

FORGÓLÉZERES SZINTEZŐMŰSZER HIBAFORRÁSAINAK ELKÜLÖNÍTÉSE

Kalmár János, Orbán Aladár*, Gribovszki Katalin**



Calibration of the rotary laser level equipment – During the measurement procedure, the laser beam of the rotary laser level equipment always have to roll over horizontally. The tail swing of the horizontal roll over is limited, and only about $\pm 0.2\text{mm/m}$ allowed. Positional error of the rotary laser level equipment can be caused by horizon-skewness and cone error. Previous studies could not separate the effect of the mentioned angle errors, but our geometric modeling made it possible, that the angle errors can be separately determined by special located foot rules. In order to determine separately the angle errors, it is necessary to use the height errors detected at this special located foot rules.

Keywords: rotary laser level equipment, geometric modeling, horizon-skewness, cone error

A forgólézeres szintezőműszer lézertényének méréskor mindig vízszintes síkban kell körbeforgnia, ettől való eltérése csak korlátok közt (pl. $\pm 0.2\text{ mm/m}$) megengedett. Az irányzási szintezőműszer magassági hibáját a horizontferdeség és a kúphiba okozhatja. A korábbi vizsgálatok nem tudták elkülöníteni a két szöghiba hatását, de geometriai modellezéssel sikerült kimutatnunk, hogy speciális helyzetű mérőléc pozíciókkal a két szöghiba a skálánál detektált magassági hibák alapján elkülöníten meg határozható.

Kulcsszavak: forgólézer, geometriai modellezés, horizontferdeség, kúphiba

1 Bevezetés

Intézetünk (Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet) Tárczy-Hornoch Antal mérőcsarnokában geodéziai műszerek kalibrálása folyik, azaz szabatos mérésekkel megállapítják, hogy a vizsgált műszerek pontossága teljesíti-e a gyártó által vállaltakat – ha nem, akkor szükség van a műszer szakszervizben vagy gyártónál történő beszügyezésére.

Jelen cikkben a forgólézeres szintezőműszer kalibrálásának hibaforrásaival foglalkozunk. Az ön-szintező forgólézeres szintezőműszer (1. ábra) belső szerkezetét sajnos nem ismerjük. A műszerben van egy állótengely, melyet a műszer felállítása után inga és mágnesek vagy újabban elektromos szer-vomotorok állítanak automatikusan függőleges helyzetbe (<https://laserlevelguru.com/using-rotary-laser-level/>, 2019.11.03.). A lézer fényforrás az állótengely belsejében van felszerelve. Az állótengely felső végére derékszögű prizmat helyeznek, amely az állótengely körül forgatható, és amely az eredetileg függőlegesen haladó lézer-fényt 90 fokkal megtörve vízszintes irányba tereli. Forgás közben a prizma által kivetített lézertény vízszintes síkot tűz ki.

2 A szintezőműszer kalibrálása

Vizsgálatainknál a Topcon forgólézeres szintezőműszert a 30 m hosszú és 4.6 m széles laboratóriumunk közepén állítottuk fel (2. és 3. ábrák), egy vízszintesre szintezett felületen. A terem négy falának kezdőpontjaiban egy-egy függőlegesen állított, mm osztású lécet (skálát) helyeztünk el, melyeknek kezdőpontját egyforma magasságúra állítottuk.

A legegyszerűbb vizsgálatoknál csupán azt figyeljük, hogy a kivetített fény egyforma magasságban pásztázza-e a léceket, (az elkerülhetetlen műszerszabályozási hibák miatt ez még sohasem fordult elő), illetve, hogy mekkora a szemközti (átellenes) léceken leolvasott értékek egymástól való eltérése. Ez csupán tájékoztató adatokat szolgáltat az adott távolságokon a műszer pontosságáról, aminek alapján a gyártók ajánlása szerint eldönthető, hogy elküldjük-e beszügyezésre a műszert a gyártónak (pl.

<https://www.laserlevelhub.net/how-to-calibrate-a-dewalt-laser-level/>,
<http://www.johnsonlevel.com/News/RotaryLaserLevels>, 2019.11.03.).

