

GPS Jegyzőkönyv

Mérést végezte: Ekart Csaba, Kincs Boglárka

Mérés helye: ITK 420. Mérőlabor és az ITK környéke

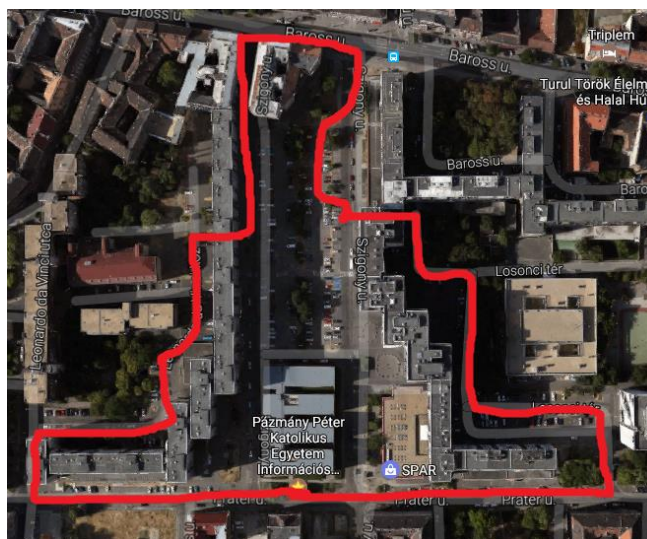
Mérőeszköz: GPS vevő, Számítógép, VisualGPS programcsomag

1. A séta bejárása

A mérés során bejártuk az ábrán látható útvonalat, és folyamatosan rögzítettük az adatokat a GPS vevő segítségével. Az elkészült fület, a VisualGPS segítségével az általunk használt számítógépen is betöltöttük.



Survey Window



Google Maps

2. Kincs Boglárka mérési pontjának elemzése

A mérést a Losonczi tér iskolaudvaránál állva végeztük.

NMEA elemzés

- \$GPRMC,112700.1,A,4729.24078,N,01904.91572,E,002.05,097.1,060417,004.1,E,D*38

Nyitó mondat

112700	A rögzítés ideje: 11:27:00 UTC
A	A vevő státusza: OK
4729.24078,N	Földrajzi szélesség: 47° 29.24078' észak
01904.91572,E	Földrajzi hosszúság: 19° 4.91572' kelet
002.05	A Földhöz viszonyított sebesség csomóban
097.1	Írányszög fokban
060417	A mérés dátuma 2017.04.06.
004.1,E	Mágneses tér változás 4.1 kelet
*38	checksum

- \$GPGGA,112700.1,4729.24078,N,01904.91572,E,2,15,0.7,119.7,M,42.0,M,,*55

Pozíció adatok

112700	A rögzítés ideje: 11:27:00 UTC
A	A vevő státusza: OK
4729.24078,N	Földrajzi szélesség: 47° 29.24078' észak
01904.91572,E	Földrajzi hosszúság: 19° 4.91572' kelet
2	DGPS fix
15	Látható műholdak száma
0.7	HDOP
119.7,M	Tengerszint feletti magasság: 119.7 méter
42.0,M	A WGS-84 ellipszoid felületétől való távolság: 42 méter
*55	checksum

- \$GPGSA,A,3,15,13,17,19,12,71,93,66,28,92,24,74,1.3,0.7,1.2*37

GPS DOP és aktív műholdak állapota

A	Pozicionálás módja: Automatikus
A	A vevő státusza: OK
3	Pozicionálás állapota: 3D
15,13,17,19,12,71,93,66,28,92,24,74	A pozicionálásban résztvevő műholdak ID-je
1.3	PDOP
0.7	HDOP
1.2	VDOP
*37	checksum

- \$GPGSV,4,1,16,39,20,126,00,15,64,260,44,13,61,167,47,17,43,108,31*78
 \$GPGSV,4,2,16,19,33,137,29,12,15,229,40,71,50,049,41,93,49,274,33*79
 \$GPGSV,4,3,16,66,52,294,37,28,37,052,45,92,29,208,37,24,37,289,39*78
 \$GPGSV,4,4,16,74,23,329,31,70,22,032,40,76,30,092,40,30,13,093,30*71

