

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Geoinformatikai Kar

# Székesfehérvár kerékpárút hálózatának felmérése és megjelenítése

SZAKDOLGOZAT

Konzulens:

Dr. Busics György  
egyetemi docens

Készítette:

**Rusznay Péter**  
Nappali tagozat  
Földmérő és földrendező mérnök  
Geoinformatika szakirány

Székesfehérvár  
2011



**Földmérő és Földrendező Mérnök BSc Szak**  
**Geoinformatika szakirány**  
**Nappali tagozat**  
**Szakdolgozat száma: 146/2011**

**RUSZNYÁK PÉTER**  
szakdolgozati feladata

A szakdolgozat címe: Székesfehérvári kerékpárútjainak felmérése, megjelenítése.

A feladat leírása:

1. Mutassa be a kerékpározás és a kerékpárutak szerepét, az úthálózat bővítésének mai lehetőségeit. Térjen ki Székesfehérvár történetének, városszerkezetének, kerékpárút-hálózatának bemutatására is.
2. Mérje fel Fehérvár kerékpárútjait GNSS technológiával. Használjon fel ehhez különböző típusú navigációs és geodéziai vevőket és módszereket, írja le ezek előnyös és hátrányos tulajdonságait az adott cél szempontjából. Próbáljon ki különböző kinematikus technológiákat, végezzen pontossági összehasonlítást.
3. Szerezzen be különböző digitális térképi állományokat, ortofotót a munkaterületről és ábrázolja azokon a felmért utakat. Dolgozzon ki alkalmas jelkulcsot a különböző objektumok és attribútum adatok alkalmas ábrázolására különböző célú térképeken.
4. Vizsgálja meg a megjelenítés lehetőségeit a különböző igényű felhasználók szempontjából.
5. Vizsgálja meg az Internetes publikálás lehetőségeit.

Beadandó munkarészek:

Szakdolgozat, mint műszaki leírás az elvégzett munka bemutatásával.

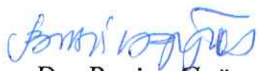
Nyomtatott munkarészek (térképek, kivágatok, helyszínrajzok, fényképek a munka nyomon követhetőségének illusztrálására).

Teljes dokumentáció CD-n (alapadatok, digitális állományok, mérési és feldolgozási jegyzőkönyvek).

Konzulens: Dr. Busics György egyetemi docens.

Beadási határidő: 2011. november 28.

Székesfehérvár, 2011. február 15.

  
Dr. Busics György  
tanszékvezető



  
Dr. Mélykúti Gábor  
dékán



## NYILATKOZAT

Alulírott **Rusznayk Péter** (neptun kód: XXXXXXXXXX) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a **Székesfehérvár kerékpárút hálózatának felmérése és megjelenítése** című

### szakdolgozat

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében<sup>1</sup>.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg**.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-Magyarországi Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat**.

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Székesfehérvár, 2011. november 28.

  
.....  
Hallgató

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Geoinformatikai Kar

Szakdolgozat száma: 146/2011

---

<sup>1</sup> 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét - az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven - a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára - a cél által indokolt terjedelemben - szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást - a szerző nevével együtt - fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

## Tartalomjegyzék

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés .....                                          | 3  |
| 2. A kerékpárutak szerepe, helyzete és követelményeik ..... | 5  |
| 2.1 Kerékpáros turizmus .....                               | 5  |
| 2.2 Kerékpáros forgalmi hálózat tervezése .....             | 8  |
| 2.3 Kerékpáros balesetek .....                              | 9  |
| 2.4 Kerékpárutak Budapesten .....                           | 9  |
| 2.5 A budapesti bérbicikli rendszer (BuBi) tervei .....     | 10 |
| 2.6 Kerékpárutak Székesfehérváron .....                     | 11 |
| 2.7 Székesfehérvári kerékpáros turizmus fellendítése .....  | 12 |
| 2.8 Kerékpározás és GPS technológia kapcsolata .....        | 12 |
| 3. GNSS rendszer bemutatása .....                           | 14 |
| 3.1 Történeti áttekintés .....                              | 14 |
| 3.2 Rendszer összetevői .....                               | 15 |
| 3.2.1 Alaprendszerek .....                                  | 15 |
| 3.2.1.1 Vezérlő alrendszer .....                            | 16 |
| 3.2.1.2 Műholdas alrendszer .....                           | 16 |
| 3.2.2 Kiegészítő rendszerek .....                           | 20 |
| 3.2.2.1 Műholdas alapú kiegészítő rendszer .....            | 21 |
| 3.2.2.1.1 Omnistar .....                                    | 21 |
| 3.2.2.1.2 EGNOS .....                                       | 21 |
| 3.2.2.2 Földi alapú kiegészítő rendszerek .....             | 22 |
| 3.2.2.2.1 IGS .....                                         | 22 |
| 3.2.2.2.2 EPN .....                                         | 23 |
| 3.2.2.2.3 EUPOS .....                                       | 24 |
| 3.2.2.2.4 GNSSnet.hu .....                                  | 24 |
| 3.2.3 A felhasználók köre .....                             | 28 |
| 3.2.3.1 Technológiák .....                                  | 28 |
| 3.2.3.2 Vevőberendezések .....                              | 31 |
| 3.2.3.3 Szoftverek .....                                    | 32 |
| 3.3 GNSS vonatkoztatási rendszerei .....                    | 33 |
| 3.3.1 ITRS .....                                            | 33 |
| 3.3.2 WGS84 .....                                           | 34 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.3 ETRS.....                                                           | 34 |
| 3.3.4 OGPSH.....                                                          | 35 |
| 3.3.5 Koordináta-rendszerek .....                                         | 38 |
| 3.3.5.1 Derékszögű koordináta-rendszer.....                               | 38 |
| 3.3.5.2 Földrajzi ellipszoidi koordináta-rendszer .....                   | 38 |
| 3.3.5.3 Topocentrikus koordináták .....                                   | 39 |
| 3.3.5.4 Égi egyenlítői koordináta-rendszer .....                          | 39 |
| 3.3.6 Időrendszerek.....                                                  | 40 |
| 4. A székesfehérvári kerékpárút hálózat felmérése.....                    | 40 |
| 4. A székesfehérvári kerékpárút hálózat felmérése.....                    | 41 |
| 4.1 Mérés tervezése .....                                                 | 41 |
| 4.1.1 Irodai előkészítés, adatgyűjtés.....                                | 41 |
| 4.1.2 Mérőfelszerelés összeállítása.....                                  | 42 |
| 4.1.3 Műszer rövid ismertetése .....                                      | 43 |
| 4.1.4 Felmérés egyéb lehetséges eszköze: GeoTrike – mérés élvezettel..... | 44 |
| 4.2 Mérés végrehajtása .....                                              | 45 |
| 4.2.1 Kinematikus módszerek részletes ismertetése.....                    | 45 |
| 4.2.2 A felmérési folyamat bemutatása .....                               | 48 |
| 4.2.3 Érdekes pontok bemutatása (POI) .....                               | 49 |
| 4.2.4 Tapasztalataim .....                                                | 49 |
| 5. A mérési eredmények feldolgozása.....                                  | 52 |
| 5.1 Alkalmazott szoftver bemutatása .....                                 | 52 |
| 5.2 A feldolgozási folyamat ismertetése.....                              | 52 |
| 6. Térképezési munkák.....                                                | 55 |
| 6.2 Térképezéshez használt alkalmazások bemutatása.....                   | 56 |
| 6.2.1 ITR4 .....                                                          | 56 |
| 6.2.2 Google Maps.....                                                    | 56 |
| 6.2.3 ArcGIS 9.3.....                                                     | 57 |
| 6.3 Térképezési folyamat ismertetése.....                                 | 58 |
| 6.4 Térkép publikálása az interneten .....                                | 60 |
| 7. Összefoglalás .....                                                    | 63 |
| 8. Irodalomjegyzék.....                                                   | 66 |
| 9. Mellékletek .....                                                      | 68 |

## 1. Bevezetés

Szakdolgozatom témája a székesfehérvári kerékpárút hálózat felmérése és térképezése. Témaválasztásom egyik legfőbb oka, hogy a kerékpározás reneszánszát éli. Mozgásszegény életmódot folytató társadalmunkban a biciklizés egy egészséges és környezetbarát alternatívája a közlekedésnek. A biztonságos kerékpáros forgalom lebonyolítására pedig kerékpárút hálózatokra van szükség. Kontinensünkön szinte minden ország kiemelt ügyként kezeli a kerékpárút hálózatok kiépítését, és a már meglévő hálózatok bővítését, fejlesztését. A különböző Európai Uniók támogatásainak köszönhetően hazánkban is gyors ütemben nő a bicikliutak hossza. Fontosnak tartom, hogy az utak építésével párhuzamosan egy adatbázis is létrejöjjön, amelynek alapja egy naprakész térkép településenként lebontva.

Szakdolgozatom elkészítésének első lépéseként a város kerékpárútjait kellett felmérnem. A székesfehérvári hálózat kiterjedtsége miatt a méréshez GNSS technológiát vettem igénybe. Ehhez szükséges volt az eddigi ismereteimet feleleveníteni és tudásomat elmélyíteni a technológia területén. A felmérést true kinematic módon végeztem. A folyamatos kinematikus eljárás termelékenységén túl lehetővé teszi, hogy a mérés során a kerékpárosok szemszögéből tapasztalhassam meg a hálózat erősségeit és gyengéit.

A megjelenítés során egy olyan állomány megalkotása a célom, amely a későbbiekben tovább fejlesztve segítheti a kerékpáros közlekedést és a kerékpáros turizmus fellendülését. A fájl az interneten keresztül bárki számára elérhető, így mindenki pontos képet tud kapni a domborzati viszonyoktól kezdve biciklis közlekedést segítő műtárgyakig. Az internetes publikálás során egy egyszerű és célratörő weboldalt készítettem, amelynek célja, hogy az élön tartott adatokat mindenki felhasználhassa. Az adatok megjelenítésére ingyenes internetes alkalmazások (Google Maps, Google Earth) szolgálnak, így csak internetre van szükség az információnyeréshez. A mérési eredmények egy részét ArcGIS-ben a FÖMI által 2009-ben megalkotott domborzatmodellre, légi fotóra és topográfiai térképre is importáltam, így egy térinformatikai program segítségével a későbbiekben akár különböző elemzések és döntés előkészítések végrehajtását is segíthetik.

Továbbá itt jegyezném meg, hogy komoly úr tátong a biciklis útvonaltervezők piacán, mivel eddig szinte senki sem gondolt a kerékpárosokra, mint felvásárló piacra a navigációs szolgáltatások terén. Több kifejezetten kerékpárosoknak gyártott GPS készülék kapható, azonban egyik sem tartalmaz olyan térképet, amely egy teljes ország, vagy megye kerékpárútjait tartalmazná. A Google cég is csak most kezdi felfedezni a

kerékpáros piacban rejlő potenciálokat, így elkezdtek a kerékpárút-térképek internetes közzétételét (szakdolgozatom elkészültéig néhány amerikai és kanadai nagyváros bicikliút hálózataig jutottak). A munka igen lassan halad, ezért némi optimizmussal akár azt is kijelenthetem, hogy egy országos méretű kerékpárút hálózat felmérésből, akár komoly tőkét is lehetne kovácsolni a kezdeti időszakban.

A szakdolgozat második fejezetében kitérek a kerékpárutak közlekedésben és turizmusban betöltött szerepére és ismertetem a kerékpáros hálózatokkal szemben támasztott elvárásokat. Néhány mondat erejéig pedig írok a biciklizés és a GPS technológia kapcsolatáról.

A harmadik fejezet a GNSS technológiát ismerteti. Erre a részre komoly hangsúlyt fektettem, mivel munkám alapját a GPS mérések adják.

A negyedik fejezetben a mérési folyamatot tárgyalom. Itt ismertetem a felmérés során használt műszert és megosztom a munka során nyert tapasztalataimat az olvasóval.

Az ötödik fejezet azt a munkamenetet hivatott bemutatni, amelynek eredményeképp a nyers mérési eredményekből EOY koordinátákat és Balti magasságokat kapok, amelyekből a kerékpárút hálózatot megszerkesztettem.

A hatodik fejezet a térképezési munkákat és az információnyerés folyamatát tartalmazza. Itt röviden bemutatom azokat az alkalmazásokat is, amelyek segítségemre voltak a szerkesztésekben és a végeredményként kapott térkép publikálásában.

A hetedik részben törekszem tömören összefoglalni a szakdolgozat elkészítése közben tapasztaltakat és a munkafolyamatok közben felmerült gondolatokat, megfogalmazódó véleményeket.

A nyolcadik fejezet az irodalomjegyzék, amely az analóg és digitális forrásanyagok listája.

A kilencedik fejezetben szakdolgozatom mellékletei szerepelnek. A mellékletek sorát gyarapítják a műszaki leírásban hivatkozott térképek és az általam megszerkesztett térképek kinyomtatott formában.

## **2. A kerékpárutak szerepe, helyzete és követelményeik**

### **2.1 Kerékpáros turizmus**

Az európai turizmus legdinamikusabban fejlődő ága a kerékpáros turizmus. Németország lakóinak közel 12 %-a tervez kerékpáros nyaralást, de azoknak a száma is ugrásszerűen nő, akik nyaraláskor kiegészítő, szabadidős tevékenységként gondolnak a kerekezésre. A német családok többsége már nem éri be a Balatonban történő mártózással. Nekik egyre komolyabb vonzerőt jelent a kerékpározási lehetőség, amelyet turizmusunk fellendülése érdekében figyelembe kéne vennünk.

Egész Európában lázas munkát folytatnak a kerékpárutak fejlesztéséért. Németországban például 190 kerékpárút létezett már 2001-ben is, amelyek hossza elérte a 40.000 kilométert.

A fejlesztések során megkülönböztetünk hardver és szoftver beruházásokat. Az előbbihez tartoznak az utak, a jelzőtáblák, a kerékpártárolók, a pihenőhelyek és egyéb műtárgyak, míg az utóbbihoz a különböző szolgáltatások, mint a kerékpáros szállók, a szervizek, a kölcsönzők, a látványosságok és a kerékpáros események.

Hazánk a kerékpáros turizmus szempontjából a fejlődő országok csoportjába tartozik. A legfrissebb felmérések szerint, a magyar fiatalság körében a biciklizés a legnépszerűbb sport, ami bizakodásra ad okot. Ez a generáció komoly tényezője lesz a magyar kerékpáros turizmusnak.

A különböző nemzetiségű turisták különböző elvárásokat állítanak vendéglátóikkal szemben. Míg a holland turisták olykor 2 hetes túrákra indulnak, addig a német ajkúak beérik fél vagy egynapos biciklizéssel is. Azonban a minőségi szolgáltatásokat és a jó infrastruktúrát származásra való tekintet nélkül mindenki igényli. Sajnos hazánkban sem a turisztikai intézmények, sem a vendéglátók nincsenek erre felkészülve. A túraútvonalak megválasztásának két legfontosabb szempontja a biztonság és a látnivalók. Ezt feltétlenül szem előtt kell tartania a vendéglátó nemzetnek.

Napjainkban honfitársaink körében nagyon ritka (7%) a külföldi kerékpáros utazás. Akik a kikapcsolódásnak ezt a formáját részesítik előnyben, szinte mindig országhatáron belül róják a kilométereket.

A kerékpáros turistákra 90%-ban jellemző, hogy túraszervező vagy más közvetítő szervezet segítségével szervezik meg túráikat. Ez arra enged következtetni, hogy a kerékpárosok többsége magabiztos és független. Ez a biciklizés életérzése.

Országok közötti távolságok áthidalásakor 50%-os arány figyelhető meg azok közt, akik tömegközlekedési eszközzel érkeznek és azok között, akik személygépkocsival érik el úticéljukat.

A felmérések alapján a legtöbben párban utaznak, majd családban, végül legkevesebben 6-8 fős, vagy még annál is nagyobb csoportokban. A felmérések során az is kiderült, hogy a túrázók 55%-a településről településre vándorol, 40%-uk helyben száll meg és innen kiindulva indítja túráit, 5%-uk pedig városi turista, vagyis csak a városon belül használják kétkerekűiket a látnivalók felfedezéséhez.

A kerékpáros turisták extra igényeit is ki kell tudnia elégíteni a vendéglátónak. Gondolok itt a kerékpártárolókra, a szervizelési lehetőségre, térképekhez való hozzáférésre, a bicikli és a poggyász szállításának lehetőségére, ajánlatok a helyi látványosságokról és a tematikus útvonalakról, lehetőség az egyéjszakás tartózkodásra, stb.

Fontos, hogy a kerékpárutak mentén folyamatosan kellemes környezet és látnivalók várják a túrázókat, ugyanis a kerékpáros turizmus során nem az a lényeg, hogy egy helyszínen csoportosulva legyenek láthatók a vonzerők, hanem az hogy az ember milyen környezetben teszi meg a túra útvonalát, és közben hogy érzi magát. Egy unalmas, érdektelen táj nem vonzza a vendégeket. Az utakkal szemben további követelmény, hogy a kerékpárosút-rendszer gondosan legyen karbantartva, egyértelműen legyen kitáblázva és a lehető legkisebb forgalmat bonyolítsa le.

Fontos megjegyezni, hogy a kerékpárút és a tematikus kerékpárutak között igen nagy különbség van. Utóbbi egy téma köré szervezi az „imázst”, az útvonalak vezetését és a szolgáltatásokat. A tematikus kerékpárutak összetevői közül hetet emelnék ki:

- Fontos, hogy a térségnek egyedi arculata legyen, amely komoly vonzerőt ad.
- Szintén lényeges, hogy a biztonságos és kis forgalmú pályák kellemes és érdekes helyeken kalauzolják el az embert.
- Út mentén tematikába illeszkedő vonzerők legyenek jelen.
- Tömegközlekedés könnyű és egyszerű igénybevételére vonatkozó lehetőség.
- Minimum 30 kilométerre egymástól kerékpárbarát szálláshelyek biztosítása.
- Családbarát létesítmények a közösségek legfiatalabb tagjainak szórakoztatására. (pl.: játszótér)
- Folyamatos fejlesztések a megújulás jegyében.

Azok a helyek, ahol csak a kerékpárutak megépítését tudják finanszírozni, nem tekinthetők komplex kínálatnak, így versenyképességükből is veszítenek. Sajnos Magyarország is ebben a cipőben jár. Véleményem szerint, azonban mindig el kell

kezdeni valahol, és jó úton haladunk afelé, hogy hazánk is a legkedveltebb célpontok közé kerüljön, hiszen mind kulturális, mind természeti kincsekben gazdag.

Nyugat- és Közép-Európa több országa (Franciaország, Olaszország, Svájc, Németország és Ausztria) kitűnően kialakított, komplex szolgáltatásokkal rendelkező tematikus utakkal bír, míg a kerékpáros kultúrájáról ismert Hollandia és Dánia fokozatosan lemarad az előbb felsorolt nemzetektől. Ennek legfőbb oka, hogy a biciklire közlekedési eszközként tekintenek, nem pedig sporteszközként, amely az ember aktív kikapcsolódását biztosítja. Magyarországnak törekednie kell, hogy felzárkózhasson a nyugatabbra lévő szomszédokhoz és vonzó célponttá váljon a kerekések szemében.

Az EuroVelo, vagyis az Európai Kerékpárút Hálózat célja a „határok ledöntése”. A projekt 1997-ben vette kezdetét. Az Európai Kerékpáros Szövetségnek nagy volumenű terve egy 12 útvonalas hosszútávú, egész Európát átszelő kerékpárút kialakítása. A hálózat teljes hossza több, mint 60 000 kilométer, aminek közel harmada már elkészült. A cél, hogy a már meglévő kerékpárutakat összekössék egy olyan hálózattá, amelynek segítségével az egész kontinens átszelhető lenne a biztonságot nyújtó kerékpárutakon. Itthon két EuroVelo kerékpárút áll a biciklisek szolgálatába, amelyek számai: EV6 és EV11. Az útvonalak fejlesztői az országok nemzeti és regionális kormányzati szervei, a helyi önkormányzatok, a non-profit szervezetek az összes európai országban.



