedtek. 1763 jun. 28-ikán Komáromban a templom két tornya egymásfelé hajlott. A hullámzó mozgás hatása attól függ, mily irányban érik a hullámok az épületeket. Azon falak, melyek a lökés vagy hullámok irányával párhuzamosak, kevesebbet szenvednek. A függélyest megközelítő hasadékok az ilyen falakon keletkeznek. A keresztben álló falak a lökések felé dőlnek el és a vízszintes hasadékokat viselik. Erősebb földrengéseknél a fellökő mozgás a hullámzóval egyesül; az egyes lökések irányai nem mindenkor egyeznek egymás közt és a hullámokéval; ilyenkor a Föld felszíne a háborgó tenger felületével hasonlítható össze. Az ilyen esetek a legveszélyesebbek, a tárgyak szabálytalanul hullnak szét, az épületek romjai összevegyülnek. Előbb forgó mozgásnak tulajdonították az ilyen pusztítást. A cosenzai földrengés (Kalábriában) 1783-ban szolgáltatta e föltevéshez az okot. San-Stefano városban Szt.-Bruno zárdája előtt két négyszegletű obeliszk állott, ezek elvált részei elfordítva hullottak vissza a helyben maradt alsó részekre. Zágráb temetőiben a múlt novemberi földrengés is megforgatta a sírköveket. Ezen jelenség a föld zavart és szabálytalan mozgására utal inkább, mintsem forgó mozgásra. Az obeliszk és sírkövek megforgatása egyszerűbben is megmagyarázható, ha fölteszszük, hogy egy lökést hirtelen egy más irányú hullám követ.

A földrengés irányának, haladásának és erejének megfigyelé-

sére a seismográf vagy seismometer nevű eszközök szolgálnak. Ezek vagy folyadékok (higany) kilocszanásán, vagy ingák mozgásán ismerik fel a lökés irányát és erejét; vannak oly érzékeny eszközök is, melyek a legcsekélyebb mozgást följegyzik.

A földrengések rendes kísérője a földalatti moraj; ez leggyakrabban a talaj mozgásával egyidejűleg lép fel, néha csak utólag hallható, vagy a földrengést megelőzi; csak igen ritkán marad el nagyobb földrengéseknél a földalatti zaj.

A földrengésnek nincsenek biztos előjelei; az időjárás, a hőmérséklet és barométerállás főleg a mérsékelt égájl alatt oly szélsőiesen változik, hogy rendkívüli időjárás egybeesése valamely földrengéssel csak esetlegességnek vehető. Alacsony barométerállás, vihar, állítólag földrengést jósolnak; úgyszintén a légkör mágnességi és elektromossági jelenségei is néha együttjárnak a földrengésekkel.

Azonban ép annyi adat szól ezek viszonyossága mellett mint ellene. A legutolsó zágrábi földrengés magas barométerállásnál, mágnességi és elektromossági rendellenességek nélkül esett meg.

Peruban és a Molukka-szigeteken azonban a lakosság az esős évszakban már előre retteg a földrengésektől. Mások szerint éjnek idején többször van földrengés mint nappal; télen és ősszel pedig gyakoribb, mint tavaszkor és nyáron.

Perrey, ki a földrengéseknek krónikáját gyűjté, azt következteti a följegyzett adatokból, hogy új és teli hold idejére — tehát midőn a Nap, Föld és Hold egy irányban vannak, több földrengés fordult elő a mult század közepe óta, mint a holdnegyedekben. Falb R. ebből azt következteti, hogy a Föld gyomrának tüzesen folyós tömege a Hold és Nap vonzásának van alávetve.

Szerinte rendes árapályt végez az, és e mozgását a földrengésekben nyilvánítja. Falb annyira megy merész állításaiban, hogy a földrengések bekövetkezését megjövendölgeti. Perunak 1869. szeptember közepére egy igen vészes földrengést jósolt meg; a lakosság oly rémületbe jött, hogy tömegesen odahagyta a városokat és hetekig a szabadban tanyázott. A kitűzött nap csendesen telt le; a következők sem hoztak vést — 14 napra azonban, okt. 1-sején Manillát érte a heves rázkódás, 160 fokkal távolabb a Falb által kitűzött pontnál, de Falb azért jóslatának teljeseését látta ezen esetben is. És buzgón jövendölget tovább; jövendölései teljeseznek is mindig, mivel minden napra átlag két földrengés esik az európaiak által előzőnlött szárazföldön. Azon helyet azonban, melyen a föld rengés jelentkezik, nem sikerült még Falb jóslatainak eltalálni.