GPS műholdak láthatósága

4	Az ebben a ciklusban érkezett üzenetek száma
1,2,3,4	Az adott üzenet sorszáma
16	Az összes látható műhold száma
*78,*79,*78,*71	checksum

Műhold ID	Rálátás magassági szöge	Rálátás hosszúsági szöge	SNR (jel-zaj arány)
39	20	126	0
15	64	260	44
13	61	167	47
17	43	108	31
19	33	137	29
12	15	229	40
71	50	49	41
93	49	274	33
66	52	294	37
28	37	52	45
92	29	208	37
24	37	298	39

Koordináták átváltása

A NMEA mondatokból kiolvasott koordináták az alábbiak voltak:

- Földrajzi szélesség: $47^{\circ} 29.24078'$ észak
- Földrajzi hosszúság: $19^{\circ} 4.91572'$ kelet

Tudjuk, hogy 1 szögmásodperc az 1 szögperc 1/60-ad része, ebből:

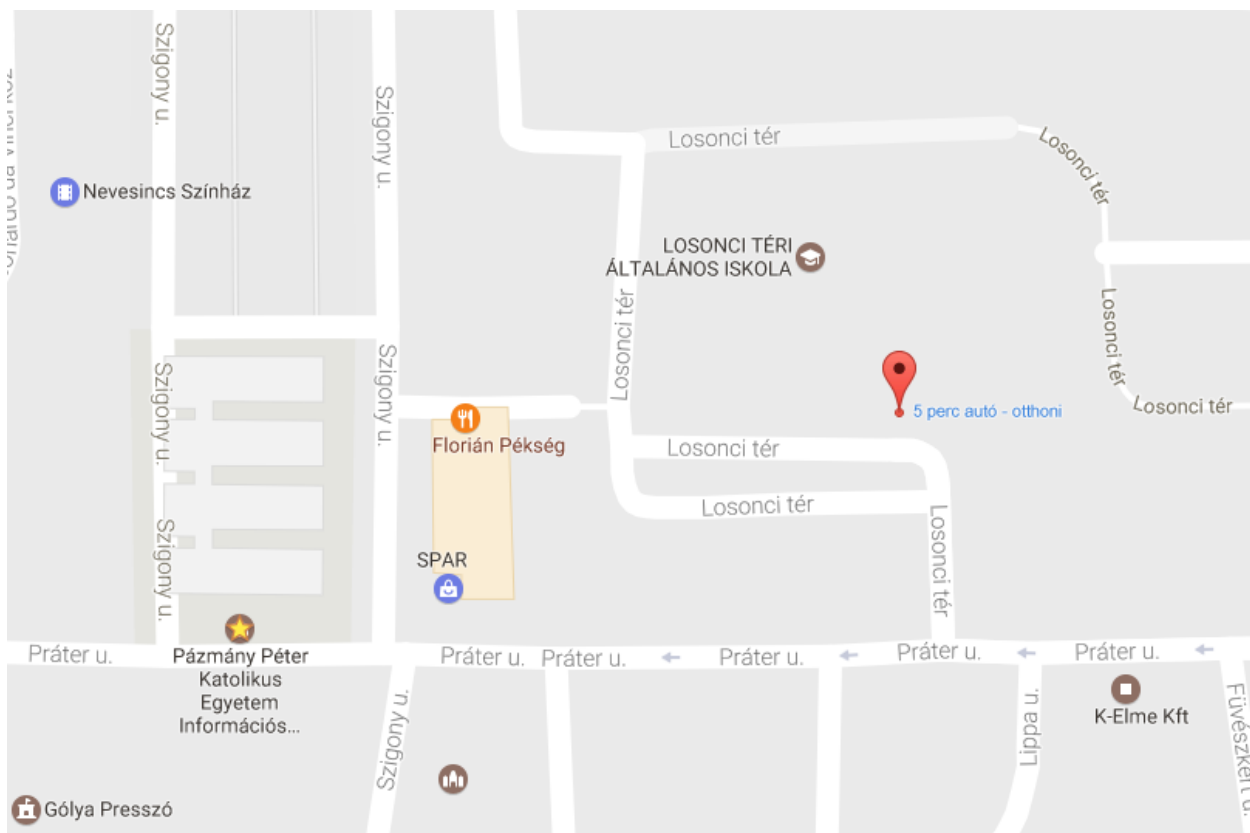
$$0.24078' = 14.4468''$$

$$0.91572' = 54.9432''$$

Tehát a mérési pont koordinátái szögfok, szögperc, szögmásodperc formátumban így írható:

- Földrajzi szélesség: $47^{\circ} 29' 14.4468''$ észak
- Földrajzi hosszúság: $19^{\circ} 4' 54.9432''$ kelet

Elhelyezkedés a Google Mapsen



Szögmásodperc hosszúsága adott pontban

Amit tudunk, hogy a (0,0) pont az egyenlítőn helyezkedik el, s az egyenlítő hossza pedig 40075 km. Ebből:

- Egy fok távolsága: $\frac{40075}{360} = 111.133 \text{ km}$
- Egy szögperc távolsága: $\frac{40075}{360 \cdot 60} = 1.852 \text{ km}$

- Egy szögmásodperc távolsága: $\frac{40075}{360 \cdot 60^2} = 0.0309 \text{ km} = 30.92 \text{ m}$

A saját pontunkban ki kell számolnunk az adott pontban a Föld kerületét. Ehhez a

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{R}{R_{\text{Föld}}}$$

összefüggést használhatjuk. A Föld sugara 6371 km.

Először végezzük el az átalakítást fokba:

- Földrajzi szélesség: $47^\circ 29' 14.4468''$ észak $= 47 + \frac{29}{60} + \frac{14.4468}{60^2} = 47.48735^\circ$
- Földrajzi hosszúság: $19^\circ 4' 54.9432''$ kelet $= 19 + \frac{4}{60} + \frac{54.9432}{60^2} = 19.08193^\circ$

Ezt követően a fent felírt képletbe behelyettesítve:

$$\sin(90^\circ - 47.48735^\circ) = \sin(42.51265^\circ) = \frac{R}{6371} \rightarrow R = 6371 \cdot 0.6758 = 4305.22 \text{ km}$$

Ebből a kör kerület képletébe behelyettesítve:

$$K = 2r\pi = 2 \cdot 4305.22 \cdot \pi = 27050.5 \text{ km}$$

Innen az előző részfeladat alapján

- Egy fok távolsága: $\frac{27050.5}{360} = 75.14 \text{ km}$
- Egy szögperc távolsága: $\frac{27050.5}{360 \cdot 60} = 1.25 \text{ km}$
- Egy szögmásodperc távolsága: $\frac{27050.5}{360 \cdot 60^2} = 0.0209 \text{ km} = 20.09 \text{ m}$

A távolság kiszámítása

A mérési sorrendben 5-tel Boglárka után következő személy Gersei Roland volt, aki a Leonardo Da Vinci köznél végett mérést. Kikerestük a neki megfelelő sort a logfileban.

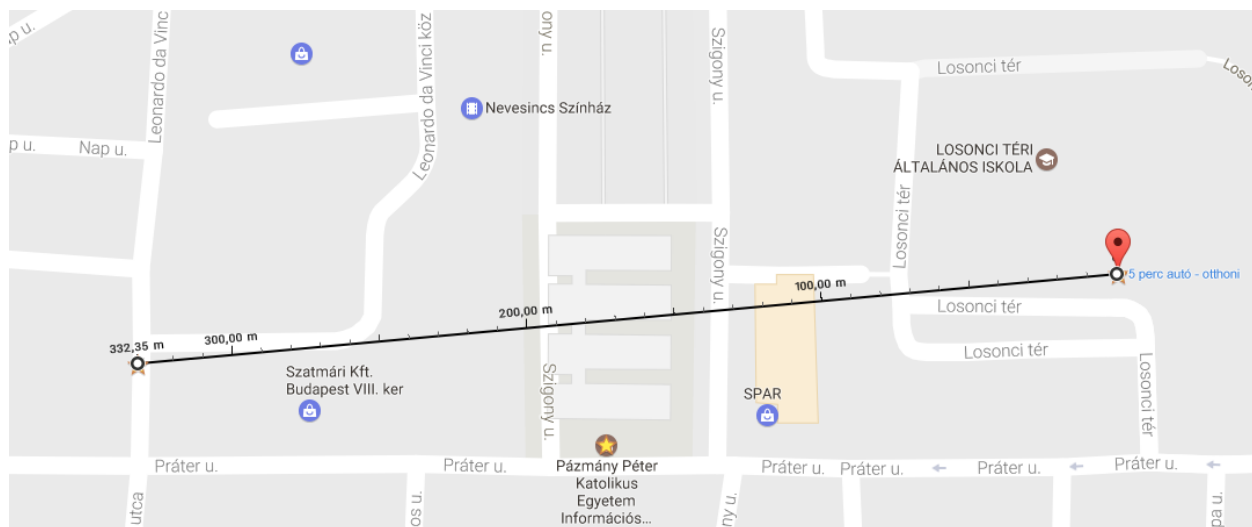
\$GPRMC,105300.0,A,4729.22428,N,01904.65145,E,000.15,311.9,060417,004.1,E,A*34

