



# Giroteodolitok használata a budapesti 4-es metró alapponthálózatánál

Szabó Gergely doktorandusz,  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,  
Általános- és Felsőgeodézia Tanszék

## 1. Bevezető

E cikk a 2004 júniusában sikeresen megvédett diplomamunkám fő tartalmának összefoglalása. Diplomamunkám célja a jövőbeni, alagútbéli azimuttméréseknek az előkészítése, a metróépítéshez kapcsolódó giroteodolitos mérések gyakorlati alapjainak a megteremtése volt.

A cikkben bemutatom egy MOM Gi-B3 típusú pörgettyűs teodolittal a 4-es metró felszíni vízszintes alapponthálózatában (DBR-hálózat) végzett kalibráló-méréseim és vizsgálataim eredményeit, ismertetem a felszíni hálózat és a giroteodolit összhangjának megteremtése érdekében tett gyakorlati lépéseket.

## 2. Előzmények

Az elmúlt két évtizedben a fejlett világban egyre több és több alagút épült és épül, melyek a városi és a városközi gyors közlekedést segítik. Az épülő vasúti és közúti alagutak egyre hosszabbak, így e területen ismét előtérbe került a giroteodolitok alkalmazása. Jelzi ezt a MOM giroteodolitok iránti ma is létező nemzetközi érdeklődés. (MOM giroteodolitokat sikerrel használtak a budapesti, a varsói, a prágai metróépítkezéseken, a CERN Genf melletti 27 km hosszú részecskegyorsító alagútjának építésekor és persze a bányászatban.)

A giroteodolitokat eredetileg katonai célra fejlesztették ki, szabatos, gyors és független iránymegadás segítésére. A szabatos iránymegadás a bányászatban és az alagútépítésben is létfontosságú kérdés, így a hetvenes években megjelent, polgári célokra gyártott pörgettyűs teodolitok ezen iparágakban hamar elterjedtek.

A néhai Magyar Optikai Művekben (MOM) teljes egészében magyar fejlesztésű pörgettyűs teodolitok készültek a hatvanas évek második felétől kezdve 1990-ig. A pörgettyűs teodolit

témában különböző szerzőktől tucatnyi publikáció jelent meg Magyarországon. A világhírű MOM giro-műszerek főkonstruktőreként ismert *Pusztai Ferenc* munkássága méltó elismerés-ként Kossuth díjat kapott. (Zárójelben jegyezzük meg, hogy a MOM pörgettyűs teodolitokkal a hetvenes évek végére elért három szögmásodperces mérési pontosságot a németek csupán az ezredfordulóra tudták elérni, de sorozatgyártásra ma sem képesek.)

Budapesten jövőre kezdetét veszi a 4-es metróvonal mélyvezetésű vonalalagútjainak az építése. (Első ütemben egy 7,3 km hosszú vonalszakasz épül.) Az elvégzendő geodéziai feladat nem új, hiszen a hetvenes években is használtak MOM giroteodolitokat a budapesti metró építésekor, de az elmúlt harminc évben mind az automatizált fúrópajzsok, mind a geodéziai mérés technika és az informatika területén óriási előrelépés történt.

A korábbi metróépítésekhez képest a 4-es metró építésekor új elemként említhetjük a MOM Gi-B3 típusú giroteodolitot, az áttörési pontossági követelményben történt szigorítást. (Tájékoztató: a vízszintes értelmű áttörési pontossági követelmény:  $\pm 40$  mm, amelyet  $3\sigma$ -ként kell érteni [10].) További újdonság a fúrópajzs teljes mértékben automatizált geodéziai irányítása: az alagúttengely kitűzését szoftveresen támogatott, távvezérelt mérőállomásokon és egyéb szenzorokon alapuló ipari mérőrendszerek végzik (gyakorlatilag a fúrópajzs valós idejű navigációjáról van szó).

Az automatizált alagúthajtás sokszögvonala tájékozásának független ellenőrzésére giroteodolit fog szolgálni, melynek az áttörési követelmény szigorodása miatt nagy a jelentősége, mi több, a giroteodolitok alkalmazása a 4-es metró építésekor más műszerrel és más módszerrel nem helyettesíthető. A metróépítésen legnagyobb valószínűség szerint MOM Gi-B3 típusú giroteodolitot fognak alkalmazni.

