Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
GEOFIZIKAI KÖZLEMÉNYEK
IX. kötet, 3–4. szám

E. BISZTRICSÁNY

THE MAGNITUDE-EQUATION FOR BUDAPEST

The magnitude-equation for Budapest is derived on the hand of 229 shallow-focus shocks. This equation is good for an epicentral distance of $10° < \Delta° < 180°$. The mean error of magnitude determination is 0,34 M.

A BUDAPESTRE VONATKOZÓ MÉRETEGYENLET

BISZTRICSÁNY E.

A sekély fészkű rengések mérete *Gutenberg* után [1] a következő egyenletből számítható:

$$M = \lg \frac{A_{20}}{B} + C = \lg A_{20} - \lg B + C, \qquad (1)$$

ahol M a rengés mérete, A_{20} a 20 sec periódusú felületi hullámok közül a legnagyobb amplitudója, C helytől és műszertől függő állandó és B az ún. zéró méretű rengés amplitudója ugyanazon távolságon, ahol A_{20}-at mérjük.

Az (1) egyenletből látható, hogy a rengés mérete egy viszonyszám logaritmusa, amely viszonyszám azt fejezi ki, hogy az ismeretlen méretű rengés fent leírt amplitúdója hányszor nagyobb mint a zéró méretű rengés amplitúdója.

Az (1) egyenletben szereplő $-\lg B$ természetesen függ a távolságtól. *Gutenberg* (1) ezt a következő egyenlettel írta le:

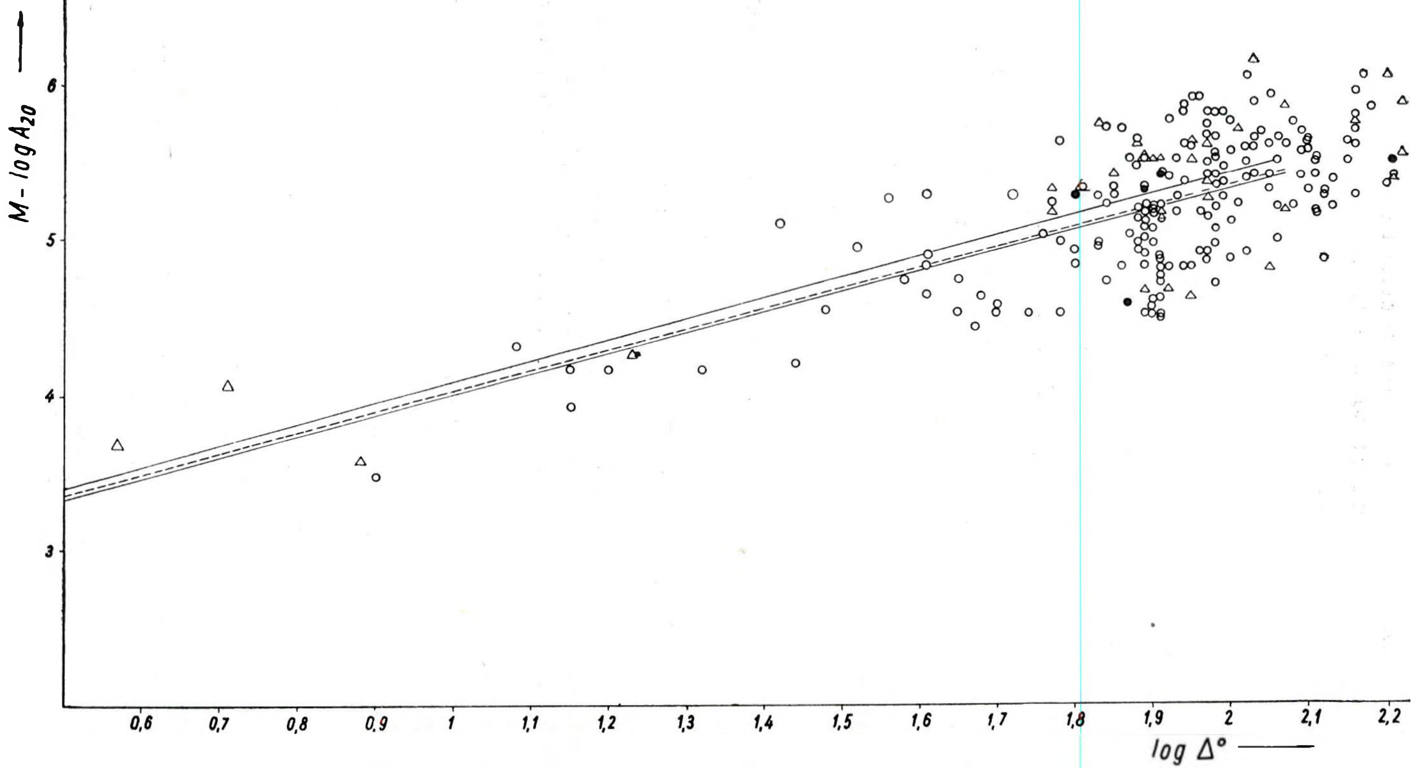
$$-\lg B = 5{,}04 + \frac{1}{2}[48{,}25\,\varkappa(\Delta° - 90°)] + \lg \sin \Delta° + \frac{1}{3}(\lg \Delta° - 1{,}954) \qquad (2)$$