A kód alapján $47^\circ 29.22428'$ észak a földrajzi szélesség, és $19^\circ 4.65145'$ kelet a földrajzi hosszúság a pontban. A megfelelő átváltások után:

- $47^\circ 29.22428' = 47^\circ 29' 13.4568''$
- $19^\circ 4.65145' = 19^\circ 4' 39.087''$

A mérési eredmények:

- Google Maps: 332.25 m
- VisualGPS: 289.19 m (948.77 láb)



3. Ekart Csaba mérési pontjának elemzése

A mérést a Práter utca 63 szám alatt állva végeztük.

NMEA elemzés

- \$GPRMC,112900.0,A,4729.21967,N,01904.92107,E,002.54,192.5,060417,004.1,E,A*31

Nyitó mondat

112900	A rögzítés ideje: 11:29:00 UTC
A	A vevő státusza: OK
4729.21967,N	Földrajzi szélesség: 47° 29.21967' észak
01904.92107,E	Földrajzi hosszúság: 19° 4.92107' kelet
002.54	A Földhöz viszonyított sebesség csomóban
192.5	Írányszög fokban
060417	A mérés dátuma 2017.04.06.
004.1,E	Mágneses tér változás 4.1 kelet
*31	checksum

- \$GPGGA,112900.0,4729.21967,N,01904.92107,E,1,16,0.6,112.0,M,42.0,M,,*50

Pozíció adatok

112900	A rögzítés ideje: 11:29:00
A	A vevő státusza: OK
4729.21967,N	Földrajzi szélesség: 47° 29.21967' észak
01904.92107,E	Földrajzi hosszúság: 19° 4.92107' kelet
1	GPS fix
16	Látható műholdak száma
0.6	HDOP
112.0,M	Tengerszint feletti magasság: 112 méter
42.0,M	A WGS-84 ellipszoid felületétől való távolság: 42 méter
*50	checksum

- \$GPGSA,A,3,15,13,17,19,12,71,93,66,28,92,24,74,1.2,0.6,1.1*34

GPS DOP és aktív műholdak állapota

A	Pozicionálás módja: Automatikus
A	A vevő státusza: OK
3	Pozicionálás állapota: 3D
15,13,17,19,12,71,93,66,28,92,24,74	A pozicionálásban résztvevő műholdak ID-je
1.2	PDOP
0.6	HDOP
1.1	VDOP
*34	checksum

\$GPGSV,5,1,17,33,26,222,00,15,64,258,49,13,60,167,48,17,43,106,48*7B

\$GPGSV,5,2,17,19,34,136,44,12,15,229,39,71,49,050,24,93,49,272,43*78

\$GPGSV,5,3,17,66,53,295,41,28,36,052,28,92,28,208,36,24,37,289,44*79

\$GPGSV,5,4,17,74,24,328,34,70,21,032,25,76,31,091,41,30,12,094,37*70

\$GPGSV,5,5,17,20,13,236,32*49

GPS műholdak láthatósága

5	Az ebben a ciklusban érkezett üzenetek száma
1,2,3,4,5	Az adott üzenet sorszáma
17	Az összes látható műhold száma
*7B,*78,*79,*70,*49	checksum

Műhold ID	Rálátás magassági szöge	Rálátás hosszúsági szöge	SNR (jel-zaj arány)
33	26	222	0
15	64	258	49
13	60	167	48
17	43	106	48
19	34	136	44
12	15	229	39
71	49	50	24
93	49	172	43
66	53	295	41
28	36	52	28
92	28	208	36
24	37	289	44
74	24	328	34
70	21	32	2
76	31	91	41
30	12	94	37
20	13	236	32