A giroteodolitokat illetően nem történt pontosági változás a harminc–negyven évvel ezelőtti állapotokhoz képest: a MOM Gi-B21 már a hetvenes években  $\pm 3''$  középphibával („külső pontosság”) szolgáltatta egy hálózati irány azimutját. Sajnos ma már nincs ilyen típusú működőképes műszer. Ugyanezt a pontosságot képviseli azonban a német Gyromat 2000 típusú teodolit. Korábbi metró- és bányamérések alkalmával rendszeresen használtak MOM Gi-B2 típusú műszert, amellyel a meghatározott földfelszín alatti irányok középphibája  $\mu_{A, giro} = \pm 5-8''$  között volt [1]. A MOM Gi-B2 műszerre vonatkozó gyári adatok alapján a szokásos H-H-M-M-H-H elrendezésben (ahol H: felszíni hitelesítő mérés; M: földfelszín alatti iránymeghatározás)  $\mu_{A, giro} = \pm 4,4-7,9''$  ami a külső pontosságot jellemző középphiba [1].

### 3. Giroteodolitok használata a budapesti 4-es metró alapponthálózatában

#### 3.1. Giroteodolitos mérések és eredményeik

Ismert, hogy a giroteodolitokkal akkor tudjuk elvégezni egy föld alatti irány tájékozását, ha előtte egy vagy több ismert azimutú irányon méréseket végeztünk, s ezáltal a giroteodolit és az adott vízszintes alapponthálózat összhangját biztosító  $\Delta$  műszerállandót meghatároztuk.

A 4-es metró esetében a felszín alatti, alagútbeli azimutmérésekhez alkalmazandó MOM Gi-B3 giroteodollal méréseket végeztünk a már elkészült felszíni vízszintes alapponthálózatban. Méréseink és a kapcsolódó számítások eredményei a következők:

- a hálózatot és a műszert jellemző Budapesti Önálló Városi Rendszer (BÖV) műszerállandó értéke és pontossági mérőszáma,
- az azimutmérések és azimutmeghatározások pontossági mérőszámai,
- giro-hitelesítő irányok „metró-azimutja”-i.

Ezen mennyiségek mérőszámai a vízszintes alapponthálózat paramétereinek és a műszer ismétlődőképességének (pontosságának) a függvényei.

#### 3.2. Vízszintes alapponthálózat

A Dél-Buda–Rákospalota vízszintes alaphálózat (DBR-hálózat, a 4-es metró alaphálózata) zömlemel kényszerközpontosítóval ellátott tetőpillérekkel állandósított, irány- és távolságmérési technológiával mért hálózat, alapja a budapesti felső-

rendű háromszögelési hálózat (azaz a BÖV). A hálózatot a HUNGEOD Kft. létesítette (1997–98), és annak folyamatos karbantartásáról, ellenőrző méréseiről is gondoskodik. A hálózat pontjainak helyzetét a budapesti városi sztereografikus vetületi síkon számították, koordinátakiegyenlítés-sel. A vetületi síkkoordináta rendszer délkeleti tájolású.

A DBR-hálózat a BÖV része, emiatt a továbbiakban nem teszünk különbséget a DBR-hálózatbeli és a BÖV azimutok, irányszögek és koordináták között, jelölésként pedig a BÖV megjelölést használjuk.

A meghatározott pontok koordináta-középphibáinak átlaga (2003):

$$\mu_{y \text{ átlag}} = \pm 3,1 \text{ mm} \quad \mu_{x \text{ átlag}} = \pm 2,9 \text{ mm}.$$

