

szükségesebb, minthogy — mit Herbieh úr külön kiemel — a rétegeket e területen esuszamlások folytán gyakrabban zavarodások érték.

Minden esetre még igen gondos és meglehetősen terjedelmes tanulmányok szükségeltetnek arra, hogy az itt szóba hozott kérdések fölött megbízható végitéletet koczkaztathassunk.

A zágrábi 1880. évi földrengés forgatási tüneményeiről.

Inkey Bélától.

(3 ábrával.)

(Előadva a magy. földtani társulat 1881-ik évi febr. 9-én tartott szakülésén.)

Forgatási esetek majdnem minden nagyobb földindulás után észleltettek; ugyanis nagyon gyakran történik, hogy heves rázkódás által megingatott tárgyak, p. o. oszlopok, szobrok, sirkövek stb., melyek talpazatukhoz ninesenek külön kapesok által erősítve, ha egészen föl nem dültek, legalább kissé félre tolatnak s e közben függőleges tengelyük körül forgattatnak. Ennek a tüneménynek legismertebb példája a san-stefánói obelisk, melynek egyes kövei az 1783. évi földrengés által kiforgatott helyzetbe jutottak. Ismeretes, hogy sokan ilyenmü esetekre hivatkoztak, midőn örvényszerü földmozgás létezését állították, míg ellenkezőleg újabb kutatók e felfogás ellen tiltakoznak és az említett hatásokat egyszerű lökésekre vezetik vissza.

A mult évi november hó 9-én beállott földrengés, mely Zágráb városában és környékén oly nagy mértékben pusztított, szintén számos forgatási tüneményt idézett elő. Dr. Kramberger, Zágrábban, volt az első, ki a zágrábi temetők siremlékein ilyen eseteket megfigyelt és ő általa figyelmeztetve, Hantken Miksa igazgató úr és én e tüneménynek számos példáját vizsgáltuk, nemesak Zágráb, hanem más környékbeli helyek temetőin is.

Saját megfigyeléseim két helységre terjednek, melyek egymástól 25 kilomaternyi távolságban lévén, nézetem szerint a nov. 9-iki földrengés pleistoseistos vagyis legerősebben megingatott területnek két szélső pontját jelölik, t. i. egyfelől Zágrábra, hol két temetőben kutattam és másfelől Sz.-Ivánra, a zágráb-varasdi uton, hol a falu temetőjében szintén feltünő esetekre akadtam.

Nem akarván itt az egyes esetek leírásába boesátkozni, a mi rajzok segítsége nélkül ugyis bajosan vezetne célhoz, röviden meg-

emlitem, hogy az észlelt tárgyak leginkább sirkövek vagy siremlékek egyes részei valának, melyeket, a rendes mód szerint saját súlyukon kívül csak esekély erejü cement-ragasztó kötött egymáshoz. A földrengés hatása ezeken abban nyilvánult, hogy eredeti helyzetükből többé-kevésbé kimozdítottak és 1—29 foknyi vízszintes forgatással állva maradtak. Kettőnél több darabból álló siremlékeknél gyakran történt, hogy nemcsak a legfelső rész lett megforgatva, hanem esekélyebb mértékben a középső részek is szenvedtek ilyen helyváltozást. A tárgyak anyaga majd gránit, majd mészkő, ritkán egyéb kőnem volt, alakjuk pedig nagyon különféle, majd szabályos, majd csak symmetrikus vízszintes metszettel. A forgatás nagysága 1—29 fokig ment, iránya pedig Zágrábon, egyetlen egy eset kivételével, az óramutató járásával ellenkező, azaz É-ről Ny-ra, Sz.-Ivánon pedig kivétel nélkül ellenkező, tehát É-ről K-re menő volt. E szabálynak a legkülönbözőbb helyzetü és alaku sirkövek hódoltak és az egy általam megfigyelt kivétel, egy koczkaalaku sirkő a Sz. Györgytemetőn, Zágrábon, talán onnan magyarázható, hogy a régi sir egy meredek lejtő oldalán süppedés folytán már elvesztette volt eredeti vízszintes állását. ¹⁾

A következő magyarázatra való tekintettel különös súlyt fektetünk a fentebbitől kitünő azon körülményre, hogy a forgatott test súlypontjának az alapjának középpontjához való viszonyos helyzete nem látszott a forgatás irányára befolyást gyakorolni.