2019.11.03. vagy

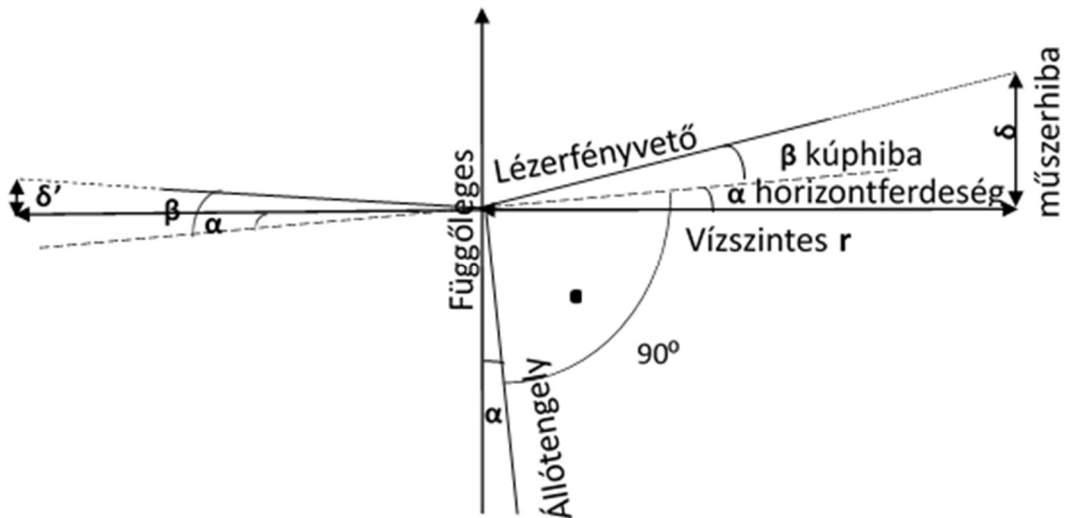
Részletesebb vizsgálatainkban meghatároztuk az adott műszermagasságban vízszintesen haladó fény helyes leolvasási értékét is (*Kell* érték) a következő módon (Orbán 2000). Tekintsük műszermagasságnak a műszer üveg-falán megjelenő kör-alakú fényfolt középpontját. Ez a további műveletek részére úgy jeleníthető meg, hogy a kilépő fény útját vékony papírlappal zárjuk el. Ezen az ernyőn megjelenő kör-alakú fényfolt középpontja a felsőrendű szintezés szabályai szerint a lécre vetíthető. Az így kapott lécpozíció lesz a műszerből kilépő és vízszintesen haladó fény helyes leolvasási, vagy *Kell* értéke mind a négy skálán.



1. ábra. Egy tipikus forgólézeres szintezőműszer

A további vizsgálatok alatt a forgó lézer a műszerhibákkal terhelt magasságokat vetíti a lécekre. Ezek a *Van* értékek. A *Van - Kell* különbség értékei az s skála pozíciójától függő $\delta(s)$ műszerhibák (2. ábra).

Az r távolság és a δ hiba ismeretében a műszer hibája γ szögértékben is kifejezhető. A hiba ismert γ szöge viszont lehetővé teszi, hogy korrekció céljából a gyakorlati munkáknál bármely r léctávolságra kiszámítható legyen a δ műszerhiba (Orbán 2000) a következőképpen. Legyen adott r és δ ugyanazon mértékegységben (pl. mm), akkor a szögmásodpercben kifejezett γ szöghiba kis szögekre felírható $\gamma \approx \rho \frac{\delta}{r}$ alakban, ahol $\rho = 3600'' \frac{180}{\pi} \approx 206265''$. Az előző képlet alapján a δ hiba adott r távolságon $\delta \approx r \frac{\gamma}{\rho}$ képlettel jellemezhető.



2. ábra. A lézerfényvető tengelyhibái

A forgólézeres szintezőműszer főbb szerkezeti és igazítási hibaforrásai a következők: horizontferdeség és kúphiba (2. ábra).

Horizontferdeségről akkor beszélünk, ha az állótengely nem függőleges (α szöghiba). Ebben az esetben a lézerfény forgás közben nem vízszintes, hanem ferde síkot tűz ki, amely egy adott irányban a vízszint alatt, ellenkező irányban a vízszint felett halad.