ahol $\varkappa$ a felületi hullámra vonatkozó abszorpciós tényező és $\Delta°$ az epicentrum távolság.

Ha a (2) egyenletet ábrázoljuk, láthatjuk, hogy $-\lg B$ széles tartományon belül közelítőleg lineáris függvénye $\lg \Delta°$-nak. Így írhatjuk, hogy

$$-\lg B = a \lg \Delta° + b.$$

A kézirat 1959. szeptember 16-án érkezett.



1. ábra. A Budapestre vonatkozó méretegyenletet ábrázoló egyenes
Pasadena által meghatározott méreteket körök, más állomások által meghatározott méreteket háromszögek jelölik. Az alsó egyenes a körökre, a felső a háromszögekre vonatkozik. A szaggatott vonal a kettő középértéke.

Ezt behelyettesítve (1)-be

$$M = \lg A_{20} + a \log \Delta^\circ + b + c$$

egyenletet kapjuk.

Átrendezés és összevonás után:

$$Y = M - \lg A_{20} = a \log \Delta^\circ + c'. \tag{3}$$

Ha Y és Δ° ismert, a és c' számítható. Ezek ismeretében a $10^\circ < \Delta^\circ < 180^\circ$ epicentrum távolságú rengések méretét meg tudjuk határozni.

A most leírt módszerhez 229 rengés adatát használtuk fel. Az így kapott egyenlet a budapesti *Wiechert*-ingára vonatkozik. a és c'-t a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg.

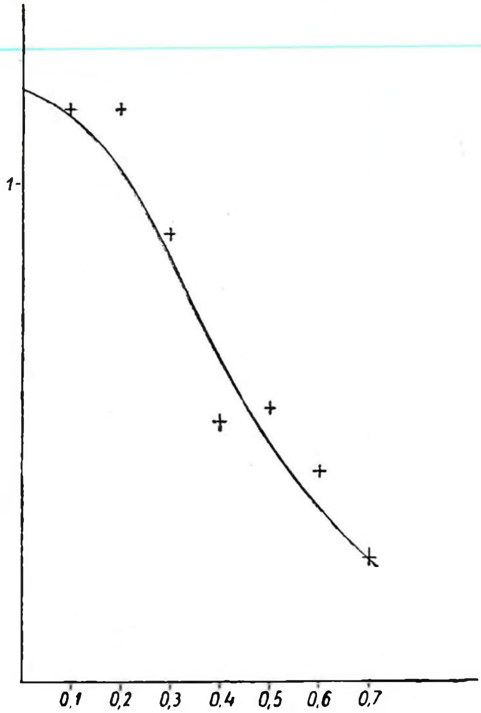
A 229 rengésből 191-nek méretét *Pasadena* határozta meg. A Budapestre vonatkozó méretegyenlet a következő:

$$M_{\mathrm{Bp}} = \lg A_{20} + 1{,}37 \log \Delta^\circ + 2{,}67. \tag{4}$$

A felvitt adatokat az 1.) ábrán láthatjuk. Az 1. ábrán levő szaggatott, egyenes vonal mindkét oldalát kéttized széles zónákra osztva meghatározhatjuk az értékek szórását. Az eloszlásfüggvény egyenlete:

$$\gamma = \frac{1{,}86}{\sqrt{\pi}} e^{-1{,}78^2 x^2} \tag{5}$$

(2. ábra). Ez nem sokban különbözik a normál *Gauss*-eloszlástól. A méretmeghatározás átlaghibája $\sqrt{\frac{[XX]}{n}} = \pm\, 0{,}34\ M$. A pontok 81%-a 0,5 M egységen belül van, 50%-a 0,26 M egységen belül.



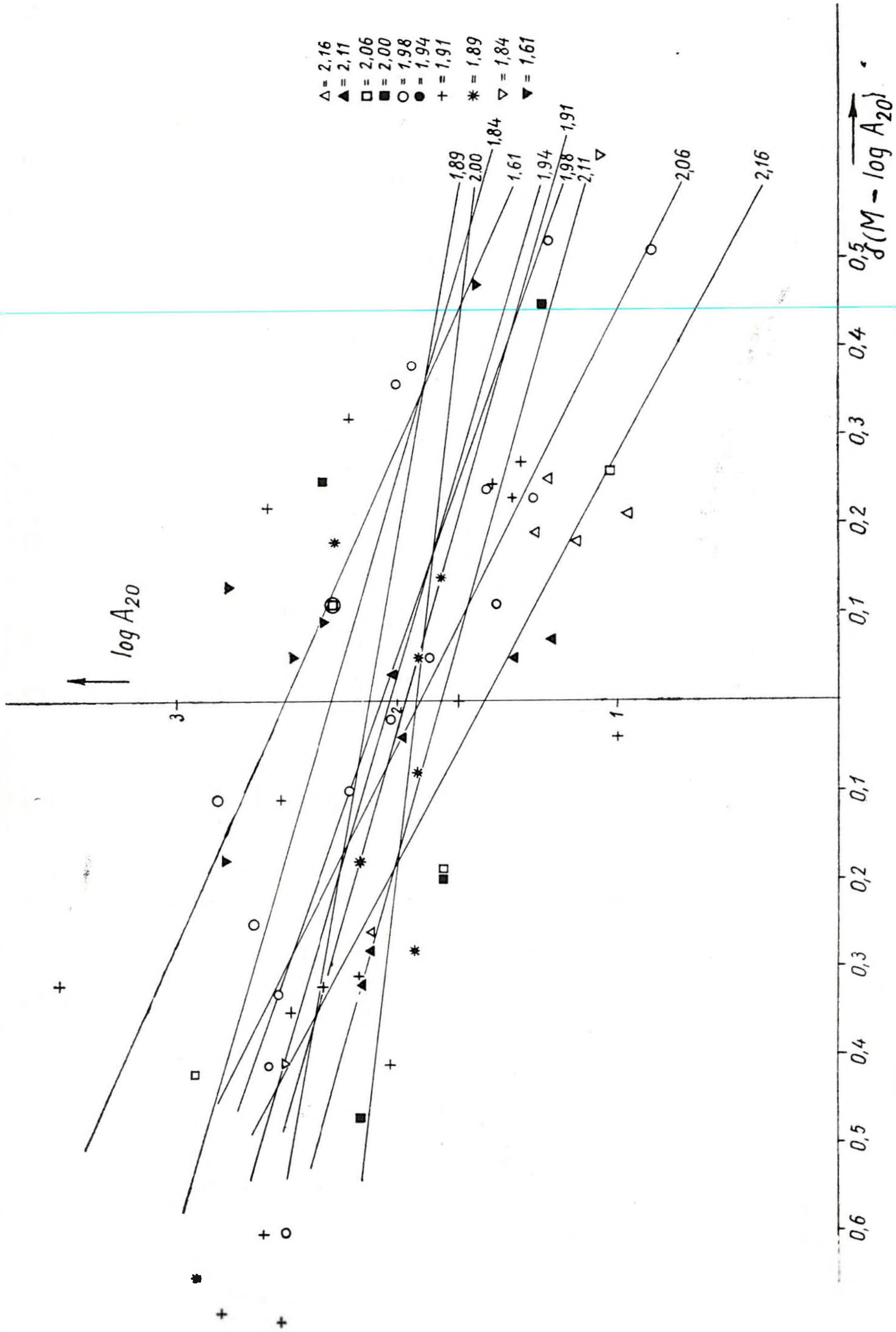
2. ábra. A ΔM eltérések eloszlása

Ha a felhasznált adatokat a (4) egyenletbe behelyettesítjük és a $\Delta M = M_{\mathrm{Budapest}} - M_{\mathrm{Pasadena}}$ értékeket felvisszük térképre (3. ábra), a következőket olvashatjuk le.

A görögországi rengések esetén $\Delta M > 0{,}26$ Görögországtól kelet felé haladva túlnyomóan $\Delta M < -0{,}26$. Közép-Ázsiában úgy $\Delta M > 0{,}26$ mint $\Delta M < -0{,}26$ egyaránt megtalálható. A legtöbb japán rengés esetén $\Delta M > 0{,}26$. A keletindiai szigetekről és Amerikából származó rengések esetén legnagyobbrészt $\Delta M < -0{,}26$. Ez az utóbbi megállapítás főleg Alaszkára érvényes.

3. *ábra.* ΔM területi eloszlása

A kitöltött körök jelentik azt, ha $\Delta M > 0{,}26$, az üres körök, ha $\Delta M < 0{,}26$; körben kereszt, ha $-0{,}26 < \Delta M < 0{,}26$.