Efféle forgatási tüneményeknek mechanikai elméletét Mallet fejtette ki elsőben. ²⁾

Tételeinek rövid ismétlését a nápolyi földrengésről irt nagy munkájában (I. köt. 376. l.) találjuk; az itt következő fejtegetésnek az utóbbi szolgált alapul.

A forgatási tünemények kérdésében, Mallet szerint, kétféle megoldás kínálkozik: 1. valamely megingatható tárgy forgatást szenvedhet egy vagy egyirányu több lökések által akkor, ha súlypontja nem áll függőlegesen talpsikjának súlypontja fölött és a lökés azimutja az ama két pontot tartalmazó merőleges síkétől eltér; 2. eme föltétel nélkül is foroghat a test, ha két, gyorsan egymásra következő, de más-más oldalról jövő lökés hatása alatt inog.

Legyen szabad ezen tételeket kissé behatóbban kifejteni.

¹⁾ Hantken úr még egynéhány kivételt jegyzett fel, melyek, ha külön okokból nem magyarázhatók, talán az alantabb kifejtendő elmélet specialis eseteként foghatók fel. (I. a. 2. ábrát. a 28. lapon.)

²⁾ Transactions Roy. Irish Acad. XXI 1846.

Midőn valamely vízszintes alapot (talpkövet) oldallagos lökés ér, (P az 1. ábrában) a rajta szabadon nyugvó tárgy a tehetetlenség törvénye szerint, a lökés iránya ellen igyekszik mozogni. Az az eredményiség, mely itt működésbe lép, úgy hat, mintha támadó pontja a test súlypontjában (S) volna; ellenben a lökés szerü mozgás ereje, mely csak a surlódás közvetítése által vitetik át a tárgyra, annak alapfelületében támad, úgy hogy azt eme síknak középpontjában N (vagy helyesebben mondva: a sik súlypontjában) összepontosítva képzelhetjük. A hatás és ellenhatás egyenlőségénél fogva ez a két erő egyenlő, de ellentétes és mivel támadó pontjuk más-más, együtt véve egy $u. n.$ erőpárt képeznek ($+P$ és $-P$), mely a tárgyat bizonyos tengely körül forgatni törekszik. Abban az esetben, midőn a tárgy súlypontja és alapjának középpontja egy függőleges vonalba esnek, az erőpár síkja is mindenesetre függőleges, tehát a forgás-tengely vízszintes. Ebben az esetben tehát a tárgy vagy feldül, vagy egyszerűen inog, vagy alapján csúszik, de minden oldalforgás nélkül.

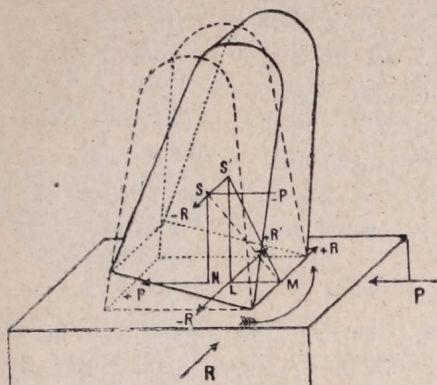
De mikor a test súlypontja nem esik az alap súlypontján álló függőleges vonalba, akkor e két ponton keresztül csak egy merőleges siktól fektethetünk és minden lökés, melynek vízszintes iránya eme sikkal szögöt képez, oly erőpárt szül a testben, melynek síkja már nem lehet függőleges. Mivel az ilyen hajlott síkban működő erőpárt két egymásra függőlegesen, azaz egy vízszintesen és egy merőlegesen működő erőpárra lehet visszavezetni, a test nemcsak inogni, hanem egyúttal forogni is fog.