A földrengések könnyen felfoghatólag nem csak a szárazföldön, hanem a tenger fenekén is előfordulnak és a vízben gyorsan szétter-

jedve, hirtelen lökésekben jelentkeznek a tenger felületén. A hajósok ezeket rövid heves lökésekül érzik, mintha a hajó fenekét ért volna; az ilyen lökések néha teljesen nyugodt tengeren is előfordulnak, midőn a közel partokon a földrengésnek semmi nyomát nem érzik. Gyakran moraj kíséri a sík tengeren is a rázkódást.

A földrengés pusztításai sokfélék. Az épületek hasadéakai, falak ledőlése, edények csörgése, az ingaórák megállása stb. mind a lökések és talajhullámzás eredménye. A hasadékok irányából és az elmozdított tárgyak új helyéből következtetni lehet, mely irányból jött a lökés; nagy vigyázatra van itt az észlelőnek szüksége, hogy a helyes irányt fölismerje, mely az érzéknek nem mindig felel meg. Egy tekintet a második ábrára, mely az 1872. márczius 6-iki közép-németországi földrengés elterjedését és jelenségeit mutatja, eléggé meggyőzheti az olvasót, mily szabálytalanok az észlelőktől megfigyelt irányok.

A talaj geológiai alkotása és a tárgyak szilárd vagy laza összefüggése az eredeti lökéseket a legkülönbözőbben módosíthatják. Gyenge földrengések nem hagynak magok után nyomot; annál iszonyúbbak azonban a heves lökések, melyek váratlanul következnek be. A zágrabi földrengés eléggé tanúskodik a földrengések borzalmas voltáról, pedig az össze sem hasonlítható a lissaboni, szicíliai és perui nagy földrengésekkel, hol ezereket temettek el a beomlott épületek; 1693-ban Sziciliában 60,000 ember veszett el.

Új források keletkezése vagy a meglévők vizének gyarapodása, máskor apadása a földrengések gyakori kísérői. A melegforrások hőfoka néha nagy földrengések után tetemesen fölszáll.

Lenk forrásainak hőfoka 7° C.-sal emelkedett az 1855-iki Rhone-völgyi földrengés után; a vízmennyiség is tetemesen növekedett.

Hasadékok keletkezése a talajban a nagyobb földrengések rendes kísérői. 1868-ban San-Franciscónál Kaliforniában 40—50 láb széles hasadékok nyitak meg. A föld felületén néha csak labilis az egyensúly, és földrengés nélkül is történnek hegyomlások, sülyedések, melyeket hasadékok kerítenek. A hol ilyen készülődik, ott a földrengés sietteti és fokozza azt.

A megnyílt hasadékokon át akkor is, ha ezek nem oly tátongók és alig felötlők, sokszor víz, homok és iszap ömlik elő.

A felső szilárd réteg alatt igen gyakran van vízvezető réteg; ennek vize ép úgy mint az artézi kútnál a felületre szökik, mihelyt réstre talál a fedő rétegben. A Mississippi-völgyben 1811-ben igen sok ilyen felszökő forrás keletkezett az akkori földrengéssel egyidejűleg. Igen kicsiny területen 100-ával törtek elő ilyenek, a vizet

60—80 láb magasságra löelve fel. Az erősebbek tölcseralakú mélyedéseket hagytak hátra a talajban.

Máskor apró iszapkúpok keletkeznek a hasadékok hosszán; ezeken iszap és kavics ömlik elő és állítólag néha kénhidrogén bűz terjed belőlük.

1763. jun. 28-ikán, Komáromnál, a Duna árterén emelkedtek fel ilyenek; hasonlók voltak a resnyikiek is Zágráb közelében. Ezek keletkezése könnyen magyarázható. A folyók alluviumába sok növény, főleg fatörzs van betemetve. A lég elzáratása miatt ezek lassú felbomlásnak vannak alávetve, s e közben a kémiai folyamatok leginkább gázokat eredményeznek; szénhidrátok, szénsav, mocsárgáz fejlődik ki. Gipsz vagy kénsavas sók kisebb-nagyobb mennyiségben mindenütt vannak a talajban. Ezek kénsava azután a mocsárgázzal kénhidrogént eredményez. Mindezen gázok feszítő ereje a hasadékokon át a felszínre tolja az iszapot és homokat azon telepekből, melyekben azok fejlődtek.

Nagy földrengéseket néha szintáj-változások követnek. 1819-ben az Indus mellett Kuccs tartományban Szindrik erőd környéke 200 angol négyszög mérföld területen annyit süllyedt, hogy helyét most tó foglalja el, melyből csak az erőd tornyai látszanak ki.

