



Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai Kar

Turisztikai alkalmazás készítése, GSM alapú helymeghatározás

Készítette: Elek Roland

Konzulens: Tihanyi Attila

PPKE-ITK 2012.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
Ábrajegyzék.....	2
1. Bevezetés.....	3
2. Helyzetmeghatározás általában.....	4
2.1. GPS alapú helymeghatározás.....	4
2.2. GSM alapú helymeghatározás.....	4
3. Mérések.....	6
3.1. Bevezetés.....	6
3.2. A program működése röviden.....	6
3.3. A mérési adatok feldolgozása.....	8
4. Felszíni mérések.....	10
4.1. Blaha Lujza tér.....	10
4.2. Rákóczi tér.....	11
4.3. Harminckettesek tere.....	12
4.4. Eredmények összegzése.....	13
5. Felszín alatti mérések.....	15
6. Konklúzió.....	16
7. Kitekintés.....	17

Ábrajegyzék

1. ábra Az adatbázis felépítése.....	8
2. ábra A 4-6-os villamosvonalon készült mérések.....	8
3. ábra Mért adat eltérése a valódi pozíciótól.....	9
4. ábra Blaha Lujza téri mérési eredmények.....	10
5. ábra Rákóczi téri mérési eredmények.....	11
6. ábra A Harminckettesek terén készült mérések eredményei.....	12
7. ábra A három megállóhoz tartozó eredmények összesítése.....	14
8. ábra A metróállomások mérési eredményei.....	15

1. Bevezetés

Jelen dolgozatomban egy mobil turisztikai alkalmazás fejlesztésével foglalkoztam, amely az egyetemen implementált GSM alapú helymeghatározásra épül. A helymeghatározási feladatokat a munkacsoportban egymás között szétosztottuk. Az egész rendszer egy GPS alapon felvett referencia hálózat és egy GSM vételi jelszint térkép összevetésére alapul. Az adatgyűjtés során különböző eszközökből és különböző módokon keletkezett adatok kerültek egy "mobilhely" nevű adatbázisba. Az adatbázis GSM adatainak felhasználásával, kell módszert találni a fizikailag közel eső pontok keresésére. Mivel az adatbázis még jelenlegi formájában is sok rekordot tartalmaz, ha megtalálunk egy jól használható és paraméterezhető „távolság” fogalmat leíró rendszert, annak segítségével pozíciót meghatározni is lehet, de alkalmas az adatbázis tömörítésére is. Feladata megközelítése során kihasználjuk a GSM terjedésről tanultakat, az analízis ismeretek alapján megpróbálunk veszteséges tömöríteni valamilyen ismert módszerrel, és a megkívánt eredmény felől közelítve előre meghatározott mérési pont-halmazok között teszünk különbséget. A saját módszereink és mások eredményeinek összevetéséből határozzuk meg a tovább követendő irányt.

Első lépésben a rendelkezésre álló dokumentumok és dokumentációk tanulmányozásával foglalkoztam. Ezt követően megismerkedtem az adatbázis rendszerrel, amiben tároljuk a mérési adatainkat. A célom olyan rendszer létrehozása, ami meg tudja egymástól különböztetni a BKV megállóhelyeket GPS használata nélkül, pusztán a GSM hálózat felhasználásával.

2. Helyzetmeghatározás általában

Rendszerünkben eltárolt mérési pontokhoz, az adott méréshez referenciaként hozzárendeljük az aktuális GPS pozíciót. Az adatok feldolgozósa során ezek segítségével tudunk az adatokkal dolgozni, például lekérdezni a teljes adatbázisból egy adott területre a méréseket.

2.1. GPS alapú helymeghatározás

A közlekedési kultúra fejlődésével egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk a pontos helyzetmeghatározásra, aminek segítségével el tudjuk érni a kívánt uticélunkat. Erre a piacon lévő technológiák közül a legelterjedtebb a GPS (Global Position System). Ezt a rendszert az amerikai kormány 1970-es években fejlesztette ki katonai célokra. 2000-től felhasználható bárki számára pontos helyzet-meghatározásra. A GPS rendszer műholdjai jelenleg is az Amerikai Egyesült Államok üzemeltetése alatt áll. Manapság bárki számára hozzáférhető a rendszer, de hogy ez az állapot meddig áll fent, arra semmi garancia nincsen. A GPS-nek rengeteg előnye mellett számos hátránya is van, mint például a pontos helyzetmeghatározáshoz minimum 4 műholdra kell hogy rálásson a vevő készülékünk, ebből adódóan nagyvárosi viszonyok mellett (szűk utcák, magas épületek) előfordulhat, hogy a vevőkészülék csak percek alatt talál jelet és tudja meghatározni az aktuális pozíciót. Az előbb leírtakból következik, hogy GPS alapú helyzetmeghatározást csak kültéren lehet használni, beltéren és felszín alatt viszont nem. Az aktuális pozíció kiszámolása műholdak távolsága alapján időméréssel és trigonometrikus függvényekkel történik.

