



Az EOMA elsőrendű hálózat régi és új méréseinek feldolgozása és összehasonlítása Magyarország északkeleti részén

Virág Gábor

Kozmikus Geodéziai Osztály

GISopen

Székesfehérvár, 2017.04.13.



BUDAPEST FŐVÁROS
KORMÁNYHIVATALA

Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály

1149 Budapest, Bosnyák tér 5.

Telefon: +36 (27) 200-803

E-mail: virag.gabor@gnssnet.hu

ELŐZMÉNYEK

- 1975-1978 EOMA I. rendű hálózat mérése
- 2007-2009 EOMA I. rendű hálózat újramérése Magyarország ÉK-i részén
- 2010-ben új mérések feldolgozása és összehasonlítása a régi mérésekkel
- Szabályos hiba a mérési eredményekben
- Komparálási problémák (méretarány)

EOMA

- I.
- II.
- III. rendű hálózat

Átlagos ponttávolság
700 m belterület
1200 m külterület

Kéregmozgási alappontok
I. és II. rendű vonalak mentén

Gravimetriai mérések

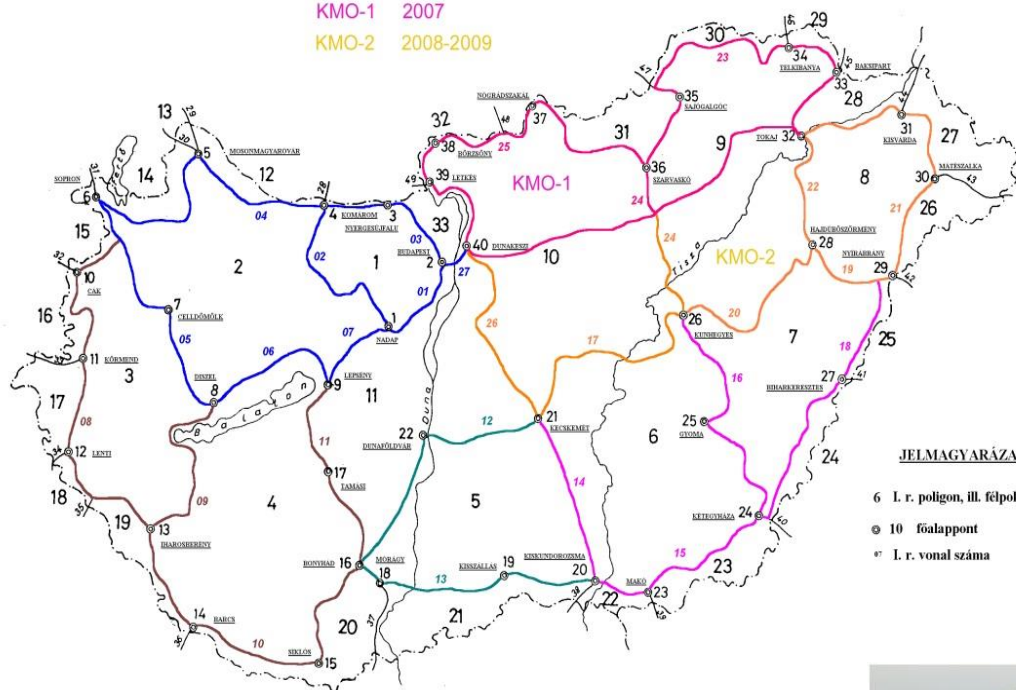
Normáljavítások
Asztronómiai korrekciók

20-30 évenkénti újramérés

II. és III. rendű vonalak poligononként K-ről kiindulva
III. rendű pontok GPS technológiával, 2005-re lett teljes

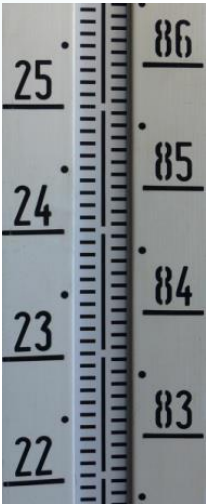
AZ EGYSÉGES ORSZÁGOS MAGASSÁGI ALAPPONTHÁLÓZAT
I. RENDŰ HÁLÓZATA

KMO-1 2007
KMO-2 2008-2009



MÉRÉSEK

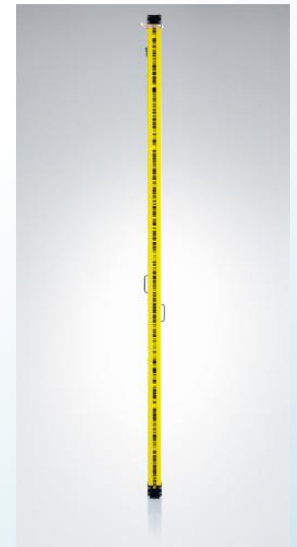
- Hagyományos felsőrendű szintezőműszer, fél cm osztású invárbetétes szintezőlécek
- Digitális szintezőműszer, vonalkód osztású invárbetétes szintezőlécek