Az irányonként számított iránymérések középphibáinak átlaga (2003):

$$\mu_i \text{ átlag} = \pm 1,2''.$$

#### 3.3. Tájékozó-azimutmérések MOM Gi-B3 giroteodollal

A DBR-hálózatban MOM Gi-B3 típusú giroteodollal végzett mérések esetében következőképpen kapjuk meg egy mért irány BÖV-irányszögét:

$$\delta = A - \mu + (\Delta_{ir}) \pm 180^\circ, \quad (1)$$

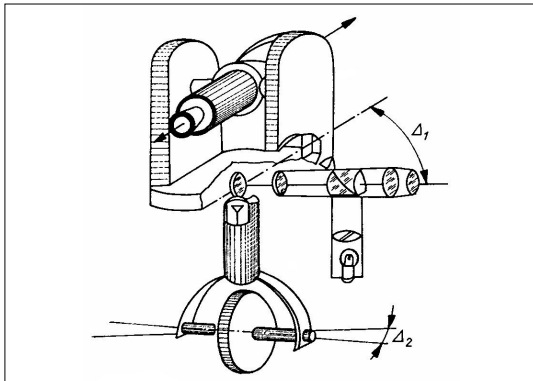
ahol

$$A = (I - N_0) + \Delta \quad (2)$$

a mért irány azimutértéke, továbbá

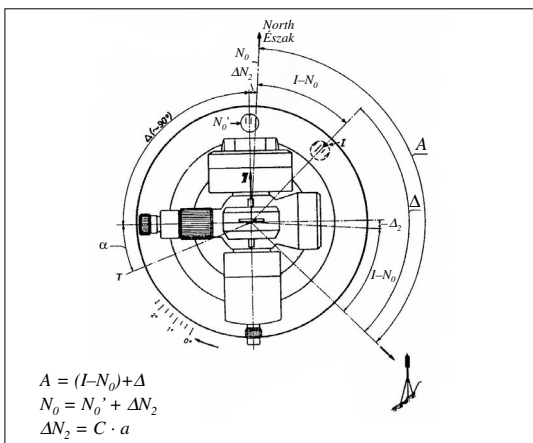
- $\mu$ : vetületi meridiánkonvergencia (előjeles mennyiség),
- $\Delta_{ir}$ : második irányredukció – értéke a budapesti irányok esetében elhanyagolhatóan kicsi,
- $I$ : mért irány irányértéke,
- $N_0$ : a csillagászati északi irány irányértéke,
- $\Delta$ : a giroteodolit műszerállandója (amely minden esetben  $\Delta_1$  és  $\Delta_2$  összege, azaz:  $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$ ),
- $\pm 180^\circ$ : a délkeleti síkkoordinátarendszer-tájolás miatt szükséges irányszög-korrekción.

Ahhoz, hogy a föld alatti, giroteodollal tájékozott irányoknak az (1) és (2) alapján számított irányszögei a felszíni hálózat tájékozásával összhangban legyenek, a  $\Delta$  és  $\Delta_2$  műszerállandót a felszíni hálózat egyes irányain végzett azimutmérésekből számítjuk.



1. ábra A MOM Gi-B3 gireteodolit  $\Delta_1$  és  $\Delta_2$  műszerállandója [9]

A műszerre jellemző  $\Delta$  műszerállandót mindenkor a beépített két műszeregység (teodolit, érzékelőegység) műszerállandóinak az algebrai összege szolgáltatja. A  $\Delta_1$  műszerállandó értéke egy segédtükör segítségével az azimutmérés helyén, míg a  $\Delta_2$  műszerállandó értéke csak ismert azimutú irányon végzett mérés alapján határozható meg.



2. ábra A  $\Delta$  teljes műszerállandó és az azimut a MOM Gi-B3 gireteodoliton [11]

#### 4. A műszerállandó meghatározása

A DBR-hálózatot és az alkalmazott MOM Gi-B3 műszert együttesen jellemző  $\Delta_{2,BÖV}$  műszerállandó meghatározásának lépései a következők:  
 a) (2) alapján egy ismert azimutú irányon (alapon) meghatározzuk a  $\Delta_2$  műszerállandónak a terepi azimutmérésekhez szükséges  $\Delta_{2,k}'$  kezdeti értékét. (Lásd 4.1.)

b) (2) alapján,  $\Delta_{2,k}'$  felhasználásával azimutméréseket végzünk a DBR-hálózat kiválasztott oldalain. (Lásd 4.2.)