Ha tengerpartokat ér nagy földrengés, a tenger véze úgy veszi át a megrázkódást, mint valamely széles edény folyadéka, ha annak oldalát meglökjük. Hullámmozgás áll elő, mely néha a tulsó tengerpartig terjed. A partokon ezen hullámozgás a víznek olyan emelkedését és esését idézi elő, minő az ár és apály. Az ár rendszeren emelkedik a megrázkódás után; ezt a víz visszavonulása követi, melyre azután a hullámok iszonyú erővel törnek a partra és a földrengés pusztításait árvízzel tetézik.

1755-ben Lissabonban az első lökések után a tengernek 50—60 láb magas árja rohant a partra, majd a legmélyebb apályvonala alá süllyedt és még négyszer ismételte ezen jelenséget. 1868-ban Peruban Arika városnál keletkezett a földrengési ár és augusztus 13-tól 16-ig óránkénti 200—400 tengeri mérföld sebességgel az egész Csendes-óceánon át Ausztrália és Japánig terjedt.

A földrengés, mint fönnt már említve volt, lökésekből és hullámozgásból áll. Egy földrengés alatt rendszeren több lökést és azon összes megrázkódást értjük, mely a megingás kezdetétől a hosszabb nyugalom bekövetkeztéig érezhető.

Az egyes lökések tartama nagyon rövid. Az észlelők, ha nem a másodperc-óra mellett jegyzik az időt, rendszeren a megrémült kedély képzelete mellett túlbecsülik azt. Egy lökés nem tarthat

sokkal tovább egy másodpercznél; a lökés következménye: a határozatlan reszketés és ingás is csak néhány másodpercznyi. A megingatott földkéreg azonban saját okokból a lökés következtében még több perczig inoghat, míg megzavart egyensúlya helyreáll.

1868-ban Arequipában (Peru) az első lökés által keletkezett rázkódás 7 perczig tartott.

Egy egész földrengési korszak, beleértve a szüneteket, hetekig, hónapokig is eltarthat.

1755. nov. 1-jén Lissabonban a földrengés egy borzasztó lökéssel kezdődött, ezt néhány másodpercz után egy második és harmadik követte; és 5 percz alatt a rombolás be volt fejezve; azonban még december elején is történtek heves megrázkódások. A komáromi nagy földrengés 1763-ban június 28-tól az év végéig tartott; 160 rázkódást éreztek 6 hó alatt.

A pusztító földrengések legtöbbször hirtelen, a leghevesebb rázkódásokkal kezdődnek. Néhány, gyorsan egymást követő lökés végzi el a rombolást, a következő lökések mindig gyengébbek, és ritkábban követik egymást. Útorengéseknek nevezhetjük az ilyeneket, melyek legfeljebb csak a már megingatott épületeket dönthetik le. Ritkábbak az előrengések úgy, hogy romboló lökések fejezék be a vést. Ilyen volt Brussában 1855-ben; az első lökés február 28-ikán történt, a legerősebb csak márczius 28-ikán rombolt.

A földrengések sokkal gyakoribbak a földgömbön, mintsem azt az Európát érő esetekből gyanítanók. Kluge 1850—1857 közt 8 év alatt 4620 földrengést jegyzett föl, melyek az északi féltekén 1810, a délin 637 napra estek. Átlag tehát ezen időközben 2822 napra 4620 földrengés esett.

Fuchs K., ki 1865-től jegyezte a földrengéseket 1873. végéig, 1184 különböző földrengésről értesült; ezek 517 különböző helyen fordultak elő. Csaknem mindegyik földrengés több lökésből állott és néhányuk hetekig, hónapokig tartott. 1868-ban Havai szigetén márczius hóban 2000 megrázkódásnál többet számláltak. És a fentebbi 9 évi időköz egy napja sem múlt el egy vagy több megrázkódás nélkül.

Valóban egy nap, egy óra sem telik el, melyben a földet rázkódás ne érné. És Fuchs K.-lyal, ki a vulkáni jelenségeknek és a földrengés eseteinek legszorgalmasabb följegyzője, nagyítás nélkül elmondhatjuk, hogy a föld felülete szüntelen, minden pillanatban reng és mozog valahol.

A földrengések mindenütt előfordulhatnak; teljesen biztos helyet a földgömbön ellenükben ki nem jelölhetünk. Általában a vízszintes rétegek területén, egynemű gránit, porfir stb. anyagból

álló vidékeken és meg nem zavart rétegekben a földrengések ritkák; a nagy lapályok, a folyamok deltái is mentek heves rázkódásoktól. Így Skandinávia, Finnország, Skócia, az észak-németországi lapály, Oroszország, Galiczia, Podólia, nyugati Szibéria, Kanada, az Egyesült Államok egy része, Dél-Afrika, Uj-Holland, a Nilus deltája stb. oly területek, melyeken a földrengések ritkák és jelentéktelenek.