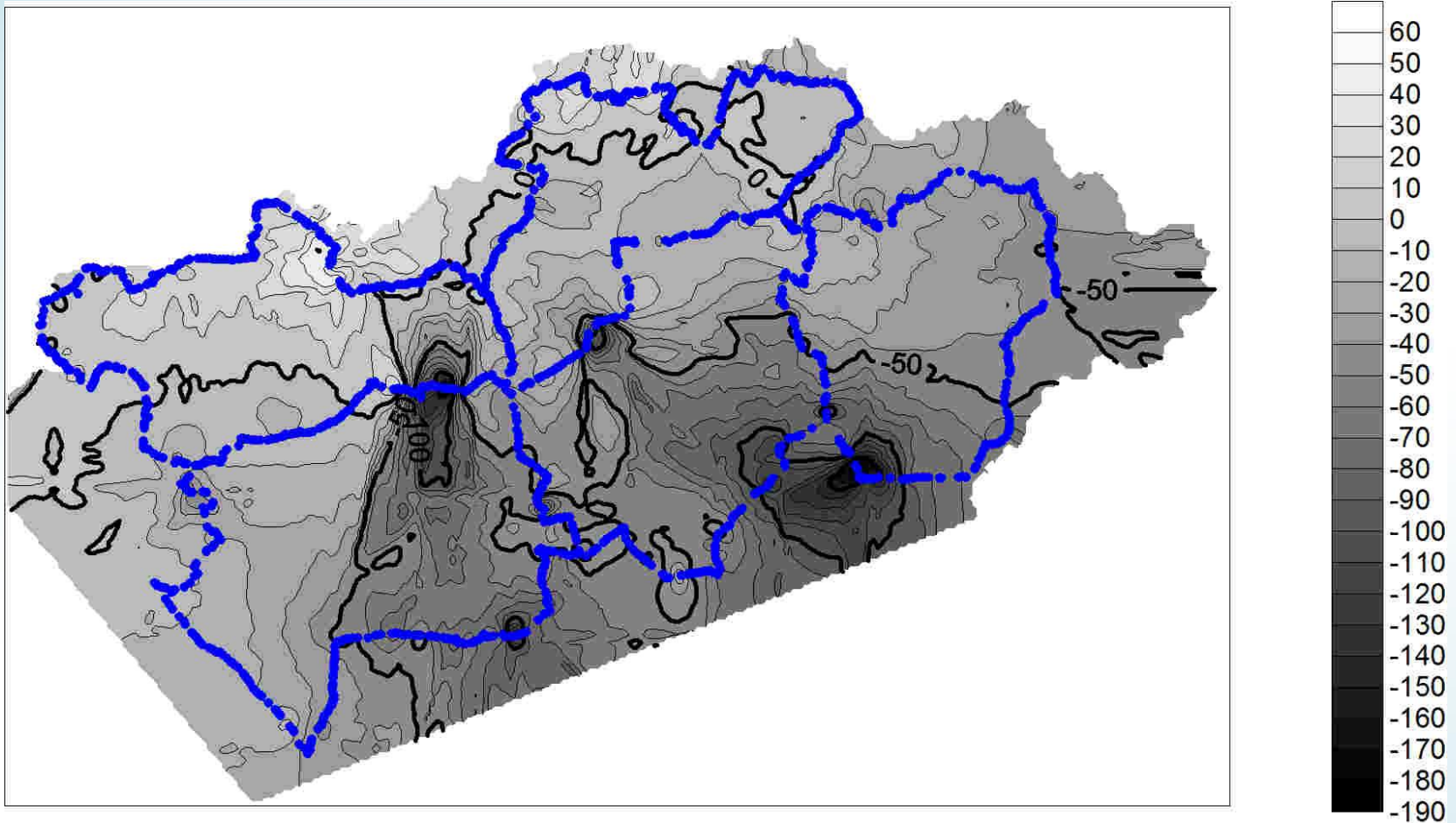


MOM Ni-A31



Leica DNA03





Az EOMA elsőrendű hálózat régi és új méréseinek feldolgozása és összehasonlítása Magyarország északkeleti részén
GISopen, Székesfehérvár, 2017. 04. 11-13.