2.1 ábra Az EuroVelo kerékpárút-hálózat tervezett térképe

A térképen jól látszik, hogy az útvonalak mindegyike több fővárost is érint. Ez csak növeli a hálózat turisztikai értékét. A túrázók a nyomvonalat követve egyszerűen és biztonságosan tudnak eljutni az országok kulturális és történelmi központjaiba.

Hazánkban a kerékpáros turizmusban rejlő lehetőségeket most kezdik csak igazán felfedezni. A túraútvonalak mentén több fogadó reklámozza magát kedvezményes áraival, amiket kifejezetten a drótszamárral érkezőknek kínálnak. Felmérések szerint a kétkeréken érkező vendégek 15%-kal többet költenek nyaralásuk során az átlagos látogatóknál, mivel kevesebb felszerelést tudnak magukkal vinni. Ez a tény újabb ok arra, hogy a turizmusnak eme gyorsan fejlődő ágából Magyarország is a lehető legtöbb hasznot húzza.

Nyugat-Európában egyre több nagyváros kínál lehetőséget a bérbiciklik kölcsönzésére, amelyek nemcsak a turisták igényeit szolgálják ki egy-egy városnézés során, hanem az ott élőket is segítik a közlekedésben. Erre az egyik legjobb példa a párizsi Velib, amit egy nyáron átlagosan 110-120 000-en vesznek igénybe.

## **2.2 Kerékpáros forgalmi hálózat tervezése**

A kerékpáros forgalmi hálózat tervezésekor figyelembe kell venni, hogy a hálózat kellően sűrű legyen, mégis könnyű legyen az áttekinthetősége. Emellett fontos, hogy az úthálózat célpont-centrikus legyen, vagyis a forgalomban fontos helyeket érintsen (pl: lakótelepek, iskolák, munkahelyek, közintézmények és turisztikai célpontok). Egy másik lényeges tényező a biztonság, amelyet a kerékpárosok akkor éreznek magukénak, ha övük az áthaladási elsőbbség, vagy áthaladásukat jelzőlámpák segítik. Szintén figyelembe kell venni, hogy a kerékpárost nem szabad leszállásra kényszeríteni és az úton nem lehetnek indokolatlan magasságkülönbségek.

Első lépésben a várható forgalom mértékét kell meghatározni. Utána baleseti statisztikák elemzésével meg kell határozni a leggyakoribb baleseti okokat és ezek kiküszöbölésével a balesetveszélyes helyeken a kerékpárosok fokozott védelmét elősegíteni.

Második lépésben meg kell vizsgálni, hogy a kiválasztott utak, utcák és egyéb közterületek lehetővé teszik-e a kerékpáros forgalom biztonságos lebonyolítását.

Minden jelentős úticélnál közterületi leállóhelyeket kell létesíteni. Ilyen közterületi kerékpártárolók találhatók Székesfehérváron a Sóstói Stadion mellett, illetve a Táncsics Mihály Általános Iskola mellett.

A tömegközlekedési végállomások közelében a lehetőségekhez mérten akár kerékpárkölcsönzőt is érdemes üzemeltetni.

A hálózattervezés utolsó lépése az intézkedési vagy sürgősségi terv megalkotása, amely a hálózat létrehozását hivatott ütemezni. Az intézkedések sorrendiségét nagymértékben befolyásolják a költségek. Egy felüljáró megépítése nagyobb erőforrást emészt fel, mint útburkolati jelek felfestése és az utak kitáblázása. A sorrend meghatározásánál tehát azok a szakaszok élveznek előnyt, ahol a legkisebb befektetés mellett a legnagyobb mértékű javulás érhető el, miközben a szakaszok hálózattá kapcsolódnak össze.

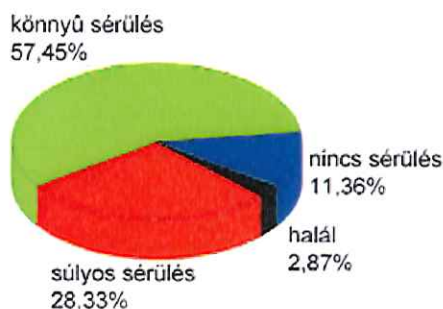
### 2.3 Kerékpáros balesetek

A kerékpározás nemcsak az egyik legegészségesebb és leginkább környezetbarát módja a közlekedésnek, hanem az egyik legveszélyesebb is.

Sok kerékpáros nincs tisztában a KRESZ szabályaival, így potenciális veszélyforrást jelentenek az utakon. Sötétedéskor és éjjel komoly veszélynek teszik ki magukat azok a biciklisek, akik nem világítják ki járművüket, vagy nem tesznek egyéb módon a láthatóságért. Sokat jelent egy prizma vagy egy láthatósági mellény is. Ez a nemtörődömség csak az érme egyik fele.

A másik oldalon ott vannak azok a gépjárművezetők, akik a kerékpárosokra alacsony sebességük és veszélyes manővereik miatt nem tekintenek teljes jogú partnernek a közlekedésben. Sok autós egyszerűen nem tud mit kezdeni a kerékpárosokkal, így bizonytalanságukkal veszélyes forgalmi helyzet okozói lehetnek. Néhányan pedig minden körülmények között megelőzik a kerékpárost, még akkor is, ha nem tudnak biztonságos oldaltávolságot tartani az egy nyomvonalon haladó kerékpártól. Ezzel csak nő a gázolások és elsodrásos balesetek száma.

Kerékpáros balesetek kimenetelének megoszlása



2.2 ábra 2009-es KHS adatok alapján

### 2.4 Kerékpárutak Budapesten

A rendszeresen kerékpározók aránya a fővárosban a legmagasabb, ahol leginkább közlekedési-, mint sporteszközként tekintenek a kétkerekűre.



2.3 ábra 2009-es KSH adatok alapján

1997 és 2009 között a kerékpáros forgalom megduplázódott, így a forgalomban való részvételük 1-2%-ra nőtt az évek során. A kerékpár biztosította rugalmasság nagy előny a dugók esetén, amit egyre több fővárosi belát. A városban 187 km hosszú kijelölt kerékpáros útvonal található, amelyből 43 km kis forgalmú úttesten kijelölt útvonal, 8 km kerékpársáv, 64 km önálló kerékpárút, 49 km osztott gyalog- és kerékpárút, míg 23 km osztatlan gyalog- és kerékpárút. A közös gyalog- és kerékpárút sok konfliktus helyszíne, mivel mind a kerekések, mind a gyalogosok magukénak érzik az aszfaltcsíkot. A megoldást abban látja a városvezetés, hogy az úttesten kerékpárnyomot jelölnek ki, ahol a gépkocsik sebességét 40 km/h-ban maximalizálnák. Itt a kerékpárosokra és a gépjárművekre azonos KRESZ szabályok vonatkoznak. A cél tehát már nem a szegregálás, hanem az integrálás. Ez a nyugati országokban bevett eljárás.

A kerékpáros közlekedést ezen kívül az interneten is támogatják ingyenesen letölthető térképek, vagy útvonaltervező programok formájában, amelyek a kerékpárost A pontból B-be a lehető legbiztonságosabb útvonalon, a lehetőségekhez mérten kijelölt kerékpárutakon segítik elnavigálni.

## 2.5 A budapesti bérbicikli rendszer (BuBi) tervei

Magyarországon 2011. június 22-én döntött a Fővárosi Közgyűlés a BuBi, azaz a budapesti bérbicikli rendszer indításáról. Egyéni közösségi közlekedési eszköznek nevezik a hálózat- szerűen, egymástól körülbelül 550 méterre elhelyezkedő, 74 helyszínen megtalálható kerékpár tárolókat, amelyek összesen 1011 darab kölcsönözhető kétkerekűt tartalmaznak majd. A kerékpárok felvétele és leadása az automata gyűjtőállomásokon önkiszolgáló módon fog működni. Fél óra ingyenes használat túllépése után már fizetni kell, amit elektronikus úton kell majd lebonyolítani. A tároló hálózat megvalósítása mellett a közlekedési hálózat kerékpárforgalmi szempontú korrekcióját és a belvárosi kerékpárútvonalak bővítését is elvégzik majd. A projekt tervezett költsége 1,1 milliárd forint, azonban a nyugati példák alapján ez a befektetés hamar megtérül. A levegő

minősége javulni fog, a közlekedésben kevesebb és kisebb torlódásra számítanak és az életminőség is jobb lesz. Véleményem szerint ez nagyon idillinek hat, azonban 1011 darab kerékpár nem fogja megoldani egy 1,7 milliós nagyváros problémáit.

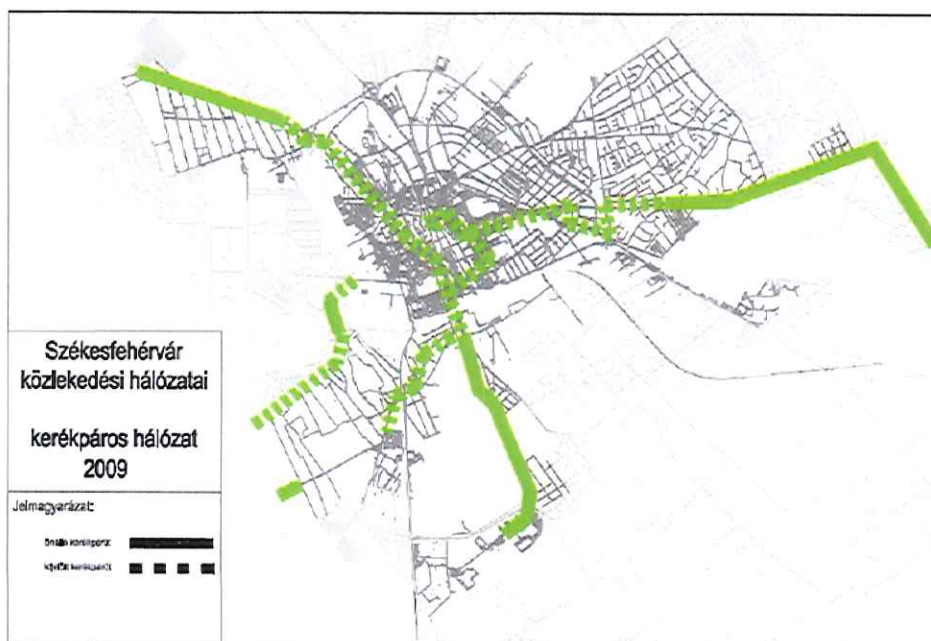


2.4 ábra BuBi látványterve

## 2.6 Kerékpárutak Székesfehérváron

A megyeszékhely domborzati adottságai tökéletesen megfelelnek a kerékpárutakkal szemben megfogalmazott igényeknek, ugyanis nincsenek nagy magasságkülönbségek, amelyeknek leküzdése megterhelő lenne a bicikliseknek. A városban egyre növekvőben van a kerékpárút hálózat, amely még mindig elenyésző méretű a Nyugat-európai országok nagyvárosaihoz képest.

A település kerékpárútjait úgy próbálták vezetni, hogy kereszt alakban átszeljék a belterületet. A kijelölt utak többsége forgalmas főútvonalak mentén halad, így a kerekeseeknek nem kell a veszélyes úttesten tekerniük. A képen látható térkép ugyan 2009-es, de az elmúlt 2 évben a kerékpárútvonalak hossza nem nőtt jelentős mértékben.



2.5 ábra

## 2.7 Székesfehérvári kerékpáros turizmus fellendítése

Szülvárosom, Székesfehérvár iránt elfogult vagyok, azonban biztos vagyok benne, hogy a kerékpárút hálózat fejlesztése és megfelelően kiépített bringás szállás hálózat megvalósítása után vonzó úti célja lenne a kerékpáros turistáknak. A város és környéke rengeteg kulturális és természeti kincsel büszkélkedhet, amelyeket ki kéne aknáznia. Első lépésként a kerékpárutakat a belvároson át vezetném, hogy az érdeklődők egy nevezetességet se hagyjanak ki. A hangulatos belváros műemlékei közt pedig arra alkalmas helyen kerékpár tározókat helyeznék el. Így biztonságban tudhatnák kétkerekűjüket, miközben meglátogatják a múzeumokat vagy a vendéglátóhelyeket. Szakdolgozatom mérése során a megyeszékhely kerékpárútjait végigtekertem és azt vettem észre, hogy az utak tervezésekor abszolút figyelmen kívül hagyták a turizmusban rejlő lehetőségeket. Ez alatt azt értem, hogy az utak vezetése kikerül szinte minden turisztikai látványosságot. A cél az volt, hogy a város lakói eljussanak A-ból B-be felesleges sallangok nélkül. Én ezen mindenképp változtatnék. A történelmi belváros utcáin ritkán van autós forgalom, ami jó alapot szolgáltatna a biztonságos kerékpározáshoz.

## 2.8 Kerékpározás és GPS technológia kapcsolata

A GPS szolgáltatásokat ma már a közlekedés minden résztvevője használja. Jutányos áron juthatnak navigációs készülékekhez a kerekések is. Speciálisan az ő igényeiknek (por, csepp, ütésállóság és biztonságos rögzítés) megfelelő eszközök széles választékát kínálja a piac. A kerékpárok kormányára szerelhető navigációs készülékek jó szolgálatot tesznek, ha érdekes pontokat akarunk felkeresni, vagy csak tudni akarjuk, hol járunk. Továbbá lehetőség van POI (points of interest) megjelölésére is, amelyeket több internetes oldalon is közzé tehetünk a megfelelő fórumokon, így hasznos tagjai lehetünk a kerékpáros társadalomnak. Tapasztalatcserével pedig mindenki csak gazdagodhat.



2.6 ábra

Ma már nem számít unikumnak, ha egy ilyen eszköz raszteres adatokat is tud kezelni. Kezelőfelület megfelelő beállításával a kijelzőre térképen kívül légifelvételek, sőt akár műholdfelvételek is behívhatók, amelyek segíthetik a túrázót a tájékozódásban. Lehetőség nyílik előre megtervezett útvonalak bejárására is, amelynek szerintem a kerékpáros turizmusban nagy haszna van. Az interneten kiválasztott látnivalók sorban meglátogathatók felesleges bolyongás nélkül.

Szakdolgozatom során kapott pontok között szerepelnek „érdekes” pontok is (POI), amelyek vagy veszélyre hívják fel a figyelmet (kátyú, gyalogátkelőhely), vagy valamilyen szolgáltatásra (ivókút, kerékpártároló, térkép). Mint említettem a székesfehérvári kerékpárutak nem érintenek látványosságokat, így azok esetében kimaradtak. Ezeknek a pontoknak a publikálása megoldható több internetes oldalon. A közzétételt követően bárki letöltheti ezt a koordináta-listát és importálhatja GPS készülékébe, sőt a későbbiekben akár ő is bővítheti ezt.

A kerékpáros turizmus említett terjedésével egyre több gyártó próbálja termékeivel kitölteni a piacon megmaradt réseket, és egyre több magánszemély próbálja elhivatottságával előrébb mozdítani a turizmus eme ágának fellendítését. Az interneten több társaság van, akik túráikat GPS segítségével pontlista formájában megörökítik és felteszik azt, hogy szabadon letöltsen bárki bebarangolhassa az útvonalat, ha az élménybeszámoló elolvasása után kedvet érez hozzá. Egy hasonló oldal: <http://www.gps-tour.info/>

Elsőként a nagy kerékpáros kultúrával rendelkező hollandok kezdték el GPS-szel felmérni a kerékpárutakat és a kerékpározásra alkalmas vonalakat. Az első webes kerékpáros útvonalajánló megvalósításán 70 önkéntes dolgozik, akik még a burkolatok változásait is közzéteszik. Munkájuk gyümölcse a <http://www.fietsersbond.nl/op-fiets/fietsroute-planner> oldalon bárki számára elérhető.

### **3. GNSS rendszer bemutatása**

#### **3.1 Történeti áttekintés**

A második világháború 1945. szeptember 2-án ért véget az atombombával térdre kényszerített Japán kapitulációjával. Nukleáris fegyvereivel az USA olyan hatalmi pozícióba került, amelyet a Szovjetunió, a másik szuperhatalom nem nézhetett tétlenül. A hidegháború tehát kezdetét vette, amelyet 1947-re datálnak. Ebben a nemzetközi feszültséggel járó korszakban, amikor a nukleáris fenyegetés nagyobb volt, mint valaha, fegyverkezési és űrverseny indult a két szuperhatalom között.

Az űrverseny az űrkutatás 1957 és 1975 közötti időszaka, amikor is a két rivalizáló szuperhatalom próbálta a presztízs értékű űrkutatásban túlszárnyalni egymást. Az űrverseny kezdete a Sputnik-1 szovjet műhold fellövése volt. Az első kommunikációs műholdat az amerikaiak tudhatták magukénak, amit 1958-ban bocsátottak útjára. Az első űrben járt ember 1961. április 12-én Jurij Gagarin lett a Vosztok-1 fedélzetén. Az első űrsétát is egy orosz ajkú asztronauta, Alekszej Leonov hajtotta végre 1965. március 18-án. Ezt követően már csak az első ember egy idegen bolygón címért szálhatott harcba az USA, amit 1969. július 21-én Neil Armstrong meg is szerzett. Az űrverseny feszített tempójának volt köszönhető, hogy a technika ilyen rövid idő alatt ilyen magas szintre fejlődött.

1960 áprilisában az amerikaiak fellőtték az első kísérleti navigációs műholdat, a Transit-1B-t. Az amerikaiak célja egy globális helymeghatározó rendszer kiépítése volt, a hadsereg segítése érdekében. Erre utal az NNSS mozaik szó, amely magyarra fordítva Katonai Navigációs Műhold Rendszert jelent. A kiépített rendszert 7 darab, 1100 km magasan, közel kör alakú pályán keringő műhold jelentette. A kevés műhold miatt csak a nap bizonyos óráiban lehetett a rendszert használni, úgy hogy 20 perces mérés mellett 50 méteres pontosságú helymeghatározást tett lehetővé. A rendszert sok kritika érte, mivel a mérés pontossága sok esetben nem volt kielégítő, illetve a mérések napokig is eltarthattak a kis műholdszám miatt, az alacsony műholdpálya miatt rövid ideig volt csak észlelhető egy-egy műhold. A Doppler-technika révén a rendszer földfelszín bármely pontján működött. 1967-1994-ig, a Navstar GPS teljes kiépítéséig polgári célra is elérhetővé tették. A Szovjetunióban a Transit rendszer megfelelőjét Cicada névre keresztelték. A szovjetek a rendszer kiépítését 1963-ban kezdték meg és 1979-ben tekintették befejezettnek 4 műhoddal, amik 1000 km-es magasságban keringnek.

A Transit rendszer helyét a GPS rendszer vette át, amelynek fejlesztését Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma kezdeményezte 1973-ban. A rendszer először tisztán katonai célokat szolgált, majd némi korlátozásokkal ugyan, de polgári célra is elérhető lett. A fő cél az volt, hogy a Földön bárhol, bármikor és bármely körülmények között megbízható helymeghatározást lehessen végezni. Ehhez alap kiépítésben 6 műholdpályán 24 darab mesterséges holdnak kell 20.200 km-es magasságban, 12 órás keringési idő mellett napi 24 órán át üzemelnie. A rendszert 1994-ben tekintették teljesen kiépítettnek. Azóta természetesen lecserélték a régebbi holdakat és megnövelték a pályán keringő mesterséges égitestek számát is, ami a rendszer megbízhatóságát hivatott növelni. Emellett a rendszer további elemeinek állandó fejlesztése is folyik. A tervek szerint 2015-re 33 darab új típusú (Block IIR-M) műhold alkotja majd a GPS műholdas alrendszerét.

### 3.2 Rendszer összetevői



3.1 ábra A GNSS rendszer elemei

A GNSS (Global Navigational Satellite System – Globális Navigációs Műhold Rendszer) rendszerek működéséhez a képen látható elemek összehangolt működésére van szükség.