2.2. GSM alapú helymeghatározás

Az előbb felsorolt dolgokra megoldás a GSM alapú helyzetmeghatározás. Ezt a technológiát alkalmazhatjuk zárt területen belül, metróban... A GSM helyzetmeghatározáshoz csak GSM lefedettség szükséges, akár csak a telefonáláshoz. A pozíció meghatározáshoz nem kell plusz szolgáltatás, csupán az üzemeltető által biztosított alapszolgáltatás. A rendszer a

bázisállomások által sugárzott vételi jelszint alapján működik. A GSM rendszer Európában egységesen a 900MHz és az 1800MHz tartományban helyezkednek el. A GSM szabványok a hálózati funkciókat és interfészeket pontosan specifikálják, de hardverkövetelményeket nem írnak elő. Egy mobiltelefon egy adott helyről 1-7 bázisállomást lát. A készülékben implementált belső algoritmus segítségével kiválasztja a bázisállomást amihez csatlakozik. Ez általában a legerősebb vételi jelszinttel vehető bázisállomás lesz. Ennek a belső algoritmusnak köszönhetjük azt is, hogy a telefonálás közben több különböző toronyhoz is csatlakozha, a helyváltoztatásból kifolyólag, de ebből felhasználóként nem veszünk észre semmit. A bázisállomások közötti átkapcsolási folyamatot (handover) a BSC (Base Station Controller) végzi. A mobilkészülék által látott adatokat (amit az előbb említett belső algoritmus is használ) lekérdezhetőek. Ezeket használtam fel a későbbi mérések során. Manapság nagyvárosi környezetben elég jó GSM lefedettség van, a szolgáltatói adatok szerint 99,99%-os. Tehát nagyvárosi környezetben ez a technológia alkalmas lenne pontos helyzetmeghatározásra .

3. Mérések

A munkám során azt vizsgáltam, hogy adott mérési pontok között milyen hasonlóság vagy különbség figyelhető meg. Illetve mi alapján lehet egy ponthalmazhoz egyértelműen hozzárendelni egy területet.

3.1. Bevezetés

A méréseim fő célja annak megállapítása, hogy a BKV megállóhelyek pusztán GSM vételi jelszintekre támaszkodva megkülönböztethetők-e? A méréseket egy HTC Wildfire típusú Androidos készülékkel végeztem. A telefonon a GSM_Logger nevű programot használtam, amit Maczák Balázs készített évekkal ezelőtt. A mérésekhez a készülékben Telenor-os SIM kártyát használtam ebből kifolyólag a mért adataim is a Telenor által telepített bázisállomásokra vonatkoznak.

3.2. A program működése röviden

A program elindítása után Start logging és a Browse database menüpontok fogadnak. Az előbbivel elindíthatjuk a loggolást, míg az utóbbival megtekinthetjük az adatbázisunkat. A program loggolás közben 1 másodpercenként készít 1 mérést. A mérésekhez referenciaként hozzárendeli az aktuális GPS pozíciót, ha van, ezzel is megkönnyítve az adatok feldolgozását.

Egy mérés tartalmazza:

³⁵₁₇ Az aktuális pozícióra vonatkozó információkat

- o Szélességi fok (lat)
- o Magassági fok (lon)
- o Van-e GPS jel (has_gps)
- o Aktuális dátum/idő (datetime)

³⁵₁₇ Az aktuális GSM adatok

- o Cella azonosító (cell_id)
- o Location Area Code (lac)

- o Vételi jelszint (rssi)
- o Aktuális dátum/idő (datetime)
- o Mobile Country Code (mcc)
- o Mobile Network Code (mnc)

Location Area Code 4 számjegyből álló azonosító, ami egy nagyobb terület azonosítására szolgál!