A vízszintes forgás iránya természetesen attól függ, hogy az alapközpontra keresztül haladó lökésiránynak melyik oldalára esik a súlypont: ha jobbra, akkor a tárgy az óramutató járásának értelmében forog; ha balra, ellenkezőleg.

Nem szenved kétséget, hogy ez az elmélet sok esetben joggal alkalmazható egyes forgatási tünemények magyarázatára. De mikor valamely helyen igen sok forgatott tárgyat látunk és eredeti helyzetük változatossága daczára, a forgatást mindenütt egyneműnek találjuk, bajosan tehetjük fel, hogy itt csak egy lökés működött legyen: mert akkor fel kellene tenniünk azt is, hogy nemcsak minden forgatott tárgy eccentricus súlyponttal bír, hanem egyúttal, hogy minden egyes esetben a test súlypontja ugyanarra az oldalára essék az alap központján keresztül menő lökés irányának. Ez pedig ellenkezik a valószínűséggel és a zágrábi tüneményeket illetőleg — mondhatni — a valóssággal. Ily esetben tehát Mallet második magyarázatához kell fordulnunk, mely két vagy több, változó irányu, gyorsan egymásra következő lökést tételez fel.

Ha a szóban forgó testek az első lökés (P az 1. ábrán) következtében inogni kezdenek és legelőször is a lökés forrása felé néző alapélükre állnak, a testek az ingás ezen első stádiumában, mind

1. ábra.



egyszerre, azon feltételek alá kerülnek, melyeket fentebb említettünk; t. i. pillanatnyi alapjuk most csupán az él lévén, ennek középpontja (M) valamenyinél egy és ugyanazon oldalra jutott az illető test-súlyponttól (S') (mivel ellenkező esetben, ha t. i. a test súlypontja az első lökés következtében a támasztó él fölött elhalad, a test-egyszerűen feldül).

Ha mármost ebben a pillanatban még egy lökés következik, de más vízszintes irányból mint az első, p. o. 90 foknyi eltéréssel, (R), akkor az ilyképen álló testek az első magyarázatban kifejtett módon vízszintes forgatást is szenvednek. Az R erő t. i. M pontban támad, az ellentálló tehetetlenség a súlypont ideiglenes helyén, S' , lép érvényre, ennél fogva a második lökés okozta erőpár ($+R$ és $-R$, MS' emeltyűkarral) oly síkban működik, mely SML szöggel hajlik el a vízszintestől. Ha S' -ből lebocsátunk egy függőleges vonalat, mely az alapsíkot L pontban érinti és ebben a pontban két ellenkező R -rel egyenlő és párhuzamos erőt ($+R'$ és $-R'$) alkalmazunk, akkor két új erő párt nyerünk:

$+R - R'$ és $+R' - R$, melyek, mivel

$$(S'M)^2 = (S'L)^2 + (LM)^2$$

szintügy $R(S'M)^2 = R(S'L)^2 + R(LM)^2$

az eredeti erőpárt helyettesíthetik.

A $+R - R'$ hatása alatt a tárgy $R.LM$ forgás-momentummal (az ábra esetében az óramutatóval ellenkezőleg) vízszintesen forog.

Eszerint könnyen érthető, hogy abban az esetben, ha a két lökés-irány változása az óramutató járásával megegyező módon történik, a tárgy forgatása ellenkező lesz, ugy szintén megfordítva; szóval a lökés azimutváltozása és a tárgy forgatása egymással ellenkező értelemben történik.

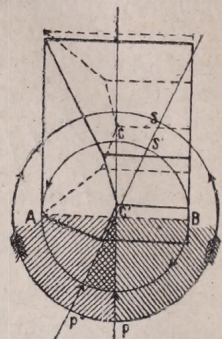
Ez általános szabály némi megszorítást szenved speciális esetekben, ha a tárgy súlypontja excentricus az alapra nézve.