Kúphiba akkor lép fel, ha a forgó prizma a függőleges fényt nem derékszögben törí meg (β szöghiba). Ekkor a lézerfény állótengely szimmetria-tengelyű tölcészerű kúp-palástot pásztáz forgás közben, amely mindig vagy a vízszint felett, vagy az alatt áll. Itt jegyezzük meg, ha kalibráláskor tartanánk magunkat a már hivatkozott gyártói ajánlásokhoz, akkor a 'tisztá' kúphibát sosem vennénk észre, mert ekkor az átellenesen mért *Van* értékek nem különböznek.

γ a két, korábban nem elkülönített szöghiba α és β összege ($\gamma = \alpha + \beta$).

Kalibráláskor a laboratórium közepén felállított műszerrel körmérést végeztünk a négy lécen, majd a műszert felemelve a vízszintes lapról 90 fokonként elforgattuk, és megismételtük a körbémérést. A mérési értékeket táblázatba foglaltuk és meghatároztuk a műszerhibák átlag-értékét és maximális értékét.

Eddigi méréseink során a két hiba szétválaszthatatlan volt, tehát a laboratóriumban adott r távolságon kapott δ műszerhiba a horizontferdeség és a kúphiba együttes hatását tükrözte.

3 A kalibrálási eljárás geometriai modellje

Ha $r(s)$ jelöli a műszer és az s skála távolságát, akkor a $\delta(s)/r(s)$ [mm/m] fajlagos skálahibák meghatározásával hitelesítjük a műszert, és a hiba okát is megnevezhetjük, ha csak egyik típusa fordul elő. A valóságban azonban a horizontferdeségi hiba és a kúphiba egyidejűleg is megjelenhet, egyes skálapozíciókban kiolthatják vagy felerősíthetik egymást, ezért kívánatos lenne hatásuk és nagyságuk elkülönítése és meghatározása még a kalibrálás során, ami a műszer beszabályozását is megkönnyítené.

A 2. ábra jelölései szerint a műszertől a skála r vízszintes távolságra van, a fényvető és a skála definiálta síkban, az állótengely eltérése a függőlegestől α (horizontferdeség), a fényvető eltérése pedig az állótengelyre merőlegestől β (kúphiba), akkor a mért δ műszerhiba az alábbi képletekkel számolható (felhasználva, hogy α és β nullához közeli, kicsi szöghibák)

$$\delta = r \tan(\alpha + \beta) \approx r (\alpha + \beta). \quad (1)$$

Látható, hogy a δ műszerhiba akkor is lehet nulla, ha mindkét szöghiba létezik, de ellenkező nagyságú, ezért egyetlen skálapozícióval (méréssel) a műszer nem minősíthető. (1) képlet alapján β felírható az alábbi egyszerű alakban:

$$\beta \approx \frac{\delta}{r} - \alpha. \quad (2)$$

Hasonló összefüggések érvényesek az átellenes skálapozícióban: $r' = r$,

$$\delta' = r \tan(-\alpha + \beta) \approx r(-\alpha + \beta). \quad (3)$$

$$\beta \approx \frac{\delta'}{r} + \alpha. \quad (4)$$

A β kúphiba konstans, ezért (2) = (4) miatt:

$$\alpha = \frac{\delta - \delta'}{2r}. \quad (5)$$

és (2)-be α -t (5) alapján visszahelyettesítve kapjuk:

$$\beta \approx \frac{\delta}{r} - \alpha = \frac{\delta + \delta'}{2r}. \quad (6)$$

A (6) képlet alapján látható, hogy a β kúphiba már két, átellenes skálapozíción mért magassági hibából meghatározható, de az α horizontferdeség (5) nagysága a fényvető irányításától függ, mert az állótengelynek a lézertény sugara és a fényvető prizmán át húzott függőleges egyenes által kifeszített síkra eső merőleges vetülete fogja definiálni α pillanatnyi értékét.

Az állótengely horizontferdeségét egyetlen α szöggel nem tudjuk jellemezni, szükség van a fényvető irányára is, de mindkettő helyettesíthető az állótengely $a = (x_t, y_t, 1)$ irányvektorával. Ha az állótengely hibamentes, vagyis függőleges helyzetű, akkor $x_t = y_t = 0$.