4. *ábra*. Az egyenesek melletti számok az itt felhasznált log $\Delta°$ értékeket jelentik

Ha az 1. ábrán levő pontok mellé odaírjuk a hozzájuk tartozó amplitudók logarítmusának értékét, azt látjuk, hogy a $\lg A_{20}$ értéke csökken, ha $M - \lg A_{20}$ növekszik, természetesen ugyanazon Δ° érték mellett. Más szóval a *Wiechert*-inga a nagy rengést nagyobbnak, a kicsit kisebbnek mutatja. Ha összefüggést tudunk találni $Y_0 = \lg \Delta_{20}$ és $x = \delta(M - \lg A_{20})$ között (ahol x az egyenestől való eltérését jelenti ($M - \lg A_{20}$)-nak), akkor M meghatározásának hibáját csökkenteni tudjuk. Természetesen x alsó és felső határa változik, ha Δ° változik. 10 olyan távolságot választottunk, amelyre a legtöbb pont esett. Egy-egy távolságra kiszámítottuk az $Y_0 = a_0 x + a_1$ egyenlet alapján a legkisebb négyzetek módszerével a_0 és a_1 értékét (4. ábra). Az egyenesek iránytangense negatív és a_1 — mint említettük — függ Δ°-tól.

Ez így írható:

$$\lg A_{20} = a_0\,\delta(M - \lg A_{20}) + \mathrm{b}(\Delta^\circ) \tag{6}$$

és

$$\mathrm{b}(\Delta^\circ) = \alpha \lg \Delta^\circ + \beta, \tag{7}$$

behelyettesítve (7)-et (6)-ba:

$$\lg A_{20} = a_0\,\delta(M - \lg A_{20}) + \alpha \lg \Delta^\circ + \beta \tag{8}$$

átrendezve:

$$\lg A_{20} - \alpha \lg \Delta^\circ = a_0 \delta(M - \lg A_{20}) + \beta. \tag{9}$$

$\alpha = 1{,}37$ (4) alapján, így A_{20} és Δ° ismeretében a és δ meghatározható a legkisebb négyzetek módszerével.