A mellékelt (2-dik) ábrában S a súlypont eredeti és S' az első

lökés (P) utáni helyzetét (fölről tekintve) jelzi, a külső körön a lökés-irány, a belsőn a tárgy forgatása van nyilakkal jelölve.

2. ábra.

Látni való, hogy míg a lökésirány P -től csak P -ig forog, a tárgy is ugyanazt a forgásirányt követi és csak ezentúl változik ellenkezővé. A PCP' szög soha sem érheti a 90 fokot és rendszeren nem nagyon nagy; mivel ezen belül a forgató erőpár karja aránylag kicsiny, az egész eltérés nem gyakorolhat nagy zavarást a tünemény általánosságában. Mégis lehet, hogy a zágrábi kivételes esetek részben ezen okból nyerhetnek magyarázatot.



A zágrábi földrengés forgatási tüneményeire nézve, úgy hiszem, hogy a számos eset összhangzása a forgatás értelmét illetőleg, daczára a tárgyak soknemű helyzetének, teljesen feljogosít a két magyarázat közül az utóbbit választani. Eszerint feltehetjük, hogy p. o. Zágrábon az első lökés után, mely — mondjuk — ÉK-ről jöven, a sirköveket megingatta, hamar, még mielőtt a kövek visszaestek vagy éppen ellenkező irányban inogtak volna, még egy lökés állott be, mely inkább keletről vagy DK-ről¹⁾ jött és így a forgatást okozta.

Ámde ugyanekkor Sz.-Ivánon ellenkező irányú forgatást okozott a földrengés; ide tehát a lökések ellenkező azimutforgással érkeztek, p. o. ha az első lökés ÉNy-ről jött, a második Ny-ről vagy DNy-ről jöhetett. A két vagy több lökés epicentruma tehát mindenesetre oly vonalon fekszik, mely a Zágrábot Sz.-Ivánal öszekötő vonalat e két hely között metszi.

Nézzük most, miképen egyezik meg ez a feltevés a zágrábi földrengés egyéb jelenségeivel és okának elméleti magyarázatával.

Mindenek előtt arra a körülményre hivatkozom, melyet már az első hírlapi tudósítások is kiemelték és az esemény tanúi egyhangulag állítottak, hogy t. i. a zágrábi nov. 9-iki földrengés ö r v é n y z ó mozgással lépett fel. Az örvényszerű földrengésnek (moto vorticoso) nem lehet más értelme mint az, hogy a lökések gyorsan egymásután más-más irányból jöttek. Ilynemű jelentés pedig nézeteink mai állása mellett éppen nem meglepő, sőt minden nagyobb földrengésnél a centrum közelében egyenesen várható. Mert bármit tartunk a földrengés

¹⁾ Mivel a forgatási tüneményeknél csak a vízszintes lökés jön tekintetbe, az eddigiekben valamint a következőben is mindig a lökés vízszintes componensét értjük csak, midőn a lökés utjáról, irányáról vagy kiinduló pontjáról van szó.

végokáról, abban minden elmélet megegyezik, hogy a mozgás kiinduló helye nem lehet csak e g y p o n t, hanem mindenesetre nagyobb terület, a legáltalánosabban elfogadott elméletek szerint egy többé-kevésbé dűlő s i k, mely tehát a föld felszínét egy vonalban szeli. Eszerint az epicentrum is mint v o n a l képzelhető.

