

L. BENDEFY.

METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE ABSOLUTE MEASURE
OF LEVEL-VARIATIONS (1st COMMUNICATION)

In the investigations of levelvariations it is usual to apply heights above sea level as results from the adjusted levelling networks. These height differences are charged with errors of the measurement, mathematical deformations originated by the adjustment, and variations of the base level.

Author is proposing to introduce a new method for the elimination of these sources of error where even the precision of the determination of the measure per unit time of the variations of level gets increased. This method consists of examining the variation not of the heights of every point, but of the height-difference between two levelling base points. This way of examination is more laborious but yields *absolute* values.

When applying this method, there is no need of orthometric or dynamic corrections and the question of the difference of base levels between different levelling systems does not arise either. It is therefore very suitable for the geokinetic examination of levelling networks in international relations.

MÓDSZER SZINTVÁLTOZÁSOK ABSZOLÚT MÉRTÉKÉNEK
MEGHATÁROZÁSÁRA

I. közlemény

BENDEFY LÁSZLÓ

Azonos szintezési alappontokat érintő két, éspedig T_1 , illetőleg T_2 időponthan végrehajtott szintezés ugyanazokra az alappontokra általában egymástól eltérő tengerszinefeletti magasságokat szolgáltat. Amennyiben a szóbanforgó két szintezés azonos megbízhatóságú és egyaránt szabatos, akkor a mutatkozó különbségek részben különféle parányi mérési hibákból, részben kiegyenlítési torzulásokból (amelyek a két kiegyenlítésből származó javítások közötti különbségekben jelentkeznek), végül, de nem utolsó sorban, a $(T_2 - T_1)$ időközben geológiai és geofizikai illetőleg talajmechanikai okokból ténylegesen bekövetkezett szintváltozásokból származnak.^{(1) (2)}

Az alappontok időközi szintváltozásának meghatározására napjainkban világszerte egyetlen módszer használatos. Ennek lényege az, hogy a két különböző szintezés mérési eredményeiből — nemzetközileg elfogadott módon: többnyire ortométeres (elvétve dinamikus) javítás alkalmazásával és a szintezési hálózat szigorú kiegyenlítésével — kiszámítják

A kézirat 1956. május 17-én érkezett be.

az alappontok tengerszínfeletti magasságát, majd képezik a T_1 , illetőleg T_2 időponthoz tartozó magasságok ($M_{k_2} - M_{k_1}$) különbségét.*

A ($T_2 - T_1$) időközben bekövetkezett szintváltozások vizsgálatát általában pontonként vagy vonalanként szokták végezni. A statisztikai módszerrel való vizsgálatok e téren is mind nagyobb jelentőségűekké válnak.

Az eddig szokásos szintváltozás-vizsgálatoknak két különösen gyenge pontja van:

1. A tengerszínfeletti magasságok képzése alkalmával az időtényező jelentősége elmosódik. Ugyanis minden olyan módszernél, amely az alappontok tengerszínfeletti magasságának összehasonlításán alapszik, a vonatkoztatási időpont mindig az a T_0 időpont, amikor az összehasonlítási alapul választott K_0 alappontot rákapcsoltuk a szintezési hálózatra. Ez az időpont nem szükségképpen azonos a szintezés kezdetének T_0 időpontjával⁽³⁾; lehet esetleg valamely későbbi időpont is.**

2. Minden olyan szintváltozási értéket, amely a fentebbi módon származik, az elkerülhetetlen mérési hibák mellett változó nagyságú és előjelű kiegyenlítési torzulások is terhelnek.

Szabatos szintezéseknél ugyanis a végleges tengerszínfeletti magasság kialakulásához három tényező szükséges, éspedig: a szakaszon belül mért m magasságkülönbség, a szakaszhoz tartozó ω ortométeres (vagy a δ dinamikai), továbbá k kiegyenlítési javítás.

A T időponthan végzett szintezésből tehát az egy szakaszhoz tartozó értékek: $m + \omega + k$.

De mivel gyakorlatilag $\omega_1 = \omega_2$, következik, hogy a szóbanforgó változás:

$$v_{(2-1)} = (m_2 - m_1) + (k_2 - k_1).$$

Szemmel látható, hogy a kiegyenlítési javításokon keresztül a kiegyenlítés hatása a végeredményekben erőteljesen kifejezésre jut, s ezáltal a mozgástanilag használható eredményeket lényegesen módosítja.

Olyan más megoldás után kutattunk tehát, amelyből a hálózat-kiegyenlítésnek hatását sikerül kiküszöbölnünk. Idevonatkozó eredményeinket közöljük az alábbiakban.