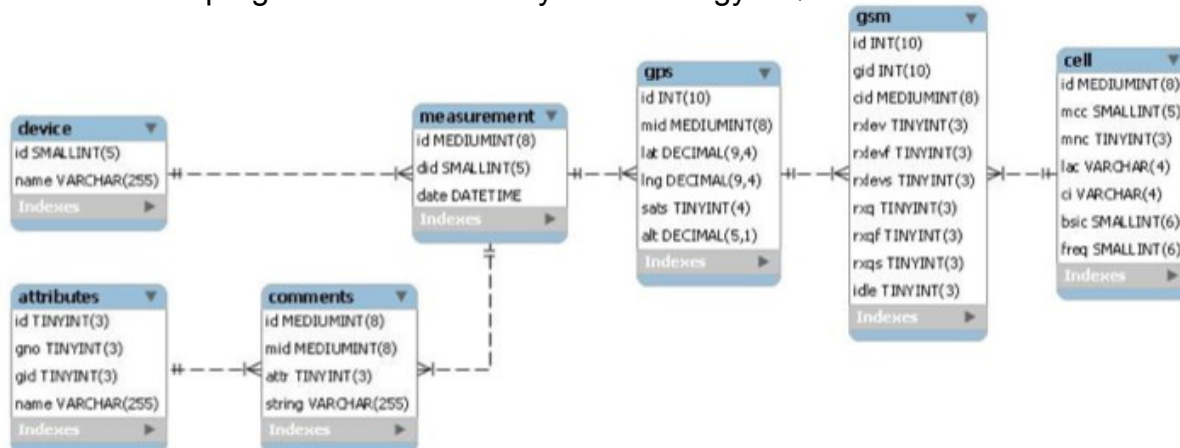
Mobile Country Code – MCC mobil országcód, melynek hossza 3 számjegy, és egyértelműen meghatározza a mobil előfizető hálózata szerinti országot. A mobil országcódokat az ITU jelöli ki. Magyarország mobil országcódja: 216.

Mobile Network Code – MNC mobil hálózati kód, melynek hossza 2 számjegy. Az MNC az MCC-vel együtt egyértelműen meghatározza a mobiltelefon szolgáltatást igénybe vevő végberendezés vagy előfizető honos hálózatát. A mobil hálózati kódot a hatóság jelöli ki. Magyarországi MNC kiosztás: Telenor 01, T-mobile 30, Vodafone 70.

RSSI – Received Signal Strength Indicator (0..63). Az értéke a jel mért erőssége dB-ben.

3.3. A mérési adatok feldolgozása

A mérést a program a memóriakártyára menti egy SQLite adatbázisba .



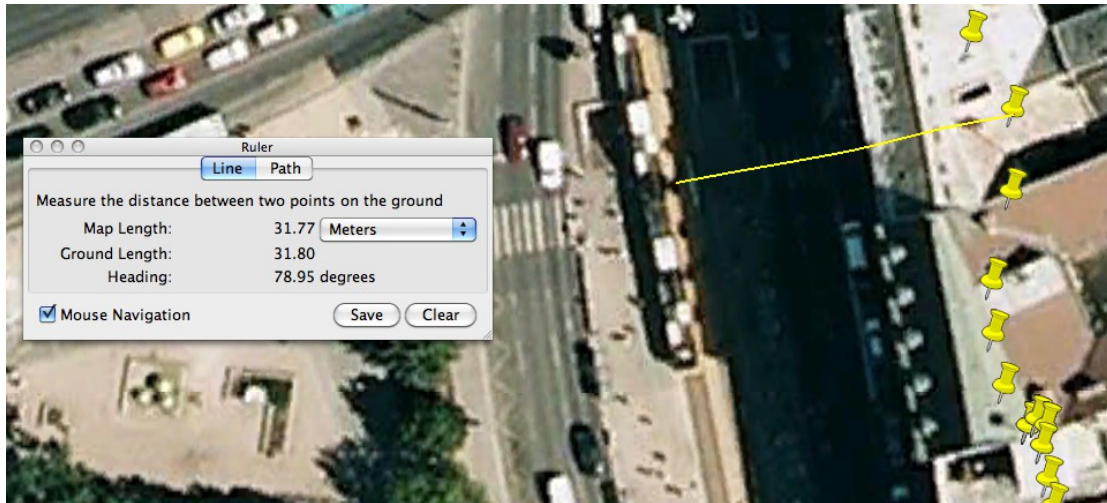
1. ábra Az adatbázis felépítése

Első ízben a 4-6-os villamos vonalán végeztem méréseket. Összesen 6 mérést végeztem különböző napszakokban és eltérő helyen tartózkodva a villamoson. Időjárási viszonyok tekintetében is eltérőek voltak a mérési körülmények, volt esős időben és napsütéses tiszta időben készült mérés is.