Felgyürt hegységekben jelentkeznek a leghevesebb megrázkódások.

A földrengés kiterjedése annak minőségétől és hevesességétől függ. A központi földrengések a legnagyobb területeket rázzák meg; így az 1755-iki lissaboni földrengés 700,000 geogr. négyeszmérföld kiterjedésű volt. Az 1836-iki földrengés a Közép-tenger partjainak keleti felét ingatta meg. A hosszvonalban kiterjedő földrengések kisebb területet érnek, de nagy távolra terjednek; 1822-ben Chile partjain 1200 mérföld hosszú területre hatott a rázkódás.

Mallet a földrengés terjedésének gyorsaságát különböző anyagokban kísérletileg határozta meg. Szerinte nedves homokban 251,5 méter, laza gránitban 398,0, szilárd gránitban 507,5 méter gyorsasággal halad a lökés hulláma másodpercenként.

A kalábriai nagy földrengés hullámsebességét Mallet 305 méterre számította.

Mások az időkülönbségből határozzák meg a földrengés terjedésének gyorsaságát. Mitchel arra támaszkodva, hogy az első lökés az Elba partján 15 percz múlva volt érezhető, 4,5 geogr. mérföldre becsülte a lissaboni földrengés percenként való gyorsaságát.

A földrengés helyi hatása a talajtól függ. A hegyek alján, a völgyek mentén a földrengés erősebb mint a hegyek közt. Az 1858-iki zsolnai földrengésnél Jeittles azt találta, hogy a pusztítások a völgyekre és lapályokra szorítkoztak, míg a kristályos tömegek mindenütt gátot vetettek a földrengés terjedésének.

Nagy hegylánczok és széles völgyek is határt vetnek a földrengésnek. A kalábriai földrengés az Apenninek nyugati felén maradt. Az Andések is a délamerikai földrengésvonal keleti határát képezik.

Ugyanazon helyen a szilárd kőzeteken nyugvó épületek épen maradnak, mintha a földrengés átugraná őket; míg mellettök laza anyagon avagy kavicsos álló épületeket iszonyú pusztulás éri. Lissabonnak az a része, mely harmadkori rétegeken állt, összeomlott, míg a város nyugoti vége, mely hippurit-mészköre volt építve, keveset szenvedett. Hasonló történt Belluno vidékén is 1873-ban.

A földrengés, az ütközés törvényével egyezően, a föld felületén hat leginkább. A föld belsejében, bányákban, mély aknáknak a

földrengés többnyire gyengén vagy éppen nem érezhető. Így a zsolnai földrengésnél a körmőczi bányákban legkisebb megrázkódást sem észlelhettek ugyanakkor, midőn a felszínt ugyanott erős földrengés érte.

A bányák felett levő anyag súlya gátolja egyfelől a megrázkódást, mely a felületen azon esetben legnagyobb, ha a laza talaj, homok vagy kavics szilárdon nyugszik. Ez esetben a szilárd alap a laza talajt, miként a kifeszített húr a nyilat ellöki, míg a szilárd közet összetartása miatt nem szenved részeiben eltolást.

A földrengések gyakoriságáról csak az újabb följegyzések tanúskodnak. Szerencsére a legtöbb megrázkódás csekély. A legrégebb esetek közül csak azokról emlékezik meg a történet, melyek iszonyú pusztításokkal voltak egybekötve.

526-ban Justinus császár alatt 120,000 ember veszett el az akkori nagy földrengés idején.

1693-ban Sziciliában a földrengés 60,000 embert,

1679. szept. 2-ikán Pekingben 400,000 embert temetett a romok közé.

1755. nov. 1-jén volt a híres lissaboni földrengés. 1783-ban Kalábriában pusztított.

1812-ben Karakaszban 30,000, 1868-ban Peruban 40,000 ember veszett oda.

Ezen iszonyú esetekhez képest azok a földrengések, melyek Európa zömét érték, csekély mozgások voltak.

Magyarországon sem voltak soha oly földrengések, melyek sok emberáldozatba kerültek volna. Hoff, Mallet, Jeittelles, Hunfalvy földrengési krónikáikban a hazánkat ért földrengések föl vannak sorolva.

Ezek közül a hevesebbek a következők:

1348-ban felső Magyarországon 26 város szenvedett a földrengéstől.

1485-ben azon nap, midőn Bécs Mátyás királynak átadatott, földrengés volt.

1763. jun. 28-ikán Komáromban 65 ember temettetett a romok közé; ugyanakkor a Duna mellett homok- és iszapkitörések voltak; a földrengés csak 1770-ben szűnt meg.