c) Az alapvonalon ellenőrizzük, hogy  $\Delta_{2,k}'$  kezdeti értéke nem változott-e meg: a változást figyelembe véve  $\Delta_{2,k}$  felhasználásával képezzük a mért azimutokat  $\Rightarrow A_{i,mért}$ . (Lásd 4.3.)

d) BÖV-koordinátákból kiszámítjuk a mért hálózatoldalak  $A_{i,számított}$  azimutjait. (Lásd 4.4.)

e) Képezzük az  $A_{i,mért}$  és az  $A_{i,számított}$  azimutértékek különbségeit, majd a kapott értékek átlagát levonjuk a műszerállandó  $\Delta_{2,k}$  kezdeti értékéből, így megkapjuk a  $\Delta_{2,BÖV}$  értékét. (Lásd 4.5.)

A későbbi hitelesítő mérések céljára  $\Delta_{2,BÖV}$  felhasználásával képezzük a Bosnyák-téri giro-hitelesítő irányok „metró-azimutja”-it.

A méréseimhez a MOM által 1991-ben gyártott és a Folio Bt. által felújított, korábban nem használt MOM Gi-B3 típusú, ingás felfüggesztésű, automatikus követésű, analóg leolvasású gireteodoliton használtam, lengéscsillapítós mérőegységének módszerével (1. és 2. ábra). A méréseket 2004. március és május hónapjaiban végeztem. A műszer minden szempontból kifogástalan állapotban volt.

##### 4.1.

A GeoDesy Kft. budapesti telephelyén található ismert azimutú alapvonalán végzett mérések alapján a műszerállandó  $\Delta_{2,k}'$  kezdeti értéke (5 db független mérésből):

$$\Delta_{2,k}' = 1^\circ 06' 07,2'' \quad (3)$$

(Az alapvonal azimutját a Bosnyák téri BGTV hitelesítő-irányokról vezették le.)

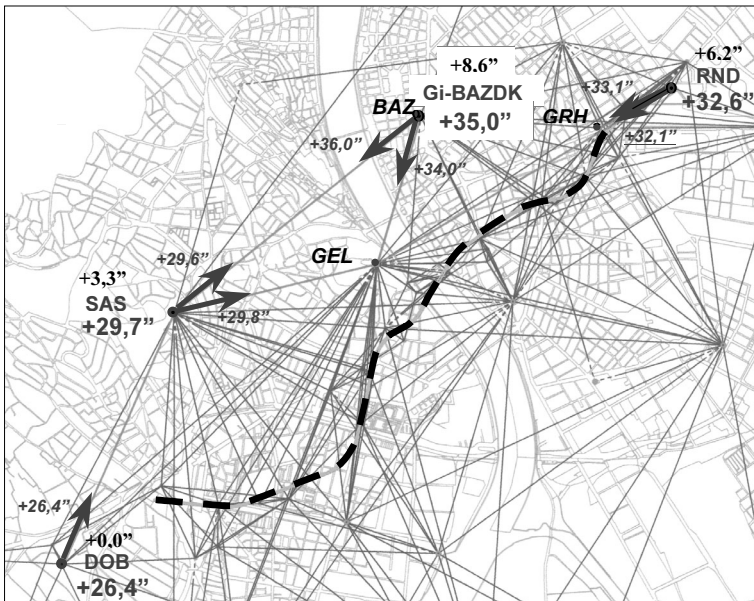
##### 4.2.

A műszerállandó-meghatározáshoz használt hálózatoldalakat a 3. ábra mutatja.

A gireteodolittal mért hálózatoldalak szándékosan követik a metróvonal fő irányvonalát, az azimutmérés állomáspontjai megközelítőleg egyenes kiosztásban vannak és a Gellért-hegy pontra közel szimmetrikusak (a Gellért-hegy pontban van a BÖV vetületi kezdőpontja). Ezáltal csökkenthetők a mérési hibák, a hálózat különböző részeinek tájékozási hibái és a valóság-vetület kapcsolat okozta ellentmondások.

Minden terepi állomásponton két független azimutmérést végeztünk.