#### 3.2.1 Alaprendszerek

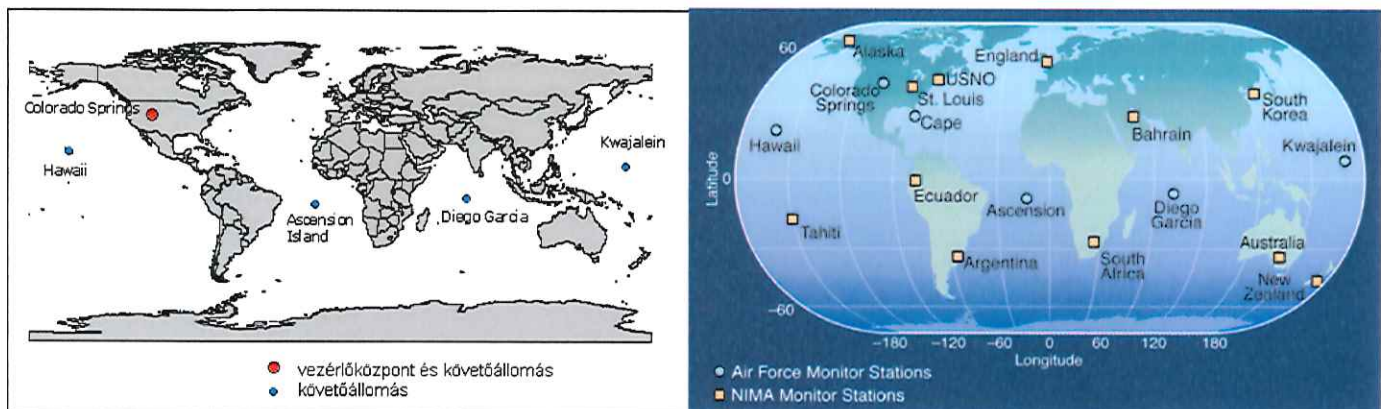
Az alaprendszerekhez tartozik az amerikai GPS, az orosz Glonass, az európai Galileo és a kínai Compass.

Az alaprendszerek 2 fő részből állnak. Az egyik alkotó elem a navigációs célú mesterséges holdak alrendszere, a másik pedig az ezeket irányító vezérlő alrendszer, ami magába foglalja az ismert helyzetű földi követőállomásokat, az adattovábbító állomásokat és a vezérlő központot. Ezekből a követőállomásokról kezdetben négy volt és a Colorado Springs közelében lévő légibázison alakították ki a vezérlőközpontot. Az ismert koordinátájú követőállomásokon ismert vektorokból határozzák meg a pályaadatokat. A követőállomások mérési eredményei a vezérlő központba kerülnek, ahol a feldolgozást

követően meghatározzák az egyes műholdak pálya- és órakorrekcióit. A kész információkat az adatfeljuttató állomások rádióüzenet formájában a műholdak fedélzeti számítógépébe továbbítják.

### 3.2.1.1 Vezérlő alrendszer

A GPS vezérlő alrendszer üzemeltetését az amerikai légierő látja el. A vezérlő alrendszert alkotó állomások összessége valósítja meg a WGS84 nevű vonatkoztatási rendszert, amely a GPS mérések rendszere. Kezdetben 4 követőállomás és egy vezérlőközpont alkotta a földi követőállomások alrendszerét, amelyek száma azóta is folyamatosan nő. Washington közelében működik egy ideiglenes vezérlőközpont, amely a Colorado Springs-i központ feladatait végezné el annak meghibásodása esetén. A követőállomásokon GPS vevő, adattovábbító rendszer és atomóra található. A követőállomások mérési eredményeit a vezérlőközpont gyűjti össze és dolgozza fel. A központ feladata emellett a műholdak pályadatainak számítása, az óraállások definiálása és az ionoszférikus modell meghatározása. A központban meghatározott pálya és óra adatokat 3 injektáló vezérlő állomásra küldik, ahol azokat a műholdakra továbbítják egy antenna segítségével.



3.2. ábra A Navstar GPS földi követőállomásai a kezdeti időszakban és napjainkban

### 3.2.1.2 Műholdas alrendszer

A műholdas alrendszerét alkotják a Föld körül keringő mesterséges égitestek. Számukat és pályájukat az alapján határozták meg, hogy a Föld bármely pontján, bármely időpontban és bármely körülmény között gyors és pontos helymeghatározást biztosítsanak. Ehhez legalább 4 műhold egyidejű észlelésére van szükség. A műhold kódolt és modulált rádiójelének felhasználásával a műhold és a vevő távolságán kívül a

műhold mérés pillanatában elfoglalt helyzete is meghatározható. A műholdakat 5 fő kategóriába lehet sorolni.

Az első két műhold technológiai műholdak voltak, amelyeket a '70-es években bocsájtottak fel 15.000 km körüli magasságba.

A következő kategória képviselői a fejlesztési műholdak, a Block I típusú eszközök, amelyekből 11 darabot sikerült pályára állítani.

A harmadik kategória műholdjai már képesek voltak egymással rendszerben működni. Ezek a Block II-es égitestek már navigációs adatok sugárzását is el tudták végezni. A Block II-es típusjelzésű műholdból 9 darabot állítottak pályára 1989 februárja és 1990 októbere közt. Ebbe a kategóriába sorolhatók a Block IIA típusú holdak is, amelyek az előbb említett típus továbbfejlesztett változatai voltak. 7 év alatt 19 darabot lőttek fel. Ezek a holdak már képesek voltak a navigációs pontosság mesterséges lerontására (SA) és a jelvédelemre (AS).

A soron következő kategória holdjai a Block IIR műholdak voltak, amelyek már képesek voltak egymáshoz viszonyított helyzetük meghatározására. Ennek eredménye képpen a pályaadatok pontossága nőtt és fél évig képesek a földi követőállomások nélkül pontos navigációval működni. Jelvédelemre és a pontosság rontására szintén alkalmasak.

Az utolsó kategória a Block IIF típusú holdak csoportja.

A műholdak fejlődése magával hozta a fedélzeten található atomórák és számítógépek modernizációját is. Az újabb műholdak méretei egyre nagyobbak és élettartamuk egyre hosszabb. A pontosság növekedése mellett pedig egyre több funkcióval bírnak.

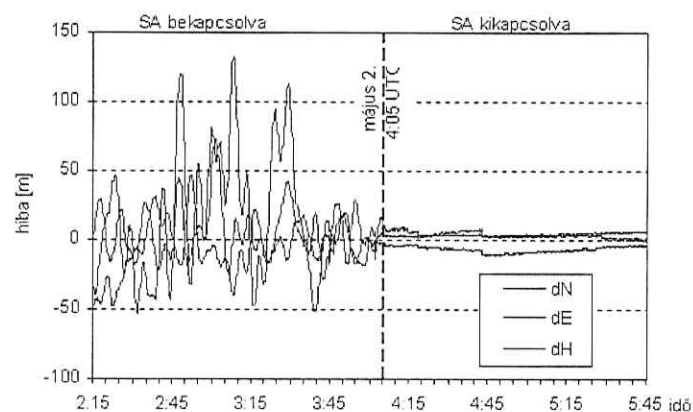
Teljesen kiépített alrendszere jelenleg csak a Navstar GPS-nek van. Ez az oka, hogy a köznyelvben nem a GNSS, hanem a GPS rövidítés terjedt el.

A teljes kiépítettség elérésekor 24 darab Block IIA típusú hold állt rendelkezésre, amelyek az L1-es és L2-es frekvencia sugárzására voltak képesek. Az L1 frekvenciát a szabad elérésű C/A kóddal és a korlátozott hozzáférésű P kóddal modulálták. A P kód és a W kód „keresztelésével született” az Y kód, amely csak a katonai vevők számára ismert. A GPS modernizációja során az L2 frekvencián korábban csak P kód sugárzása mellett megjelenik a C/A kód is, így az ionoszféra hatása egyszerűen kiküszöbölhető lesz a polgári felhasználók számára is.

A terv szerint 2012 körül a Block IIR-M típusú holdakon mind az L1, mind az L2 frekvencián elérhető lesz egy új, kizárólag katonai célokra használatos M kód. Továbbá 2020 környékére tervezik a Block IIF típusú holdak bevezetését, amelyeken egy új vivőfrekvencia, az L5 frekvencia lesz polgári célokra elérhető. A három civil jel egyidejű

interferenciája valószínűtlen, így igen robosztusnak ígérkezik. A harmadik jelnek köszönhetően gyorsabb lesz a frissítési idő a DGPS méréseknél is.

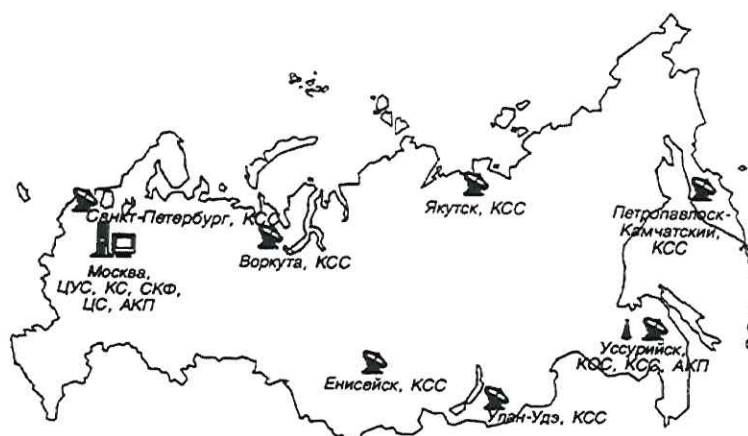
Az 1980-as években a katonai szakértők megállapították, hogy a C/A kód túl pontos navigációt tesz lehetővé, ami potenciális veszélyforrást jelent a „nem baráti” kategóriába sorolt országokkal szemben. Ennek kiküszöbölésére a rendszer pontosságát degradálni kellett. Ezt szelektív hozzáférésnek, SA-nak hívták, amelyet úgy valósítottak meg, hogy a manipulálták a műholdak órajeleit, a pályaadatokat és a korrekciókat. Az Amerikai Egyesült Államok elnöke 2000. május 1-jén bejelentette az SA sugárzásának leállítását. Hatását az alábbi ábra demonstrálja.



3.3 ábra 2000. május 2. 4:05-től teljes hozzáférés az SA megszüntetésével

A másik GNSS rendszer megalkotói az oroszok. Glonass nevű alaprendszerükben a kiépítettség elérésekor a 3 pályán egyenként 8 műhold fog keringeni 19.100 kilométeres magasságban. Rendszerük a Moszkvai UTC időt és a PZ90-es vonatkoztatási rendszert fogja használni. Globális helymeghatározó rendszerük célja a közlekedés, az időszolgálat, a mentés, a földmérés támogatása és elsősorban a hadászat támogatása. Holdjaik két típusú elektromágneses jelet használnak. Az SP rövidítés jelentése standard navigációs jel, míg a HP a nagy pontosságú jelet takarja. Polgári felhasználók számára az SP jel érhető el, amely vízszintes értelemben 57-70 méter, magassági értelemben 70 méteres megbízhatóságot szavatolt a kezdetekben. Minden műhold eltérő frekvencián sugároz, amely jelentős eltérés az amerikai koncepcióhoz képest.

Az irányító központ a fővároshoz közeli Golücinoban van, míg a követőállomások elszórtan helyezkednek el az ország területén. A követő méréseket lézer távmérés is kíséri, amit a műholdakra szerelt lézerprizmák tesznek lehetővé.



3.4 ábra Glonass földi követőállomásai

1994-ben az abszolút pontosság növelése érdekében a differenciális technika segítségével 3 szintes infrastruktúrát építettek ki, amelynek szintjei a következők:

- WADS (globális) rendszer nagy területen biztosítja a központ által küldött eredményekből az 5-10 méteres pontosságot.
- RADS (regionális) rendszer segítségével regionális területen a troposzférikus mérések eredményeit figyelembe véve érik el a 3-5 méteres megbízhatóságot.
- LADS (lokális) rendszer lokális, néhány 10 km-es területen segíti a deciméteres pontosság elérését.

A rendszer 1996-ban ugyan elérte a teljes kiépítettséget a maga 24 műholdjával, azóta azonban a holdak közül jóval kevesebb volt pályán, mint a szükséges szám, és ezek közül még kevesebb az, amelyik működött. Nagy szükség lenne a rendszer modernizációjára, mert a kiöregedő és hibás holdak nem üzemelnek megbízhatóan.

2010 őszén már 20 pályára állított hold alkotta a Glonass flottáját. Az elkövetkezendő évekre tervezik a Glonass-K jelű holdak üzembe helyezését, amely 3 polgári és 3 katonai frekvenciával is fel lenne vértézve. A Glonass újbóli teljes kiépítettsége 2011-12 fordulóján várható.

A közeljövőben tervezik a tisztán polgári célú, nagy pontosságú és megbízhatóságú GNSS rendszer, a Galileo kiépítését. A Galileo tisztán európai finanszírozású és felügyeletű rendszer lesz, amely az 1999-es német, francia, angol és olasz kezdeményezés hatására valósulhat meg. Célja a hely, az idő és a sebesség pontos meghatározása lesz. A fejlesztők reményei szerint a rendszert szolgáltatásait többen fogják használni a gépjárművek navigációjában és a telefonos helymeghatározásban, mint a NavstarGPS-ét. Az első kísérleti Galileo holdat 2005. december 28-án lőtték fel. Sajnos a projekt történetében a

2007-es év jelentette a mélypontot, amikor is a források kiapadtak. A projekt 2008-ban indulhatott újra.

Az első két holdat 2011. október 21-én, magyar idő szerint 12:30 perckor bocsájtották útjára a francia guayana-i Kourou űrközpontból.

A rendszert a tervek szerint 4 komponens fogja felépíteni.

1. A globális komponens a 3 pályán keringő 27 hold alkotja majd, amely kiegészül további 3 tartalék holddal. A tervek szerint a 23.600 km-es magasságba keringő holdak 4 frekvencián 10-féle jelet fognak sugározni. A földi hálózatot két vezérlő központ, 15 követőállomás és 4 telemetriai állomás alkotja majd.
2. A regionális komponens elemeit csak bizonyos régióként építik majd ki. Feladatuk az integritás és a szolgáltatások növelése lesz.
3. A helyi komponens segítségével további speciális szolgáltatásokat terveznek a rendszerbe építeni. Ilyenek a következők: leárnyékolt parkolóházakban is a szolgáltatás biztosítása, meteorológiai adatokkal kombinált navigáció a légiközlekedésben.
4. Negyedik alkotóelem a vevőberendezéseké, amelyek a tervek szerint olcsók, kisméretűek és felhasználóbarátok lesznek.

Egy másik nagy horderejű terv elkészítői a kínaiak, akik rendszerüknek a Compass nevet adták. A kínai kormány 2006 októberében jelentette be a CNSS, vagyis egy önálló GNSS rendszer kiépítését. Az első hold fellövése sem váratott magára sokáig, ugyanis 2007 áprilisában útjára indították Compass M-1 nevű holdjukat. A terv szerint 30 műholdra és 5 darab geostacionárius műholdra van szükség a rendszer kiépítéséhez, amelynek kitűzött határideje 2015. A tervek szerint 8 különböző rádiófrekvencián 5 nyílt és 5 katonai kódot fog használni a rendszer.

### **3.2.2 Kiegészítő rendszerek**

A kiegészítő rendszerek célja műholdas helymeghatározás pontosságának növelése, amely korrekciók segítségével valósítható meg, így nemcsak méteres, hanem centiméteres pontosságú mérések is lehetővé váltak. A kiegészítő rendszereken belül megkülönböztetünk műholdas alapút (SBAS) és földi alapút (GBAS) az adatkommunikáció helyétől függően. A kiegészítő rendszerek a műholdas alrendszer üzemeltetőitől függetlenül működnek.

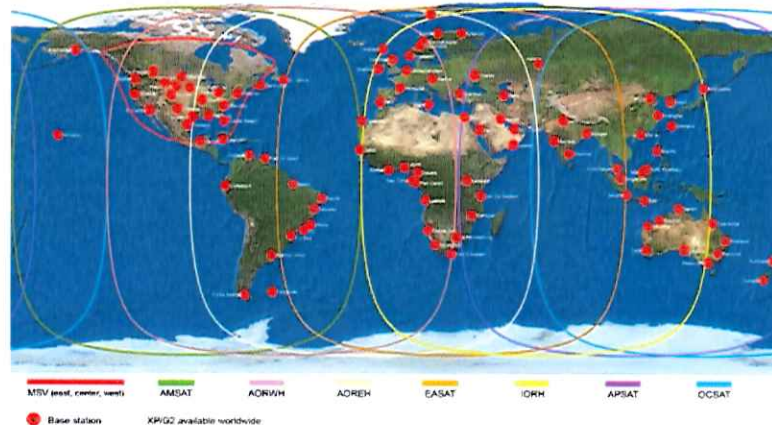
### 3.2.2.1 Műholdas alapú kiegészítő rendszer

Műholdas alapú kiegészítő rendszer esetében a referenciaállomások adatait egy központ gyűjti, majd a központban modellezett hibaforrásokból korrekciókat határoznak meg, amelyeket geostacionárius műholdakra juttatnak fel. Ezek a műholdak pedig az általuk lefedett terület határain belül sugározzák a korrekciókat. Az aktív vevők veszik ezeket a korrekciós paramétereket és a helymeghatározáshoz végzett számításaikba beiktatva feldolgozzák azokat. Az infrastruktúra célja a pontosság javítása. 10 méter helyett méteres, szubméteres, vagy centiméteres pontosság. További cél az integritás javítása, vagyis a rendszer önellenőrző képességének fejlesztése. Hibás működés esetén automatikus jelzés. Ezen kívül a rendelkezésre állást is javítják azzal, hogy egyszerre több műhold sugároz. Ezt a csak kódérésre alapozott koncepciót hívjuk DGPS-nek.

Magyarország területén az Omnistar és az EGNOS szolgáltatásait lehet igénybe venni.

#### 3.2.2.1.1 Omnistar

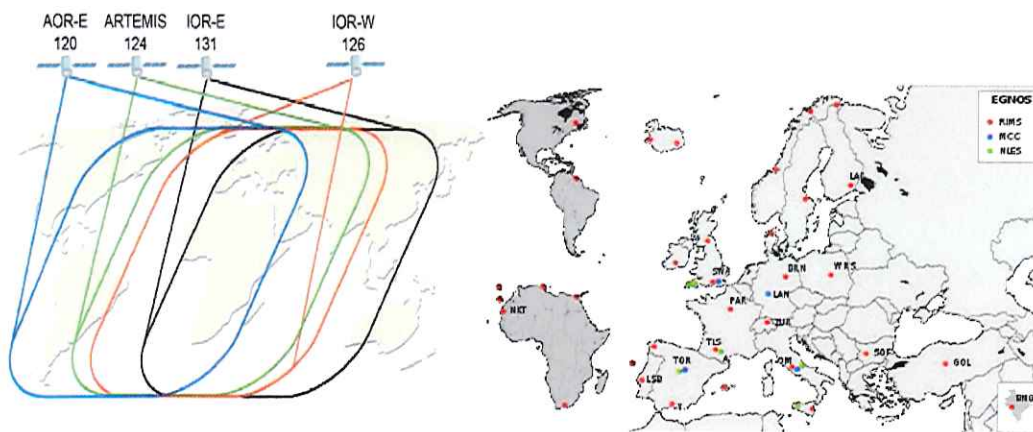
Az Omnistar egy magáncég világméretű DGPS korrekciós szolgáltatása. A rendszer használata díjköteles. 90 GPS és 12 Glonass referenciaállomás, 6 betöltő állomás, 6 geoszinkronhold és 2 vezérlőközpont együttes működése biztosítja a korrekciókat. Az



3.5 ábra Az Omnistar hálózata

#### 3.2.2.1.2 EGNOS

EGNOS (European Geostationary Overlay System) egy közösségi tulajdonú, civil felügyeletű regionális SBAS kiegészítő rendszer. Az Európai Unióhoz tartozik. 34 darab földi követőállomás által meghatározott korrekciókat sugározza a 3 hold GPS frekvencián teljesen díjmentesen. A kiépítést 2009. október 1-jén tekintették véglegesnek. A szolgáltatás igénybevételével a becslt pontosság 5 méteres.