1783-ban Komáromban a rázkódások megújultak; legtöbbet szenvedett a vár; de a magánosok épületeiben is 75,000 frtra rugott a kár. — Komárom, Győr, Vác, Pest, Székesfehérvár, Kalocsa, Soprony, Pozsony és Bécs egyidejűleg érezték a rázkódásokat.

1786. febr. 15-ikén Kolozsvárt érte nagyobb földrengés; négy templom összeomlott és a **bástyák a Szamosba dőltek.**

1810, jan. 14-ikén Moornál dühöngött iszonyú földrengés.

1829. nov. 26-ikán Erdélyben Szeben vidékét érte földrengés, melynek rázkódásait Bukarest is érezte.

1858. jan. 15-ikén Zsolna vidékét a Vág völgyében érte nagyobb rázkódás, melynek határai Breslau, Brünn, Esztergom és Szandecz voltak.

1868. júniusban Jászberényben kezdett inogni a talaj, és csak december végén szüntek meg a rázkódások.

1880. nov. 9-ikén a zágrábi földrengés vette kezdetét; erről még nem mondhatjuk, végét érte-e már.

A földrengés okai különbözők lehetnek. A vulkáni földrengések a tűzhányók körül nem kívánnak bővebb magyarázatot. Egyszerűen a vízgőz feszítő ereje rengeti meg a földet.

Hegyomlások is megrázkódásokat idézhetnek elő. Így 1662-ben a *Szalóki* (Schlagendorfi) csúcs leomlása a Kárpátokban kisebb kiterjedésű földrengést idézett elő.

Azon földrengéseket azonban, melyek távol a működő vulkánoktól, több ezer mérföldnyi területeket érnek, ezen okokra visszavezetni nem lehet. Humboldt, L. von Buch vulkánikus nézetei, kik nem csak a földrengéseket, hanem a legtöbb geológiai változásokat vulkáni erőkre vezették vissza, ma már csak történeti értékűek.

Falb R. az egyedüli, ki a földrengés okait, a heven-folyó földmag hullámzásának tulajdonítja.*

Ez, miként a tenger vize, a Nap és Hold vonzásának enged és így rendes ár és apályt követ. A föld cseppfolyós belseje ezért a külső kemény földkéregre nyomással hat, mely a Nap és Hold állásához képest különböző. Ezen nyomás maximuma esetében várhatóak a földrengések, tehát akkor, midőn a Nap és Hold vonzása összegezve hat. Ez pedig előáll:

1. Ha a Hold a *perigeum*-ban van, vagyis legközelebb áll a Földhöz.

2. Újhold és telihold idején, vagyis midőn a Nap és Hold a Földdel egy irányban állnak.

3. Ha a Hold az egyenlítőben van.

4. Ha a Nap és Hold egyenlő távolban vannak az egyenlítőtől annak ugyanazon felén.

A földrengéseket Falb akkorra jövendölgeti meg, midőn:

* R. Falb. Grundzüge zu einer Theorie der Erdbeben und Vulkanismus. Graz, 1868.

a) a perigeum idejére vagy közelébe esnek az új- és telihold fázisai vagy ugyanekkor a Hold az egyenlítőben jár, vagy ugyanazon magasságban van a Nappal; b) ha nap- vagy holdfogyatkozás van; ezt fokozzák a perigeum, az új- és telihold, valamint a 3. és 4. pont alatt felhozott is.

A legnagyobb földrengést F a 1 b azon esetre jósolja meg, midőn e fogyatkozás legtovább tart, tehát ha az 1—4 eset mind együtt kísérik a földrengést.

F a 1 b R. ezen alapon nyugvó jövendölései sok kudarczot vallottak már; a zágrábi földrengések is nov. 9-ikén és decz. 8-ikán éppen Falb legkedvezőtlenebb idejére, első holdnegyedre estek, midőn a Hold 90 fokkal áll az égen távol a Naptól. A nov. 30., decz. 16. és 31-ikére jósolt rázkódások pedig nem következtek be. Zágrábi előadása alkalmával Falb arra hivatkozott, hogy 16 gyenge rázkódást éreztek és ezt elméletének bizonyítékául tekinté. A zágrábi meteorológiai intézet azonban a megelőző és következő napokon is feljegyzett rázkódásokat, melyekről Falb nem tartotta szükségesnek a megemlékezést.

A nem vulkáni földrengések valószínű okául a földkéreg egyes részeinek helyzetváltozásait kell tekintenünk.