A skálán a *Kell* pozíció (ahová a lézertény hibamentes műszer esetén világítana) b irányvektora a műszer fényvető origójú koordináta-rendszerében $b = (x_s, y_s, 0)$ lesz, és jelölje $r = \sqrt{x_s^2 + y_s^2}$ a műszer és a skála (mérőlécc) távolságát. Ismert, hogy

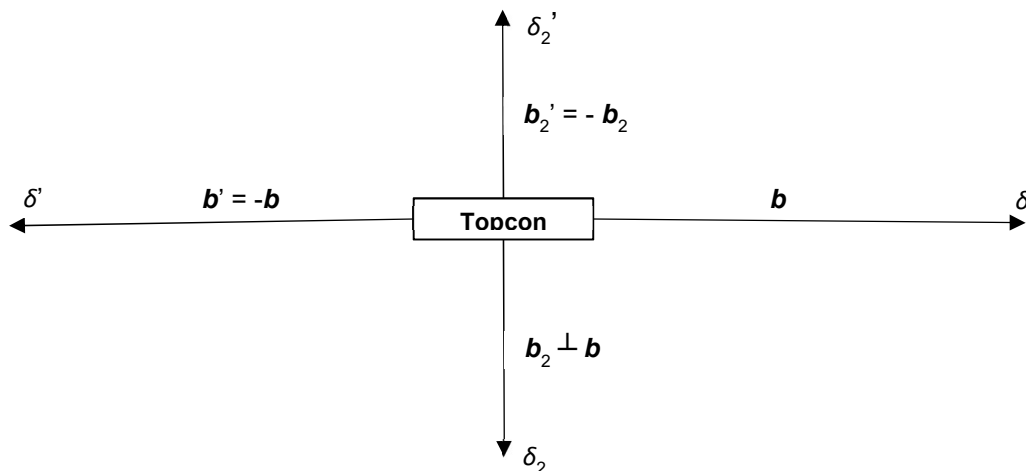
$a \cdot b = x_t x_s + y_t y_s = |a||b| \cos(\alpha + 90^\circ) = -|a||b| \sin \alpha$, ahol $|a| = \sqrt{x_t^2 + y_t^2 + 1}$, és $|b| = r$, ezért

$$\sin(\alpha) = \frac{-(x_t x_s + y_t y_s)}{r |a|}. \quad (7)$$

$$\alpha \approx \frac{-(x_t x_s + y_t y_s)}{r |a|}. \quad (8)$$

Az állótengely irányvektorának, vagyis a horizontferdeség meghatározásához további mérésekre van szükség, mert az átellenes skálapozíciókból α -ra kapott (5) és (8) összefüggések alapján csak egy egyenlet írható fel az állótengely keresett (x_t, y_t) koordinátáira.

Az új magassági mérések az első két mérés tengelyére merőlegesen történjenek (3. ábra).



3. ábra. A műszer kalibrálásának skálapozíciói

A mérőleges tengelyen a skálák helyvektorai: $\mathbf{b}_2 = (y_s, -x_s, 0)$ és $\mathbf{b}_2' = -\mathbf{b}_2$ lesznek, amivel aktualizáljuk az (5) és (8) képleteket:

$$\alpha_2 = \frac{\delta_2 - \delta_2'}{2r}. \quad (9)$$

$$\alpha_2 \approx \frac{-(x_t y_s + y_t x_s)}{r|\mathbf{a}|}. \quad (10)$$

Az állótengely \mathbf{a} irányvektorának (x_t, y_t) koordinátáit ezután az (5) = (8) és a (9) = (10) egyenletek megoldásaként kapjuk:

$$-x_t x_s - y_t y_s = |\mathbf{a}| \frac{\delta - \delta'}{2}. \quad (11)$$

$$-x_t y_s + y_t x_s = |\mathbf{a}| \frac{\delta_2 - \delta_2'}{2}. \quad (12)$$

A (11) – (12) egyenletek $|\mathbf{a}| = \sqrt{x_t^2 + y_t^2}$ jelentése miatt egy két-ismeretlenes másodfokú egyenletrendszerhez vezetnek, aminek létezik ugyan algebrai megoldása, de túl bonyolult.