A terepi mérések során praktikus segédeszközöket és apró trükköket kellett bevetni, mert műszerállványal csak a Dobogó-hegy, a Szent



3. ábra A giroteodolitos azimutmérések helyei és az azimuteltérések

István-bazilika és a Bosnyák téri állomáspontra lehetett felállni. A pillérekre csak egy speciális műszerállvány, a pillérszék segítségével tudtunk felállni. A Bazilika kupolateraszának mellvédjén állandósított alapontra sem műszerállvánnyal, sem pillérszék segítségével nem lehetett a giroteodolitot felállítani, így ott a közelben lévő délkeleti teraszon létesített állomáspontról mértünk. A pont helyzetét a mellvéden lévő két DBR-alapponthól ívhátametszéssel határoztuk meg.

A pontok: DOB = Dobogó-hegy; SAS = Sas-hegy; Gi-BAZDK = giro-álláspont a Szent István-bazilika délkeleti teraszán; BAZ = Szent István-bazilika tornya; GRH = Grand Hotel; RND = Rendőrség (a számok jelentése a szövegben található).

A 3. ábrán álló betűkkel jelöltük a giro-mérések álláspontjait (az állomásnevek azonosítóit), dőlő betűvel a csak irányzott pontokat. Az azimutmérések irányát a nyilak jelzik. A nyilak mellé írt dőlőbetűs számok az irányonkénti közepes azimuteltérés értékei (az irányonkénti azimutmérések középértékének és a BÖV koordinátákból számított azimutnak a különbsége). Az állomásnevek azonosítója alatt a nagy, álló betűs számok az állomásonkénti közepes azimuteltérések (BÖV). Az állomásnevek fölé írt kisbetűs számok az állomási azimuteltérések relatív eltérései (BÖV) a Dobogó-hegy (DOB) állomási azimuteltéréséhez képest, ha

a DOB állomási azimuteltérése zérus értékű. A relatív eltéréseket  $-4,3''$ ,  $-1,0''$ ,  $+4,3''$ ,  $+1,9''$  alakban is fel lehetett volna írni. Ismerve az azimutmeghatározások  $\pm 7''$  körüli középhibáját, érezhető, hogy igen nagy valószínűség szerint csak mérési hibákról beszélhetünk, és nincs szó hálózatalcsavarodásról. Ezt támasztják alá a hálózat pontossági mérőszámai is.

#### 4.3.

A terepi mérések elvégzése után a GeoDesy Kft. alapvonalán végzett mérések alapján ellenőriztük a műszerállandó  $\Delta_{2,k}'$  kezdeti értékét (6 db független mérésből):

$$\Delta_{2,k}'' = 1^\circ 05' 57,3'' \quad (4)$$

Az  $A_{i,mért}$  azimutértékek számításához felhasznált műszerállandó (3) és (4) középértéke:

$$\Delta_{2,k} = 1^\circ 06' 02,2'' \quad (5)$$

#### 4.4.

(1)-et rendezve, BÖV koordinátákból számítjuk a mért hálózatoldalak  $A_{i,számított}$  azimutjait.

#### 4.5.

Képeztük az  $A_{i,mért}$  és az  $A_{i,számított}$  azimutértékek  $dA_{BÖV}$  azimuteltéréseit, majd az irányonkénti, állomásonkénti és egymással való közepeléssel kapott  $dA_{BÖV}'$  „átlagos állomási azimuteltérés”-t (5) értékéből levonva megkapjuk a DBR-hálózathoz és a felhasznált műszerhez legjobban illeszkedő műszerállandót:

$$\Delta_{2,BÖV} = 1^\circ 05' 31,3'' \quad (6)$$

Az egyes azimuteltéréseket az I. táblázat tartalmazza. (A méréseket – egyéb megalapozott elmélet hiányában – azonos súlyal vettük figyelembe.)

A  $\Delta_{2,BÖV}$  műszerállandó pontossága a  $dA_{BÖV}'$  érték szórásával jellemezhető:

$$\mu_{\Delta_{2,BÖV}} = \mu_{dA_{BÖV}'} = \pm 3,7'' \quad (7)$$

A  $\Delta_{2,BÖV}$  műszerállandó (6) alatti értéke csak a mérésekhez használt giroteodolit-érzékelőegység párt jellemzi a metró DBR-alapponthálózatában!