A mai geológia tudja már, hogy a vulkáni működés a földgömbön másodrendű szerepet játszik; és a vulkánok okozta változások csekélyek azokhoz képest, melyeket a földteke legkülönböbbsébb kérgében mechanikai erő idéz elő. 12—26,000' mélységek 20—29,000' magas csúcsok vannak a földgömbön. A magas csúcsok sokszor oly rétegekből állnak; melyek tengerben történt keletkezéséről nem lehet kétség. Ezeket tehát a tenger vizéből számokban alig kifejezhető munka torlasztá fel a magasba. Lánczhegységeinkben az eredetileg vízszintes rétegek egymásba gyűrt ránczokban telepedtek. A bányász néha az elveszett telepet a magasban vagy mélységben ismét fölleli, ha a vetődés síkján, melyen a hegytömegek elcsúsztak, fölfelé vagy lefelé kutatja.

Hegységeink úgy jelentkeznek a földgömbön, mint az összefonnyadó gyümölcs ránczai vagy néha mint a jégtorlasz, melynek táblái folytonos mozgásban vannak. A hegységek ilyen fölépítése tény. A ki ezen felfogást természetszerűnek látja, meg fogja érteni azt is, hogy az ilyen torlasz táblái közt csak bizonytalan lehet az egyensúly. 10—20,000' magas csúcsok közelítése a tenger ugyanily méretű mélységeihez szintén önkénytelenül arra a gondolatra hoz bennünket, hogy ezen kiemelkedő roppant tömegek szükségkép közreműködnek az egyensúly megzavarásában, mihelyt erre kedvező az alkalom.

Suess a lánczhegységek egyoldalú fölépítését ismerte fel*; Európa hegységei általában észak felé hajló rétegekből állanak; déli oldaluk a legrégebb rétegekkel, hasadékok és eruptív kőzetek kitöréseivel van megjelölve.

Európa hegységeit Suess nézete szerint délről északra ható vízszintes erők gyúrték és emelték fel egyoldalúan. Európában az Alpeseekben fordulnak elő leggyakrabban a földrengések.

Suess kezdé meg ezek tanulmányozását. Alsó-Ausztriában a földrengéseknek följegyzett esetei Suess szerint két vonal hosszában sorakoznak. Egyik a „*Kamp-vonal*“, mely Bécs-Újhelytől északnyugati irányban a *Kamp* völgyét és a Dunát átszelve a cseh granit tömegben vész el. A másik a „*hőforrások vonala*“, mely Bécset Bécs-Újhelylyel köti össze és innét „*Mürz-vonal*“ elnevezéssel dél-nyugati irányban Bruck és Leobenig ér. Ezen vonalakba esnek azon helyek, melyek a történeti időben földrengésektől legtöbbet szenvedtek.

A délkeleti alpesekre nézve Bittner, Hörnes és Höfer tanulmányozták a földrengéseket.

Hörnes *tektonikai* földrengésnek nevezi a bellunoi 1872-ben és a velencei, Bittner-rel együtt kimutatva azt, hogy hasadások és oldalt eltolt részek mozgásukján léptek fel a legerősebb mozgások. Hörnes és Bittner *lökési vonalak*-nak nevezik a megrázott területek tengelyét és kimutatják, hogy ezek a tényleges hasadás-vonalakkal egybeesnek.

Az egyoldalú hegységek belső szegélyén jelentkeznek szerintök a földrengések. Hörnes a *periferiális* vonalakat, melyek párhuzamosak a hegység tengelyével, megkülönbözteti a *radiális* lökés-vonalaktól, melyek a hegységre harántos hasadékok hosszában ismerhetők fel.

Höfer Karinthiában 6 kelet-nyugati irányú lökésvonalat von, és ezeket hosszvonalaknak nevezi el; ugyanott 5 észak-nyugati irányú és 6 északi és észak-keleti haránt vonalat állít fel. Ezek megállapításánál alkalmazásba vette a hosszúra nyúlt isoseista és homoseista vonalakat is. Következtetéseiben Höfer minden seismológ társánál tovább megy: észak-nyugat haránt-vonalai ugyanis Odenwald földrengésterületén egyesülnek, az észak- és észak-keletiek pedig a cseh gránit-tömeg déli részében szelik egymást. Ezenfelül az észak-nyugati harántos lökési vonalak meghosszabbításai dél-kelet felé Görögország olyan földrengésterületeit érintik, melyek csaknem egy időben rázkódtak meg Dalmátország-, Krain- és Odenwaldnak a vonalakba eső pontjaival. Ebből Höfer mindezen földrengéseket

* Lásd Suess: Die Entstehung der Alpen. Kivonatban ismertetve „Term. tud. Közlöny“ VIII. kötet 1876. 225. lap

egységes okokra vezeti vissza. Szerinte az alpesek lánczait északra előretoló erő a régi odenwaldi és csehországi tömegekben torlaszt talált és ezek visszahatása okozta a hasadékokat és a hosszukban föllépő rázkódásokat.