Egyszerűsítsünk annyit a skálák elrendezésén, hogy az első (δ műszerhibájú) műszerállás x tengelyirányú legyen, ezért $x_s = r$, és $y_s = 0$, továbbá vezessük be a $\delta_{12} = \delta' - \delta$, illetve $\delta_{34} = \delta_2 - \delta_2'$ jelöléseket, akkor a (11) – (12) egyenletrendszer a következőképpen néz ki:

$$x_t = \frac{|\mathbf{a}|}{2r} \delta_{12}. \quad (13)$$

$$y_t = \frac{|\mathbf{a}|}{2r} \delta_{34}. \quad (14)$$

A (13)-(14) egyenletrendszert egyváltozósra vezethetjük vissza, ha az (x_t, y_t) koordinátákat

$$x_t = q\delta_{12}, \quad y_t = q\delta_{34} \quad (15)$$

alakban keressük. Helyettesítsük (15)-öt pl. (13)-ba, akkor kapjuk, hogy

$$q = \pm \frac{1}{\sqrt{4r^2 - \delta_{12}^2 - \delta_{34}^2}}. \quad (16)$$

Mi nem csak az állótengely irányvektorát, hanem annak a függőlegestől való α_{max} eltérését is keressük, amit az alábbi képlet szolgáltat:

$$\sin(\alpha_{max}) = \frac{\sqrt{x_t^2 + y_t^2}}{|\mathbf{a}|}. \quad (17)$$

(x_t, y_t) (15) – (16) megoldását behelyettesítve és egyszerűsítve kapjuk:

$$\alpha_{max} \approx \sin(\alpha_{max}) = \frac{\sqrt{\delta_{12}^2 + \delta_{34}^2}}{2r}. \quad (18)$$

A (18) képletből a szinusz függvényt argumentumával helyettesíthetjük, mert várhatóan kis α_{max} hibaszögéről van szó.

A fényvető β kúphibájának (6) képlete úgy interpretálható, hogy két átellenes léchiba átlagát osztjuk a skálák r műszertávolságával. Az állótengely irányvektorának meghatározásához viszont négy skála-pozícióra volt szükség, ezért a δ_2, δ_2' átellenes léchibák alapján is felírható β egy becslése. Végeredményben a négy skálapozíció miatt a műszer β kúphibájára két becslésünk lesz, ezeket átlagolva a statisztikailag robusztusabb

$$\beta = \frac{\delta + \delta' + \delta_2 + \delta_2'}{4r}. \quad (19)$$

kúphiba becsléshez jutunk, azaz vesszük a négy műszerhiba átlagát, és elosztjuk azt a műszer és a skálák r távolságával. Vegyük észre, hogy a (19) képlet jól interpretálja a szöghibák alapeseteit:

- A műszernek csak horizontferdeségi hibája van. Az átellenes műszerhibák egyformák, de ellentétes előjelűek: $\delta + \delta' = 0$, $\delta_2 + \delta_2' = 0$, tehát $\beta = 0$, vagyis nincs kúphiba.
- A műszernek csak kúphibája van. A műszerhibák egyformák: $\delta = \delta' = \delta_2 = \delta_2'$, ezért $\beta = \delta/r$, de $\delta/r = \tan(\beta)$, ami kis szögeknél jó közelítő értéke β -nak. Ezen megfontolás alapján β (19) becslését tovább élesíthetjük:

$$\tan \beta = \frac{\delta + \delta' + \delta_2 + \delta_2'}{4r} \quad (20)$$

4 A szöghibák becslése modellezett műszerhibák alapján

Különböző \mathbf{a} állótengely irányvektorokat, vagyis α_{max} horizontferdeségeket és β kúphibákat modelleztünk. Adott \mathbf{b} irányvektorú skálapozícióhoz (7) alapján kiszámítottuk az állótengely vetületének α eltérését a függőlegestől, és az $r = |\mathbf{b}|$ léctávolság ismeretében (1) alapján kiszámítottuk a δ műszerhibákat (1a. táblázat). Megvizsgáltuk, hogy a (15), (16) képletek milyen pontosan adják vissza az állótengely irányvektorát, illetve a (18), (19) képletek a modellezett szöghibákat. Vizsgálatunk alapján megállapítható, hogy a becslések csak a harmadik értékes jegyben térnek el a modellezett értékektől (1b. táblázat).