3.6 ábra Az Egnos műholdjai által lefedett területek és referenciaállomásainak hálózata

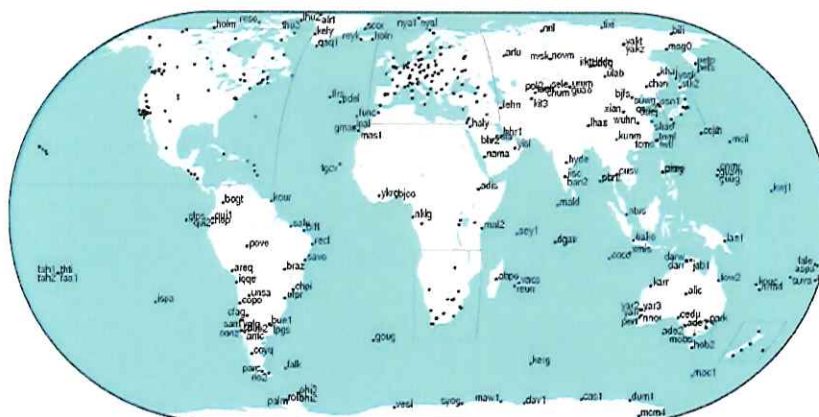
### 3.2.2.2 Földi alapú kiegészítő rendszerek

Háttérükben ismert helyzetű, folyamatosan üzemelő permanens állomások hálózata áll. Földi alapú kiegészítő rendszereken belül beszélünk passzív (OGPSH, ETRS89) és aktív (GNSSnet.hu, EPN) GPS hálózatokról, attól függően, hogy a helymeghatározás egyszer történt meg és azóta mozdulatlanak tekintjük a rendszer alkotóelemeit, vagy folyamatos mérések eredménye képen az elemek helyzete folyamatosan frissül.

Aktív hálózatok világméretű vonatkoztatási rendszerben, ismert helyzetű pontokon megszakítás nélkül mérést végző GPS vevők hálózata és számítógépes háttér egy központ felügyelete mellett. Legnagyobb tudományos jelentősége a vonatkoztatási rendszer fenntartása. Emellett mérési eredményeit több tudományterület is hasznosítja. Gyakorlati jelentősége, hogy egy vevővel is pontos helymeghatározást lehet végezni.

#### 3.2.2.2.1 IGS

Az IGS (International GPS Service) állomáshálózatát obszervatóriumi körülmények között folyamatosan üzemelő permanens állomások alkotják. Megvalósításának célja egy világméretű hálózat létrehozása volt, amely teljesen független a katonai GPS követőállomásoktól. Hivatalos működését az 1994-es év első napján kezdte meg. 2005. március idusa óta pedig új jelentést nyert, Nemzetközi Globális Navigációs Műholdas Rendszer Szolgálat néven (GNSSS). Az IGS-t több mint 350 permanens állomás és 8 analízis központ alkotja. A permanens állomások közül 50 darab az alapállomások feladatait látja el, míg a 8 analízis központból 3 Európában van. Központi irodája a NASA-ban található. Az idő elteltével nőtt a hálózat, egyre több permanens állomás kezdte meg működését, és a rendszer is egyre több szolgáltatást nyújtott. Néhány IGS alkalmazás a teljesség igénye nélkül: pontos abszolút helymeghatározás (Precise Point Positioning – PPP), pontos relatív helymeghatározás hosszú bázisokon, pontos idő szolgálat és a globális változások monitoringja.

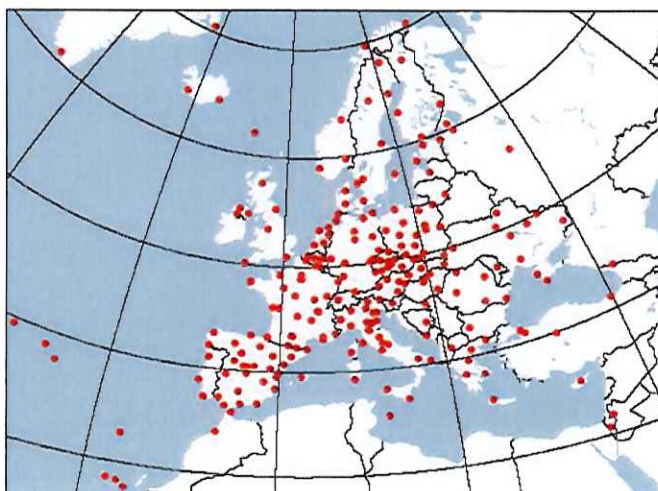


3.7 ábra Az IGS hálózatát alkotó permanens állomások 2011.

#### 3.2.2.2.2 EPN

Az EUREF permanens állomáshálózatának, az EPN-nek (EUREF Permanent Network) kiépítése 1995-ben vette kezdetét, az IGS hálózat mintájára. Az EUREF aktív hálózata kezdetben 30 állomásból állt, azonban napjainkra ez a szám közel 250-re nőtt. Gyakorlati irányításáért a Belga Királyi Obszervatórium központi irodája felel.

A hálózaton belül alhálózatokat alakítottak ki, amelynek következtében egy permanens állomás több alhálózat részét is képezi, így a durva hibák könnyebben kiszűrhetők lettek. Minden alhálózat bír egy központtal, amely a méréseket szabad hálózatként egyenlíti ki. A kiegyenlítésből kapott eredményeket a teljes EPN hálózat központjába továbbítják, ahol is az egész EPN hálózat kiegyenlítése megtörténik. Ezt hetente ismétlik, tehát minden héten számítják az állomások koordinátáit. Az elért pontosság vízszintes értelemben 1-3 mm, míg magassági értelemben 5-6 mm. Az eredményeket az IGS is megkapja, amelyeket integrál a világhálózatba. Az EPN tudományos és gyakorlati célokat is ellát. Tudományos szempontból a legfontosabb feladata az európai térbeli vonatkoztatási rendszer fenntartása és fejlesztése, míg legfontosabb gyakorlati feladata a mérési adatok és korrekciók szolgáltatása.



3.8 ábra Az EPN állomáshálózata 2011.08.16.-án

### 3.2.2.2.3 EUPOS

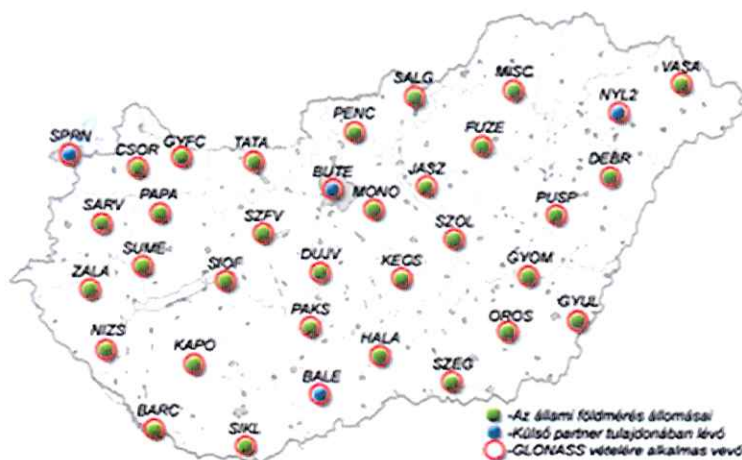
EUPOS (European POsition determination System – Európai Helymeghatározó Rendszer) egy regionális differenciális GNSS infrastruktúra. Kiépítésében 18 közép- és kelet-európai ország vesz részt. Magyarország a kezdetektől, 2002-től tagja az EUPOS szervezetnek. A fő cél, hogy egységes szabványokat dolgozzanak ki, amelyeknek köszönhetően a régió bármely országában azonos, centiméteres pontosságú méréseket lehessen végezni.



3.9 ábra Az EUPOS 394 darab referencia

### 3.2.2.2.4 GNSSnet.hu

A GNSSnet.hu a magyar aktív hálózat, amelyet a tervek szerint 12 állomás alkotott volna, amelyeknek hatósugara 50 km. A kiépítettséget 2009-re nyilvánították véglegesnek.



3.10 ábra A GNSSnet.hu 34 db hibrid állomása (2011.05.26.)

A hálózat központja a Pencen található obszervatórium, amely kettős szerepet tölt be, ugyanis 1996 óta az EPN egyik alrendszerének központja is. Az építés az anyagi problémák miatt lassan haladt. Már a kezdetektől komoly problémát jelentett a GPS vevők beszerzése. OROS és NYÍR állomásokra például használt vevők kerültek. A budapesti, BUTE névre keresztelt állomás beindítása 2000-ben történt meg. Az említett állomások az EPN rendszerének részévé váltak. 2002-ben és 2004-ben nyert pályázatok segítségével a projekt túllendült a mélyponton. 2006 végére már 22 állomás üzemelt.

Az állomások létesítésekor bizonyos szempontokat szem előtt kellett tartani. Fontos volt, hogy az állomások 40-60 km-es sűrűségben helyezkedve alkossák a hálózatot. Létfontosságú feltétel, hogy a referenciapont megfelelően stabil legyen. Szintén nem utolsó szempont, hogy az állomások folyamatosan, zavartalanul észlelhessenek és biztonságos kapcsolatban legyenek a központtal. Továbbá a hálózat létesítésekor figyelmet fordítottak az EUPOS előírásaira is.

Az Országos GNSS Szolgáltató Központ 2004 szeptemberében alakult meg a KGO-ban.

Az utófeldolgozáshoz szükséges RINEX adatokat és a valós idejű feldolgozáshoz szükséges RTCM korrekciókat speciális szoftverekkel állították elő. A RINEX fájlok a KGO internetes RINEX szerverén voltak elérhetők. 2003-as év változást hozott, mivel az Ntrip szabvány bevezetésével a referenciaállomásokon előállított korrekciókhoz az adatforgalom alapú GPRS segítségével gazdaságosan lehetett hozzájutni. Az Ntrip internetes szabvány használatával a központ akár több száz felhasználónak tudott egyszerre valós idejű korrekciókat továbbítani az interneten keresztül.

A referenciaállomások nyers mérési adatait a Geo++ cég GNSMART szoftverével dolgozzák fel együttesen egy központban. A feldolgozás eredményeként pontosan tudják modellezni a méréseket terhelő hibákat. A szoftver működése az állapottér-modellezésen alapszik. A program a korrekciókat több módon tudja továbbítani. (bővebben a valós idejű méréseknél)

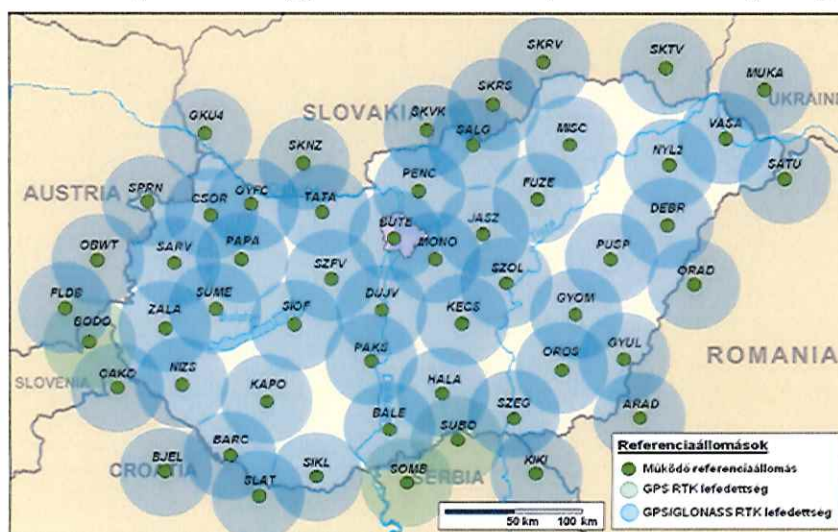
A permanens állomások mérései a honlapról tölthetők le a regisztrált felhasználók számára, díj ellenében. A szükséges virtuális RINEX állományok 30 napra visszamenőleg menthetők le. Ezeket a virtuális állományokat az állapottér-modellezés során archivált állapotvektorok alapján generálja az alkalmazás. A felhasználó által meghatározott pozícióra, tetszőleges időpontra és tetszőleges rögzítési időközzel kérhetők le az adatok.

A valós idejű feldolgozás előnye, hogy a mérési eredmények már a helyszínen is megtekinthetők.

/Ennek szakmai gyakorlatom során többször nagy hasznát vettük, amikor patak rekonstrukció során magasságokra volt szüksége a megrendelőnek. Ekkor valamely állékony objektum egy pontján (lépcső sarkán például) mérést végeztem. A műszerben a koordináták rögtön eltárolódtak, így másodperceken belül meg lehetett adni a kért adatokat. Bár a GPS-szel végrehajtott magasságmérés nem a legpontosabb magasságmérési eljárás, mégis kielégítette a kotrás tervezéséhez szükséges pontossági követelményeket./

A korrekciók az RTCM formátum valamelyik változatában kerülnek generálásra. Az RTCM egy bizottság neve, továbbá a DGPS és az RTK adatok szabványos formátuma. Az adatok továbbítása pedig a már említett internetes Ntrip protokollon keresztül történik. A valós idejű feldolgozásnak két típusát különböztetjük meg. Beszélünk egybázisos DGPS és RTK korrekcióról, illetve hálózatos RTK-ről.

Mind az egybázisos DGPS, mind az RTK eljárásnál szükséges a vevő közelítő földrajzi helyzetének ismeretére, így a vevőnek időközönként küldenie kell közelítő pozícióját a központnak, amely ennek figyelembe vételével küldi az adott területre meghatározott korrekciókat. A központ így tudja kiválasztani a megfelelő távolságban lévő permanens állomást. A DGPS (differenciál GPS) egy kód mérésen alapuló mérés típus, amely méteres pontosságú helymeghatározást tesz lehetővé. A bázis meghatározza helyzetét és a mért, illetve számított pszeudótávolságok különbségét közli a roverrel, amely az általa meghatározott kódtávolságot javítja a kapott korrekcióval és számítja a koordinátákat. Ezzel szemben a hagyományos RTK (Real Time Kinematic) fázismérésen alapul, és autonóm módon működő, relatív GNSS vevő együttest igényel. Segítségével a centiméteres pontosságú kitűzés is lehetővé válik. A referenciavevő és a mozgó vevő az adatátvitelt rádió kapcsolattal vagy mobiltelefonos kapcsolattal valósítja meg.



3.11 ábra *Hagyományos RTK lefedettség 2011.07.13.-án*

Hálózatos RTK egy nagyobb területen összehangoltan működő permanens GNSS állomásokat jelent, amelyek egy feldolgozó központ felügyelete mellett nagy pontosságú, folyamatos helymeghatározást végeznek. A központnak napi 24 órában valós idejű adatokat kell szolgáltatnia a felhasználóknak. A technika alkalmazásával egy vevővel is centiméteres pontosságú méréseket lehet végezni, tehát a rendszer használatával nagyobb pontosság érhető el, mint az egy bázisos megoldással. A több permanens állomásnak köszönhetően nő a rendszer rendelkezésre állása is, mivel az egyes állomások kiesése nem hiúsítja meg a mérést, illetve csökken az inicializálás időtartama is. A rendszer további pozitív tulajdonsága, hogy egy időpontban sok felhasználó használhatja, illetve az, hogy a GNSS hibák folyamatosan modellezésre kerülnek. A határ menti területek lefedéséhez szükség volt a nemzetközi összefogásra, hiszen több határon túli állomás méréseire is szükség van az országos lefedettség eléréséhez.



3.12 ábra Hálózatos RTK lefedettség 2011.07.17.-én

A hálózatos RTK típusai:

1. FKP (Flächen Korrektur Parameter), vagyis felületi korrekciós paraméterek esetében az állomáshálózati kiegyenlítés alapján a központ minden permanens állomáshoz külön határoz meg korrekciós paramétereket. A távolságfüggő korrekciók modellezésére permanens állomásonként meghatározott területet használnak. A vevő választ egy állomást, majd ennek a nyers mérési adatait és a hozzá tartozó korrekciókat kapja meg a számításhoz.
2. VRS, azaz virtuális referenciaállomás esetén a mozgó vevő először elküldi helyzetének közelítő adatait a központba, amely az adott helyre lokalizált mérési eredményeket és

korrekciókat generál, amelyeket aztán továbbít a vevőnek. A VRS tehát egy közeli referencia állomásként fogható fel.

3. 2008 elejétől MAC (Master Auxiliary Concept – fő és kiegészítő állomások koncepciója) eljárást is alkalmaznak. A hálózatot automatikusan 6 darab permanens állomásból álló cellákra osztja. A felhasználó a cellában automatikusan kiválasztott főállomás nyers méréseit és a kiegészítő állomások főállomáshoz viszonyított korrekció különbségeit kapja meg. Előnye, hogy visszanyerhetők a kiegészítő állomások nyers mérései. Azonban hátránya is van, mégpedig az, hogy a nagyobb adatmennyiség nagyobb sávszélességet igényel.

4. A PPP RTK koncepció még nem valósult meg. Az elv szerint egy permanens állomásokból álló, nagy földrajzi kiterjedésű hálózat mérései alapján az összes GNSS hibaforrást modellezik és ezek figyelembe vételével javítják a valós idejű számításnál a vevő koordinátáit. Az állapot-tér megvalósítás, vagyis az SSR (State Space Representation) lehetőséget biztosít minden egyes hibaforrás egyedi meghatározására. A definiált állapotvektorokat továbbítják a felhasználónak, aki megjavítja a mérési eredményeit a kapott adatokkal. Az SSR modell értékei az egész hálózatra érvényesek. A rover ezekből az értékekből határozza meg a saját javításait.

### **3.2.3 A felhasználók köre**

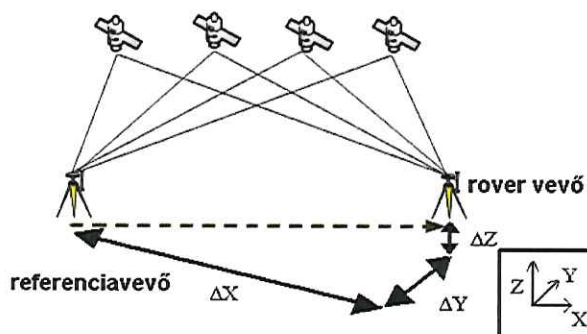
Felhasználók köre igen széles, hiszen ide tartoznak GNSS vevők, a műholdas helymeghatározáshoz szükséges szoftverek, és a különböző technológiák. A GPS alapú szolgáltatásokat egyre többen veszik igénybe. A felhasználás céljától függően megkülönböztetünk navigációs, térinformatikai és geodéziai pontosságú méréseket. A mérések megbízhatósága 10 métertől akár a néhány milliméterig is terjedhet az alkalmazott technológiai és az igénybevett szolgáltatások függvényében.

#### **3.2.3.1 Technológiák**

Mérési módszerek terén megkülönböztetünk abszolút és relatív helymeghatározást az alkalmazott vevők számának függvényében. Az egy vevővel végzett mérések jóval pontatlanabbak, azonban különböző szolgáltatásokkal növelhető a mérések megbízhatósága. Navigációs igényeket kielégítik az egy vevős mérések is. A pontosabb helymeghatározást igénylő térinformatikai célú adatgyűjtéshez már nem minden esetben elegendő egy vevő. A deciméteres pontosságú helymeghatározáshoz már DGPS korrekciós szolgáltatásokat lehet felhasználni. Ezek a technológiák kód mérésen alapulnak. Kód méréskor a vevő az ismert kód mását állítja elő, és összehasonlítja azt a

műholdról érkező jellel. Az összehasonlítás időképlettel történik, ezért is hívják ezt a mérést időmérésnek.