Suess konstatálja, hogy a haránt vonalakban fellépő földrengések heves rázkódásokkal kezdődnek és lassanként elgyengülve, az utó-lökésekben többé nem részeseek. A hosszvonalban sorakozó földrengések ellenben szabálytalanul jelentkeznek időben, és a rázkódások központjai ide-oda ugranak a hosszvonalban. Az 1880. nov.—deczemberi zágrábi földrengést Suess a Dinári alpesekre nézve harántosnak tekinti és az eddigi tapasztalatok alapján azt hiszi, hogy megszűnt.

Ilyen alapon csak Schafarzik* vette nálunk tanulmányozás alá a mult évi moldovai és temesvári földrengéseket.

Hazánkra nézve hiányzanak a kellő történeti adatok a földrengések csoportosításához. Azokat, melyeket magamnak Hoff, Mallet és Jeitteles lajstromaiból kiírtam, a következő földrengési központok és vonalakra lehet összpontosítani.

Budapest—Székesfehérvár—Kanizsa—Zágráb 1750—1880. — Komárom—Pozsony 1675—1841. — Esztergom—Zsolna (Vág völgy) 1838. — Budapest—Tokaj (talán Jászberény), Kassa—Szepesm. (Hernád) 1625. — Mármaros—Huszt, Szatmár—Nagy-Károly 1747—1848. — Jászberény környéke 1868. — Kolozsvár, Brassó—Szeben—Déva, Temesvár—Moldova, Orsova, Belgrád—Eszék.

Ezen vonalak Magyarország orográfiájában a hegylánczokkal lényeges összefüggésben állanak.

Ha a földgömböt nagy távolságból nézhetnők, úgy pillantanánk meg rajta Magyarországot mint egy nagy gyűrűhegység környezte területet, melynek központi mélyedését az Alföld képezi.

Magyarország természetes határait a Kárpátok vízválasztója és a boszniai hegység képezi. A keleti alpesek Suess felfogása szerint hazánk nyugati határán legyezőként terjednek szét. Az alpesek fő zöme a Bécs-Pozsonyi rés után a Kárpátokban bírja folytatását. A stíriai és déli alpesek Zágrábnál szétválnak: egy részük, mint a magyarországi középhegység, Budapestnek tart és távolabb észak-kelet felé a Kárpátokkal olvad ismét egybe; a déli alpesek nagyobb része azonban dél-keletnek irányul és a Dinári alpeseket és a boszniai hegységeket képezi. Keletre a Bihar-hegység határolja a magyar lapályt. Ez úgy görbül, mint a havas-alföldi hegység vagy szebeni hegység. Végül még a bánági hegység válik el az

* „Földtani Közöny“ 1880. 10. évfolyam, 53—75. l.

előbbiektől, mely a Pojana-Ruszka és a Balkán közé van mintegy beleékelve.

Mindezen hegységek a Magyar Alföld felé fordulnak belső oldalukkal; a lapály szegélyein a legrégebb rétegek fordulnak elő; a hőforrások és a harmadkori eruptív kőzetek hasadékokra utalnak mindenütt a nagy diluviális medence szélén. A Kárpátok, a magyarországi középhegység és a boszniai hegységek, sőt a Balkán is Suess értelmezése szerint északfelé tolt egyoldalú hegységek; ellenben Erdély, a romániai határhegység és a Bihar észak felől látszanak egyoldalúlag eltoltaknak.

A lapályból kiemelkedő hegységek, a pécsi, villányi, a horvát és szlavonszigeti hegységek nem illenek be az előbbi alpesi rendszer tagjai közé. Peters, legujabban pedig Mojsisovics, mindezen hegységeket egy régi kontinens maradványainak tekintik. Ez a triasz-korszak végéig a Magyar Alföld helyén Zágrábtól a bánági hegységig, a Balkán félsziget hegységeinek zömével együtt emelkedett ki az akkori tengerből és csak a júra-emelet lerakódásával süllyedezett le.

Ezen régi szárazföld ékalakulag hatott Zágrábnál a mezozoi idő végén felgyűrt alpesekre, melyek ott 90°-kal nyílnak meg egyszerre.

Ha hegységeink ilyen genetikus felosztásának alapja van, úgy a felsorolt rázkódási vonalak jól beleillenek hegységeink vázába.

A *Budapest—Kanizsa—Zágrábi* és *Budapest—Tokaji* vonal (valószínűleg Jászberény befoglalásával) a magyarországi középhegység belső szegélyét kísérik; ezen *Zágráb—Tokaji* vonal jelöli egyszersmind a nagy magyar síkság észak-nyugati szélét.

A *Marmaros-Sziget—Huszt*i vonal szintén az itt észak-nyugati és dél-keleti irányú Kárpátok belső szegélyét kíséri.