Szabályos hiba az új mérésekben Komparálás/Kalibrálás problémája

Régi mérések újra feldolgozása és önálló
kiegyenlítése

Kalibrálás hibájának hatása a mérési
eredményekre

RÉGI MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

- Mérési adatok csak papír formátumú jegyzőkönyveken
- Mérési adatok és kiegészítő információk (észlelő, műszer, lécek, mérési idő, hőmérséklet, ...) adatbázisba rendezése
- Komparálási jegyzőkönyvek adatainak összegyűjtése **Pusztay komparátorral**

MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

Szintezőléc osztásvonás hibák **mérési
módszerrel nem küszöbölhető ki !**

Komparálás/Kalibrálás két alapvető módszer:

1. Normál métert hasonlítunk össze a léccel különböző szakaszaival **lécméter**
2. Lézer interferométerrel minden osztás megmérve a null ponthoz képest, majd összehasonlítva az elméleti értékkel **lécméter**

MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

Hagyományos invárbetétes szintezőlécpár komparálási eredményei 20°C-ra átszámolva

Dátum	Lécméter 20°C fokon milliméter	Lécméter 20 °C fokon ppm
1973.02.02.	0,019	19
1974.01.	0,014	14
1975.04.14.	-0,006	-6
1976.01.13.	-0,025	-25

**komparálás pontossága
lényegesen rosszabb,
mint a lécek
osztásvonásainak
gyártási pontossága**

Vonalkódosztású szintezőléceinek kalibrálási eredményei 20°C-ra átszámolva

Dátum	27055 léc [ppm]	26696 léc [ppm]
1994-95	2,83	-3,58
1998	2,00	-3,79
1999	3,44	-1,21
2000	2,96	-2,83

RÉGI MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

Szintezési
vonalak mért
magasság-
különbsége
komparálási
javítással és
komparálási
javítás nélkül

Vonalszám	Vonalhossz [km]	Mért magasságkül. első módszer (komp. jav.- sal) [m]	Mért magasságkül. második módszer (komp. jav. nélkül) [m]	Különbség [mm]
0017	136,29	-28,14047	-28,14015	-0,32
0019	45,23	16,51778	16,51769	0,09
0020	113,33	32,07973	32,07976	-0,03
0021	211,08	-35,43930	-35,43846	-0,84
0022	77,02	-18,91126	-18,91109	-0,17
0023	301,53	105,41192	105,41173	0,19
0024	94,20	-118,57870	-118,57841	-0,29
0025	291,21	-82,03058	-82,02827	-2,31
0026	151,76	-8,40442	-8,40602	1,60
09xx	123,52	-11,41624	-11,41612	-0,12
10xx	115,17	-153,75031	-153,75027	-0,04

A szintezőlécek kalibrálása/komparálása nagyon fontos feladat. Csak kalibrálás/komparálás alapján bizonyítható, hogy a szintezőléc mérésre alkalmas állapotban van.

ÚJ MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

Digitális adatformátum

Mérési adatok + egyéb információk

Lézer interferométeres kalibrálás

Egyedi hőtágulási együttható (kalibrálással)

Klasszikus inváracél 1,2 ppm/°C (64% acél,
36% nikkel)

Új lécek ~0,7 ppm/°C vagy ~0,4 ppm/°C
(kobalt)

SZABÁLYOS HIBA

Új mérések, észlelési differencia ~85% pozitív

Ugyanazon mennyiségre végzett ismételt mérések különbségének (d_i) várható értéke: 0

$$\left| \sum d_i \right| \leq 0,25 \sum |d_i|$$

Homogenizálás

$$\left| \sum d_i \sqrt{P_i} \right| \leq 0,25 \sum \left| d_i \sqrt{P_i} \right|$$

SZABÁLYOS HIBA

Szabályos hiba vizsgálata az újramért szintezési vonalakon

Vonal- szám	Szaka- szok száma	Vonal hossza L [km]	Észlelési diff. d [mm]	d/L [mm/km]	$\left \sum d_i \sqrt{P_i} \right $	0,25* $\sum \left d_i \sqrt{P_i} \right $	Mérések számt. köz. középhib. [mm]
0017	195	133,48	37,83	0,28	28,49	13,82	0,24
0019	65	45,35	1,85	0,04	1,02	3,53	0,19
0020	139	112,71	30,96	0,27	23,67	9,36	0,22
0021	293	212,22	75,63	0,36	60,57	22,18	0,25
0022	96	77,55	31,31	0,40	24,64	8,41	0,28
0023	427	298,53	152,62	0,51	122,29	43,51	0,32
0024	115	89,90	26,34	0,29	22,32	10,88	0,32
0025	412	280,07	106,31	0,38	80,59	33,85	0,28
0026	205	150,57	28,31	0,18	22,64	15,86	0,27
09xx	166	123,00	46,75	0,38	33,68	14,38	0,28
10xx	140	112,80	45,04	0,40	34,37	13,40	0,29
	2253	1635,88	582,95	0,36	454,28	189,20	0,28