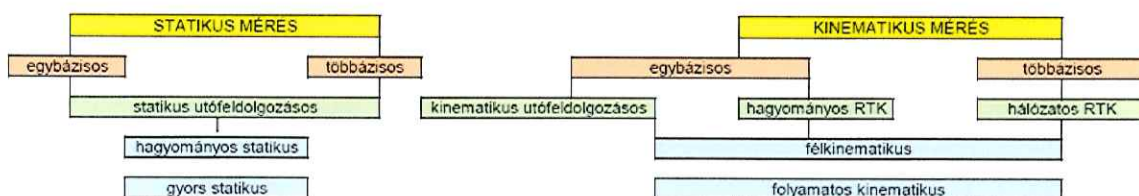
A geodéziai mérésekhez centiméteres vagy annál is kisebb pontosság kell, ami minimum 2 vevő egyidejű mérésével érhető el. Ilyen, relatív helymeghatározáskor a referencia vevőt egy ismert ponton állítjuk fel, míg a vándor vevővel felkeressük a mérendő pontokat. A két vevő egyidejű mérésének következtében azonos műholdakat használnak helyzetük meghatározásához. Az irodai utófeldolgozás során a vándorvevő referencia vevőhöz viszonyított helyzetét határozzuk meg. Ehhez szükség van a  $\Delta Y$ ,  $\Delta X$  és  $\Delta Z$  koordinátakülönbségekre, amelyeket a referencia vevőből a roverbe mutató térbeli vektor alapján számítunk. A mérés lényege, tehát a vevők egymáshoz viszonyított térbeli helyzetének meghatározása.



3.13 ábra Relatív helymeghatározás

Relatív helymeghatározás célja, hogy a GPS mérést terhelő szabályos hibák hatását csökkentsék vagy kizárják.

Földmérési feladatok elvégzéséhez a GPS vevőket statikus vagy kinematikus módon lehet használni. Statikus mérések során a műszer az észlelés során mozdulatlan, míg a kinematikus helymeghatározást mozgó vevővel hatjuk végre, amelynek helyzetét referenciák segítségével határozzuk meg. Fontosnak tartom itt megjegyezni, hogy a geodéziai pontosság csak fázisméréssel érhető el, amelynek során a vívőhullám fázishelyzetét határozzuk meg.



3.14 ábra Technológiák csoportosítása

A GPS korszak elején még csak utófeldolgozásra nyílt lehetőség. A referenciaállomások adatainak valós idejű továbbítása, a szükséges szoftverek kifejlesztése és az adatkommunikációs nehézségek megoldása után kezdhetett el térnyerését a valós idejű feldolgozás, amely először a kódéréses DGPS technikánál valósult meg. A fázismérésen alapuló valós idejű helymeghatározás az 1990-es évek közepéig váratott magára.

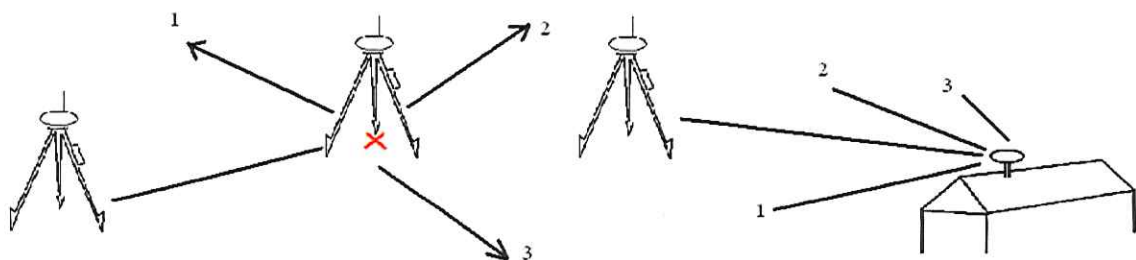
Egybázisos megoldásról beszélünk, ha az ismeretlen pont meghatározásához egyetlen adott pont, egy bázis áll rendelkezésre. Ha a meghatározás során több pontról mért vektorokat használunk fel, több bázisos megoldással dolgozunk. Ha mindez valós időben történik, hálózatos RTK-ről beszélünk.

Hagyományos statikus mérésről ma már akkor beszélünk, ha 10 kilométernél hosszabb vektorok szélső pontosságú meghatározása a célunk. A mérések ilyen esetben órákon át, vagy akár napokig is eltarthatnak. A mérési periódusok hossza ilyenkor függ bázis hosszától, a műholdak számától, az elérendő pontosságtól, a vevő típusától és a feldolgozó szoftvertől. A módszert ma már csak felsőrendű alappont sűrítéseknel használják.

A gyors statikus módszer a hagyományos statikus módszer legnagyobb hátrányát, a mérési idők hosszát próbálja csökkenteni. Ehhez szükség volt a feldolgozó programok fejlődésére. A mérések időtartama 20-30 perc között változik, amit leginkább a bázishossz befolyásol. Manapság csak a 10-15 kilométernél rövidebb vektorok meghatározásakor beszélünk gyors statikus mérésről. Mérések során 4-nél több műholdra van szükség és jó műholdgeometriára ( $GDOP < 4$ ).

A statikus módszer elrendezései az alábbiak lehetnek:

Poláris vagy radiális elrendezés: Referenciavevő mindig egy ponton észlel, míg a rover periódusonként más pontokon mér. Ez a leggyakoribb elrendezés. A referencia vevőnek nem kell ismert ponton állnia, mivel helyzete később meghatározható, ha a roverrel több ismert ponton is mérünk. Az aktív hálózat szolgáltatásait használva még referencia vevőre sincs szükség, mivel egy permanens állomás mérési eredményeit is felhasználhatjuk, vagy az adott területre virtuális RINEX adatokat is generáltathatunk.



3.15 ábra Poláris elrendezésű statikus mérés saját referenciával és permanens állomással

Beszélünk még hálózatszerű elrendezésről és GPS sokszögelésről, azonban ezeket ritka előfordulásuk miatt nem részletezem.

Fázisméréses kinematikus méréseket a 4.2.1-es fejezetben részletesen tárgyalom.

### **3.2.3.2 Vevőberendezések**

A GPS korszak kezdetén a technológia elsősorban katonai célokat szolgált. Később megjelentek a polgári célú felhasználásra szánt készülékek, amelyek szinte megfizethetetlenek voltak. Nagyméretűek voltak és analóg technikát alkalmaztak. Napjainkra a készülékek árai az eredeti ár 50-ed részére estek vissza, miközben a készülékek hihetetlen fejlődésen mentek keresztül. Méreteik nagymértékben csökkentek és egyre pontosabb helymeghatározást tettek lehetővé egyre rövidebb idő alatt. A piaci szélesedésével a gyártók versenybe szálltak a vásárlók kegyeiért. Egyre több funkcióval látták el a műszereket, és egyre tetszetősebb köntösbe csomagolták azokat.

A vevőberendezések 2 fő részből állnak. Az antenna egység felel a műholdak jeleinek vételért, miközben a jelfeldolgozó egység feladata a mérések tárolása és a szükséges számítások elvégzése. A geodéziában használatos vevők mindegyike többcsatornás, ami azt jelenti, hogy egy időben több műhold jelének vételére is képes. Ez elengedhetetlen a geodéziai pontossági követelményeink teljesítéséhez. Amíg az első vevők még csak 6 csatornásak voltak, napjainkban már nem ritkák a 12-nél több csatornás készülékek sem. A legmodernebb vevőkbe már olyan chippek kerülnek, amelyekkel akár 20 műhold egyidejű észlelése is lehetséges lenne. A mai vevők folyadék kristályos kijelzőiken keresztül már raszteres adatok megjelenítésére is képesek. Akár digitalizált térképek, akár ortofotók, műhold felvételek is szemlélhetők a terepi munka közben.

Pontossági igényeknek és a felhasználás céljának megfelelően megkülönböztetünk navigációs célú vevőket, amelyek pontossága 10 métertől néhány méterig terjed. Segítségével több paraméter meghatározásával eljuthatunk A pontból B-be. A térinformatikai vevők már precízebbek, hiszen akár a deciméteres pontosság elérésére is képesek. Céljuk az adatbázisok és a földrajzi helyek összekapcsolása. A geodéziai célú vevők pedig a centiméteres, sőt milliméteres pontosság elérésére hivatottak. Kialakításuknál fogva rögzíthetők antennarúdra, vagy állványfejezetre is. Jelenleg a legelterjedtebb készülékek 2 frekvenciásak, amelyek az L1 és L2 jelek vételére alkalmasak, de a fejlesztők célja a 3 frekvenciás vevők megalkotása, amellyel fogható lesz az L5-ös frekvencia is. A 3 frekvencia egyidejű használata nagy pontosságot ígér.

### 3.2.3.3 Szoftverek

A GNSS szoftverek legfőbb feladata a koordináták számítása. A GNSS programokat több szempont alapján lehet csoportosítani. Az egyik fő csoportosítási szempont a szoftver helye. A szoftver lehet a vevőbe építve, akkor firmware-nek hívjuk. De szoftver szükséges az irányításhoz is, így a kontrollerben is működik. A mérések utófeldolgozását az irodában végezzük a számítógépekre telepített alkalmazásokkal. Ezen kívül a permanens állomások is vezérlő szoftver irányítása alatt működnek. Továbbá a mérések célja szerint is lehetséges a csoportosításuk. Ekkor 3 típust különböztetünk meg: navigációs, térinformatikai és geodéziai. Egy másik nézőpont szerint a szoftverek felhasználók tudományos és kereskedelmi típusokra. A kereskedelmi szoftverek felhasználóbarát felülettel vannak ellátva, amely megkönnyíti a használat betanulását. Kielégíti a mindennapokban felmerülő gyakorlati feladatokat. Továbbá a gyártók saját eszközeikhez kötik a programot, illetve nem teszik nyílttá a forráskódot, így nem lehet tovább fejleszteni. A tudományos célokra szolgáló programok ezzel szemben vevő függetlenek, és forráskódjuk is hozzáférhető, így programozhatók. Speciális, nagy pontosságot igénylő feladatok ellátására alkalmasak, azonban használatukhoz komoly képzettség szükséges.

A programok fő funkciói:

A mérések megkezdése előtt gondos tervezésre van szükség, amelynek elvégzését támogatják ezek az alkalmazások. A tervezéshez szükség van a munkaterület közelítő koordinátáinak ismeretére, a durva pályaadatokra és az észlelés időpontjára, időtartamára. Ezek alapján a program ismerteti a látható műholdak darabszámát, egy időgrafikon segítségével szemlélteti a holdkelték és holdnyugták várható időpontjait. A műhold geometriákból következtetéseket lehet levonni a DOP értékekkel kapcsolatban. A Skyplot ábra pedig grafikusán szemlélteti a holdak által bejárt görbét. Mindez természetesen egy múltbéli időpontra vonatkozóan is meghatározható.

További fő funkció az adatmenedzselés, amelynek keretein belül a munkaterületekkel végezhetünk el műveletek, mint létrehozás, törlés, reprodukálás, vonatkoztatási rendszer kiválasztása, antenna típusok beállításai stb. Az adatbázis kezelés segítségével lehetőség nyílik adatok importálására és exportálására.

A harmadik fő funkció nem más, mint a kalkuláció. Ez a vektor-összetevők számításából, a térbeli hálózat kiegyenlítéséből és az eredmények célrendszerbe történő áttanszformálásából áll.

Ezen kívül az alkalmazásoknak támogatniuk kell a dokumentálási folyamatokat is, amelyek szükségesek bizonyos munkák leadásakor vagy a minőségbiztosításkor. Ezek a dokumentumok lehetnek naplófájlok, vázlatok és listák.

Ma már minden feldolgozó szoftver támogatja a RINEX formátumot, amely nem más, mint a mérési eredmények szabványos, szöveges formátuma. Ennek hiányában csak a saját műszer mérési eredményei lennének kezelhetők. Nem lehetne a más gyártók műszerei, vagy a permanens állomások által mért vektorokat beolvasni. A VRS, vagyis virtuális RINEX állományok pedig szintén nem lennének használhatók.

Iskolai tanulmányaim során a Leica cég által fejlesztett Leica Geo Office-t ismertem meg. A program egyszerű kezelőfelületű és logikus felépítésű, így könnyen el lehetett sajátítani a használatát. Első lépésként egy projektet kellett létrehozni, amelybe importáltuk a nyers mérési eredményeket. Következő lépésben kijelöltük a számítandó vektorokat és a számítás paramétereit meghatároztuk. A vektorszámítás után térbeli kiegyenlítés következett, amelynek eredményeként a hibaellipsziseket is meg lehetett szemlélni. A koordinátákat ezután EOVS rendszerbe transzformáltuk, majd a szükséges dokumentálási feladatokat láttuk el.

### **3.3 GNSS vonatkoztatási rendszerei**

A GNSS mérések földi vonatkoztatási rendszere az ITRS (International Terrestrial Reference System - Nemzetközi Földi Vonatkoztatási Rendszer) és a WGS84 (World Geodetic System 1984 - Geodéziai Világrendszer).

#### **3.3.1 ITRS**

Az ITRS egy Földdel együtt forgó, geocentrikus vonatkoztatási rendszer, amelyet az IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics - Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió) 1991-ben vezetett be az IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service – Nemzetközi Földforgás és Referenciarendszerek Szolgálat) működésére alapozva. Fenntartója az IERS.

A térbeli derékszögű koordináta-rendszer kezdőpontja egybeesik a Föld tömegközéppontjával, hosszegysége pedig a méter. A +Z tengely iránya az IERS által meghatározott pólus irányába (IRP – IERS Reference Pole) mutat, míg az X tengely Z tengellyel alkotott síkja a földi IERS vonatkoztatási meridián (IRM – IERS Reference Meridian). A +Y tengely elhelyezkedése miatt a rendszer jobbsodrású. Vonatkoztatási ellipszoidját az IUGG és az IAG ((International Association of Geodesy – Nemzetközi Geodéziai Szövetség) határozta meg. A rendszert a Föld felszínén folyamatosan üzemelő

obszervatóriumok és megfigyelőállomások koordinátái valósítják meg. Ezek a pontok a Nemzetközi Földi Vonatkoztatási Keretpontok, amelynek hálózatát ITRF-nek (International Terrestrial Reference Frame - Nemzetközi Földi Vonatkoztatási Kerethálózat) nevezzük. Az ITRF pontok koordinátáinak meghatározásakor egy hosszabb időszak, több év méréseinek eredményeit veszik figyelembe. Ezek a földfelszíni pontok a földkéreglemez mozgásai miatt folyamatosan mozognak, ezért kell egy hosszabb időszak méréseit összegezni. Az így kapott keretet egy publikálási évszámmal azonosítjuk. Eddig meghatározott kerethálózatok: ITRF88, ITRF89, ITRF90, ITRF91, ITRF92, ITRF93, ITRF94, ITRF96, ITRF97, ITRF2000 és ITRF2005, ITRF2007. Az első ITRF realizáció megalkotásakor még csak 13 állomás működött közre. Ez a szám ma már meghaladja az 500-at. A legfrissebb verzió az ITRF2008.

### **3.3.2 WGS84**

A WGS84 (World Geodetic System – Geodéziai Világ Rendszer) a GPS mérések vonatkoztatási rendszere, amelyet a GPS követőállomások koordinátái határoznak meg. A rendszerfenntartó az USA nemzetvédelmi minisztériumának térképészeti szolgálata. A rendszer létrehozásának célja a globális méretű katonai térképészeti feladatok ellátásának előremozdítása. Alapfelülete a WGS84 vonatkoztatási ellipszoid, amelynek helyzetét a geocentrum és a tengelyek határozzák meg. A vonatkoztatási rendszerhez normál nehézségi erőteret rendeltek, hogy a Föld valóságos nehézségi erőterét vizsgálni lehessen. Az 1990-es évek elején a WGS84 csak 1-2 méterre egyezett a polgári ITRS és ETRS89 rendszerekkel. 1994-ben a WGS84 rendszer pontossága már elérte az előbb említett rendszerekét, részben az állomások számának növekedése, részben a követő állomások koordinátáinak pontosítása révén. Az eltérés napjainkra 1-2 cm alatt van.

### **3.3.3 ETRS**

A mérések során kiderült, hogy az Eurázsiai tábla 2-3 cm/év sebességgel mozog az ITRS rendszerhez viszonyítva, ezért európai kezdeményezéssel 1989-ben elhatároztak egy európai táblához kötött, vele együtt mozgó rendszer bevezetését. A fő cél az volt, hogy a tábla mozgása kisebb mértékben befolyásolja a kontinensen elhelyezkedő állomások földi koordinátáit. A mérések 1989-ben történtek, így az ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) nevet kapta a vonatkoztatási rendszer.

1989-ben az ETRF89 koordináták megegyeztek az ITRF89 koordinátákkal. Azóta a mozgások következtében folyamatos változásban vannak, és a különbségek évről évre nőnek.

Az ETRS89 a legalkalmasabb európai geodéziai dátum, ezért is nyilvánították hivatalos geodéziai dátummá. Ellipszoidja a GRS80 ellipszoid, amely gyakorlatilag azonos a WGS84 geodéziai dátum WGS84 ellipszoidjával.

Az ITRFyy-ban meghatározott koordináták ETRS89-be való átszámításához transzformációt kell végezni. Az adott ITRFyy koordinátákat egy –, az európai kontinens mozgását jól jellemző – modell segítségével visszaszámítjuk ITRF89 rendszerbe. Ez pedig teljesen megegyezik az ETRS89 rendszerbeli koordinátákkal, mivel a kezdő epochában ETRF89=ITRF89. Magyarország hivatalos vonatkoztatási rendszere is az ETRS89.

Az ETRS89 realizációja az EUREF (EUropean REference Frame), amely egy szélső pontosságú 3D-s hálózat. 1995-ben vette kezdetét az EUREF permanens állomáshálózatának, az EPN-nek (EUREF Permanent Network) kiépítése.

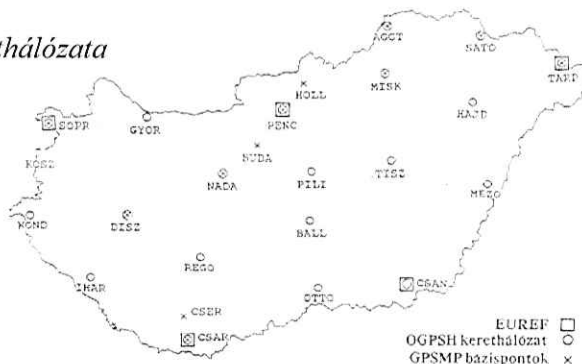
Magyarországon 1991 novemberében kezdték el az 5 EUREF pont mérését.

### 3.3.4 OGPSH

Az Országos GPS Hálózatban szereplő 1153 darab pont két fő részre osztható. Megkülönböztetünk kerethálózatot és az azt kitöltő országos hálózatot. A kerethálózatot 24 pont alkotja, amelynek ismertek az EOVS (Egységes Országos Vetület) koordinátái és szintezett magassági értékei is. A pontok helyének kiválasztásánál fő szempont volt a fennmaradás és a meglévő EOVS alappontokkal való kapcsolat biztosítása, illetve a hálózatszerű, egyenletes eloszlás az ország területén.

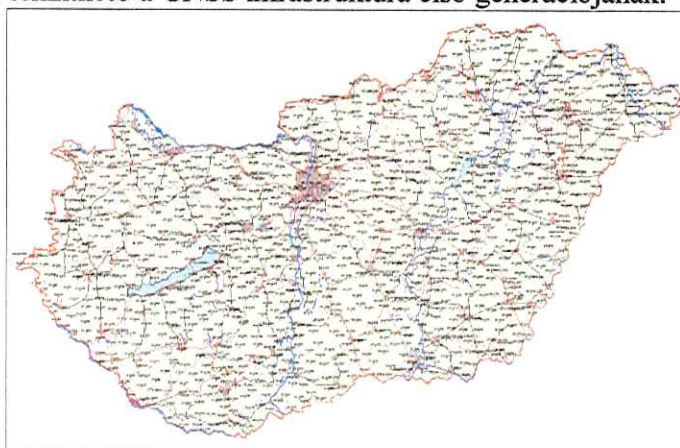
A keretpontok mérésére 1991 novemberében került sor 15 darab Trimble SST kétfrekvenciás vevővel. Az EUREF-hez való kapcsolatot biztosító pontokon 4 napig 8 periódust mértek. A kerethálózati pontok meghatározásához 4 mérési napra volt szükség. Egy ilyen napon 2, egyenként 6 órás periódust mértek. A vektorfeldolgozás a penci KGO-ban történt a Bernese program segítségével. 1994 májusában az 5 EUREF pontot véglegesnek tekintették, így ezeket felhasználva végezték el a hálózatkiegyenlítést a keretpontokra. A keretpontok kiválasztásakor egyúttal mozgásvizsgálati szempontokat is figyelembe vettek, így létesítettek a FÖMI által kifejlesztett lépcsős pontállandósítást.