2. ábra A 4-6-os villamosvonalon készült mérések

A Corvin negyed és a Margit híd budai hídfő közötti villamos szakaszon több mint 5000 mérési adat áll rendelkezésemre.



3. ábra Mért adat eltérése a valódi pozíciótól

Először a megállók 20 méteres körzetében vizsgáltam a mérési adatokat, az ábrázolás során sok mérési adat elveszett. A mérésekhez referenciaként hozzárendelt GPS koordináták esetén előfordulhatnak mérési hibák, ahogy ez a 3. ábrán a Blaha Lujza téren készített mérésnél is megtekinthető. Mérés közben a villamoson tartózkodtam, de a felvett adatok szerint a valódi helyzettől 32 méterre rögzítette a pozíciót a készülék. Ennek tudatában megállónként körülbelül 50 méteres körzetben lekérdeztem a mérési eredményeket, majd rendeztem Cella ID-k szerint. Ez a nagyfokú GPS pontatlanság betudható a nagy városi viszonyoknak. A mérés során a készülékem által látott GPS műholdak valószínűleg tőlem jobbra helyezkedtek el. A magas épületek falán ez a jel visszaverődött és csak ez után érkezett meg a készülékemre. A GPS, az aktuális pozíciót a jelterjedési időből és a sugárzóműholdak pozíciójából számolja ki. Ha megnézzük a 3. Ábrát akkor láthatjuk, hogy a valódi pozíció és a mért pozíció között félúton van az épület (5 emeletes), aminek faláról a jel visszeverődött. Így megkaphatjuk a valódi pozíciót ebben az esetben ha az épületre „tükrözzük” a mérési pontot.

4. Felszíni mérések

4.1. Blaha Lujza tér

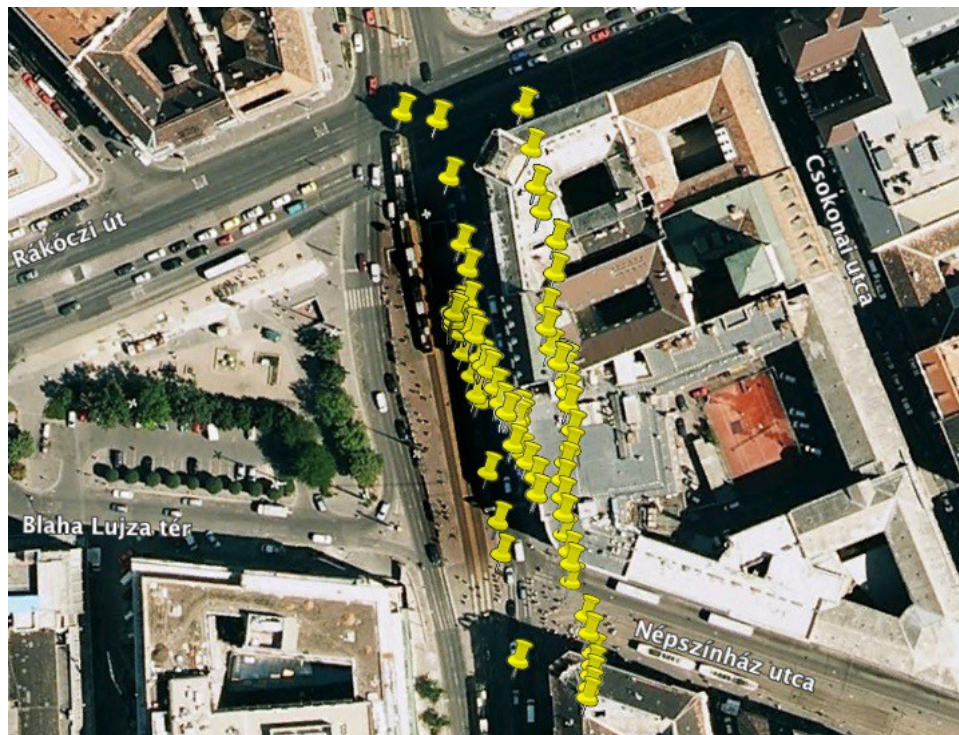
Vizsgált terület koordinátái:

47°29'45.13"N	47.495869444444445
19° 4'12.22"E	19.070061111111112
47°29'49.88"N	47.497188888888889
19° 4'16.89"E	19.071358333333333

SQL:

```
select M.lon, M.lat, nci.cell_id, avg (nci.rssi) from  
measurement M, neighboring_cell_info nci where  
M.lat>47.495869444444445 and M.lat<47.497188888888889 and  
M.lon>19.070061111111112 and M.lon<19.071358333333333 and  
M_id=nci.measurement_id and nci.rssi>3 and nci.rssi<66 group  
by cell_id order by nci.cell_id asc;
```

Cell ID	RSSI dB
123	39.2
124	38.5
135	32.5
137	27.4
138	21.2
139	43
254	22.2
262	39.5
436	21.7



4. ábra Blaha Lujza téri mérési eredmények

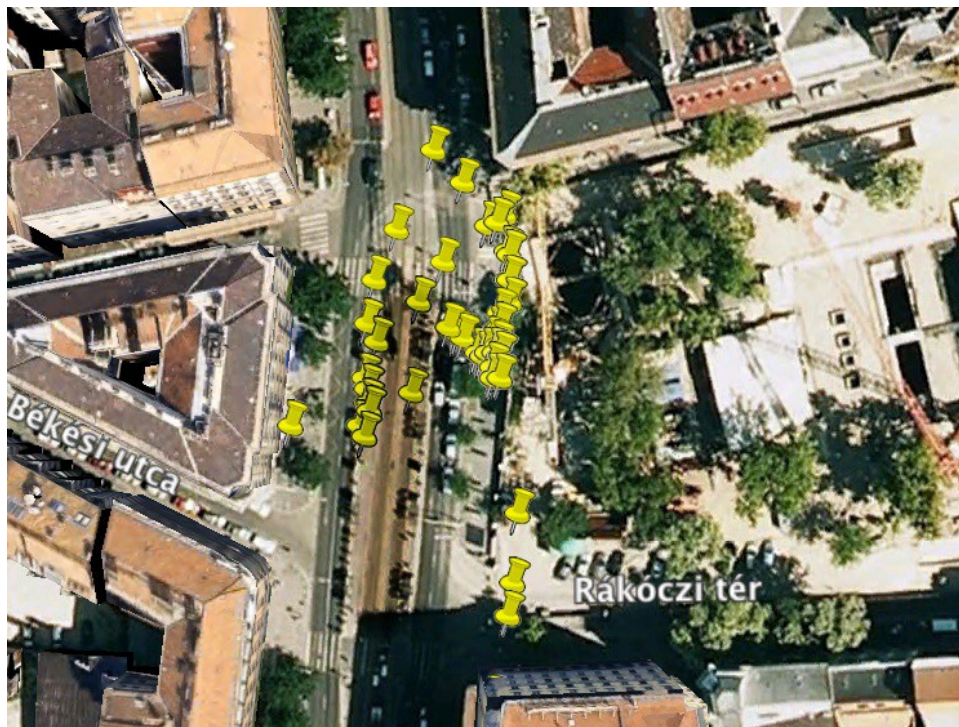
4.2. Rákóczi tér

Vizsgált terület koordinátái:	
47°29'32.12"N	47.49225555555556
19° 4'13.71"E	19.070475
47°29'35.07"N	47.493075
19° 4'18.00"E	19.071666666666665

SQL:

```
select M.lon, M.lat, nci.cell_id, avg(nci.rssi) from
measurement M, neighboring_cell_info nci where
M.lat>47.49225555555556 and M.lat<47.493075 and
M.lon>19.070475 and M.lon<19.071666666666665 and
M._id=nci.measurement_id and nci.rssi>3 and nci.rssi<66
group by cell_id order by nci.cell_id asc;
```

Cell ID	RSSI dB
95	23.8
96	25.2
98	25.2
138	31.8
208	26.9
209	26.6
214	25.7
215	27
253	27.1
254	26
436	31