A mért és a számított azimutok eltérései

I. táblázat

Mért irány megnevezése	Azimuteltérés $dA_{BÖV}$	Írányonkénti közepes azimuteltérés	Állomásonkénti közepes azimuteltérés
	$A_{mért} - A_{számított}$	$dA_{irány,közepes}$	$dA_{állomási,közepes}$
	[mp]	[mp]	[mp]
<b>DOB – SAS</b>	27,1	26,4	26,4
Dobogó-hegy (kő) – Sas-hegy (vasasztal)	25,6		
<b>SAS – BAZ</b>	27,0	29,6	29,7
Sas-hegy (vasasztal) – Bazilika torony	32,3		
<b>SAS – GEL</b>	27,9	29,8	
Sas-hegy (vasasztal) – Gellért-hegy (tripód)	31,8		
<b>GiBAZDK – SAS</b>	36,1	36,0	35,0
Bazilika giro-álláspont – Sas-hegy (vasasztal)	36,0		
<b>GiBAZDK – GEL</b>	33,8	34,0	
Bazilika giro-álláspont – Gellért-hegy (tripód)	34,1		
<b>RND – GEL</b>	35,0	32,1	32,6
Rendőrség (tetőpillér) – Gellért-hegy (tripód)	29,2		
<b>RND – GRH</b>	35,6	33,1	
Rendőrség (tetőpillér) – Grand Hotel (tetőpillér)	30,5		
átlagos azimuteltérés $dA_{BÖV}$ : szórás:	31,6  ±3,7	átlagos állomási azimuteltérés $dA_{BÖV}'$ : szórás:	30,9  ±3,7

**5. Az azimutmérések és azimutmeghatározások számított pontossági mérőszámai**

A MOM Gi-B3 giroteodolittal elérhető azimutmeghatározási pontosság (külső pontosság): ±5" – ±8" [11].

Az alábbiakban közölt pontossági mérőszámokat a rendelkezésre álló mérési eredmények alapján, a hibaterjedés és a tapasztalati szórás képletének felhasználásával számítottuk. (A független azimutmérési eredmények száma: 14 db laboratóriumi azimut, 8+2 db terepi azimut.)

A metró alapponthálózatában MOM Gi-B3 giroteodolittal elvégzett mérésekből meghatározott azimut középhibája:

$$\mu_{A,hálózati,meghatározás} = \pm 7,1'' \quad (8)$$

A metró alapponthálózatában jelölt irány (majdani alagútbéli sokszögvonal-tájékoztató irány, sokszögoldal) MOM Gi-B3 giroteodolittal elvégzett azimutmeghatározásának lehetséges pontossága:

$$\mu_{A,jelölt\ irány,hálózati,meghatározás} = \pm 6,8'' - \pm 8,2'' \quad (9)$$

Meg kell említeni, hogy az azimutmérés pontossága MOM Gi-B3 giroteodolittal mérve egy tö-

kéletes hálózatot feltételezve sem csökkenthető ±3" – ±4" érték alá.

$$\mu_{A,mérés,idealizált} = \pm 4,1'' \quad (10)$$

**6. A Bosnyák téri giro-hitelesítő irányok „metró-azimutja”-i**

A későbbi giroteodolit-hitelesítőmérések elvégzését szolgáló Bosnyák téri hitelesítő-irányoknak (2) alapján, a DBR-hálózatban végzett azimutmérések (6) eredményét felhasználva számítható azimutja az ún. „metró-azimut”:

$$A_{1/a,metró} = 127^{\circ} 44' 39,3'' \pm 5,8'' \quad (11)$$

$$A_{1/b,metró} = 128^{\circ} 26' 21,1'' \pm 5,7'' \quad (12)$$

A (11) és (12) eredmények alig térnek el az 1/a és 1/b jelű hitelesítő irányoknak a BGTV által 1986-ban csillagászati észlelésekből meghatározott azimutjaitól, amelyek értéke:

$$A_{1/a,BGTV} = 127^{\circ} 44' 40,41'' \pm 0,81'' \quad (13)$$

$$A_{1/b,BGTV} = 128^{\circ} 26' 22,21'' \pm 0,46'' \quad (14)$$



A (11) és (12) „metró-azimut” felhasználásával (2) alapján bármely giroteodolit DBR-hálózathoz illeszkedő műszerállandója meghatározható. Ezekből az értékekből a MOM Gi-B3 giroteodolittal meghatározható  $\Delta_{2,metró}$  műszerállandó pontossága  $\mu_{\Delta_{2,metró}} = \pm 6,4'' - \pm 7,1''$  tartományba esik. Ezt a műszerállandót felhasználva az alagútbéli tájékozáshoz, a tájékozás elérhető pontossága:

$$\mu_{A,jelölt\ irány,hálózati,meghatározás, „metró”} = \pm 8,3'' - \pm 9,6'' \quad (15)$$

A (11) és (12) „metró-azimut” nagy középphibája, valamint a (11) és (13), ill. a (12) és (14) közötti csekély (1,1'') eltérés miatt a giroteodolitok kalibrálására nagyobb biztonsággal felhasználható a két Bosnyák téri giroteodolit-hitelesítő irány igen kedvező középphibájú (13) és (14) azimutja, amelyekből MOM Gi-B3 giroteodolittal meghatározható  $\Delta_{2,BOS}$  műszerállandó pontossága  $\mu_{\Delta_{2,BOS}} = \pm 3,0'' - \pm 4,5''$  tartományba esik. Ezt a műszerállandót felhasználva az alagútbéli tájékozáshoz, a tájékozás elérhető pontossága:

$$\mu_{A,jelölt\ irány,hálózati,meghatározás,BOS} = \pm 6,1'' - \pm 7,9'' \quad (16)$$

## 7. Összefoglalás

A metróépítés megkezdésekor rendelkezésre kell állnia egy a DBR-hálózat tájékozáshoz illeszkedő műszerállandójú giroteodolitnak és egy hitelesítő iránynak. Ennek a giroteodolitnak a műszerállandóját határoztuk meg a 2004 tavaszán végzett mérések alapján.

- A kísérleti mérésekből megállapítottuk:
- a mérésekhez használt MOM Gi-B3-as giroteodolit DBR-hálózathoz illeszkedő  $\Delta_2$  műszerállandójának értéke:  $\Delta_{2,BÖV} = 1^\circ 05' 31,3''$ ; pontossága:  $\mu_{\Delta_{2,BÖV}} = \pm 3,7''$ ,
  - a MOM Gi-B3 giroteodolit  $\Delta_2$  műszerállandójának lehetséges pontossága a DBR-hálózatban:  $\pm 3,5'' - \pm 4,5''$ ,
  - a giroteodolitok hitelesítéséhez, azaz a  $\Delta_2$  műszerállandó meghatározásához a Bosnyák téri hitelesítő irányok  $127^\circ 44' 40,41'' \pm 0,81''$  és  $128^\circ 26' 22,21'' \pm 0,46''$  BGTV-azimutjait javasolt felhasználni,
  - a 4-es metró építések egy alagútbéli, végpontjain jelölt irány MOM Gi-B3 giroteodolittal elvégezhető tájékozáshoz elérhető pontossága:  $\pm 6'' - \pm 8''$ . Az alagútbéli sokszögvonaltájékozáshoz legcélszerűbb lett volna a kísérleti mérésekhez használt giro-

teodolit-érzékelőegység pár használata. Sajnos azt a műszert 2004 őszén egy malajziai egyetem megvásárolta.

## Köszönetnyilvánítás

Munkálataim során nyújtott segítségükért külön köszönetemet fejezem ki *Hörcsöki Ferenc, Bátyi Ferenc, Marschalek Béla, Tóth Lajos és dr. Dede Károly* uraknak.

## Benutzen von Kreiselscheidoliten beim Bau der 4. U-Bahn Linie in Budapest

G. Szabó

Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel ist eine Kurzfassung der Diplomarbeit vom *Dipl. Ing. Gergely SZABÓ* – der zur Zeit PhD Student der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest an dem Departement für Geodäsie und Vermessung ist.

