

GPS jegyzőkönyv

Kiss Réka

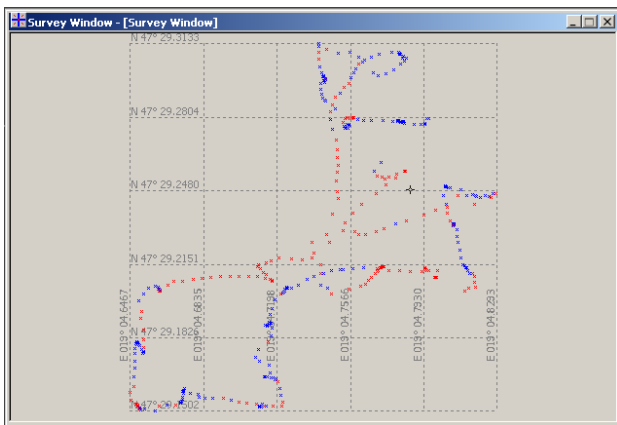
Mérés ideje: 2019.04.01. 9:15-12:00

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar
1083 Budapest, Práter utca 50/a

kiss.reka.3@hallgato.ppke.hu

I. A VIRTUÁLIS ÚTVONAL ÉS A MÉRÉSI PONTOK MEGHATÁROZÁSA

A feladat megoldása során én a 3-as számú logfile-t használtam fel, végig ezzel fogok dolgozni. A Visual GPS program letöltése után a logfile-t betöltöttem a programba, és megvártam, hogy a teljes logfile tartalma beolvasódjon. Ahogy a Survey Window-n is megfigyelhető, néhol a GPS jelek egy pont körül összesűrűsödnek, olyan mintha kis körben az adott pont körül járkáltak volna a vevővel. Ekkor valószínűleg a vevővel körbejárákáló csoport megállt, és ezt a pontot mint mérési pont tudjuk felhasználni.



1. ábra. Megfigyelhető, hogy néhol sűrűbben helyezkednek el a pontok

A logfile-ban ilyen pontokat keresve, többet is találhatunk. (Ahogy a kirajzolt képen is több ilyen pontot láthatunk.) Pár mérési pont keresését úgy végeztem el, hogy a Survey Window-n kiválasztottam bizonyos pontokat, és megnéztem hogy az út egészéhez képest ezek nagyjából hol találhatóak (pl az út 2/3-nál). A felosztás alapján a logfile 2/3-nál kis kereséssel meg is találtam a keresett pontokat. Fontos tudnunk, hogy a logfile-ban nem az elejétől kezdve vannak valós koordináták, az első ~ 9 perc során még nem történt mérés, ugyanis az eszköz nem érzékelt még gps jelet. (A laborban lett bekapcsolva az eszköz, és ott az épület miatt nem érzékelt még.) Ezt a részt tulajdonképpen ki is vághatjuk a logfile-ból, nincs rá szükségünk, és a mérési pontok megtalálásánál is csak nehezítené a dolgunk.

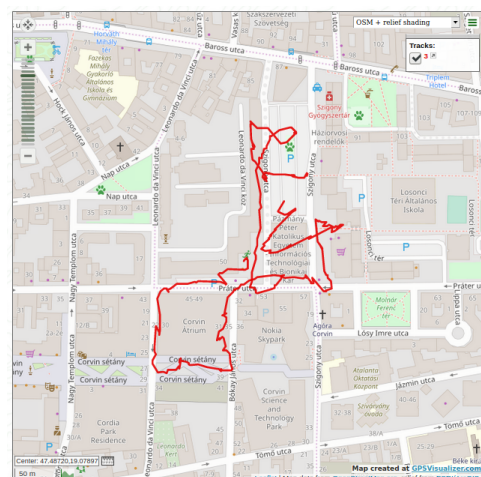
Miután megtaláltam ezeket a mérési pontokat, ellenőriztem google maps segítségével, hogy valóban ott találhatóak-e, ahova én a Survey Window szerint képzeltem őket. A következő táblázatba kiírtam két mérési pont koordinátáit. Legalább 15 másodpercen keresztül az értékek nagyon hasonlóak, csak keveset változnak vagy egyes koordináták akár ugyanazok is maradnak. A példák vége felé már megfigyelhetünk nagyobb

ugrásokat is, ez jelentheti, hogy a gps-t hordozó ember újra elindult. (Bár ennek megállapításához érdemes lenne nagyobb tartományt vizsgálni, ahol valóban jól látszik, hogy elindult-e vagy csak hibáról, mérési pontatlanságról van szó.)