Ha a zágrábi földrengést azokhoz hasonlítjuk, melyeket mai nap t e k t o n i k a i földrengéseknek szoktak nevezni, akkor ama sík valamely vetődés vagy repedés síkja volna a föld belsejében, mely az egész vidék altalajának szerkezetéhez bizonyos viszonyban áll. Már pedig ha a földrengési mozgást ily repedésből kiindulónak képzeljük, nem gondolható, hogy a mozgás a sík egész felületéről egyszerre indul ki. Akár csak most képződjék a repedés, akár valamely meglévő hasadás mentében történjék további vetődés, szükséges, hogy az egész tömeget roppant feszültségben lévőnek gondoljuk és ekkor a legkisebb ellentállás pontja az, melyben a mozgás tulajdonképen kezdődik, melyből tehát az első lökés kiindul. A hogy a feszítő erő ezen a ponton győzedelmeskedett, a mozgás (repedés, vetődés vagy sülyedés) roppant gyorsasággal tovább fut a legnagyobb feszültség vonalán, jobbra balra szórván a lökéseket.

Igy tehát minden pont (a felszínen), mely nem éppen ama vonal fölött fekszik, a lökéseket gyorsan egymás után más-más világtájából kapja, vagyis a helyre nézve a lökésút azimutja forog.

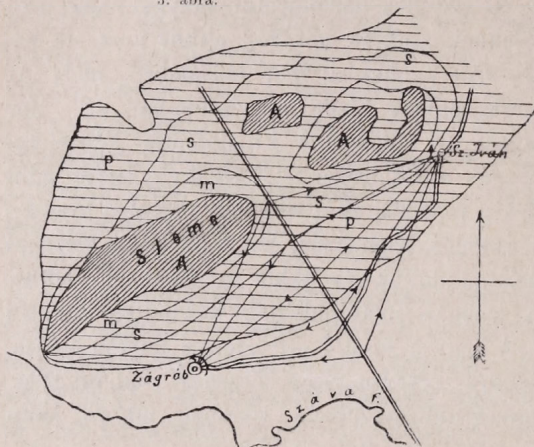
Ily értelemben képzelhetjük a zágrábi földrengés keletkezését is. És ha most, a forgatási esetekből meritett adatot szem előtt tartva, oly vonal nyomát keressük, mely egy földalatti vetődéssíkot jelezhetné, a vidék földtani szerkezetének szemlélése nem hagyja e kérdést felelet nélkül. Az utóbbit illetőleg, behatöbb vizsgálatok hiányánál fogva nem tehetek egyebet, mint hogy a bécsi földtani intézet által kiadott térképre utalván, az átnézeti földtani feltételek jelentéseiből Fötterle¹⁾ idevonatkozó szavait idézem:

„A másik főhegyláncz, a zágrábi hegység, mely mint a Horvátország és Karniolia határán húzódó szamobori hegység folytatása tekintendő; ez kezdődik a Száva-partján Susednél és ÉK felé Trikraje-ig húzódik; a Sleme nevű csucson több mint 3000 lábnyi tengerfeletti magasságot ér el. A hegység főzömét kristályos palák, diorit és dioritpala, kristályos mészkővel és quarz-telepekkel képezik; ezekhez csatlakozik a werfeni palák keskeny szegélye; Sused és Bistra között nagyobb dolomit-tömegek lépnek fel Oresjénél pedig hyppuritmészkő.“

¹⁾ Jahrbuch der k. k. geol. Reichanstalt XII. B. Verh. p. 123.

... „Mindezen magasabb hegységeket a fiatalabb harmadkori képződmények, u. m. mediterrán (marin) homokkő, lajtamészkö, conglomerat és a cerithium-rétegeknek megfelelő márga, övszerűen környezik. A laposabb dombvidék a legifjabb harmadkori képződményekből, az inzersdorfi rétegekből áll.“

3. ábra.