1a. táblázat. Modellezett műszerhibák az egyes skálapozíciókban

	skálapozíciók		modellezett	
	x_s [m]	y_s [m]	δ	δ műszerhiba [m]
\mathbf{b}	3	0	δ	-0.02213403
\mathbf{b}'	-3	0	δ'	0.33770862
\mathbf{b}_2	0	-3	δ_2	0.39846009
\mathbf{b}_2'	0	3	δ_2'	-0.08200263

1b. táblázat. A szöghibák becslése a modellezett műszerhibák alapján

	az állótengely iránya			horizont-ferdeségi
	kúphiba (β) [°]	x_t [m]	y_t [m]	hiba (α_{max}) [°]
modellezett	3	0.06	0.08	5.7105
becsült	3.0149449	0.060276	0.080481	5.7418

Ezen csekély hiba forrása is megmagyarázható: a képletek levezetésekor a szinusz és tangens szögfüggvényeket argumentumukkal helyettesítettük, ami 0 közelében elfogadott egyszerűsítés. A modellezett szöghibák viszont 3 – 6 fokok voltak, ami már elég távol van az origótól ahhoz, hogy becslési hibát okozzon – a gyakorlatban a megfelelő pontosságú műszerek szöghibái 1 szögperc alatt vannak, vagyis két nagyságrenddel kisebbek.

A levezetett becsülő képletek csak a skálák és a műszer r távolságát illetve a δ műszerhibákat tartalmazzák. Megvizsgáltuk, hogyan változnak a számítási eredmények, ha nem standard skálapozícióból (az első mérőléc az x tengelyhez képest $\gamma = 70^\circ$ szöggel elforgatott pozícióban van) indulunk ki (2a, 2b. táblázatok).

2a. táblázat. Modellezett műszerhibák az egyes skálapozíciókban

	skálapozíciók		modellezett	
	x_s [m]	y_s [m]		δ műszerhiba [m]
b	1.026	2.819	δ	-0.1290985
b'	-1.026	-2.819	δ'	0.4464304
b₂	2.819	-1.026	δ_2	0.0704527
b₂'	-2.819	1.026	δ_2'	0.2442570

Vizsgálatunk alapján megállapítható, hogy a szöghibák (18) és (19) becslése invariánsnak adódott (nem változik) az elforgatásra (előzetesen ezt vártuk). Az állótengely **a** irányvektorának (15) és (16) alapján becsült (x_b, y_b) koordinátáit az első skálapozícióba forgatott x tengelyű koordináta-rendszerben kaptuk meg. Mindezekből következően a valódi (x_t', y_t') koordinátákat úgy számíthatjuk ki, hogy a becsült koordinátákat ugyanolyan forgatásnak vetjük alá, mint amilyen forgatással $\cos(\gamma) = x_s / r$, $\sin(\gamma) = y_s / r$ az első (x_s, y_s) léccállást nyertük a standard $(r, 0)$ pozícióhoz képest:

$$x_t' = \frac{x_t x_s - y_t y_s}{r}, \quad y_t' = \frac{x_t y_s + y_t x_s}{r}. \quad (21)$$

2b. táblázat. A szöghibák becslése nem standard skálapozíciók esetén

	kúphiba (β)	az állótengely iránya		horizont-ferdeségi
		x_t [m]	y_t [m]	hiba (α_{max}) [°]
modellezett	3°	0.06	0.08	5.7105
becsült	3.0149908	0.096407	-0.02911	5.7418

5 Az eljárás tesztelése műszervizsgálattal

A mérőcsarnokban korábban egy Topcon forgólézeres szintezőműszer lett kalibrálva, vagyis meg lettek határozva a négy mérőlécen a műszerhibák. A mérés során teljesült az átellenes skálatengelyek merőlegessége, de a vizsgálóhelyiség adottságai miatt a műszertől a skálák eltérő távolságra helyezkedtek el (3. ábra, $|b| = 15$ m, $|b_2| = 2.3$ m). A mért δ léchibákat ezért a háromszög hasonlóság alapján 10 méter műszer-skála távolságra normáltuk, és az így korrigált léchibák alapján számítottuk ki a (19) kúphibát és a (18) horizontferdeséget (3. táblázat). A léchibákból jól látszott, hogy a műszer a szabványnak megfelelően pontos, mérési hibája nem haladta meg a 0.5 mm/m-t, ezért csak kis szöghibákra számítottunk.