h:min:sec	szél.	hossz.	h:min:sec	szél.	hossz.
09:50:42	4729.1885	01904.7155	09:56:06	4729.2317	01904.8088
09:50:43	4729.1886	01904.7157	09:56:07	4729.2317	01904.8086
09:50:44	4729.1887	01904.7159	09:56:08	4729.2320	01904.8083
09:50:45	4729.1887	01904.7161	09:56:08	4729.2323	01904.8079
09:50:46	4729.1889	01904.7162	09:56:10	4729.2323	01904.8077
09:50:47	4729.1887	01904.7165	09:56:11	4729.2324	01904.8076
09:50:48	4729.1889	01904.7166	09:56:12	4729.2327	01904.8076
09:50:49	4729.1888	01904.7168	09:56:13	4729.2329	01904.8077
09:50:50	4729.1889	01904.7169	09:56:14	4729.2332	01904.8077
09:50:51	4729.1888	01904.7169	09:56:15	4729.2335	01904.8078
09:50:52	4729.1888	01904.7170	09:56:16	4729.2335	01904.8077
09:50:53	4729.1888	01904.7170	09:56:17	4729.2335	01904.8075
09:50:54	4729.1889	01904.7172	09:56:18	4729.2340	01904.8069
09:50:55	4729.1889	01904.7173	09:56:19	4729.2330	01904.8081
09:50:56	4729.1889	01904.7174	09:56:20	4729.2331	01904.8081
09:50:57	4729.1884	01904.7158	09:56:21	4729.2331	01904.8080
09:50:58	4729.1884	01904.7159	09:56:22	4729.2331	01904.8079
09:50:59	4729.1885	01904.7161	09:56:23	4729.2329	01904.8079
09:51:00	4729.1881	01904.7145	09:56:24	4729.2328	01904.8080
09:51:01	4729.1881	01904.7147	09:56:25	4727.2327	01904.8080

I. táblázat. első táblázat

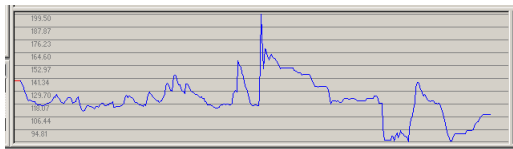
Ezek után az egész útvonalat megpróbáltam betájolni. A Survey Window által kapott képet ráillesztettem a google térképre, illetve egy weboldal /cite segítségével is igénybe vettem, mert először nem sikerült teljesen jó nagyításban összeilleszteni a Survey Window által adott képet a google térképpel. A következő képen látható, hogy mire jutottam az elhelyezkedéssel kapcsolatban.



2. ábra. Az útvonal térképpel végignézeve

A Survey Window alapján (1. ábra) megállapíthatjuk, hogy a vevőkészülék 3D-s mérést tudott végezni a séta nagyjából felében. Ekkor az útvonalat kék színnel jelöli, és egyszerre 4 műhold jelét is képes volt fogni az adott pillanatban. Ahol csak 2D-s mérést tudott végezni az eszköz, ott piros színnel rajzolja ki a pontsorozatot és csak 3 műhold jelét volt képes fogni.

A "virtuális séta" többi tulajdonságát is megnézve, láthatjuk, hogy a magasság rendkívül ingadozó. Ennek a magyarázata az, hogy a műholdak felhasználásával a magasságot lehet a legpontosabban meghatározni.