SZABÁLYOS HIBA

Szabályos hiba vizsgálata az eredeti EOMA mérések alapján

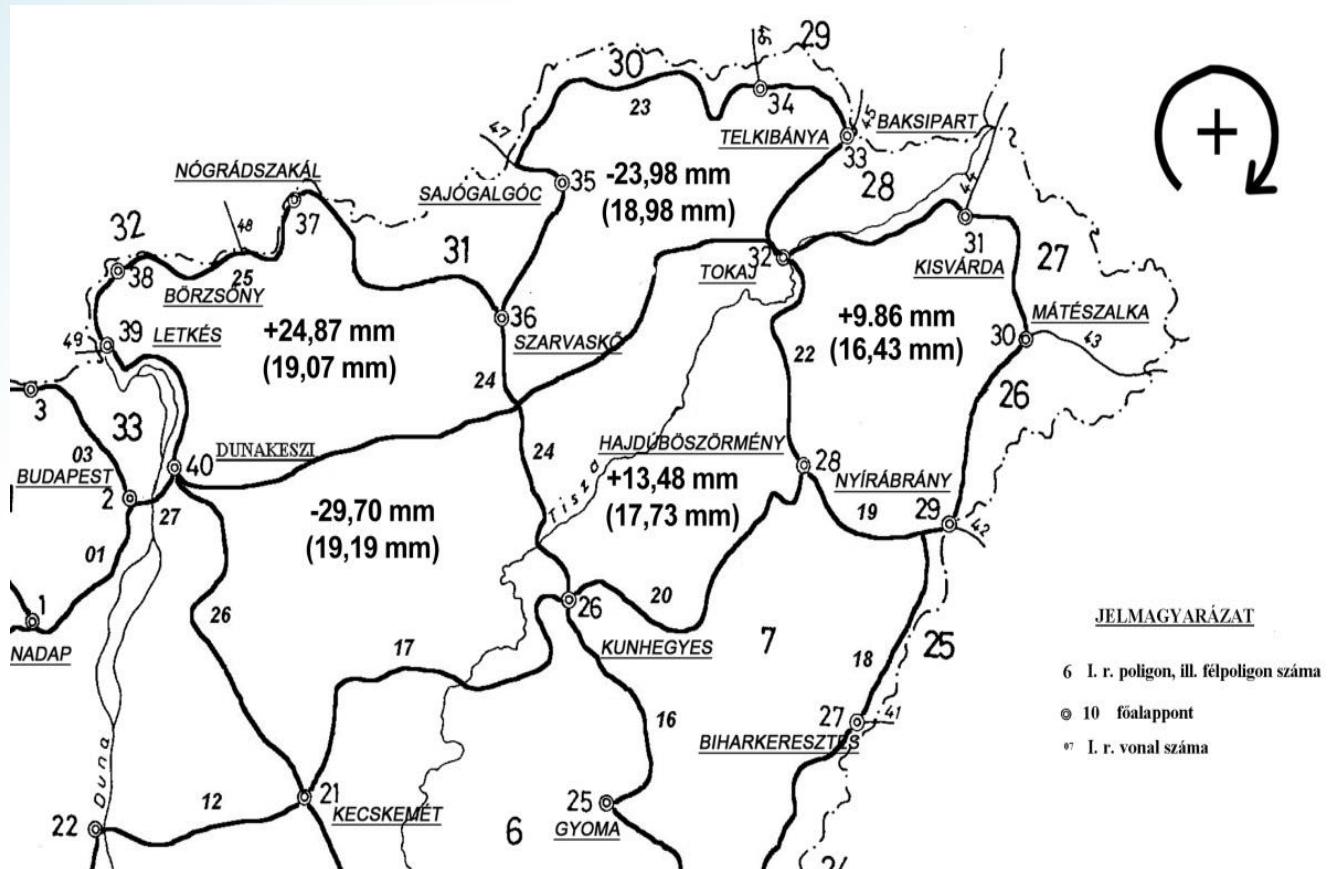
Vonal- szám	Szaka- szok száma	Vonal hossza L [km]	Észlelési diff. d [mm]	d/L [mm/km]	$\left \sum d_i \sqrt{P_i} \right $	$0,25^* \sum \left d_i \sqrt{P_i} \right $	Mérések számt. köz. középhib. [mm]
0017	195	136,29	0,51	0,00	0,40	19,17	0,33
0019	64	45,23	5,81	0,13	3,58	6,14	0,33
0020	134	113,33	11,66	0,10	8,84	14,10	0,35
0021	279	211,08	13,22	0,06	15,28	27,79	0,33
0022	95	77,02	-3,51	-0,05	3,06	10,02	0,36
0023	426	301,53	10,26	0,03	8,76	40,42	0,33
0024	117	94,20	17,43	0,19	12,34	10,30	0,30
0025	409	291,21	19,51	0,07	19,76	40,48	0,34
0026	201	151,76	38,35	0,25	31,13	19,58	0,33
09xx	167	123,52	-11,29	-0,09	23,36	22,73	0,47
10xx	142	115,17	-2,21	-0,02	13,31	19,96	0,47
	2229	1660,34	99,74	0,06	139,82	230,69	0,33/0,47

MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

- Normáljavítás
- Asztronómiai korrekció
- Poligonzárások

$$\omega \leq 0,9\sqrt{L} \quad \text{mm}$$

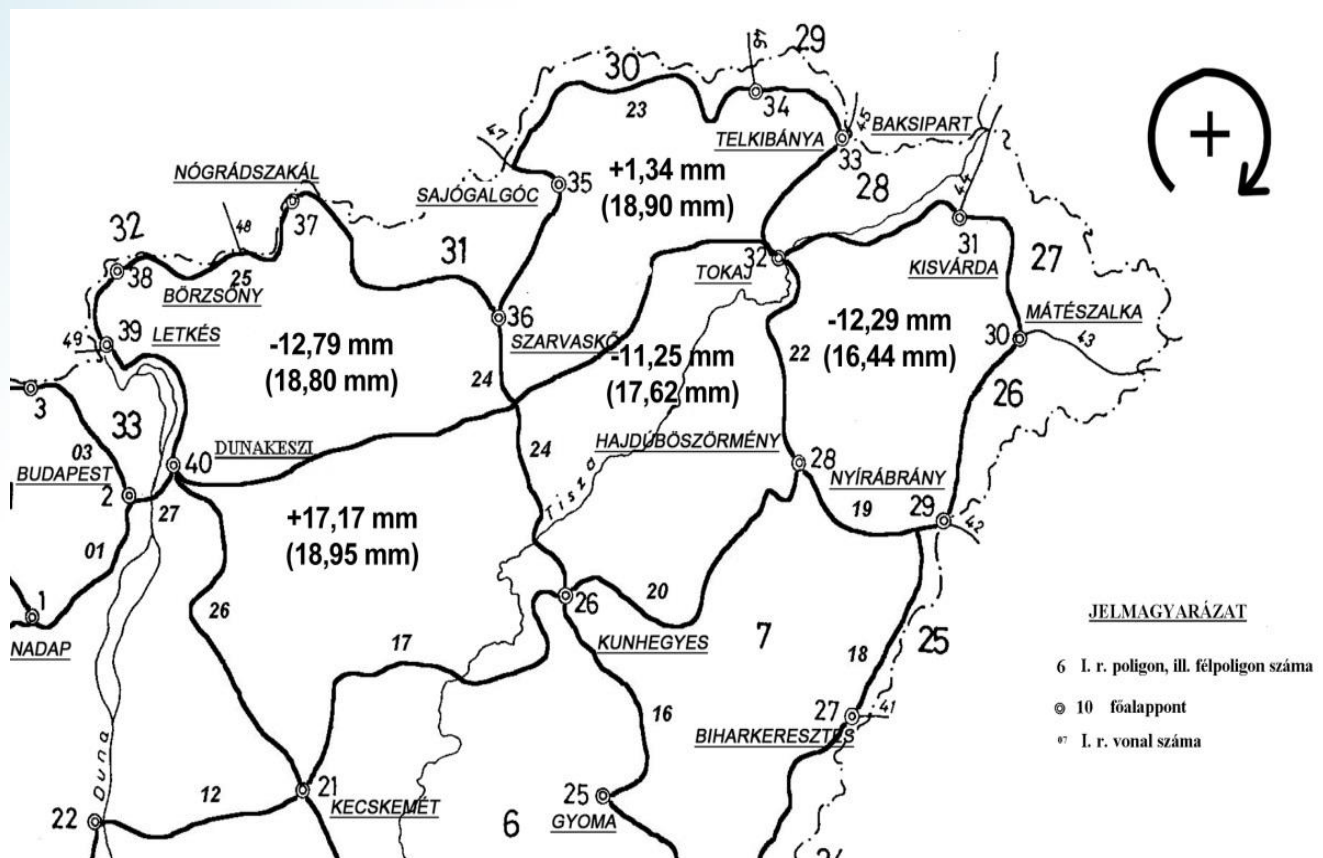
MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA



Az eredeti EOMA hálózat poligon záróhibái

Az EOMA elsőrendű hálózat régi és új méréseinek feldolgozása és összehasonlítása Magyarország északkeleti részén
GISopen, Székesfehérvár, 2017. 04. 11-13.

MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA



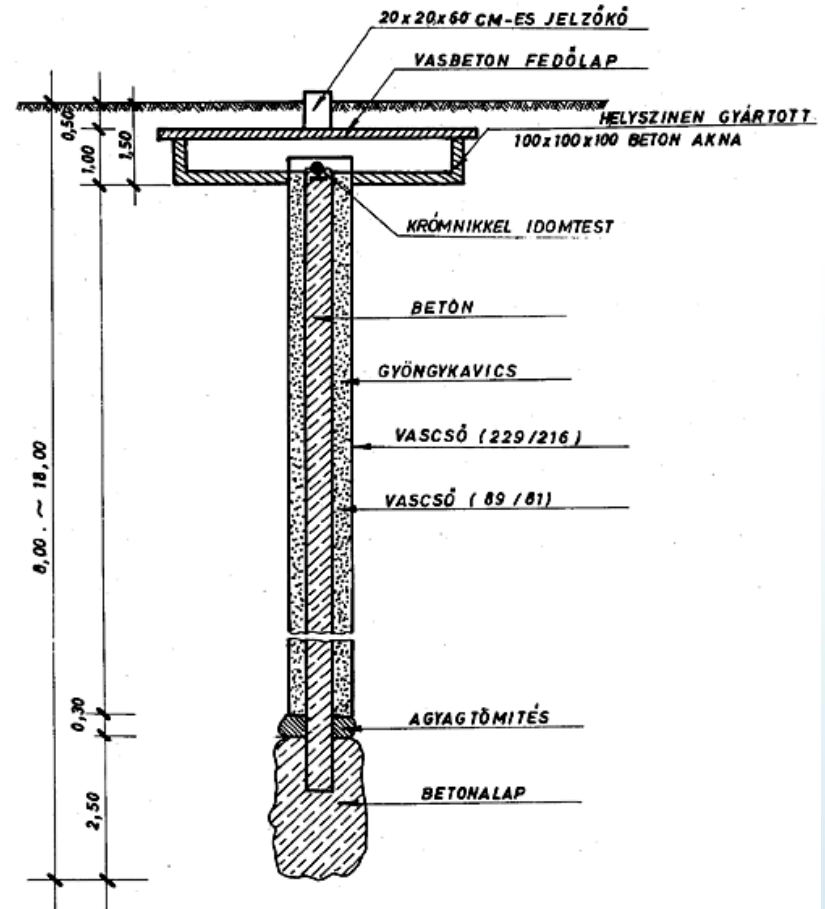
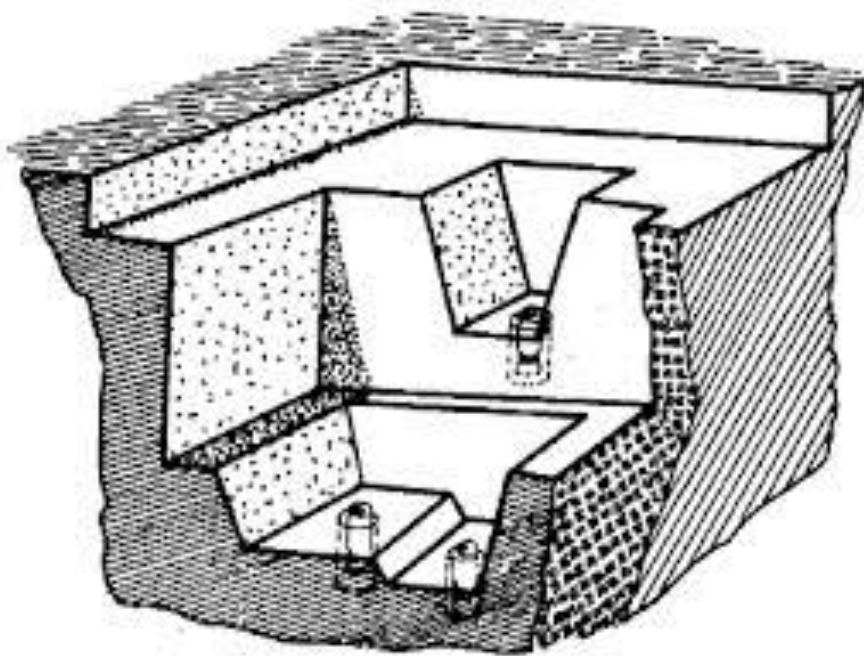
Az újramért EOMA hálózat poligon záróhibái

Az EOMA elsőrendű hálózat régi és új méréseinek feldolgozása és összehasonlítása Magyarország északkeleti részén
GISopen, Székesfehérvár, 2017. 04. 11-13.

MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA

- Régi és új EOMA szintezési vonalak önálló kiegyenlítése
- Kiegyenlítés közvetítő egyenletekkel (II. kiegyenlítési csoport)
- Szarvaskő főalappont koordinátája megkötve
- Főalappontok és szintezési csomópontok magasságainak számítása
- A szintezési vonalban lévő pontok magasságának számítása

MÉRÉSEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

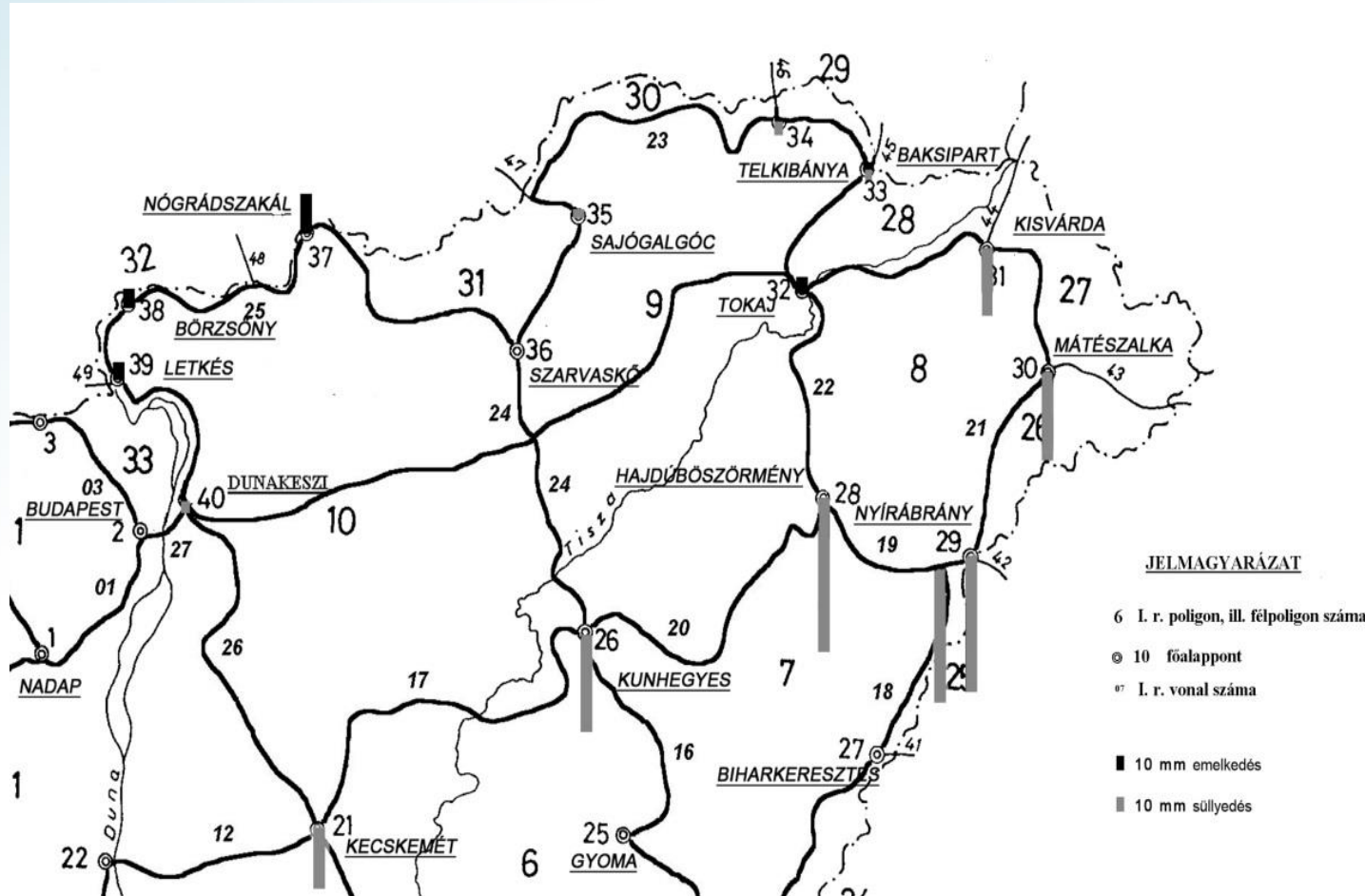


MÉRÉSEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Főalappont/Csomópont		EOMA	EOMA	Eltérés	Típus	EOMA	Eltérés
Neve	Száma	régi (önálló) h_1 [m]	új (önálló) h_2 [m]	[mm]		régi (nem önálló) [m]	[mm]
Kecskemét	0000021-1	115,830	115,796	-34	Fúrt	115,823	-28
Kunhegyes	0000026-1	87,675	87,626	-49	Fúrt	87,671	-44
Hajdúböszörmény	0000028-1	119,754	119,678	-76	Fúrt	119,748	-70
Vámospercs	0018032-1	136,276	136,209	-67	Fúrt	136,271	-62
Nyírábrány	0000029-1	136,084	136,016	-67	Fúrt	136,078	-62
Mátészalka	0000030-1	120,049	120,001	-47	Fúrt	120,043	-42
Kisvárd	0000031-1	103,293	103,260	-33	Fúrt	103,286	-26
Tokaj	0000032-1	100,834	100,842	8	Szikla	100,826	16
Baksipart	0000033-1	105,258	105,255	-4	Szikla	105,251	4
Telkibánya	0000034-1	243,299	243,294	-5	Szikla	243,293	1
Sajógalgóc	0000035-1	144,013	144,011	-2	Szikla	144,011	0
Szarvaskő *	0000036-1	206,245	206,245	0	Szikla	206,245	0
Nógrádszakál	0000037-1	164,414	164,434	20	Szikla	164,409	25
Börzsöny	0000038-1	248,251	248,258	7	Szikla	248,243	15
Letkés	0000039-1	109,743	109,754	11	Szikla	109,733	21
Dunakeszi	0000040-1	124,230	124,227	-3	Fúrt	124,218	9

Az EOMA elsőrendű hálózat régi és új méréseinek feldolgozása és összehasonlítása Magyarország északkeleti részén
GISopen, Székesfehérvár, 2017. 04. 11-13.

MÉRÉSEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA



Főalappontok és csomópontok magasságainak változása

Az EOMA elsőrendű hálózat régi és új méréseinek feldolgozása és összehasonlítása Magyarország északkeleti részén
GISopen, Székesfehérvár, 2017. 04. 11-13.

A PONTOK MOZDULATLANSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Matematikai statisztikai próbával t-próba

$$H_0 : h_1 - h_2 = 0$$

$$t = \frac{h_1 - h_2}{\sqrt{f_1 m_1^2 + f_2 m_2^2}} \sqrt{\frac{(f_1 + 1)(f_2 + 1)(f_1 + f_2)}{(f_1 + 1) + (f_2 + 1)}}$$

h_1, h_2 kiegyenlített magasságok

m_1, m_2 kiegyenlített magasságok középpontjai

f_1, f_2 fölös mérések száma

Konfidencia szint $p=0.90$

$f = f_1 + f_2 = 10$

$t_{0,90;10} = 1,812$



A PONTOK MOZDULATLANSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Főalappont/Csomópont		h_1-h_2	m_1	m_2	t-próba	
Neve	Száma	[mm]	[mm]	[mm]		
Kecskemét	0000021-1	-34,0	8,8	5,6	-7,98	
Kunhegyes	0000026-1	-49,5	8,4	5,3	-12,21	
Hajdúböszörmény	0000028-1	-76,3	10,2	6,4	-15,52	
Vámspércs	0018032-1	-67,2	10,0	6,4	-13,86	
Nyírábrány	0000029-1	-67,4	10,0	6,3	-13,97	
Mátészalka	0000030-1	-47,2	9,8	6,2	-9,96	
Kisvárd	0000031-1	-33,4	9,6	6,1	-7,19	
Tokaj	0000032-1	7,8	9,3	5,9	1,73	m.
Baksipart	0000033-1	-3,6	7,9	5,0	-0,94	m.
Telkibánya	0000034-1	-5,3	6,8	4,3	-1,61	m.
Sajógalgóc	0000035-1	-2,4	1,5	1,0	-3,26	
Szarvaskő *	0000036-1	0,0	0,0	0,0	-	-
Nógrádszakál	0000037-1	20,0	3,3	2,1	12,52	
Börzsöny	0000038-1	7,4	5,9	3,7	2,60	
Letkés	0000039-1	10,8	6,8	4,3	3,29	
Dunakeszi	0000040-1	-3,2	8,8	5,5	-0,76	m.

Főalappontok és csomópontok mozdulatlanságának vizsgálata
(egy pont magasságának megkötésével számolt középhibák)

A PONTOK MOZDULATLANSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Főalappont/Csomópont		h_1-h_2	m_1	m_2	t-próba	
Neve	Száma	[mm]	[mm]	[mm]		
Kecskemét	0000021-1	-34,0	6,7	4,2	-10,53	
Kunhegyes	0000026-1	-49,5	5,7	3,6	-18,21	
Hajdúböszörmény	0000028-1	-76,3	6,3	4,0	-25,04	
Vámospércs	0018032-1	-67,2	6,1	3,9	-22,73	
Nyírábrány	0000029-1	-67,4	6,1	3,9	-22,80	
Mátészalka	0000030-1	-47,2	5,8	3,7	-16,81	
Kisvárd	0000031-1	-33,4	5,6	3,6	-12,29	
Tokaj	0000032-1	7,8	5,3	3,4	3,03	
Baksipart	0000033-1	-3,6	5,3	3,4	-1,40	m.
Telkibánya	0000034-1	-5,3	5,4	3,4	-2,03	
Sajógalgóc	0000035-1	-2,4	5,5	3,5	-0,90	m.
Szarvaskő *	0000036-1	0,0	5,6	3,5		-
Nógrádszakál	0000037-1	20,0	6,3	4,0	6,56	
Börzsöny	0000038-1	7,4	6,9	4,4	2,21	
Letkés	0000039-1	10,8	7,1	4,5	3,15	
Dunakeszi	0000040-1	-3,2	7,6	4,8	-0,87	m.

Főalappontok és csomópontok mozdulatlanságának vizsgálata
(pseudoinverz alkalmazásával számolt középhibák)

ÖSSZEFOGLALÁS

- Jelenkori felszínmozgást mutatja a két mérés között (műhold radar technológia)
- Újramérés mielőbbi folytatása szükséges (GNSS helymeghatározás)
- Negyedik dimenzió (idő) bevezetése a nyilvántartásokban (tervezés)



**Köszönöm megtisztelő
figyelmüket!**



BUDAPEST FŐVÁROS
KORMÁNYHIVATALA

**Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály
Kozmikus Geodéziai Osztály**

1149 Budapest, Bosnyák tér 5.
Telefon: +36 (27) 200-803
E-mail: virag.gabor@gnssnet.hu