Ha a harmadkori képződmények öszeségével szemben a kristályos palákat és másodkorkbeli kőzeteket alaphegységnek tekintjük, a mellékelt ábrára vetett pillantás azt mutatja nekünk, hogy a szóban forgó hegyláncban az alaphegység *A* két egymástól különvált tömegben mutatkozik; az egyik a tulajdonképi Slemle-Vrh,

Zágrábtól É-ra, a másik a Drenova-hegy, Sz.-Ivántól Ny-ra. A kettő között van egy alacsonyabb hágó, melyen a harmadkori *m. s. p.*, tüzetesen a a szármáti (*s*) rétegek a gerinczen átsapnak. Épen nem valószínűtlen, hogy az alapkőzetek ezen félbeszakítása az egész hegység szerkezetében harántvetődést jelez, mely tehát valószínűleg e hegység tengelyére főgőlegesen, vagyis ÉNy—DK irányban csap. Ez a vonal pedig teljesen megfelelne mindazon követeléseknek, melyeket a fentebbiek alapján a földrengés okozójától várunk. Mert nemcsak hogy a legerősebben megrázkódott területet közepén keresztülszeli és annak elipszoid alakjának kis tengelyét képezi, hanem a forgatási tünemények magyarázatára is kielégítő volna, mivel, ha csapását a hegygerincztől DK felé követjük, Zágráb ezen uttól jobbra, Sz.-Iván pedig balra esik és így Zágrábon a lökésirány É-ról K-re, Sz.-Ivánon Ny-ról É-ra forgott, minek következtében a sirkövek forgása e két helyen ellenkező volt.

Ha a fentebbi fejtegetésben a hypothesiseknek talán igen tág tér jutott a tényleges adatokkal szemben, métségemül szolgáljon az, hogy a földrengések tanulmányozásánál egyáltalában eddig még nagyobb részt csak a feltevések terén mozoghatunk. Feltéve, hogy a magyarázat szigorúan ragaszkodik a mechanika és physika ismert törvényeihez és a földtan elismert nézeteivel sem ellenkezik, beérhetünk vele, ha mindjárt más magyarázatnak lehetősége nincs is kizárva.

A zágrábi földrengések összes adatainak birtokában nem lévén, csak egy bizonyos tüneményesopontra kellett szoritkoznom és ha ennek az imént adott magyarázata kielégítőnek látszik, ez is képezhet esekély járulékot eme nevezetes physikai esemény ismeretéhez, melyet nagyobb terjedelemben hivatottabb oldalról nemsokára várhatunk.

Adatok a rákosi (Budapest) felső mediterrán emelet foraminifera faunájához.

Franzenau Ágoston-tól.

(Előadva a magy. földt. társ. 1881. évi február hó 9-én tart. szakülésén.)

Egy táblával.

A m. állami vasut kőbányai és rákosi állomásai között, a 4. sz. őrház közvetlen szomszédságában a sínek mentén van azon hely, honét az 1877. évben, az öszekötő vasut gátjának kiépítéséhez az anyagot hordották. A magaslat eltakarítása által a cerithium-mész alatt elterülő sok kövületet tartalmazó felső mediterrán koru mész lett feltárva.

A munkálat vezetésével megbizott mérnök volt az első, ki kövületeket küldött be dr. Wartha Vincze műegy. tanár urnak, ki viszont a lelhely megnevezésével Lóczy Lajos urnak, illetőleg a m. nemzeti muzeumnak rendelkezésre boesátotta az anyagot.

Dr. Szabó József tanár ur volt az első, ki e lelőhelyet közelebb-ről ismertette¹⁾, említve, hogy itt sok szép peccent, ostreát, echinoder-mákat és crustaceákat gyűjtött és hogy a Sorbonne geologiai laboratoriumában Munier-Chalmas ur meghatározása után e lelhelyre vonatkozólag a következő meghatározásokat jegyezte ki.

Cardium hians Brocc.	Mytilus.
Cardium Turonicum Mayer.	Perna.
Cardium.	Pinna.
Cassis.	Pleurotoma.
Turritella.	Lucina.
Pyrula.	Mactra.
Isocardia.	Anomia.

¹⁾ Dr. Dulácska Géza és Dr. Gerlóczy Gyula által szerkesztett: „Budapest és környéke természetrajzi, orvosi és közmivelődési leírása“ címü munkában.