Im Artikel handelt es sich um die Methode und die Realisation des Bestimmens der Werteder instrument- und fixpunktnetzabhangigen  $\Delta_2$  Kreiselscheidolitenkonstante, welcher beim Bau der Budapester U-Bahn Linie 4 zu verwenden können. Der Autor teilt die bestimmten Werte der Konstante und deren Standardabweichungen mit. Unter anderem wird eine sogenannte „Metro-Azimut” der Eichvisuren berechnet, die für die Kalibration verschiedener Kreiselscheidoliten im Einsatz beim Tunnelbau zu verwenden kann.

Zuletzt wird die erreichbare Genauigkeit der zukünftigen Stollenkontrollmessungen und Orientierungsmessungen des Tunnelfixpunktnetzes mit der Verwendung der Kreiseln mitgeteilt. Dieses Wert – die Genauigkeit der Azimutbestimmung einer markierten Visur – liegt zwischen  $\pm 6'' - \pm 8''$  (alte Sekunden).

Alle Angaben gelten an MOM Gi-B3 Kreiselscheidoliten.

## IRODALOM

[1] *Halmos F.*: Föld alatti létesítmények tájékozása giroteodolittal, különös tekintettel az áttörési mérésekre, Geodézia és Kartográfia, 1968/4

[2] *Halmos F.*: Giroteodolitok geodéziai alkalmazásának elméleti és gyakorlati kérdései I–II. Sopron, 1970–71

[3] *Halmos F.*: A MOM Gi-B2 giroteodolit és alkalmazása föld alatti tájékozó méréseknél, Geodézia és Kartográfia, 1967/2

[4] *Halmos F.*: Giroteodolitok állandójának meghatározása, Geodézia és Kartográfia, 1966/6

[5] *Joó I.*: A pörgettyűs teodolittal meghatározott földi irányok pontossága (Kandidátusi értekezés), Budapest, 1967

[6] *Halmos F.*: Giroteodolitos azimutmeghatározások módszertani és pontossági vizsgálata, Geodézia és Kartográfia, 1968/1

[7] *Jobb J.*: Föld alatti és külszíni tájékozó mérések pörgettyűs teodolittal, Geodézia és Kartográfia 1967/5.

#### EGYÉB FORRÁSOK

[8] *Busics Gy.*: Tájékozó mérések giroteodolittal a budapesti metró építésénél. Diplomamunka, BME Építőmérnöki Kar, Budapest, 1977

[9] *Fialovszky L.* (szerk.): Geodéziai műszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979

[10] Metró Tervezési Irányelvek. Közlekedés és Postaügyi Minisztérium, Budapest, 1979

[11] Magyar Optikai Művek: Használati és szabályozási utasítás MOM Gi-B3 típusú giroteodolittoz (a kiadás éve nem ismert)

[12] *Höröcsöki F.* (HUNGEOD Kft.): A Dél-Buda-Rákospalota metróvonal (4-es metró) építését szolgáló vízszintes és magassági alaphálózat létesítése rövidített műszaki leírásának szerkesztett változata. HUNGEOD Kft., Budapest, 2004

[13] *Szabó G.*: Giroteodolitok használata a budapesti 4-es metró alapponthálózatában. Diplomamunka, BME Építőmérnöki Kar, Általános- és Felsőgeodézia Tanszék. Budapest, 2004

# GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

hirdetési díjai:

## SZÍNES ODALAK

hátsó külső oldal	110.000,-Ft
címlap belső oldal	90.000,-Ft
hátsó belső oldal	70.000,-Ft

## FEKETE-FEHÉR /BELSŐ

1 oldal	35.000,-Ft
1/2 oldal	23.000,-Ft
1/4 oldal	11.000,-Ft
1/8 oldal	8.000,-Ft

Egyedi megbeszélés alapján lehetőség van szórólap elhelyezésére is.

Áraink az ÁFÁ-t tartalmazzák.

Az árak nyomdakész hirdetésre vonatkoznak, többszöri megrendelés esetén kedvezmény!

Jogi tagjaink részére 10 % engedményt adunk!

A kézirat leadási határideje minden hónap harmadika.

Megrendelés és hirdetésfelvétel:

## MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG

1027 Budapest, II. Fő u. 68. V. emelet 510. Telefon: 201-86-42 Fax: 201-25-26