

## THE DETERMINATION OF LVL DEPTH FROM DATA OF CLOSELY SPACED SEISMOLOGICAL STATIONS

E. BISZTRICSÁNY\*—L. EGYED

Hungary, in the middle of the Carpathian Basin, is provided with altogether five seismological observatories (Budapest, Sopron, Piskéstető, Jósvafő, Kecskemét) rather closely spaced because of the small size of the country. If applying traditional methods to calculate the LVL depth from P waves observed in these stations, the results will be uncertain enough. A great number of first motions of shallow focus earthquakes yield such a volume of data which can be regarded as sufficient. And the difficulty lies in the fact that first motions are rather scattered even if they are of iP character. The travel-time curve can, nevertheless, be determined but its slight change caused by the slight velocity decrease is prone to remain hidden.

This difficulty, however, can be overcome by a simple procedure making the determination of the inflection-point independent from the origin time.

Let us suppose that the travel-time curve of P waves—because of the influence of the LVL—can be approximated, within a short range, by a curve of the third order, i.e.

$$t = a\Delta^3 + b\Delta^2 + c\Delta + d. \quad (1)$$

Consequently, for the  $i$ -th station, it is true that

$$t_i = a\Delta_i^3 + b\Delta_i^2 + c\Delta_i + d \quad (2)$$

and for the  $k$ -th station likewise:

$$t_k = a\Delta_k^3 + b\Delta_k^2 + c\Delta_k + d. \quad (3)$$

Subtracting (3) from (2)

$$t_i - t_k = (\Delta_i^3 - \Delta_k^3) a + (\Delta_i^2 - \Delta_k^2) b + (\Delta_i - \Delta_k) c. \quad (4)$$

Dividing Equ. (4) by  $(\Delta_i - \Delta_k)$  one obtains

$$\frac{t_i - t_k}{\Delta_i - \Delta_k} = a(\Delta_i^2 + \Delta_i\Delta_k + \Delta_k^2) + b(\Delta_i + \Delta_k) + c. \quad (5)$$

The data of several shallow focus earthquakes as recorded by the five Hungarian stations yield an adequate number (205) of the couples  $\Delta_i$ ,  $\Delta_k$ , resp.  $t_i$ ,  $t_k$ , thus the constants  $a$ ,  $b$  and  $c$  can be determined by the least squares method.

\* ELTE—MTA Seismological Observatory, Budapest  
Manuscript received: 13. 1. 1972

In order to obtain the inflection point (1) should be differentiated two times, with respect to  $\Delta$

$$\frac{dt}{d\Delta} = 3a\Delta^2 + 2b\Delta + c, \quad (6)$$

$$\frac{d^2t}{d\Delta^2} = 6a\Delta + 2b = 0.$$

From Equ. (6)

$$\Delta = -\frac{2b}{6a} = -\frac{b}{3a}. \quad (7)$$

Now, if one knows the radius to the vertex ( $r_v$ ) belonging to the distance  $\Delta = -\frac{b}{3a}$  of the region in question the depth of the LVL can be calculated.

The iP recordings of the Hungarian stations rendered it possible to determine the function  $\Delta = f(r_v)$  with the traditional Wiechert—Herglotz method as follows:

Table I

$\Delta$ [degree]	1°	2°	3°	4°	5°	6°
$r_v$ [km]	6341.65	6336.39	6330.26	6322.88	6317.21	6303.10
$\Delta$ [degree]	7°	8°	9°	10°	11°	12°
$r_v$ [km]	6295.64	6282.99	6247.16	6258.38	6244.03	6230.17

where  $\Delta$  is the epicentral distance in degrees with the restriction  $1^\circ < \Delta < 13^\circ$ , and  $r_v$  is the radius to the vertex (Fig. 1). The mean value of the Earth's radius is 6371 km. The correction for the oblateness is, in Hungary, 0 km.

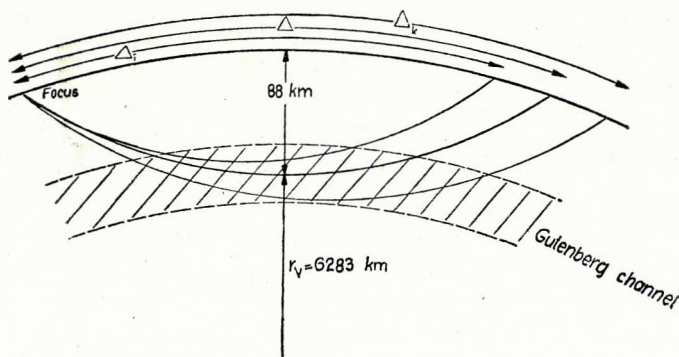


Fig. 1  
1. ábra  
Puc. 1

Utilizing 205 couples of  $t_i$ ,  $t_k$ , resp.  $\Delta_i$ ,  $\Delta_k$  belonging to the range  $0 < \Delta < 16^\circ$  for the constants of (5) one obtains

$$a = 0,09226$$

$$b = -2,2095$$

$$c = 33,4666$$

Hence the  $\Delta$  value of the inflection point

$$\Delta = 7,98^\circ$$

According to Table I to an epicentral distance of  $8^\circ$  a 6283 km radius to the vertex belongs. Thus the LVL depth is  $6371 - 6283 = 88$  km.

This data refers to a distance of  $\frac{\Delta}{2}$ , i.e. somewhat to the south of Belgrade.

E. BISZTRICSÁNY - L. EGYED

#### A GUTENBERG-CSATORNA MÉLYSÉGÉNEK SZÁMÍTÁSA KIS TERÜLETEN ELHELYEZKEDŐ ÁLLOMÁSOK ÉSZLELÉSEIBŐL

A Gutenberg-féle kisbességű öv mélységszámítása a Kárpát-medencében fekvő Magyarország kisszámú (5) szeizmológiai állomásának P-hullám észleléseiből hagyományos módszerrel igen bizonytalan. A nehézség oka, hogy sok sekély fészki földrengés első beütését kell felhasználni, amelyek még iP-kezdetek esetén is nagy szóródást mutatnak. A menetgörbe ennek ellenére meghatározható, de a menetgörbén mutatkozó sebességsökkenés okozta csekély változás kimutatása igen bizonytalan. Ezt a nehézséget sikerült kiküszöbölni egy olyan módszerrel, ahol az inflexió pont meghatározása a kipattanási időtől független.

A magyarországi állomások adataiból Belgrád térségére a Gutenberg-csatorna mélysége 88 km-nek adódott.

E. БИСТРИЧАТЬ - Л. ЭДЬЕД

#### ВЫЧИСЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗОНЫ ГУТЕНБЕРГА ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЯ СТАНЦИЙ, РАСПОЛАГАЮЩИХСЯ ПО НЕБОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ

В Венгрии, располагающейся в Карпатской впадине, имеется небольшое количество (5) сейсмологических станций. По наблюдениям волн Р этих станций глубина залегания зоны пониженных скоростей Гутенберга вычисляется с высокой степенью неуверенности при применении стандартных методов. Затруднения связаны с тем, что необходимо использовать первые вступления большого количества мелкофокусных землетрясений, в то время, как они характеризуются значительным разбросом даже при iP. Несмотря на это годографы могут быть определены, но небольшие изменения, вызванные понижением скоростей, не выделяются уверенно на них. Для преодоления этих затруднений предлагается метод, в котором определение точки перегиба не зависит от времени возникновения землетрясения.

По данным венгерских станций глубина зоны Гутенберга была определена для района г. Белграда равной 88 км.