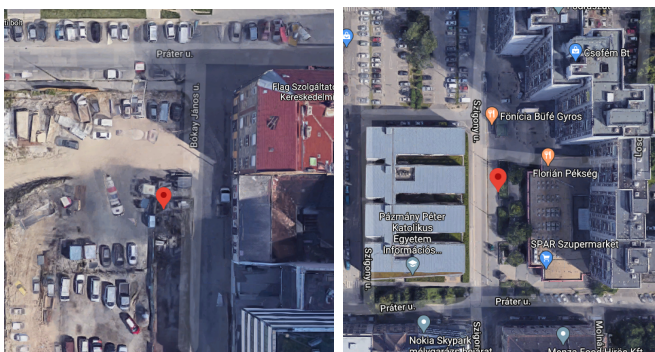


3. ábra. A magasság

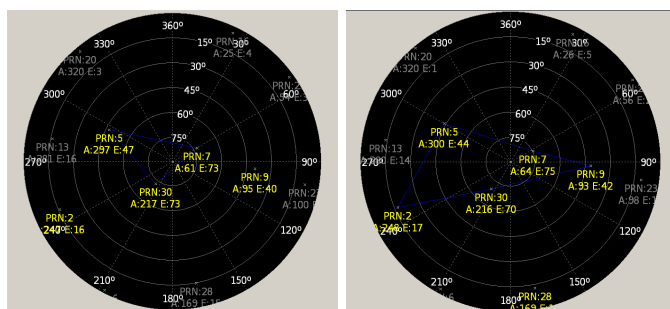
II. MÉRÉSI PONT, PONTOK ADATAI

Ezután kiválasztottam két pontot, amelyeknek elkészítettem a helyszínrajzát, illetve megnéztem őket az azimut térkép segítségével is. A kiválasztott pontjaim:

- 1) 4729.1888 N, 01904.7155 E
- 2) 4729.2331 N; 01904.8088 E



4. ábra. A két pont helyszínrajza



5. ábra. A két pont azimut térképe

A két pont közül kiválasztottam a második pontot és a logfile-ban erre a pontra vonatkozó adatokat értelmeztem.

```
$GPRMC,095621,A,4729.2331,N,01904.8080,E,0.0,0.0,0.3,020896,002.9,E*75
$GPGGA,095621,4729.2331,N,01904.8080,E,1.05,3.0,164.4,M,41.0,M,*48
$GPGSA,A,3,02,05,,07,09,,,,,30,3.2,3.0,1.0*3B
$GPGSV,3,1,12,02,16,247,33,05,47,297,46,06,02,208,,07,73,061,49*73
$GPGSV,3,2,12,09,40,095,35,13,16,281,31,16,04,025,,20,03,320,*74
$GPGSV,3,3,12,23,09,100,,27,03,054,,28,15,169,31,30,73,217,50*70
```

Az első sor (GPRMC) adatai:

időpont, aktív státusz, szélességi fok, hosszúsági fok, sebesség a Földhöz képest (csomóban), irányszög, dátum, mágneses tér változása, aktív állapot/cheksum

A GPGGA sor adatai:

időpont, szélességi fok, hosszúsági fok, fix minőség (2-GPS fix), műholdak száma, amiket mér, HDOP, tengerszint feletti magasság (m), WGS84 szerinti magasság, cheksum

A GPGSA sor a GPS bizonyos adatait és az aktív műholdakról tárol adatokat, a további három "SV-végű" pedig a műholdakról ad információkat.

Ezek alapján a pont koordinátái 4729.2331,N,01904.8080,E, és az adott időpontban, 9:56:21-kor a GPS épp 5 műholdat észlelt. Ha az azimut térképpel összehasonlítjuk, ott is láthatjuk, hogy 5 műholdat kötött össze kék vonallal a műszer, ezekből határozta meg az adott pont pozícióját.

A koordinátákat a műszer ún. (d)ddmm.mmmm formátumban adja meg, ahol d a fokokat, az m pedig a szögperceket jelöli. A legtöbb térkép nem ilyen formátumban dolgozik, hanem decimálisan vagy fok°szögperc'szögmásodperc" alakban adja meg a koordinátákat. Ha át akarunk váltani egyikből a másikba, tisztában kell lennünk az egyes mértékegységek közti átváltásokkal is. Egy fok 60 szögperc, és egy szögperc 60 szögmásodperc. Ezek alapján például ° ' " alakba a kiválasztott pontot így írhatjuk át:

- A 4729.2331 esetében a fok, szögperc értékek maradnak, csak a tizedes fokperceket kell átváltani. Azaz:

$$0.2331 \cdot 60 = 13.986$$

Az adott szélességi fok tehát 47°29'13.986"-ként írható fel.

- Hasonlóan a 01904.8080-t tekintve, azt kapjuk, hogy ez 19°04'48.48"-ként írható fel.

Tizedes fokokba átváltáskor pedig a fokokat meghagyva, a többi értéket osztva 60-al kapjuk a formát.

- **4729.2331:** a fok(47°) megmarad, a többi osztva 60-al:

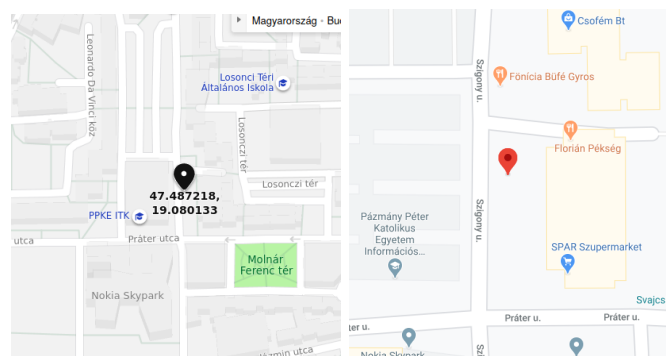
$$\frac{29.2331}{60} = 0.4872183$$

Az adott szélességi fok tehát 47.4872183 tizedes fokként írható fel.