Képleteinket alkalmazva az α_{max} szöghibák átlaga 38 szögmásodperc, a β szöghibák átlaga pedig 24 szögmásodperc lett, vagyis a műszernek valóban csak elhanyagolható irányhibája van. Azért beszélhetünk átlagról, mert a műszerrel több mérési sorozatot végeztünk úgy, hogy közben a műszer helyzetét (állótengelyét) változtattuk a főirányokba (0°, 90°, 180°, 270°) forgattuk. Az átlagolt eredmények hibáját a szórásukkal jellemezhetjük, és az α_{max} szöghibák szórása 5 szögmásodperc, a β kúphibák szórása pedig 3 szögmásodperc lett, ami a pontos mérések mellett a (18)-(19) képlettel számított szöghibák jó becslésére utal.

6 Összefoglalás

Geometriai modellezéssel sikerült kimutatnunk, hogy speciális helyzetű mérőléc pozíciókkal a forgólézeres szintezőműszer horizontális ferdesége és kúphibája a léceknél mért magassági hibák alapján elkülönülten meghatározható.

Az állótengely irányvektorára felírt (11)-(12) két-ismeretlenes, másodfokú egyenletrendszer megoldásainak a (15)-(16) alakban megadott közelítését adtuk meg, a szöghibák pedig a (18)-(19) képletek alapján számíthatók.

Mind a kísérleti számmodellekben (1. és 2. táblázatok), mind a valós mérések (3. táblázat) alapján sikerült az elméleti eredményeket (képleteket) validálni.

Köszönetnyilvánítás. Ezúton mondunk köszönetet Horváth Attila munkatársunknak Kalibráló Laboratóriumunk kialakításánál nyújtott segítségével, a kalibrálási jegyzőkönyvek és bizonyítványok kiadásánál végzett informatikai munkáiért, valamint a mérésekben való részvételéért. A publikáció elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János kutatási ösztöndíja támogatta (BO/00324/18).

Hivatkozások

Orbán A (2000): Minőségügyi kézikönyv. Forgólézeres szintezőműszerek kalibrálása. Belső használatra, Sopron. 30.

3. táblázat. a Topcon műszer kalibrálásának eredménye

mű- szer azi- mut	skála pozi- ció	hiba [mm]	korrigált hiba	skálaláv [m]	su- gár [m]	$\delta_{12} =$ $\delta' - \delta$	$\delta_{34} =$ $\delta_2 - \delta_2'$	α_{max} [radján]	β [radján]	α_{max} [°]	β [°]	α_{max} [']	β [']													
0°	δ'	1.5	1.00	15	10	1.667	3.913	0.00021	0.00011	0.0122	0.0061	44	22													
	δ_2'	0.0	0.00	2.3																						
	δ	-1.0	-0.67	15																						
90°	δ_2	0.9	3.91	2.3																						
	δ'	0.8	0.53	15	10	1.200	3.043	0.00016	0.00014	0.0094	0.0079	34	28													
	δ_2'	0.3	1.30	2.3																						
180°	δ	-1.0	-0.67	15																						
	δ_2	1.0	4.35	2.3																						
	δ'	-0.9	-0.60	15	10	-1.933	-3.478	0.00020	0.00011	0.0114	0.0060	41	22													
270°	δ_2'	0.8	3.48	2.3																						
	δ	2.0	1.33	15																						
	δ_2	0.0	0.00	2.3																						
270°	δ'	-0.9	-0.60	15	10	-1.867	-2.609	0.00016	0.00013	0.0092	0.0072	33	26													
	δ_2'	0.8	3.48	2.3																						
	δ	1.9	1.27	15																						
	δ_2	0.2	0.87	2.3																						
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">Átlag</td> <td style="width: 10%;">0.00018</td> <td style="width: 10%;">0.00012</td> <td style="width: 10%;">0.0105</td> <td style="width: 10%;">0.0068</td> <td style="width: 10%;">38</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Szórás</td> <td>0.00003</td> <td>0.00002</td> <td>0.0015</td> <td>0.0009</td> <td>5</td> </tr> </table>														Átlag	0.00018	0.00012	0.0105	0.0068	38		Szórás	0.00003	0.00002	0.0015	0.0009	5
	Átlag	0.00018	0.00012	0.0105	0.0068	38																				
	Szórás	0.00003	0.00002	0.0015	0.0009	5																				