Így (8)-ból lesz:

$$\lg A_{20} = -1{,}2\,\delta(M - \lg A_{20}) - 1{,}37 \lg \Delta^\circ + 4{,}7 \tag{10}$$

Átrendezve és 1,2-vel osztva:

$$\delta(M - \lg A_{20}) = -0{,}83 \lg A_{20} - 1{,}16 \lg \Delta^\circ + 3{,}81. \tag{11}$$

Ezekután (4) kiegészíthető a (11) korrekciós taggal:

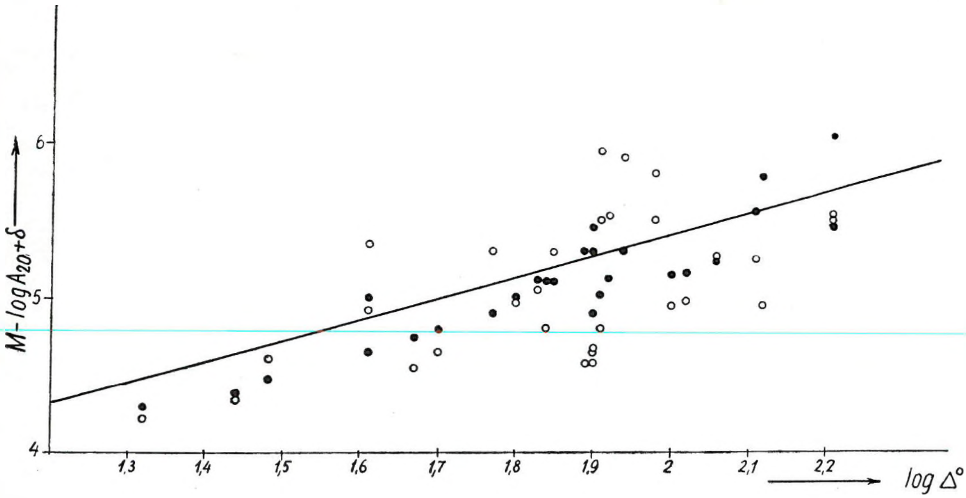
$$M_{\mathrm{Bp}} = \lg A_{20} + 1{,}37 \lg \Delta^\circ + 2{,}67 + \delta(M - \lg A_{20}). \tag{12}$$

(11)-et (12)-be téve:

$$M_{\mathrm{Bp}} = 0{,}17 \lg A_{20} + 0{,}23 \lg \Delta^\circ + 6{,}44. \tag{13}$$

Az állandó nagy értékét az okozza, hogy a (10)-nél felhasznált adatok $1{,}61 < \lg \Delta^\circ < 2{,}21$ közé estek. Az ilyen távolságtartományból 6,5 M-nél kisebb rengést a budapesti *Wiechert*-inga nem jelez.

Ha a (13) egyenletet használjuk fel az 1929., 30. és 31. évben észlelt rengések méretének kiszámításához, a pontok elhelyezkedése természetesen más lesz, mint ami a (4) egyenlet alapján lenne (5. ábra). E 28 rengés



5. ábra. A (11) egyenlettel javított értékeket kitöltött körök jelentik.

átlaghibája 0,39 *M*, nagyobb, mint az összes rengésből számított 0,34 *M* középhiba. Ha azonban a (*13*) egyenlettel számolunk, a középhiba 0,22 *M* lesz. A korrekciós tag hatása az 5. ábrán azonnal látható.

IRODALOM

[1] *Gutenberg, B.:* Amplitudes of surface waves and magnitude of earthquakes. Bull. Seism. Soc. Am. **35.** 3—12. 1945.