- **01904.8080:**

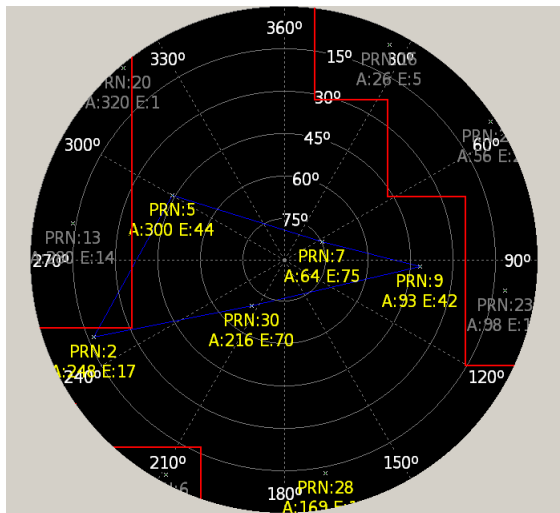
$$\frac{4.8080}{60} = 0.0801333$$

Azt kapjuk, hogy ez 19.0801333-ként írható fel.



6. ábra. A pont a bing és a google térképen

A pont esetében még felrajzoltam a helyszínrajzot figyelembe véve a környékbéli tereptárgyak körvonalát az azimut térképre:



7. ábra. Ahol a magas épületek kitakartak, ott nem érzel a műszer műholdat

III. TÁVOLSÁG, TÁVOLSÁGMÉRÉS

A Földet egy gömbként tekintve két meghatározott hosszúsági kör közötti távolság állandó, ezért egy szögmásodperc eltérés minden pontban azonos távolságot jelent. Ekkor a következőképpen számolhatunk:

A Föld kerülete az egyenlítőnél 40075 km. Ezt elosztva 360-nal, ebből kapjuk az egy fokra eső távolságot: 111.319 km. (360-nal osztunk, ugyanis egy teljes kör 360°, és mi egy szöget keresünk.)

$$\frac{40075 \text{ km}}{360^\circ} = 111.319 \text{ km}$$

A szögperc értékhez tovább kell osztani 60-nal (1,8553 km) és ebből ismét 60-nal osztva kapjuk az egy szögmásodperc nagyságát:

$$\frac{111.319 \text{ km}}{60^2} = 0,030921 \text{ km} = 30,921 \text{ m}$$

Vagyis a (0,0) pontban egy szögmásodperc 30,921 méter eltérést jelent.

Szélességi fokok esetén a távolság már nem állandó. Az Egyenlítőnél a legnagyobb az eltérés, a sarkoknál viszont 0. A hosszúsági fok ismeretében az alábbi képlettel számítható ki az eltérés adott pontban:

Az adott pontban a Föld kerülete:

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{r}{R_f}$$

A Föld sugara az egyenlítőnél: 6371 km, az alfa szöget pedig a szélességi érték fokba való átváltásával kapjuk. Ezt korábban már kiszámoltam, ennek az értéke: $47.4872183^\circ \sim 47.5^\circ$. Behelyettesítve kapjuk, hogy:

$$r = \sin(90^\circ - \alpha) \cdot R_f = \sin 42.5^\circ \cdot 6371 \text{ km} = 4304.185 \text{ km}$$

Ezt felhasználva a kerület: $2 \cdot r^2 \cdot \pi = 2 \cdot 4304.185 \cdot \pi = 27043.99 \text{ km}$.

Itt megint keressük az egy fokot, majd ebből a szögpercet, szögmásodpercet, tehát osztanunk kell $360 \cdot 60^2$ -vel.

$$\frac{27043.99}{360 \cdot 60^2} = 0.020867 \text{ km}$$

Ami méterbe átváltva: 20.867 méter.

Mindezek után még meg kellett adnunk két kiválasztott pont távolságát is. Én a már korábban kiválasztott 2 ponttal dolgoztam.