3.16 ábra OGPSH kerethálózata



Az országos hálózat mérése 1995-1997 –ig tartott. A meghatározáshoz 9 darab kétfrekvenciás vevőt használtak gyors statikus technológiával. A pontok kiválasztására szintén jellemző a hálózatszerű elrendezés, átlagos távolságuknak 8-10 kilométert választottak. A mérést 3 kapcsolóponttal végezték. A meghatározás során minden ponton egy órát mértek 40 és 20 perces periódusban, amik között ismételt pontra álltak eltérő antennamagasság mellett. A kiegyenlítés a 24 véglegesnek tekintett keretpont alapján készült.

Minden OGPSH pontnak ismert a térbeli derékszögű koordinátái és a földrajzi ellipszoidi koordinátái az ETRS89 rendszerben, továbbá az EOVS koordinátái (Balti magasságai) is. Ez a passzív hálózat tekinthető a GNSS infrastruktúra első generációjának.



3.17 ábra 1153 db OGPSH pont

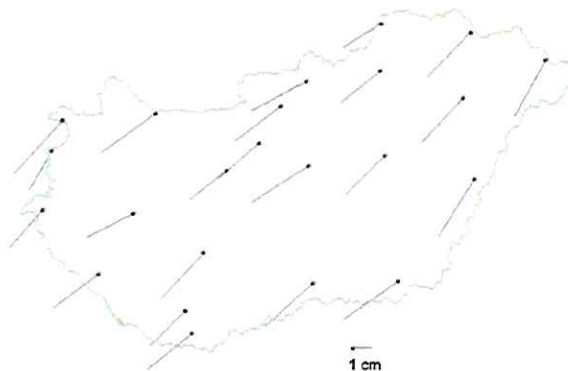
A 2000-es évek elején bár kimutatták, hogy a hálózat belső konzisztenciája kiváló, azonban a határokon túlmenő mérési kampányok során kiderült, hogy több centiméteres ellentmondások állnak fenn a magyar és a szomszédos országok ETRS89 megoldásai között. Ebből következik, hogy rendszerünk térbeli elhelyezése hibás. A probléma megoldásának a rendszer pontosítását látták, ezért 2002-ben a keretpontokon, 2003-ban pedig a mozgásvizsgálati pontokon 3 kampányban napi 24 órán át észleltek. A mérések eredményei azonban csak centiméteres eltérésekre mutattak rá, ezért nem kerültek hivatalos bevezetésre.

A hálózatos RTK technológia szükségessé tette a szomszédos országokkal történő adatcserét, így elkerülhetetlen lett a módosítás. Az új referencia koordináták bevezetését az ITRF2000 vonatkoztatási rendszer és a GNSS műholdak, illetve földi antennák fáziscentrum változásait abszolút kalibrációval meghatározott, úgynevezett PCV modellek megjelenéséhez kötötték, hogy az újabb koordinátákat ne kelljen rövid időn belül ismét megváltoztatni. A PCV modellek bevezetése miatt a 2002-es és 2003-as

méréseket nem lehetett felhasználni, így újra meg kellett határozni a pontokat. A mérésekre 2007-ben a kiterjesztett mozgásvizsgálati kampány keretében került sor. A méréseket a június 18-24-ig terjedő időszakban végezték 23 OGPSH keretponton, mivel a ballószögi keretpont megsemmisült. A pontokon 3-szor 24 órát mértek.

Az állomások koordinátáit ITRF2000 vonatkoztatási rendszerbe vezették le, amelyhez 65 EPN és GNSSnet.hu állomás 56 napi méréseit használták fel. Kiegyenlítés során 9 darab olyan EPN állomást választottak véglegesnek, amelyeknél nem volt koordináta-ugrás az ITRF2005 bevezetésekor. Következő lépésben a kiegyenlített 11 darab EPN és GNSSnet.hu állomást referenciaként felhasználva határozták meg a 23 keretpont koordinátáit.

Közben kiderült, hogy az ITRF2005-ből levezethető ETRF2005 koordináták eltérései centiméteres nagyságúak a korábbi ETRF2000 koordinátáihoz képest, így nem lehet az ETRS89 folytonosságát biztosítani. Ennek hatására az EUREF TWG egy új transzformáció bevezetése mellett döntött, amely biztosítja az ETRS89 koordináták centiméteren belüli folytonosságát. Az új transzformációval az ETRF2005 koordináták valójában az ETRF2000 2007.4 epochájú megoldásai. Ezzel az új transzformációval a probléma megoldódott és a folytonosság is megmaradt, így a felújított vonatkoztatási rendszerünk összekapcsolhatóvá vált a szomszédos országok ETRS89 megoldásaival. Az új rendszerben (amelynek hivatalos neve: ETRS89/ETRF2000(R5)) meghatározott 23 keretpont alapján meghatározták az összes OGPSH pontot.



3.18 ábra 1991-es és a 2007-es mérések során meghatározott rendszerek vízszintes komponenseinek eltérései

1992-ben katonai GPS hálózat kiépítésébe kezdtek, amely a tervezett 38 pont helyett 37-et foglal magába. A hálózat mérésére két fázisban került sor. Az első fázis 1992. október 19-21-ig tartott, amikor abszolút helymeghatározást végeztek 5 ponton. A második fázis relatív helymeghatározásait október 26. és november 10. között végezték 33 ponton. A méréseket az USA Védelmi Minisztérium, Védelmi Térképész Szolgálatának 8 darab

Astech MD-XII típusú kétfrekvenciás, C/A kódú vevőivel végezték. Az alappontok állandósítása többféle módon történt. Használtak speciális adaptereket, furatos gömböt, pillért és követ.



3.19 ábra *Katonai GPS hálózat*

### 3.3.5 Koordináta-rendszerek

#### 3.3.5.1 Derékszögű koordináta-rendszer

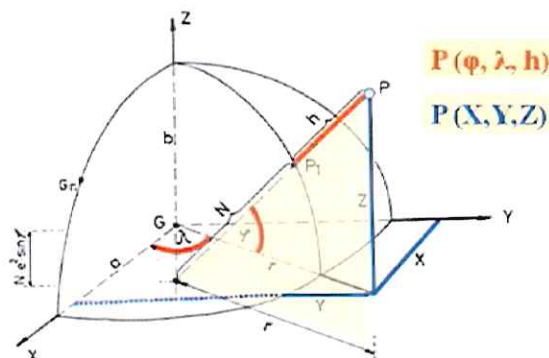
A térbeli derékszögű koordináta-rendszer központja a Földet helyettesítő forgási ellipszoid középpontjában van, míg Z tengelye egybe esik a Föld forgástengelyével. Az X tengely a greenwich-i kezdő meridián síkjában van. Az Y tengely merőleges az X-re és elhelyezkedéséből adódóan jobbsodrású rendszert alkot az előbbi két tengellyel.

Egy mért pont helyzetét legtöbb esetben ortogonális koordinátákkal adják meg, amelyeket ECEF-nek (Earth-Centered-Earth-Fixed) is neveznek. A GPS által mért vektorok feldolgozása, majd a térbeli hálózat kiegyenlítés is geocentrikus derékszögű koordináta-rendszerben történik, ezért ennek a típusú koordináta-rendszernek a leggyakoribb a használata. A pontok helymeghatározó adatait méter egységben, milliméter élességgel adják meg.

#### 3.3.5.2 Földrajzi ellipszoidi koordináta-rendszer

Az ellipszoidi koordináták 2 szögérték, amellyel a ponton áthaladó ellipszoidi normális irányát adjuk meg és egy távolság, amely a pont ellipszoidi normálison mért távolsága az ellipszoid felszínétől mérve. Az egyik szögérték a  $\varphi$ , amely az ellipszoidi földrajzi szélesség. Megadja az ellipszoidi normálisnak az Egyenlítő síkjával bezárt szögét. A másik szög a  $\lambda$ , amely az ellipszoidi földrajzi hosszúság. Ez a szög adja meg a ponton áthaladó ellipszoidi meridiánsíknak a kezdőmeridián síkjával bezárt szögét. Végül a  $h$

Egy OGPSH pont koordinátái mindkét rendszerben ismertek. A rendszerek közötti átszámítások oda-vissza irányba könnyen elvégezhetők szoftverek segítségével. A geodéziai GPS készülékek kijelzői általában beállíthatók, hogy derékszögű, vagy földrajzi ellipszoidi koordinátákat mutassanak. Mivel az utóbbi szemléletesebb és könnyebben értelmezhető, általánosságban ezt állítják be.



### 3.3.5.3 Topocentrikus koordináták

Az  $x$ ,  $y$ ,  $z$  derékszögű koordináták a vizsgált pont origótól való távolságát jelentik a koordináta-tengelyekre vonatkozóan. A poláris koordináták egyike az  $\alpha$  azimut, amely az origó és a vizsgálati pont ellipszoidi normálisain átmenő síknak az origó meridián síkjával bezárt szöge. A másik a  $\zeta$  zenitszög, amely az origó és a mért pont által alkotott egyenes  $z$  tengellyel bezárt szöge. A harmadik érték pedig a két pont távolsága.

Ez egy gömbi koordináta-rendszer, amelynek alapköre megegyezik az égi egyenlítővel, míg pólusát a Föld forgástengelye jelöli ki. Az x tengely irányát a tavaszpont határozza meg, amely az égi egyenlítő és az ekliptika metszéspontja. Egy pont helyzetét ebben a rendszerben a rektaszcenzió és a deklináció alapján lehet meghatározni. A rektaszcenzió a meghatározandó ponton átmenő vertikális sík szögtávolsága a Tavaszponttól az Egyenlítő síkjában mérve. A deklináció a pont szélessége az Egyenlítő síkjától mérve. A pontok koordinátáit időtől és földrajzi helytől függetlenek.

### 3.3.6 Időrendszerek

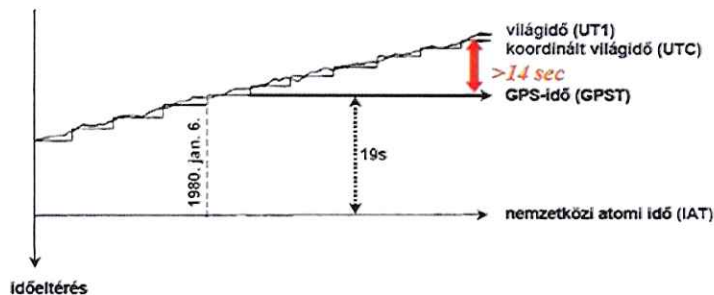
Az időrendszerek kezdőpontja egy adott időpont, amelyet az időrendszer nullpontjának is szokás nevezni. A rendszerek mértékegysége egy periodikusan ismétlődő mozgáshoz kötött. Az időrendszerekkel szemben támasztott követelmények közül az egyik legfontosabb az egyenletesség és a lehető legnagyobb pontosság biztosítása.

Beszélünk csillagidőről és világidőről, amelyek alapja a Föld tengelykörüli forgása. A dinamikai idő alapja a Föld Nap körüli keringése. A nemzetközi atomidő (IAT - International Atomic Time), a koordinált világidő (UTC - Universal Time Coordinated) és a GPS idő (GPST – GPS Time) meghatározásához cézium atomóra sugárzásának periódusidejét használják.

A nemzetközi atomidő rendszert 1960 óta használják, amelynek alapegysége az atom másodperc. Ennek az időegységnek a meghatározásában az atomok rezgésszámai nyújtanak segítséget. Mivel az atomidő és a középido eltérése nem lehet nagy, az atomidőt mesterséges csúsztatással igazítják a középido-höz. Az ily módon meghatározott időrendszer a koordinált világidő (UTC) nevet kapta.

A csillagászatban a Julián dátumot használják, amely a kezdő időponttól (i.e. 4713. 01.01. 12:00) folyamatosan sorszámozza a napokat. Ezzel egy lineáris rendszer érhető el, amelyben a GPS idő kezdete is meghatározható (2444244.5 Julián nap).

A GPS saját időrendszerét, a GPST-t 1980.01.06-án nulla órakor vezették be, amely ekkor teljesen azonos volt a koordinált világidővel. A GPS idő alapja is az atomidő. A zavarok elkerülése végett a GPS idő is mentes a léptetésektől, így az évek múlásával, 2010 januárjára már 15 másodperccel a világidő előtt járt. A GPS vevők ezt a másodpercre kerekített korrekciót is megkapják a műholdaktól. A GPS heteket a GPST bevezetésének időpontjától folyamatosan sorszámozzák, ezen kívül a héten belüli napok is sorszámmal vannak ellátva, sőt a másfél másodpercek is külön sorszámot kapnak a könnyebb azonosítás érdekében. A nulladik nap szerepét a vasárnap tölti be, míg a hatodik nap a szombat. 1999. 08. 21. óta a hetek sorszáma ismét 1-től indul, mivel csak 1023 hét számozására nyílt lehetőség a NAVSTAR rendszerében. Ez a GPS week rollover probléma.



3.21 ábra A koordinált világidő, a GPS idő és a nemzetközi atomidő közötti eltérések

## 4. A székesfehérvári kerékpárút hálózat felmérése

### 4.1 Mérés tervezése

Mint minden felmérést, az általam tervezett kerékpárút hálózat felmérését is tervezés előzte meg. A tervezést 2 fő részre osztanám. Első lépésben irodai tervezésre volt szükség, majd a mérőfelszerelést kellett kiválasztani, illetve használatát megtanulni. A terepi tervezést két ok miatt hanyagoltam el. Az egyik az, hogy jól ismerem a város kerékpárútjait, a másik pedig az, hogy a helyszín adott, így nem tudom befolyásolni a felméréendő útvonalat.

#### 4.1.1 Irodai előkészítés, adatgyűjtés

Az irodai előkészítés első lépéseként a GNSSnet.hu aktív hálózat szolgáltatásainak használatához kértem kvótát. Mivel a mérést hálózatos RTK-val terveztem elvégezni, ez volt az előkészítés egyik legfontosabb mozzanata. Miután megkaptam a felhasználó nevet és a jelszót a rendszer használatához, adatgyűjtést végeztem. Székesfehérvár Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatalának Közlekedési Irodájánál megkaptam a székesfehérvári kerékpárutak listáját.

Székesfehérvár kerékpárút hálózata 2011-ben a meglévő kerékpárutakkal és kisforgalmú utakkal együtt:

|                                                                                                   | <b>meglévő<br/>kerékpárutak<br/>hossza (km)</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Északi útvonal (8. sz. út, Csór, Iszkaszentgyörgy felé)</b>                                    |                                                 |
| 8. sz főút, Új Csóri út mellett, a városhatár, Hernád utcai esp.- Régi csóri út között, önálló    | 2,5                                             |
| Régi Csóri úton kijelöléssel                                                                      | 0,8                                             |
| Farkasvermi út- Palotai út között, közös gyalogos - kerékpáros út, elkerülő út alatti aluljáróval | 0,3                                             |
| Palotai úti kerékpárút Gaja hídtól a Shwabisch G. u-ig, részben önálló kerékpárút                 | <b>épül</b>                                     |
| Palotai út mellett Shwabisch G. u-tól a Selyem utcáig, közös gyalogos - kerékpáros út             | 0,8                                             |
| Piac tér mellett, Selyem utcától a Petőfi park végéig közös gyalogos - kerékpáros út              | 0,3                                             |
| Sütő utca végén (Vadex mellett) közös gyalogos - kerékpáros út                                    | 0,2                                             |
| Belső Balatoni úton kijelöléssel                                                                  | 0,1                                             |
| Hosszúsétatéren Balatoni úttól a Horvát István utcáig, kerékpározásra kijelölt út                 | 0,3                                             |
| <b>Északi útvonal meglévő hossza:</b>                                                             | <b>5,3</b>                                      |
| <b>Északi útvonalra csatlakozik</b>                                                               |                                                 |
| Székesfehérvár - Iszkaszentgyörgy kerékpárút összekötő szakasz, Új Csóri út -városhatár           | <b>épül</b>                                     |

#### **Déli útvonal, Alsóvárosi kerékpárút**

Hosszúsétatéren a Horvát István utcától a Csíkvári útig és a Temető utcán a Szárcsa u-ig kijelöléssel 1,0  
Szárcsa u. és Sárkeresztúri út mellett a Temető utcától a Halom utcáig önálló kerékpárút 2,7  
Sárkeresztúri út, Halom utcától az Auchan körforgalomig, közös gyalogos - kerékpáros út 0,4

#### **Déli útvonalra csatlakozik**

Homokszori kerékpárút kijelölés a Hosszúsétatértől a Batthyány u-ig 1,2  
Csíkvári sétány a Hosszúsétatértől a Stadionig 0,2

**Déli útvonal meglévő hossza a csatlakozó kerékpárutakkal:**

**5,5**

**Keleti útvonal (7. sz. főút elkerülésére, Kisfalud, Velencei-tó, Dinnyés, Agárd, Budapest felé)**

|                                                                                                                                         |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Horvát István u. mellett (a Hosszúsétátértől a Deák Ferenc u-ig) közös gyalogos kerékpáros út                                           | 0,9         |
| Lövőde utca mellett a Deák Ferenc utcától a Budai útig a házak mögötti belső utca felhasználásával, ill. közös gyalogos - kerékpáros út | 0,8         |
| Budai út mellett Lövőde u-tól a Seregélyesi útig, déli oldalon önálló kerékpárút                                                        | 1,0         |
| Seregélyesi út - Halesz liget sétányai az Aszalvölgyi árok Budai úti hídjáig                                                            | 0,9         |
| Budai út beépítettsége miatt a Kikindai úti kijelölés, Seregélyesi út közös gyalogos-kerékpáros út,                                     |             |
| Adonyi út zsákutca szakaszán és a Zentai úton kijelölés                                                                                 | 1,4         |
| Budai út északi oldalán Fiskális úttól a Zombori u-ig közös gyalogos-kerékpáros út                                                      | 0,9         |
| Budai út déli szakaszán önálló kerékpárút a Zombori úttól a Nagyszombati útig                                                           | 1,8         |
| Budai út északi oldal, Fehérvári út önálló kerékpárút                                                                                   | 1,5         |
| Pákozdai út mellett és a Császár víz töltésén Dinnyés, Agárd felé                                                                       | 3,9         |
| <b>Keleti útvonal összesen:</b>                                                                                                         | <b>13,1</b> |

**Sárpentele felé**

|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Balatoni szervízút, Jancsár u., Bakony u. kijelölés                                      | 1,2        |
| Bakony utca - Székely utca között, a szennyvíz tisztító telep mellett, önálló kerékpárút | 1,5        |
| Székely utcai kijelölés, a városhatárig, az elkerülő úti műtárgy, Sárpentele felé        | 1,5        |
|                                                                                          | <b>4,2</b> |

**Vasútállomás felé**

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Prohászka úton Horvát István u. és a Vasútállomás között | <b>0,5</b> |
|----------------------------------------------------------|------------|

**Belvárosi útvonal**

|                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Rákóczi úton kétoldali kerékpársáv Rákóczi u - József A.. u. között, felfestéssel elválasztva a járműforgalomtól | 0,3        |
| József Attila utca szervízútja a Rákóczi úttól a Budai útig kerékpározásra kijelölt út                           | 0,5        |
|                                                                                                                  | <b>0,8</b> |

**Balatoni útvonal**

|                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Balatoni út mellett Szilvamaggal szemközti oldalon a körforgalomtól a Rádió úti ltp-ig közös gyalogos kerékpáros út | <b>0,6</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                  |             |
|------------------|-------------|
| <b>Összesen:</b> | <b>30,0</b> |
|------------------|-------------|

(Az épül megjegyzés a még csak tervezési fázisban lévő aszfaltcsíkokra vonatkozik, amelyek építését 2011 utáni évekre tervezik.)