* * *

Az abszolút magasság függvénye a helynek és az időnek. Eddig mindig a szintezési alappontok tengerszínfeletti magasságának változását vizsgáltuk. A tengerszínfeletti magasság számszerű értékének kialakulását azonban több körülmény, nem utolsósorban az ortométeres javítás alkalmazásának módja és a kiegyenlítés torzító hatása befolyásolja.

A szintezés eredménye, miként ismeretes, két-két szomszédos alappont magasságkülönbségét szolgáltatja. Gondos mérés esetén ezeket az értéke-

* A k index a kiegyenlítés megtörténtét jelzi.

** Az 1921–1944 között kifejlesztett magyar országos felsőrendű szintezési hálózatra például csak 1923-ban kapcsolták rá „N a d p” összehasonlító és vonatkoztatási főalappontot.⁽⁴⁾ Ennek a hálózatnak T_0 időpontja tehát nem 1921, hanem 1923.

ket csak parányi mérési hibák terhelik. Ezért felmerül a gondolat, hogy szintváltozások megállapítása céljából ezeknek a közvetlenül mért magasságkülönbségeknek a változását vizsgáljuk.

Ez a módszer határozottan előnyösnek mutatkozik. Ugyanis a tengerszínfeletti magasságokból mindig relatív szintváltozási értékeket nyerünk.* Ezzel szemben az időegységre eső magasságkülönbségváltozás módszerének bevezetésével az említett relativitás eltűnik, s helyette a változások abszolút mértéke jelenik meg.

Ez a differencia nem egyéb, mint a szintezési alappontok közötti magasságkülönbségek különbsége, vagy más szóval: *a szintezési szakaszok magasságkülönbségében bekövetkezett változás.*

Legyenek alappontjaink P_a és P_b . Ezek magassága az első szintezésből M'_a és M'_b ; a második szintezésből pedig M''_a és M''_b . Amennyiben ortométeres- (ω), illetőleg dinamikus javítást (δ) alkalmaztunk, fenti magasságok így alakulnak.

Az első szintezésből: A második szintezésből:

$$M'_a + \omega_a; \quad M'_b + \omega_b \qquad M''_a + \omega_a; \quad M''_b + \omega_b$$

illetőleg

$$M'_a + \delta_a; \quad M'_b + \delta_b \qquad M''_a + \delta_a; \quad M''_b + \delta_b$$

Képezzük az alappontok közötti magasságkülönbséget:

$$h'_{(a-b)} = (M'_a - M'_b) + (\omega_a - \omega_b)$$

$$h''_{(a-b)} = (M''_a - M''_b) + (\omega_a - \omega_b)$$

Ez az eredmény ortométeres javítás alkalmazása esetén. Ugyanerre az eredményre jutunk akkor is, ha dinamikus javítást alkalmazunk.

Mivel azonban az $(\omega_a - \omega_b)$, illetőleg a $(\delta_a - \delta_b)$ különbség — bármilyen két azonos alappont között — mindkét szintezésre vonatkozóan gyakorlatilag ugyanaz, a $(h'' - h')$ különbség képzésekor teljesen kiesik. Következésképpen *ennél a módszernél ortométeres vagy dinamikus javítás alkalmazására nincsen szükség.*

Az $(\omega_a - \omega_b) = 0$ -ra vonatkozóan meg kell jegyeznünk a következőket. Mindazoknak az országos szabatos szintezési hálózatoknak esetében, amelyeknél szintezési alappontonként nem került tényleges graviméteres mérésekre sor, hanem egy átlagos g értékkel történik az ortométeres javítás, az $(\omega_a - \omega_b)$ pontosan egyenlő zérussal. Amennyiben azonban T_1 és T_2 időpontban külön-külön nehézségi gyorsulás meghatározást végeztünk, akkor $\omega_a \neq \omega'_a$ -val és $\omega_b \neq \omega'_b$ -vel; ennek következtében $(\omega_a - \omega_b) \neq (\omega'_a - \omega'_b)$, tehát különbségük zérustól különböző érték. Bizonyosra vehető azonban, hogy nagyságrendileg kisebb, mint az irányzás, a leolvasás, illetőleg a buborékközépreállítás középhibája, éppen ezért gyakorlatilag nem kell figyelembe vennünk.

* A viszonyítási (vonatkoztatási) alap a K_0 kezdőpontnak $(T_2 - T_1)$ időszakban bekövetkezett v_0 változása. Erről (munkahipotézisként) feltehetjük, hogy zérus, de — szerencsés körülmények között — esetleg tényleges nagysága is megállapítható. Ezzel a kérdéssel itt bővebben nem foglalkozunk. A K_0 saját mozgására vonatkozó probléma lényegét 3 a. id. munkánkban vázoltuk fel.