5. ábra Rákóczi téri mérési eredmények

4.3 Harminckettesek tere

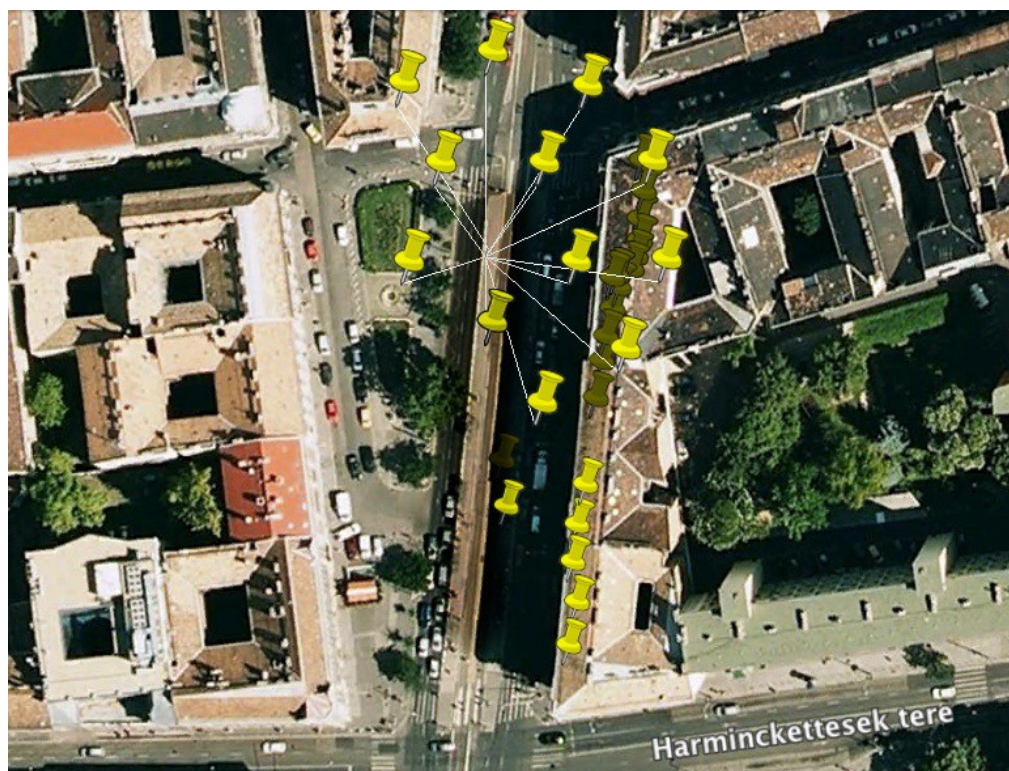
Vizsgált terület koordinátái:

47°29'22.44"N	47.48956666666667
19° 4'13.20"E	19.070333333333334
47°29'25.71"N	47.490475
19° 4'16.44"E	19.071233333333332

SQL:

```
select M.lon, M.lat, nci.cell_id, avg(nci.rssi) from  
measurement M, neighboring_cell_info nci where  
M.lat>47.48956666666667 and M.lat<47.490475 and  
M.lon>19.070333333333334 and M.lon<19.071233333333332 and  
M._id=nci.measurement_id and nci.rssi>3 and nci.rssi<66  
group by cell_id order by nci.cell_id asc;
```

Cell ID	RSSI dB
95	30.4
96	14.6
207	14.7
208	32.4
214	12
215	13
253	20.4
254	16.6