A *Szatmár—Nagy-Károlyi* vonal a Szilágyság ifjabb harmadkori rétegekből álló halmához, közel észak-keleti irányban vonul.

Erdélyben *Brassó—Szeben* a romániai határhegység belső felén olyan irányt jelöl meg, melyről a legtöbb földrengés van följegyezve.

A *Temesvár—Moldovai* rázkódási területet Schafarzik az 1879. októberi földrengés jól összegyűjtött adatai alapján világította meg.* E vonal a bánági hegység alját kíséri.

Végül *Belgrád—Eszék* vonala azon határral esik össze, mely a magyarországi régi kontinens foszlányai és a boszniai, csak a mezozoi idő végén felgyűrt hegység közt vonul el.

Mindezen vonalokat periferiális vagy hosszirányú lökésvonalaknak ismerjük fel, melyek a lesüllyedő Alföld szélein helyezkednek el és a környező hegységekkel párhuzamosan futnak.

* „Földtani Közlöny“ 1880. 10. évfolyam, 53—75. l.

Komárom—Pozsony, a Vág völgye, Kassa—Szepesmegye (és *Scharzik Temesvár—Mokrini* vonala) harántosan állanak a hegységek irányára; ezek radiális vagy harántos lökésvonalak.

Ezenkívül *Debreczen, Nyíregyháza és Jászberény* a lapály közepén oly pontok, melyek már többször voltak heves földrengések színhelyei. Ezeket nem oly könnyen lehet a tektonikai földrengések körébe bevonni, mivel nem ismerjük, milyen mélyen van az alföld diluviuma alatt a közeli hegységek lesülyedt folytatása; de azért nem lehet kétkednünk, hogy ezen rázkódások is oly okokból folynak, mint az előbb felsorolt vonalaké, t. i. a földkéreg összehúzódása és szintáj-változásaiból.

A Magyar Alföld közepe, *Szabadka* és *B. Csaba* közt azon terület hazánkban, melyet nem ért még soha heves rázkódás, legalább oda szóló adatot nem találtam az ismert földrengési lajstromokban.

A földrengések megfigyelése csak a legújabb években vette kezdetét; senki sem csodálhatja azért, hogy ismereteink a földrengés törvényeit illetőleg még oly határozatlanok. A geológ méltán nagy fontosságot tulajdonít ezen mechanikai jelenségeknek: ezek az egyedüliek, melyek a földkéreg egyensúlyának folytonos változásait érezhetővé teszik.

LÓCZY LAJOS.

III. A SIVATAG ÉS A KARAVÁNOK.*

Hölgyeim és uraim!

Núbiában, a Nilus partján, pálmák övezte kis sátorban vagyunk. A sátoron kívül núbiai legények járnak, kelnek, forgolódnak, nyalábolnak, készülődnek; látszik, hogy nagy terv foglalkoztatja őket.

Épen dél van; a forróság tik-kasztó; a Nap sugarai függélyesen esnek a tájakra és szinte megpörzsölik a gyér fűszálat s az itt-ott zöldülő lom-

* *Brehm* *Alfréd*, az állatok életének legalaposabb ismerője és tolmácsolója, 1880. december 6-ikán, 9-ikén és 11-ikén Budapesten a *Vigadó* kis termében igen vonzó és tanulságos előadásokat tartott. Mint két évvel ezelőtt (*Term. tud. Közl.* XI. k. 129. stb. l.), úgy a jelenben is az előadásra tett jegyzetek után lehető bő kivonatot óhajtottunk olvasóinknak nyújtani legalább azon előadásokból, melyek természetrajzi tartalmuknál fogva helyet foglalhatnak Közönyünk keretében. A jelen közlemény decz. 9-ikén tartott előadása volt.

SZERK.

bot; a felhevült levegő csak úgy remeg, csak úgy reszket és szinte csillog-villog a nagy hőségben.

A sivatag felől egyszerre zaj hallik, mintha lovassereg közeledne felénk.— A tevehajcsárok érkeznek, élőkön a „kervan-basi“-val, vagyis a karavánfőnökkel.

A főnök belép sátorunkba és arab szokások szerint üdvözöl bennünket: „Üdv nektek, idegenek, kik messze földről jöttetek ide, hogy a mi földünket megnézzétek; nagyon óhajtottalak már benneteket látni.“ — „Nekünk is nagy örömünk van, oh kervan-basi, hogy téged láthatunk; hogy szolgál a te drága egészséged? — Hála a nagy Allahnak, a Mindenhatónak, és köszönet nektek idegenek, — elég jól; hát ti hogy érzitek magatokat? És így tovább. — Végre helyet foglal, hogy az elmaradhatatlan kávét és pipát élvezze; azután ismét és ismét egész-



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 [eltérhatsz](#).

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.