A gyakorlatban további egyszerűsítések kínálkoznak. Ugyanis, mivel a szóban forgó magasságkülönbségek maguk a közvetlenül mért szintezési eredmények, ezek a mérési jegyzőkönyvből, vagy a számítási törzskönyvből közvetlenül kiirhatók.*

Ennél az új módszernél a szintváltozásvizsgálatoknak nemzetközi jellegű kiterjesztése is nagyon egyszerűvé válik. Nincsen ugyanis szükség semmiféle különös átszámításra (ami az eddigi módszernél elengedhetetlen volt), csupán arra, hogy a nemzetközileg csatlakozó vonalrészeken mindkét fél részéről mért, egymást fedő szintezési szakaszok legyenek. Ma már az országos felsőrendű szintezések során minden korszerű nemzetközi csatlakozást így hajtanak végre.

Ugyancsak semmi nehézséget sem okoz ezzel a módszerrel egy országon belül, a legkülönbözőbb alapszintre vonatkoztatott különféle szintezésekből származó méréseredményeknek geokinetikai célzatú, egységes feldolgozása.

Mínthogy a szóbanforgó módszernél mindenkor csakis két-két alappont közti magasságkülönbség változása a vizsgálat tárgya, nyilvánvalóan a szintezések valóságos időpontja is tökéletes élességgel jut ezúttal kifejezésre. Ha ugyanis az első szintezés időpontja T_1 , a másodiké T_2 , az eredményül nyert ($h''-h'$) változás — természetesen — (T_2-T_1) időtartamra vonatkozik. Eszerint ugyanabban a hálózathban egymástól merőben eltérő, de a valóságnak szigorúan megfelelő időtartamokra vonatkozó szintváltozási értékekhez jutunk. Hogy egységesen kezelhessük ezeket, *át kell számítanunk valamennyi differenciát a geokinetikai vizsgálati célokra általam már korábban javasolt⁽³⁾ 10 évi időegységre*. Az átszámítást lineáris interpoláció formájában századmilliméter élességgel végezzük el.

Nem lehet vitás, hogy az ilyen módon előállított geokinetikai vázlat lényegesen hübb és hibáktól sokkal kevésbé terhelt szemléletet nyújt, mint bármely más, az eddigiekben alkalmazott eljárás. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a mesterségesen háborgatott alappontok miatt helyenként feltűnedező kiugró értékeket a vizsgálatból eleve ki kell zárnunk. Emiatt nem ritkán következik be az az eset, hogy a vizsgált vonalrész az első szintezésnek esetleg több szakaszát is magába foglalja. A fentebb mondottak ebben az esetben is változatlanul érvényesek.

* * *

Az eddigi módszernél egyes alappontok tengerszínfeletti magasságát szoktuk összehasonlítani. Ebben az esetben az alappontok *e m e l k e d é s é r ő l*, vagy *s ü l l y e d é s é r ő l* beszélünk, a különbségeket egyetlen összehasonlító alapponthez, vagy alapszinthez viszonyítva.

* Helyesebb a számítási törzskönyv adatainak használata, mert az „oda”- és „vissza” értelmű szintezések méréseredményeinek oszlopait összegezve ott (és csakis ott) ellenőrző eredményt is nyerünk az egész szintezési vonalat illetően: a középértékek oszlopának összegében. Ugyanis

$$\frac{1}{2} ([h_{oda}] + [h_{vissza}]) = [h_{közép}]$$

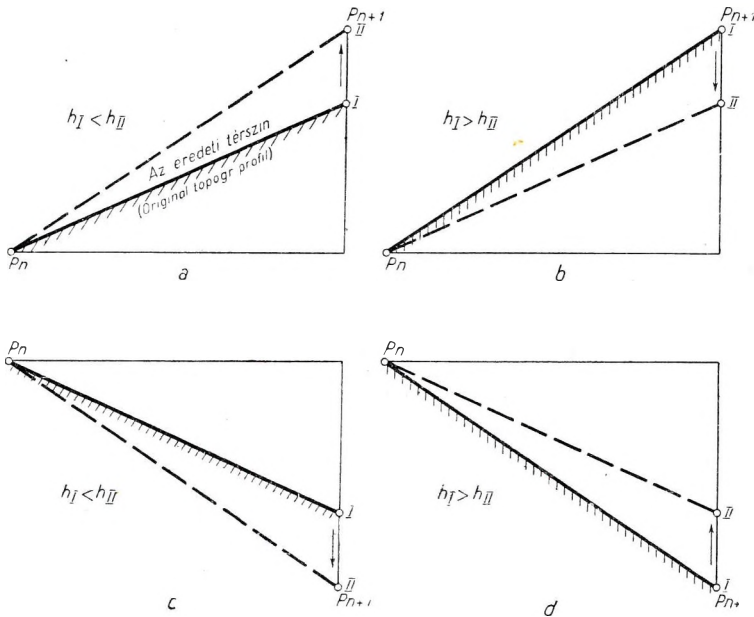
Az új módszernél *m a g a s s á g k ü l ö n b s é g e k e t* hasonlítunk össze. Ez esetben tehát nincs is szó emelkedésről vagy süllyedésről, hanem arról, hogy az újabb szintezés alkalmával meghatározott magasságkülönbség az előző szintezésből nyert magasságkülönbséghez viszonyítva, abszolút értékben nagyobb lett-e, vagy kisebb.