6. ábra A Harminckettesek terén készült mérések eredményei

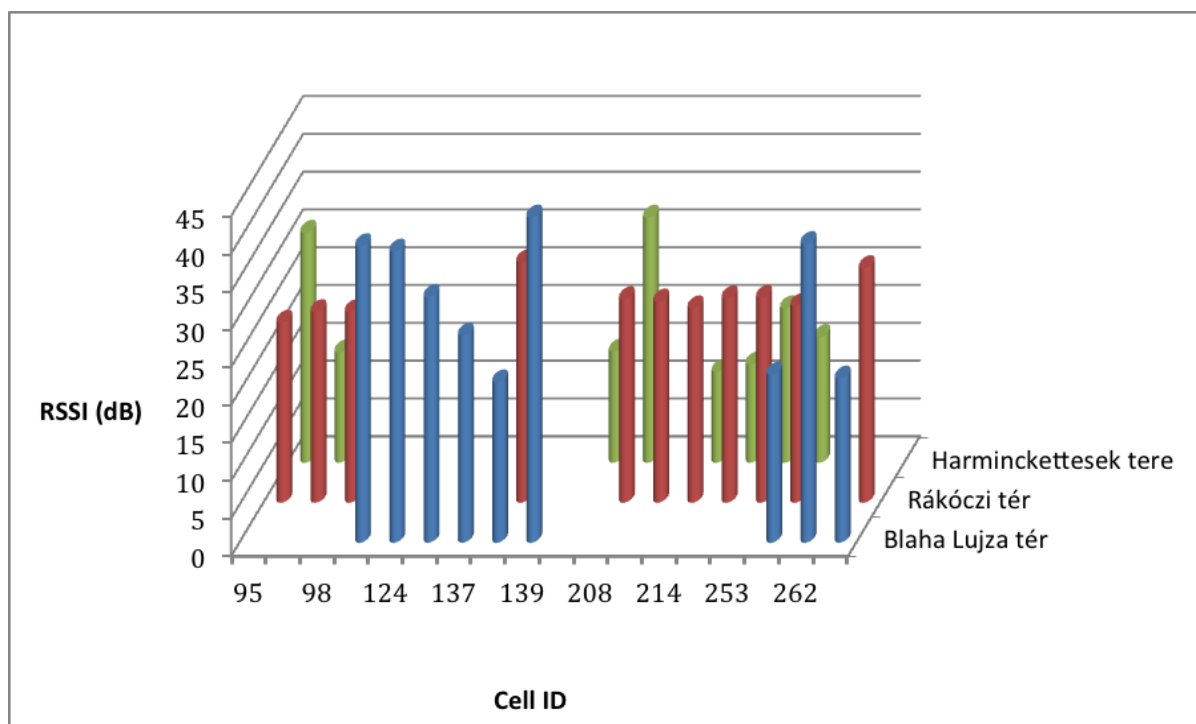
4.4. Eredmények összegzése

Az általam kiválasztott három megállóhely (Blaha Lujza tér, Rákóczi tér, Harminckettesek tere) elég közel vannak egymáshoz.

Az egyes mérési pontokhoz tartozó vételi jelszint és látott tornyok alapján megvizsgáltam az egyes megállóhelyeket. Összehasonlítottam a megállóhelyekhez tartozó vételi jelszinteket.

Táblázatban összefoglaltam a három megállóhoz tartozó bázisállomásokat és a megállóként mért vételijelszinteket a mérési adatokat, egyezést és különbségeket vizsgálva.

Cell ID	Blaha Lujza tér (dB)	Rákóczi tér (dB)	Harminckettesek tere (dB)
95		23.8	30.4
96		25.2	14.6
98		25.2	
123	39.2		
124	38.5		
135	32.5		
137	27.4		
138	21.2	31.8	
139	43		
207			14.7
208		26.9	32.4
209		26.6	
214		25.7	12
215		27	13
253		27.1	20.4
254	22.2	26	16.6
262	39.5		
436	21.7	31	



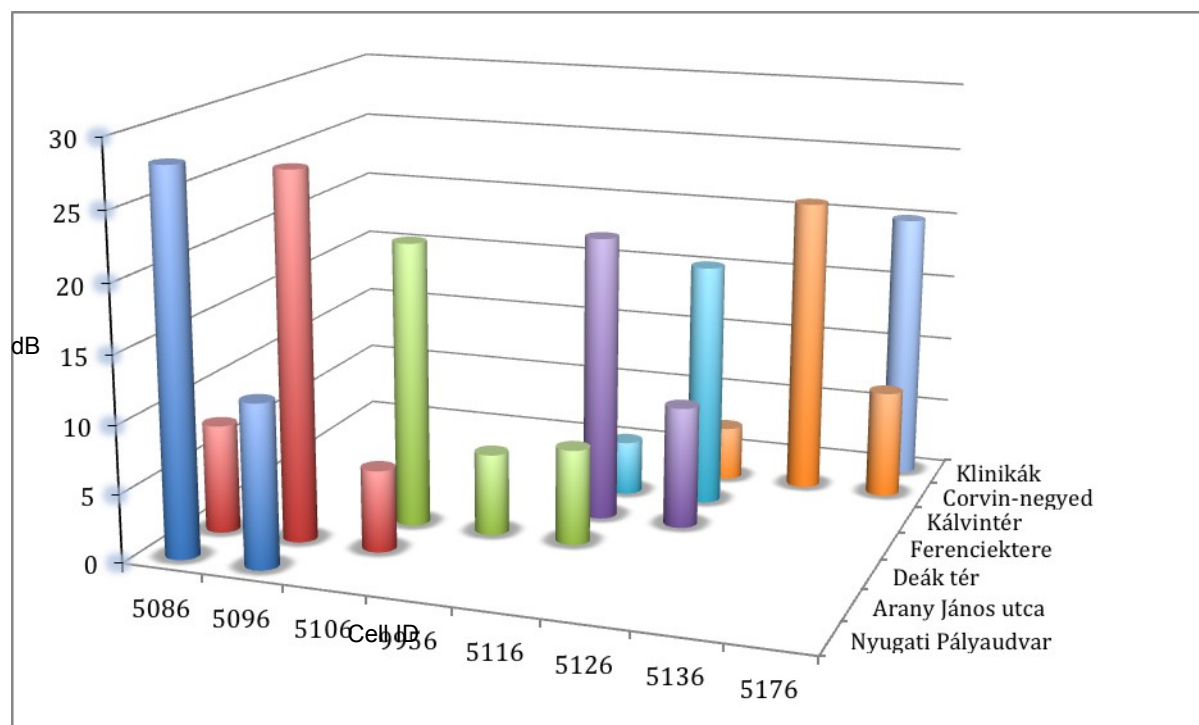
7. ábra A három megállóhoz tartozó eredmények összesítése