Fontos megjegyzés a GPS által használt és az UTC idő eltéréséről

(mérési adatainknál még nem vettük figyelembe)

A hivatalos nemzetközi atomidő (TAI), melyet 200 atomóra láncolatával, nemzetközi megegyezések alapján mérnek átlagosan az UTC idő előtt jár 37 másodperccel, míg a GPS idő előtt csupán 19 másodperccel siet. Így könnyen kiszámolható ($37-19=18$) az a 18 másodperces eltérés amennyivel a GPS idő „előrébb jár” mint az UTC, tehát a kapott mérési időkhöz mindenhol hozzá kell adni 18 másodpercet a pontosabb eredmény érdekében.

Koordináták átváltása

A NMEA mondatokból kiolvasott koordináták az alábbiak voltak:

- Földrajzi szélesség: $47^{\circ} 29.21967'$ észak
- Földrajzi hosszúság: $19^{\circ} 4.92107'$ kelet

A Csaba pontjánál alkalmazott számítások alapján

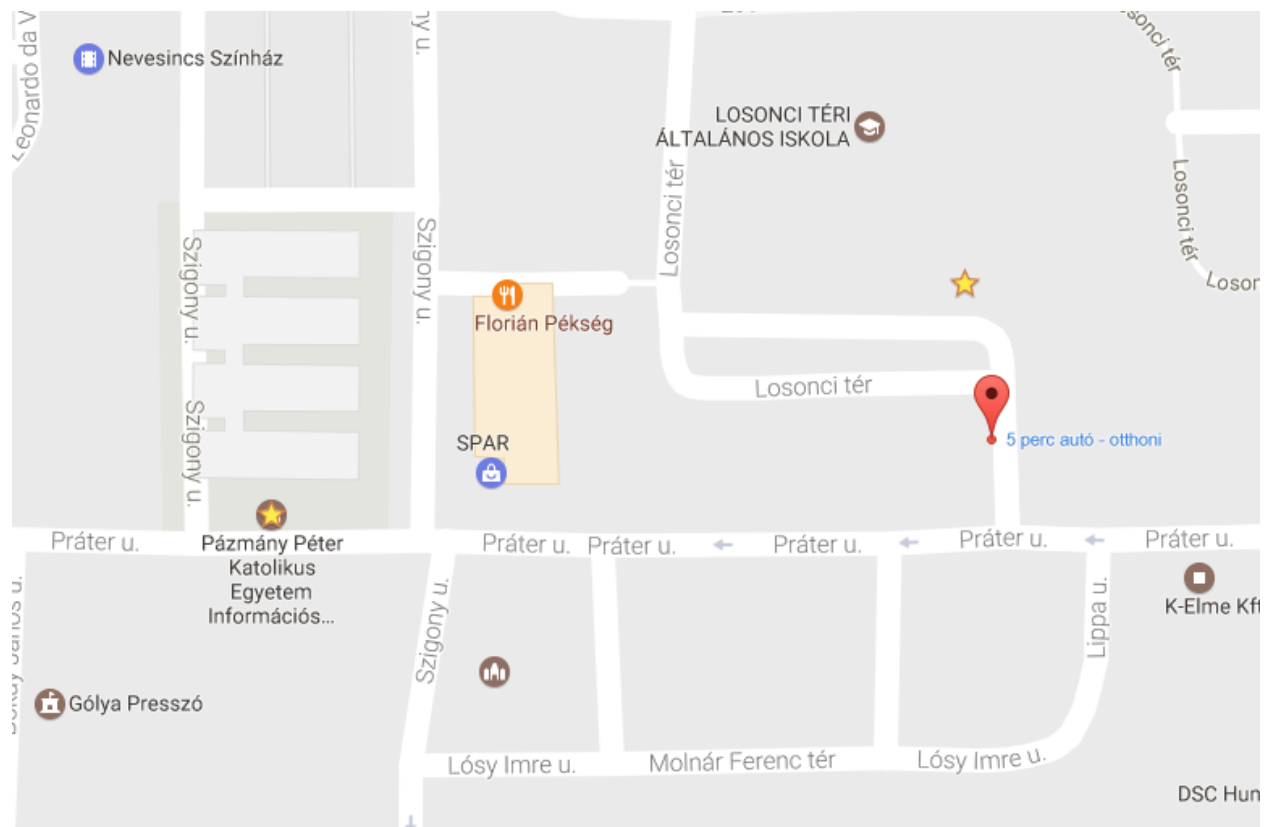
$$0.21967' = 13.1802''$$

$$0.92107'' = 55.2642''$$

Tehát a mérési pont koordinátái szögfok, szögperc, szögmásodperc formátumban így írható:

- Földrajzi szélesség: $47^{\circ} 29' 13.1802''$ észak
- Földrajzi hosszúság: $19^{\circ} 4' 55.2642''$ kelet

Elhelyezkedés a Google Mapsen



Szögek, szögperc, szögmásodperc nagysága

Hasonlóan az előzőekhez a

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{R}{R_{Föld}}$$

képletet alkalmazzuk.

Először végezzük el az átalakítást fokba:

- Földrajzi szélesség: $47^\circ 29' 13.1802''$ észak $= 47 + \frac{29}{60} + \frac{13.1802}{60^2} = 47.48699^\circ$
- Földrajzi hosszúság: $19^\circ 4' 54.9432''$ kelet $= 19 + \frac{4}{60} + \frac{54.9432}{60^2} = 19.08202^\circ$

Ezt követően a fent felírt képletbe behelyettesítve:

$$\sin(90^\circ - 47.48699^\circ) = \sin(42.51301^\circ) = \frac{R}{6371} \rightarrow R = 6371 \cdot 0.6758 = 4305.22 \text{ km}$$

Mivel az eredmény ugyanannyi, mint az előző pont esetében, minden teljesen ugyanúgy történik:

Ebből a kör terület képletébe behelyettesítve:

$$K = 2r\pi = 2 \cdot 4305.22 \cdot \pi = 27050.5 \text{ km}$$

Innen az előző részfeladat alapján

- Egy fok távolsága: $\frac{27050.5}{360} = 75.14 \text{ km}$
- Egy szögperc távolsága: $\frac{27050.5}{360 \cdot 60} = 1.25 \text{ km}$
- Egy szögmásodperc távolsága: $\frac{27050.5}{360 \cdot 60^2} = 0.0209 \text{ km} = 20.09 \text{ m}$

A távolság kiszámítása

A mérési sorrendben 5-tel Csaba után következő személy Del Gaccio Guido volt, aki a Szigony utca 13-15.-nél végezt mérést. Kikerestük a neki megfelelő sort a logfileban.

\$GPRMC,105500.0,A,4729.22738,N,01904.69844,E,001.78,084.4,060417,004.1,E,A*3C

A kód alapján $47^\circ 29.22738'$ észak a földrajzi szélesség, és $19^\circ 4.69844'$ kelet a földrajzi hosszúság a pontban. A megfelelő átváltások után:

- $47^\circ 29.22738' = 47^\circ 29' 13.6428''$
- $19^\circ 4.69844' = 19^\circ 4' 41.9064''$

A mérési eredmények: *(gyanúsán nagy az eltérés)*

- Google Maps: 279.78 m
- VisualGPS: 242 m (793.97 láb)

műholdakat. Így összeszámolva Boglárka mérése során 7, míg Csaba mérése során 10 GPS műhold volt érzékelhető, amelyek már reális számok az összesen 24-hez viszonyítva.

Következtetés

A GPS alapú helymeghatározást hajlamosak vagyunk manapság rendkívüli, akár cm-es pontosságúnak is tekinteni, azonban ez elég távol áll az igazságtól. Ugyan létezik olyan változata ennek a rendszernek, mely akár 3-5 cm-es pontosságú mérésekre is képes lehet, ám ez csak katonai szervezetek számára elérhető. Az általunk használt rendszer pontossága nagyban függ a vevő által éppen észlelhető műholdak számától, valamint például az égbolt tisztaságától is, hiszen ez befolyásolhatja a műholdak által leadott jelek valódi terjedési sebességét. Emellett a magas épületekkel sűrűn beépített városrész, melyben a mérés történt nem igazán alkalmas a pontos pozíciómeghatározásra az épületek és egyéb tereptárgyak zavaró, jelárnyékoló hatása miatt. Ezen zavaró tényezők hatásai meg is mutatkoztak a mérési eredményeink kiértékelése során tapasztalt mérési hibákban.