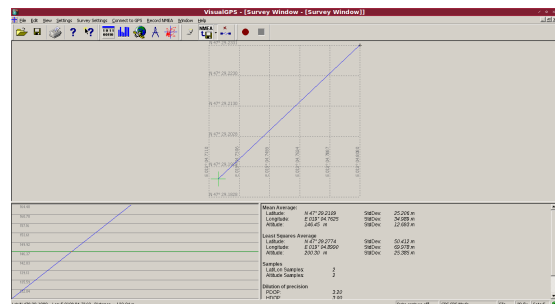
Először számolással adtam meg távolságukat. A két koordinátát összekötő egyenes hosszát Pitagorasz-tétellel számolhatjuk, ha feltételezzük, hogy a szélességi és a hosszúsági fokok merőlegesek egymásra. Ez a Föld görbülete miatt a valóságban nincs így, azonban a feltételezéssel közelíthetjük a valós értékeket, ugyanis ekkora távolság esetén a görbület hatása még elhanyagolható. A két koordináta eltérése:

- 1) szélességi fokok esetén: $4729.2331 - 4729.1888 = 0.0443$. Ezt szögmásodpercbe átváltva 2.658-at kapunk. Az előbb kiszámolt "szögmásodperc távolsága" értékkel beszorozva ezt, kapjuk, hogy a szélességi fokok mentén 55.46 méter volt az elmozdulás.
- 2) hosszúsági fokok esetén: $01904.8088 - 01904.7155 = 0.0933$. Szorozva 60-al, illetve 30,921-el, kapjuk, hogy 173.096 méter volt ilyen irányban az elmozdulás.

Pitagorasz tételét alkalmazva pedig kapjuk, hogy a két pont távolsága:

$$tav = \sqrt{(55.46)^2 + (173.096)^2} = 181.76 \text{ m}$$

A VisualGPS program, a google maps és a bing térkép segítségével is megmértem ezeket a távolságokat, azonban különböző értékeket kaptam. Ez is mutatja, hogy mennyire más - akár pontatlan algoritmusokkal dolgoznak a rendszerek. A VisualGPS-be 2 külön fájlt töltöttem be, időrendi sorrendben az egyes pont adatait tartalmazó 5 sort, majd a kettes pontt. Ezután az egerrel az egyik pontra kattintva a Survey Window-n, majd a másik pontra mozgatva az egeret a Status Bar-ról le tudtam olvasni a távolságot, ami 122.04 m volt.

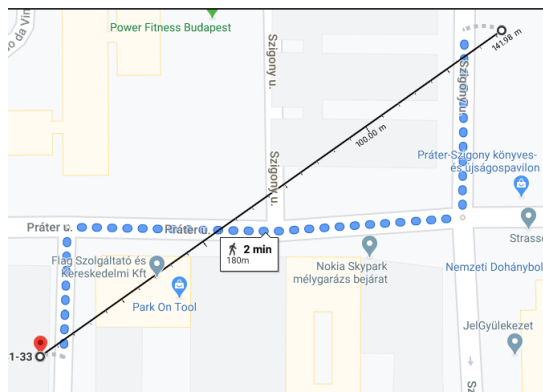


8. ábra. A betöltött 2 pont esetében a Survey Window

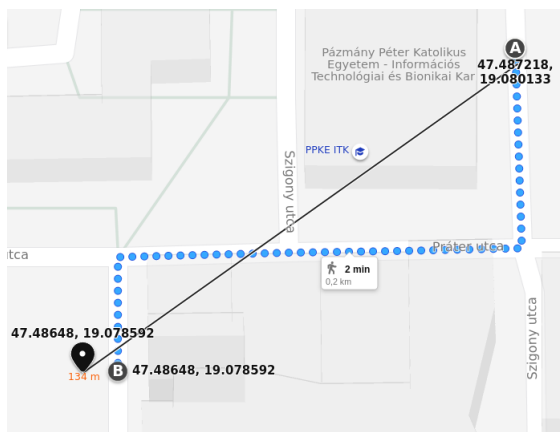
Distance = 122.04 m

9. ábra. A kapott távolságérték

A google térkép alapján 141.98 métert kaptam a két pont távolságára, míg a bing térkép szerint 134 méter a két pont távolsága.



10. ábra. A két pont távolsága google térképen



11. ábra. A két pont távolsága bing térképen

HIVATKOZÁSOK

- [1] Gps visualizer
Elérhető: <https://www.gpsvisualizer.com/>
- [2] GPS koordináták átváltása
Elérhető: <https://www.siretta.com/2019/01/gps-latitude-longitude-conversion-guide/>
- [3] GPS - NMEA sentence information
Elérhető: <http://aprs.gids.nl/nmea/>