A lista alapján egy kinyomtatott térképen bejelöltem a bejárando útvonalat. A mérést úgy próbáltam eltervezni, hogy a lehető legrövidebb utat kelljen bejárni az egyes szakaszok között. A térkép a későbbiekben nagy segítségnek bizonyult, mivel bizonyos szakaszok megtalálása a kitáblázás hiányosságai miatt nehézségekbe ütközött volna.

**4.1.2 Mérőfelszerelés összeállítása**

A mérőfelszerelés összeállításakor fontos szempont volt, hogy az eszközt könnyen, kényelmesen és biztonságosan lehessen üzemeltetni. Nagyrészt ezért esett a választásom a Leica cég 500-as típusú GPS műszerére. A műszerhez tartozó speciális hátizsákba helyeztem a tasztatúra kivételével minden elemet. Az antenna a hátizsákból kivezetett rúdon helyezkedett el, míg a tasztatúrát a kerékpár kormány szárára erősítettem, hogy a mérésbe bármikor be tudjak avatkozni és szemmel tudjam tartani a mérés menetét.



4.1 ábra *Kormányszárra erősített controller egység és a felmérés irányítása*

A mérés megkezdése előtt összeállítottam egy kódlistát, amelynek segítségével az érdekes pontokat tudtam megjelölni. Így amikor egy nagyobb kátyúhoz értem, vagy egy kerékpáros forgalmat segítő műtárgyhoz, a mérés során könnyen át tudtam váltani a pontkódot. A pontkódoknak a mérési eredmények feldolgozásakor, a térkép szerkesztésekor volt jelentőségük.

A hálózat felmérését egy Pro Mark 200-as típusú navigációs célú GPS vevővel is szerettem volna elvégezni, amelyet Érsek Ákos ajánlott fel. Azonban a készülék egy bemutatón történő meghibásodása miatt elmaradt a mérés végrehajtása.

#### **4.1.3 Műszer rövid ismertetése**

A felmérés során Leica 500-as típusú GPS műszert használtam, amely főbb részei a következők.

Az antenna nagy pontosságú geodéziai mérésekre kifejlesztett AT 503 típusú egység, amely kétfrekvenciás mérésekre képes. A vevőkészülék dolgozza fel az antenna által fogadott jeleket. A vevőnek 3 típusa létezik. Az SR510-es egy egyfrekvenciás vevő, amellyel az elérhető maximális pontosság (csak kód méréssel) fél méter körüli. Az SR520-as vevő egy kétfrekvenciás, utófeldolgozós eszköz, míg az SR530-as RTK mérések lehetőségét jelöli. A mérés során használt műszer egy SR510-esről SR520-asra fejlesztett rendszer volt.

A TR500 típusú terminál teszi lehetővé a műszer be- és kikapcsolását, továbbá irányítja a mérést, lehetővé teszi a paraméterek beállítását és megjeleníti a szükséges információkat az úgynevezett státusz-sorban (pl.: holdak száma, akkumulátorok állapota, aktuális pontosság stb.). A vevőegységhez közvetlen módon és kábelen keresztül egyaránt csatlakoztatható. Esetemben az adatkommunikációhoz adatkábelre volt szükség, mivel a

terminál a kormányon lett elhelyezve. Az eszköz alfanumerikus adatok bevitelére képes, amelyeket egy LCD kijelzőn jelenít meg.

A mérési eredmények tárolhatók a belső memóriában, vagy PCMCIA kártyán. Mérésem során a nyers mérési adatok a memóriakártyára kerültek tárolásra.

Az energiaellátásért két darab GEB121 típusú kamera akkumulátor felel, amelyek a GPS vevő alján található akkumulátoröbölbe csatlakoztathatók. Teljesen feltöltött akkumulátorok akár 6 órás mérést is lehetővé tesznek, így akár egy töltéssel is felmérhető a város kerékpárút hálózata.

A műszer elhelyezhető műszerállványon, rúdon vagy hátizsákban. A teljes hálózat felmérésekor a hátizsákos megoldást választottam. A Lövölde úti kerékpárút és a Budai úti kerékpárút egy szakaszát gyors statikus módszerrel, rúdon elhelyezett antennával mértem fel. Ekkor pontosan az antennarúd aljának helymeghatározó adatait kaptam eredményül. Ez tehát jóval pontosabb megoldást tesz lehetővé, viszont lassabb és kevésbé termelékeny.

#### **4.1.4 Felmérés egyéb lehetséges eszköze: GeoTrike – mérés élvezettel**

A felmérés elvégzésében nagy segítségemre lett volna a Geonet 2000 Kft. által fejlesztett mobil térinformatikai adatgyűjtő berendezés, a Geotrike. (Magas fejlesztési költségei miatt az eszköz használata nem valósulhatott meg.) Ez egy trike, vagyis 3 kerekű, amely környezetbarát mivolta és kis méretei miatt szinte akárhol bevethető. Stabilitásának köszönhetően az eszközök biztonságosan elhelyezhetők és szállíthatók rajta. A mérőszemélyzet kényelmét pedig a jármű meghajtását segítő elektromotor hivatott fokozni. A helymeghatározást egy centiméteres pontosságú Topcon GRS-1 GNSS vevő végzi. A felmérés során a kijelzőn folyamatosan információk jelennek meg a mérés megbízhatóságáról. Olyan környezetben, ahol a műholdvétele nem felel meg az RTK helymeghatározáshoz, az inerciális mérőeszköz biztosítja a 3 dimenziós helymeghatározó adatokat. A jelsűrűségnek köszönhetően 25 km/óra sebesség mellett 7 centiméterenként kapunk koordinátákat. A mérőszemély feje és az antenna között pedig egy sztereo kamera rendszer működik, amely sztereo képpárok sorozatát állítja elő. A sztereo képpárok feldolgozásával térmodellt állítanak elő. Az eszközök irányítását és az adatok fogadását egy laptop végzi, amely hangjelzésekkel tájékoztatja a mérőszemélyt a program működéséről. Az áramellátásért felelős akkumulátorok 3 órás mérést tesznek lehetővé. Ez a közeljövőben növekedhet, hiszen egyre fejlettebb akkumulátorok jelennek meg a piacon.

/Személyes megjegyzésem, hogy a Topcon GRS-1 típusú vevő tökéletesen alkalmas a különböző útszakaszok felmérésére, mert kevésbé érzékeny a jelvesztésre kitakaráskor, mint a konkurens műszergyártók termékei. Ezt munkám során több alkalommal tapasztaltam. Az eszközzel fás területen is elvégezhetőek voltak a kitűzések, vagy a bemérések./



4.2 ábra Geotrike – mobil térinformatikai adatgyűjtő berendezés

## 4.2 Mérés végrehajtása

### 4.2.1 Kinematikus módszerek részletes ismertetése

A kinematikus mérési módszer egy relatív helymeghatározási eljárás, amelynek során egy ismert helyzetű referencia vevőhöz képest határozzuk meg a mozgó vevő térbeli koordináta-különbségeit. A fázisméréses kinematikus mérések kezdetén szükség van a vívőhullám egész periódusai számának meghatározásra, amit inicializálásnak hívunk. Amennyiben a látható holdak száma 4 alá csökken, szükség van az újrainicializálásra, vagyis ismét meg kell határozni a ciklus többértelműséget.

Az inicializálásnak 5 típusa van.

Az egyik módszer szerint a vándor vevőt egy ismert helyzetű pontról indítjuk, miközben a bázisvevő is egy ismert helyzetű ponton észlel.

A második módszert báziskaros megoldásnak nevezzük, mivel egy ismert hosszúságú báziskar egyik végén a bázis, az átelleses végén pedig a vándorvevő helyezkedik el. Ekkor az ismert helyzetű pont felett a bázis folyamatosan észlel, míg a mozgó vevő pár perc mérést követően leszerelhető a báziskarról és elindulhat a mérendő pontok felkutatására. Fontos megemlíteni, hogy a mozgó vevő a báziskaron délnek tájolva végez mérést ugyanazokra a holdakra, mint a referenciavevő.

A harmadik módszert 1985-ben fejlesztették ki és antennacserés megoldásnak hívják. Ekkor a vevők közül a bázis egy ismert ponton mér, miközben a rover tőle maximum 10 méterre veszi ugyanazon holdak jeleit. Pár perc mérést követően a műszereket cserélik és így végeznek mérést. A cserét követően néhány perc mérés után ismét cserélik a vevőket. Ekkor a bázisvevő ismét az ismert helyzetű ponton észlel, a rover pedig rövid mérést követően elindulhat a pontok mérésére.

Statikus méréssel történő inicializálásnál a mozdulatlan rover vevő a bázistól távol észlel. Azt a pontot, ahol az inicializálás megtörténik inicializáló pontnak hívjuk.

Az inicializálás ötödik típusa az OTF (On The Fly), vagyis a mozgás közbeni inicializálás. Az egész periódusok számának meghatározását ekkor matematikai úton oldják meg. A megoldás alapfeltétele az RTK (Real Time Kinematic – valós idejű rendszerek) megjelenése volt.

Az első három módszert napjainkban már nem használják a technológia fejlettsége és a szolgáltatások megbízhatósága végett.

A félkinematikus (stop and go) módszer lényege, hogy az álló vevő egy referenciaponton észlel, miközben a rover felkeresi a meghatározandó pontokat, amelyeken legalább egy epochát kell mérni. Méréskor nagy előny a termelékenység, azonban hátrányt jelent, hogy a pontok felkeresése során is folyamatos jelvételre van szükség. Felhasználási területei igen szerteágazóak. Kinematikus mérési módszerek közül csak a félkinematikus eljárás teszi lehetővé az egyedi diszkrét pontok meghatározását. A műszerrel bejárt útvonalak irodai feldolgozása során nem a bejárt út a fontos, hanem a meghatározott megállásos helyek.

Az aktív hálózatok megvalósulásának köszönhetően napjainkban már nem kell bázisállomással észlelnünk, őrzéséről gondoskodnunk, hiszen a permanens állomások mérési eredményeit szolgáltatás formájában megvásárolhatjuk. A mérések feldolgozásakor a munkaterülethez legközelebb eső egy, vagy több permanens állomás mérési eredményeit is felhasználhatjuk, sőt, virtuális RINEX adatokat is letölthetünk bármely, tetszőleges referenciapontra. Mivel a referenciaállomások 1 másodperces időközzel rögzítik a nyers mérési adatokat, a roverben beállított mérési időköz tetszőleges lehet (az 1 mp akárhányszorosára).

/Üzemi gyakorlatom során használtuk patak rekonstrukció előtt keresztzelvények mérésére és a kotrást követően a kitermelt iszapmenyiség meghatározására is./ Fontos, hogy ha lehetőségünk van rá, végezzünk ellenőrző méréseket ismert pontokra. A félkinematikus mérési eljárás pontossága elérheti az 1-2cm + 1mm/km-t.

Folyamatos kinematikus (true kinematic) mérés során az elrendezés ugyanaz, mint a félkinematikus eljárásnál, azonban ebben az esetben a mozgó vevő által bejárt útvonalat mérjük. Az inicializálást követően a beállításoknak megfelelően automatikusan történik a pontok rögzítése. A mért pontok azonosítója az észlelés pontos időpontja GPS-időrendszerben. Csak kedvező észlelési ablak esetén célszerű a módszert használni. Pontossága elérheti az 1-5 cm+1mm/km-t is. A módszer hátránya a viszonylag nagy adatmennyiség volt, amely napjainkban már nem jelent problémát a megnövekedett belső memóriának és a memória kártyával történő bővíthetőségnek köszönhetően.

A kinematikus módszerek lehetnek utófeldolgozásosak vagy valós idejűek.

A valós idejű adatfeldolgozásához az alábbi feladatok elvégzését kellett megoldani:

1. A referenciavevő teljes mérésanyagát és a fáziscentrum koordinátáját közel egy időben kellett továbbítani a mozgó vevőnek.
2. A mozgó vevőt a jelek fogadására alkalmas egységgel kellett ellátni és gondoskodni kellett a feldolgozó szoftver vezérlőegységbe történő beépítéséről.
3. Alkalmazást kellett kifejleszteni, majd beépíteni a műszerbe az OTF inicializálás elvégzésére.

A mérési adatokat kezdetben URH rádiókapcsolaton keresztül továbbították, majd megjelent a GPRS adattovábbítás. Manapság az internetes kapcsolatot használják a felhasználók.

Az RTK technológia legnagyobb előnyei, hogy nincs szükség pontsűrítésre az adott pontok és a meghatározandók összelátására, továbbá már a terepen meggyőződhetünk méréseink minőségéről, megbízhatóságáról. A technológia alkalmazásával méréseink időtartamai lerövidülnek, így nő a termelékenység. A nagy pontosság lehetővé teszi a geodéziai pontosságú kitűzést és bemérést, amely új távlatokat nyit a földmérésben.

Az RTK technológiának két típusát különböztetjük meg. Amikor egyetlen referenciavevő mérési eredményeit használjuk fel, egybázisos megoldásról beszélünk, ha több referenciavevő adatait együttesen vesszük figyelembe, hálózatos RTK-ról beszélünk.

A hálózatos RTK előnyei:

A hibahatásokat folyamatosan modellezzük, és külön az egyes összetevők is meghatározhatók.

Ha egy állomás kiesik, a többi állomás méréseiből is létre hozható a modell.

Bázisállomások közti távolság növelhető a mérések pontosságának csökkenése nélkül.

Tetszőleges számú felhasználó élhet a hálózatos RTK szolgáltatásaival.

Lehetővé válik az egy vevővel végzendő cm pontos kitűzés és bemérés.  
A hálózatos RTK típusainak bemutatását a 3.2.2.2.4-es fejezet tartalmazza.

#### **4.2.2 A felmérési folyamat bemutatása**

A folyamatos kinematikus eljárás az útvonalak felmérésének legjobb és leggazdaságosabb módja, így a kerékpárutak felméréséhez ilyen típusú mérést végeztem. Azonban a kinematikus eljárásnak is van gyengéje. Ez pedig a jelvesztésre való érzékenység. Mérésem során gyakran kellett megállnom és megvárnom, hogy a jelvesztést követően a műszer újrainicializáljon. A mérés során mozgás közbeni inicializálásra is hagyatkozhattam volna, azonban nem akartam, hogy emiatt hosszabb szakaszok maradjanak ki a felmérésből. Ennek hatására a műszer több pontot is mért az inicializálási pontokon. A pontthalmazból persze mindig csak egy pontra volt szükségem. A feldolgozáshoz használt ITR térképező szoftver azon funkcióját használtam ekkor, amely adott távolságra lévő pontok koordinátáit átlagolva képez egy pontot. Ez a pont volt az, amelyet végül inicializálási pontnak tekintettem. A pontthalmazból az is kiderült, hogy a mérés pontossága hogyan alakult, mivel a mozdulatlan vevő minden mérésnél más és más koordinátát kapott.

A felmérés során a műszer Status menüjét választva nyomon tudtam követni a mérés folyamatát.

A rögzítési időköz a május 24-ei és 25-ei felmérésekkor 5 másodpercre volt beállítva. A kiértékelte mérési eredmények ITR-ben történő megjelenítésekor azonban láthatóvá vált, hogy a mért pontok gyakorisága nem felel meg céljaimnak. A ritkán mért pontok pedig többször kódmeréssel voltak meghatározva, ami fokozta a mérés értékének romlását. Ezért szeptember közepén a felmérést ismét elvégeztem, de most 1 secundum-os rögzítési időközzel. A mérés során fokozatosan figyeltem, hogy a műszer minél több hold jelét észlelje. Gyakran megálltam, hogy a mérések néhány centiméter pontos fázismérések legyenek. A kitakartabb részeken, például a Halesz ligetben természetesen csak kód mérés volt végezhető. Az újabb felmérés eredményeként a legtöbb mért pont koordinátája fázisméréssel lett meghatározva és a pontsűrűség is megfelelő volt. Az 1 másodperces rögzítési időköz hatására a szomszédos pontok távolsága a kerékpár sebességétől függően 1,5-2,5 méter volt. A pontsűrűségből adódóan egy, a valóságnak megfelelő kerékpárút térképet tudtam megszerkeszteni.

A felmérés során a kerékpáros forgalmat segítő műtárgyakat (pl.: térkép, tároló) és a veszélyes helyeket (pl.: úthiba) előre meghatározott pontkódokkal mértem. Ennek a

térképezés során vettem hasznát, hiszen így könnyen meg lehetett különböztetni a kerékpárút tengelyének pontjaitól ezeket az „érdekes pontokat”. A külön azonosítóval ellátott pontokat jelkulccsal láttam el, amelynek célja az egységes és átlátható szemléltetés.

A Budai út Lövölde utca felőli sarkától a Budai út Zrínyi utca felőli sarkáig gyalogszerrel, 2 méteres műszerrúddal végeztem a felmérést, amelynek során a kerékpárút burkolatszéleit mértem. Mivel a lombozat ezen a szakaszon nem rontja a szabad égboltra való rálátást, és mivel a műszerrúd végét pontosan az aszfaltcsík széleihez tudtam illeszteni, ezen a részen végeztem a legpontosabb mérést. Az erről a szakaszcól készített nagyméretarányú térkép a 4. számú melléklet.

#### **4.2.3 Érdekes pontok bemutatása (POI)**

Szakdolgozatom egyik célja a kerékpáros turizmus fellendítésének elősegítése. A turistáknak térképekre van szükségük, amelyek segítségével az ismeretlen terepen magabiztosan és nagy pontossággal tudnak tájékozódni. Térképem célja, hogy a Fehérvárra látogató biciklis turisták biztonságosan tudjanak közlekedni városunkban. A térkép tartalmazza azokat a helyeket, ahol kétkerekűjüket kulturált körülmények között biztonságban tudhatják. Azokat a helyeket, ahol közterületi térképek segítenek a tájékozódásban. Sőt, azokat a helyeket is, ahol fokozott figyelemmel kell közlekedniük a balesetek elkerülése érdekében.

Az érdekes pontok ismeretében a látogatók, akár otthon megtervezhetik útvonalukat a különböző szempontok figyelembevételével. Kisgyermekes családok például elkerülhetik a gyengébb minőségű szakaszokat.

A mérés megkezdése előtt egy kódlistát állítottam össze a mérendő objektumokról, amelyek meglétét feltételeztem egy ekkora kiterjedésű hálózatonál. Bizonyos pontkódokat a vártnál gyakrabban kellett használni, azonban az is előfordult, hogy a 30 km hosszúságú kerékpárút hálózat egyetlen szakasza sem tartalmazott egy-egy objektum típust.

Az „érdekes pontok” mérése félkinematikus módszerrel történt. Vagyis a mozdulatlan vevő a megállásos helynél végzett mérést és tárolta el a pontkódot. A helymeghatározás végeztével ismét elindítottam a folyamatos kinematikus mérést és folytattam az éppen aktuális szakasz felmérését.

#### **4.2.4 Tapasztalataim**

A felmérés során –, mint már említettem – csak GNSS technológiát használtam, amely a lehető legkényelmesebb és legtermelékenyebb eljárás, ha a külső tényezők nem

lehetetlenítik el a méréseket. Sajnos a mérés a legtöbb helyen igen lassan haladt, mivel az inicializálás gyakran elveszett, amikor az ember túl közel ment egy nagyobb épülethez, vagy ha egy fasor alatt elhaladt. Ilyenkor mindig megállásra kényszerültem, hogy a műszer újra tudjon inicializálni, anélkül hogy bizonyos szakaszokon kimaradjon a másodperces rögzítés. Ahol nem volt kitakarás az égboltra, jó ütemben haladt a mérés.