Az előbbi eredményeket grafikonon ábrázolva megtekinthetjük. A méréseim alapján megfigyeltem, hogy az egyes megállóhelyek esetében többségben eltérő bázisállomásokat vehetünk, de vannak olyan bázisállomások amiknek a jelét két megállóhelynél is vehetjük, viszont ezek között minimum 7dB átlagos eltérés van. Azért fordulhat elő, hogy ilyen nagy területen (400 méter) hosszan vehető egy torony jele, mivel ezek nem hagyományos adók, hanem szektor sugárzó antennák, amik egy hosszú keskeny sávban sugároznak. Mivel a körút, ahol a méréseket is készítettem, Budapest forgalmas útvonalai közé tartozik, a szolgáltató több szektorsugárzó antennát helyezett el ezen a területen.

5. Felszín alatti mérések

Ezt követően végeztem méréseket a 3-as metró vonalának egy szakaszán is (Nyugati pályaudvartól a Klinikák állomásig). Itt a méréseket máshogyan kellett kivitelezni, mint a föld felszínén történő mérések esetében, mivel a metróban készített mérésekhez nem tudunk GPS alapú referenciapontokat felvenni. Ezeknél a méréseknél a megállóhelyeknél rögzítettem a pontos időt. Az idő-megállóhely páros alapján az adatbázisunkban pontosan visszakereshetőek az egyes mérési eredmények.

Cell ID	Nyugati Pályaudvar	Arany János utca	Deák tér	Ferenciek tere	Kálvin tér	Corvin- negyed	Klinikák
5086	28	8					
5096	12	27					
5106		6	21				
9956			6				
5116			7	21	4		
5126				9	18	4	
5136						22	
5176						8	20



8. ábra A metróállomások mérési eredményei

Az eredmények alapján egyértelműen meghatározható egy megállóhely

egyetlen hozzárendelt cella azonosító alapján is. Megfigyelhetjük azt is, hogy egy adott megállóhelyen foghatjuk az előző és a következő állomáson elhelyezett sugárzó jelét is. A Deák Ferenc téren több bázisállomás is elhelyezésre került.

6. Konklúzió

A mérés eredmények alapján az egyes megállóhelyek egyértelműen elkülöníthetők egymástól, és a mért adatokból kiindulva ez alkalmas lehet olyan szoftver létrehozására, például okostelefonokra, amely pusztán a GSM hálózat felhasználása segítségével megmutatja, hogy melyik megállóhelyen tartózkodunk. Ezt alkalmazhatjuk olyan helyen is, ahol nincs GPS lefedettség, mint például Budapest metróhálózata.

7. Kitekintés

Ezt a témát a tanulmányaim során folytatni szeretném. Tervezem egy mobil platformra készített alkalmazás létrehozását, ami egy offline adatbázisból dolgozva cellainformációk alapján kijelzi az aktuális megállóhelyet, vagy esetleg, hogy hány megálló van még hátra, az előre beállított uticélig. Ehhez a mostaninál sokkal több mérést kellene végezni. Szeretném ezeket megvizsgálni a Telenor-on kívül más szolgáltató által üzemeltetett hálózaton is. A méréseim importálásához szükséges lenne az egyetemi adatbázisba egy feltöltő felület elkészítése, ami az SQLite adatbázisomból a „mobilhelyek” szerveren futó PostgreSQL-be importálja az adatokat.