A vázolt módszer nagyon alkalmas újabb szintezések esetleges kisebb-nagyobb mérvű mérési hibáinak felkutatására is, mert már a néhány milliméter, sőt esetleg tizedmilliméter nagyságrendű eltérések is élesen jelentkeznek. Emellett alkalmas ez a módszer arra is, hogy a segítségével egyes szintezési vonalakon, egyes zárt szintezési poligonok mentén, vagy akár *nagyobb területet borító szintezési hálózatban* is matematikai eljárások okozta torzulásoktól kevésbé terhelt mozgásdiagramokat és izobázisokat állítsunk elő. Az erre vonatkozó eljárás részletes leírását, lehetőleg a valóságból merített példával, folytatólagos tanulmányunkban adjuk közre.

Ismételten hangsúlyozzuk, hogy az egyes szakaszokra nyert értékekből számított összegek (summák) a *v á l t o z á s n a g y s á g á t* szolgáltatják, nem pedig tengerszínfeletti magasságot!

A vizsgálati eredmények értelmezése

A kiindulópontot megválasztva, azon a szintváltozás nagyságát vagy eleve zérusnak tételezzük fel, vagy közelebből is meghatározzuk. Legyen a K_0 kezdőpont szintváltozása: a , akkor a P_n pontban bekövetkezett változás $= (a + v_{0-1} + v_{1-2} + \dots + v_{(n-1)-n})$



1. ábra

Az új vizsgálati módszer abszolút értelemben ad választ arra a kérdésre, vajon mi történt két szintezési alappont közötti magasságkülönbséggel a vizsgált időtartam alatt. A válasz háromféle lehet: a két alappont magasságkülönbsége vagy megnövekedett, vagy megkisebbedett, vagy zérus.

A magasságkülönbségek számszerű növekedése, illetőleg csökkenése azonban más és más jelentésű aszerint, hogy P_n és P_{n+1} alappontok térbelileg hogyan viszonyulnak egymáshoz.

a) Legyen P_n a térbelileg alacsonyabb helyzetű. Ebben az esetben a magasságkülönbség növekedése P_{n+1} -re vonatkozóan emelkedést, illetőleg P_n -re vonatkozóan tényleges süllyedést jelent (1a ábra).

b) Ugyanilyen térszíni elrendezés mellett a magasságkülönbség csökkenése P_{n+1} -re vonatkozóan tényleges térszíni süllyedést, vagy pedig P_n -re vonatkozóan tényleges térszíni emelkedést jelent (1b ábra).

c) Az ellenkező esetben, ha P_n van magasabban, a magasságkülönbség növekedése vagy P_{n+1} tényleges süllyedését, vagy P_n tényleges emelkedését jelenti (1c ábra).

d) Hasonló térszíni viszonyok mellett a magasságkülönbség csökkenése vagy P_{n+1} tényleges emelkedését, vagy P_n alappont tényleges süllyedését jelenti (1d ábra).

A gyakorlatban többértelműség nem áll fenn. Ugyanis ha eldöntöttük, melyik alappontot tekintjük kiindulópontnak, a változások azonnal egyértelműekké válnak.

I R O D A L O M

1. Bendefy L.: Szintezési alappontok időközi magasságváltozásának meghatározása. Geofizikai Közl. Bpest, IV. évf. 2. füz. 3–30 l. 1955.

2. Bendefy L.: Fejezetek a térképészeti földtan tárgyköréből. (Egyetemi előadások) Bpest, 1953.

3. Bendefy L.: A Pó-síkság jelenkori süllyedése. Tanulmány az alaphegység mozgásviszonyainak és a rétegtömörülésnek a gravitációs anomáliák segítségével való meghatározására. — Geofizikai Közl. Bpest, III. évf. 6. szám, 71–98. l., 1954.

4. Bendefy L.: A magyar országos felsőrendű szintezés új főalappontjai. Földméréstani Közlem. Bpest, IV. évf. 1. szám 36–42 l., 1952.