A mérés menetét folyamatosan nyomon követtem az első felmérés során is, mégsem rögzített a műszer pontokat. A második felmérés során szintén folyamatosan figyeltem a rögzítés menetét és a műholdak számát. Ahol jó kilátás volt az égboltra, ott akár 8 műhold jeleit is rögzítette a műszer.

Úgy gondolom, hogy a GNSS észlelések megkönnyítik a geodéták mindennapjait, azonban nem szabad túlságosan elkényelmesedni, és csak erre a technológiára hagyatkozni, mivel ez „csak” egy szolgáltatás, amelynek pontosságát bármikor leronthatják, sőt bármikor meg is szakíthatják a jelek sugárzását, ezért továbbra is komoly hangsúlyt kell fektetni a hagyományos geodéziai mérési módszerek oktatására és elsajátítására.

A kerékpárút hálózattal kapcsolatos tapasztalataim alapján véve pozitívak. Azonban több helyen felfigyeltem arra, hogy az egyes szakaszok hiányosan vannak kitáblázva, vagy ami talán még rosszabb, hibásan. Aki nem ismeri ezeket az utakat, vagy nincs nála térkép, nehezen fog a kétkerekűeknek kijelölt utakon haladni.



4.3 ábra József Attila utca kerékpárútjának eleje

Kiemelném továbbá a közutak hiányát. Véleményem szerint alapvető fontosságú lenne, hogy a biciklisek folyadék utánpótlása biztosított legyen a meleg időben. Amíg az óváros tele van kutakkal, addig a hálózat egyetlen szakasza sem halad el ivókutak mellett. A legnagyobb problémát hagytam utoljára, ami a burkolatok minőségét és szélességét illeti.

Több helyen komoly úthibákkal találkozhatunk, amelyekre nem figyelmeztet tábla. A Budai úti kerékpárút pályatestje a leggyengébb minőségű, így itt ajánlott fokozott figyelemmel haladni. A másik gond a bicikliutak szélessége, amely több helyen nem elegendő a kétirányú kerékpárforgalom lebonyolításához. Szintén balesetveszélyes szituációkat szül, hogy a gyalogosok egy része a bicikliutakat veszi igénybe, még akkor is, ha a gyalogosjárda teljesen üres.

Pozitívként emelném ki a kulturált és fedett kerékpártárolókat és a térképeket, amelyek a város kerékpárút hálózatát ábrázolják. Egyetlen probléma az, hogy csak 3 tároló és 3 térképtábla segíti a kerékpáros közlekedést, és azok is szinte egy helyre koncentrálódnak.



4.4 ábra *Homok soron fedett tároló*

## 5. A mérési eredmények feldolgozása

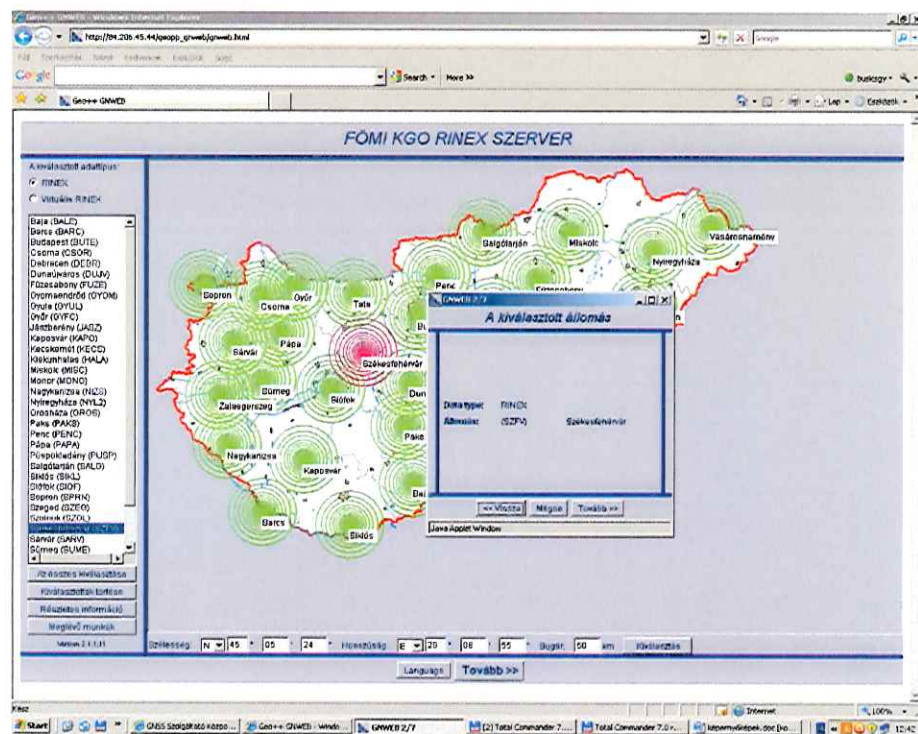
### 5.1 Alkalmazott szoftver bemutatása

A nyers mérési eredményekből és a RINEX állományokból Leica Geo Office 7.0 szoftver segítségével számítottam ki a mért pontok EOVS koordinátáit. Az alkalmazás tehát a mérési eredmények utófeldolgozására szolgál. A program egy kereskedelmi forgalomban kapható, a hétköznapi geodéziai gyakorlatok elvégzését támogató alkalmazás, amelynek kezelőfelülete felhasználóbarát, ezért használata könnyen elsajátítható. A feldolgozó programok bemutatását bővebben a 3.2.3.3 alfejezet tartalmazza.

### 5.2 A feldolgozási folyamat ismertetése

Első lépésben szükségem volt a SZFV nevű referenciaállomás méréseim időtartamára vonatkozó észlelési eredményeire, amelyeket a GNSSnet.hu honlapról tudtam letölteni a korábban felhasználónév és jelszó segítségével.

Az első ablakban ki kellett választanom a számomra szükséges állomást.



5.1 ábra

A folytatásban meg kellett adnom a kért időtartamot. Itt rögzítési időköznek az első mérésnél 5, míg a második felmérésnél 1 másodpercet állítottam be. Időnek a GPS idő + 2 órát határoztam meg, mivel hazánkra ez vonatkozik. Továbbá megadtam a mérés

kezdetének és befejezésének időpontját és beállítottam, hogy a GLONASS holdak méréseit ne használja fel.

Következő lépésben beállítottam az adatformátumokra és a tömörítésekre vonatkozó opciókat, amelyek a következő képen láthatóak.



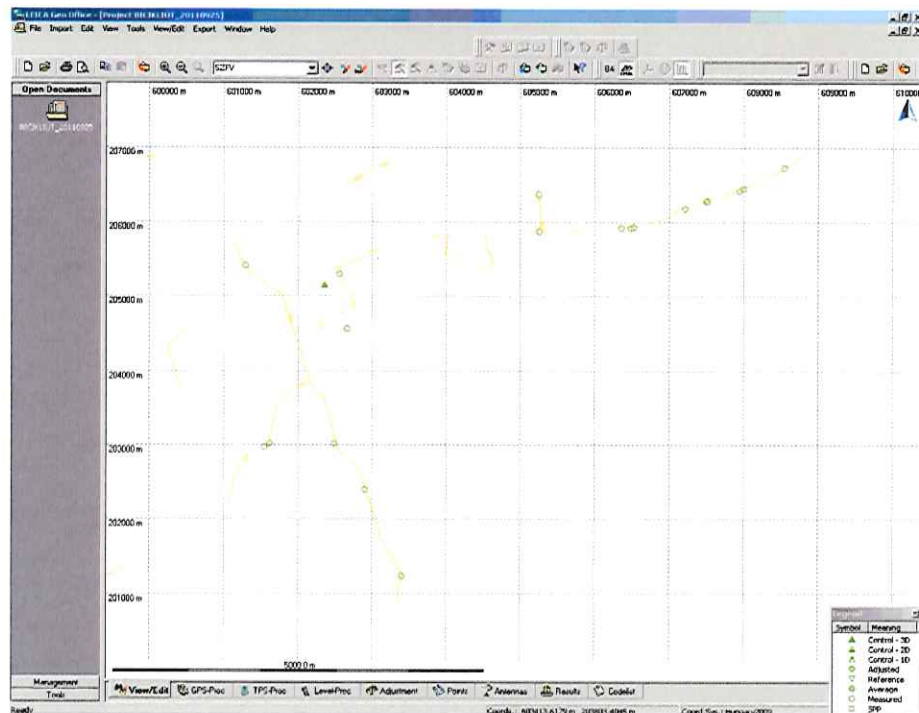
5.2 ábra

Az utolsó előtti ablakban pedig meg kellett adnom az azonosításhoz szükséges adatokat. Itt megadtam a munka nevét, a felhasználónevem és a jelszavam. Ez után már csak annyi dolgom volt, hogy letöltssem a szükséges fájlokat, amelyeket az e-mail címemre zip formátumba tömörítve meg is kaptam.

A műszer memóriakártyájáról kiolvasott nyers mérési eredményeket és a RINEX állományokat beolvastam a Leica Geo Office-ba létrehozott Project-be, amelynek neve a második felmérés után Bicikliút\_20110925 volt. A projekthez rendelt vonatkoztatási rendszer a Hungary2009 volt, amely a VITEL szoftver megvalósítása az LGO-ban. A VITEL csomag magába foglal egy geoid modellt, egy javítási rácsmodellt és egy transzformációs modellt. A vektorszámítás paramétereit a GPS Processing Parameter menüpontban állítottam be. A vektorszámítást a GPS Proc menüben a Process lehetőségre kattintva végeztem el. A számítási eredményeket a Store parancs segítségével tároltam el. A számítási eredmények kimentésére az Export ASCII data menüpontban volt lehetőségem. Az EOV-s és Balti magassággal bíró koordinátákat txt formátumba mentettem el. Az exportálás előtt beállítottam, hogy milyen adatok kerüljenek kimentésre a koordinátákon kívül. Ilyen adatok voltak a pontazonosítók

(, amelyek az egyes pontok meghatározásának időpontjai voltak kivéve a statikus méréseknél), a pontkódok, a pontossági mérőszámok, illetve a mérés típusa (kód vagy fázismérés). Utóbbira azért volt szükség, hogy a kódmérések élességét méteresre tudja beállítani Excel táblában.

A View/Edit fülre kattintva megjeleníthető a bejárt útvonal. A haladási irányt nyilak jelölik.



5.3 ábra

Ez után táblázatkezelőbe importáltam a txt-t, majd kitöröltem a szerkesztés szempontjából érdektelen adatokat, így csak a pontszám és a 3D-s koordináták maradtak meg. A pontszámokat ezt követően 1-től kezdődően átszámoztam, majd a már említett kódmérések értékes számjegyeit lecsökkentettem. Az így kapott állományt ismét kimentettem txt-be. Később ezt a fájlt hívtam be ITR4-be.

## 6. Térképezési munkák

### 6.1 Térképek, tematikus kerékpárút térképek és kerékpártúra térképek

Térképnek nevezzük a földfelszín és a rajta elhelyezkedő térbeli objektumok és jelenségek mértékhez kötött és rendezett rajzi vonatkozású modelljét.

A térképek csoportosítását végezhetjük méretarány, ábrázolás jellege, előállítási mód, tartalom és adathordozó szerint.

A tematikus térképek a természeti és társadalmi környezet jelenségeit, azok mennyiségi és minőségi jellemzőit mutatják be. Háttereiket általában az általános térképek egyszerűsített változatai adják, hiszen a térképi alap csak a tájékozódást és a téma környezetbe való beillesztését szolgálja. A tematikus térképek megjelenése szerteágazó és jelkulcsaik sokszínűek. A jelkulcsi karaktereket mindig a térkép céltematikája szabja meg.

A kerékpártúra térképek, mint minden térkép tartalmazza a jelkulcsok magyarázatát és a térképi méretarányt. A térképek gyakorta plusz oldalakon, vagy a hátlapon még a kerékpározás örökérvényű és az éppen érvényes KRESZ szabályait is tartalmazzák, amellyel a kerékpárosokat a biztonságos és szabálykövető közlekedésre próbálják biztatni. Egyes analóg térképek több nyelven szólítják meg a biciklistákat. Ez leginkább az idegenforgalom által érintett területek térképeire jellemzőek, például a Balaton környékére.



6.1 ábra A Balaton környéki kerékpárutak térképe

Több település is elkészítette a kerékpáros közlekedést támogató kerékpárút térképét. A cél ez esetben is lehet a kerékpárral közlekedők segítése, de lehet egy pályázat része is, amely előfeltétele a különböző fejlesztési pénzek megszerzésének. A fővárosi kerékpárút hálózat térképének 2009-es kiadása az interneten bárki számára ingyenesen elérhető és letölthető egy pdf formátumú állomány formájában.

## **6.2 Térképezéshez használt alkalmazások bemutatása**

### **6.2.1 ITR4**

A mérési eredményeimből ITR4-ben szerkesztettem meg a kerékpárutakat. Az ITR az első magyar fejlesztésű Interaktív Térképszerkesztő Rendszer, amelyet nagyméretarányú földmérési alaptérképek szerkesztésére fejlesztettek ki. A program megalkotója a Digicart Kft. Az alkalmazást leginkább földmérők, földhivatalok, önkormányzatok, közműtervezők és –üzemeltetők használják. A program nagy előnye, hogy egyszerű kezelhetősége miatt felhasználóbarát, és felhasználói felülete könnyen testre szabható. A pontok koordinátáinak akár mm-es élességet is be lehet állítani. Zártnak hitt poligonok esetén területszámítással könnyen és egyszerűen előhívhatók a szerkesztésben elkövetett hibák. A területszámítás eredményei és akár más adatok is táblázatos formában tekinthetők meg. A különböző elemek listázása egyéni feltételek szerint is elvégezhető.

### **6.2.2 Google Maps**

A Google Maps egy ingyenes, bárki számára hozzáférhető internetes térképszolgáltatás, amelynek megjelenését 2005.02.08.-ára datálják. A térképek az egész Földet lefedik, csakúgy, mint a ráhívható műholdfelvételek.

2006.04.25.-e óta Magyarország utcanéveit is tartalmazza, amelyekre 2007 májusa óta rá is lehet keresni. Ez a gyors és egyszerű keresés a Google Maps egyik fő erőssége.

A másik fő funkció az útvonaltervezés, ahol beállíthatjuk, hogy milyen módon fogjuk megtenni az utat. Jelenleg az autóval, a tömegközlekedéssel és a gyalogos közlekedéssel opciók közül lehet választani, azonban ez a közeljövőben kerékpáros lehetőséggel is fog bővülni. Opcionálisan beállítható továbbá a fizetős utak elkerülése is.

Az alkalmazás egy másik fontos funkciója a saját térképek készítésének lehetősége. Ebben a programban elkészítettem a székesfehérvári kerékpárutak hálózatát. Itt lehetőség nyílik különböző színek használatára és érdekes pontok megjelölésére. A térképezési munkáról a későbbiekben bővebben írok.

Mindezen felül a Google Maps alkalmas fotók feltöltésére is. A térképen lévő fényképek megjelenítése szintén opció, csakúgy, mint a domborzat, az időjárás vagy a forgalom.

Fontosnak tartom megemlíteni, hogy az alkalmazás offboard, vagyis szerverekről tölti le az éppen szükséges, megjelenítendő adatokat, így nincs szükség a program telepítésére. Ennek több pozitívuma van. Az egyik, hogy nincs szükség frissítésekre, a másik pedig, hogy nem foglal helyet az felhasználó számítógépén vagy telefonján. Egyetlen hátrány, hogy internet kapcsolatra van szükség a program futtatása közben.

### **6.2.3 ArcGIS 9.3**

Az ArcGIS egy térinformatikai szoftver, amelyet az amerikai ESRI (Environmental Systems Research Institute) cég fejleszt és forgalmaz. A program piaci térnyerését elősegítette, hogy az alapszoftver modulokból épül fel, így a felhasználóknak csak a számukra szükséges modulokat kell megvásárolniuk, amellyel megtakarítást érnek el. Az alkalmazás tehát a felhasználói igényeknek megfelelően, testreszabhatóan telepíthető. Az ArcGIS 9.3-as verzióját 2008. június 26-án adták ki.

Az ArcGIS-ben adatszinteket használunk, amelyeket shape fájlok írnak le. Az adatszinteket a valós világot leíró pontok, vonalak és poligonok alkotják. Az elemzések során a fenti geometriai elemek kapcsolatát vizsgáljuk, vagy egymásra vetítésükkel bizonyos feltételek teljesülését határozzuk meg. A programra az objektumorientált szemlélet jellemző.

Az ArcGIS-t felépítő három önálló alkalmazás az ArcCatalog, az ArcMap és az ArcToolbox. Az ArcCatalog használatával tudjuk adatainkat rendszerezni és itt van lehetőségünk új shape fájlt definiálni. Az ArcMap, mint a nevéből is adódik, a térképek készítését, szerkesztését, a kész térképek megjelenítését, nyomtatását és azok elemzését hivatott támogatni. Az ArcToolbox tartalmazza a térbeli műveletek elvégzéséhez szükséges eszközöket.

Térinformatikai programokkal szemben támasztott elvárás, hogy az adatbázist Interneten is lehessen publikálni, így egy böngésző alkalmazáson keresztül is elérhető legyen.

Szintén fontos követelmény, hogy a legelterjedtebb kép és térképformátumokat importálni lehessen a programba. Ezt a funkciót, akkor használtam, amikor az ITR4-ből exportált dxf formátumú állományt hívtam be a szoftverbe, illetve amikor a domborzatmodellre ráhívtam az ortofotót és a topográfiai térképet.

Az ArcGIS 9.3-ról meg kell említeni, hogy támogatja a kliens–szerver működési módot. A kliens oldalhoz az ArcInfo, ArcView és az ArcEditor, míg a szerver oldalhoz az ArcSDE és az ArcIMS tartozik.

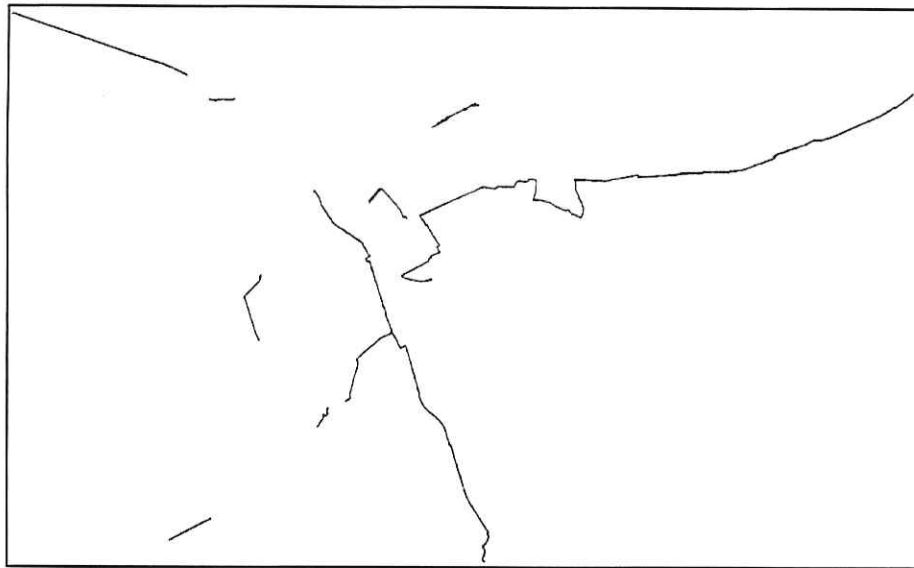
### **6.3 Térképezési folyamat ismertetése**

A térképezési folyamat első lépéseként az ITR-ben megnyitott székesfehérvári alaptérképre importáltam az általam valódi kinematikus mérési eljárással meghatározott pontok koordinátáit. Az alaptérképen csak a burkolat és az utcanév rétegeket hagytam bekapcsolva, majd létrehoztam egy kerékpárút réteget. Utóbbiban elkezdtem összekötni a mért pontokat. A szerkesztés során segítségemre voltak a burkolatszélék és az utcanévek, amik a tájékozódást segítették.

Azokon a helyeken, ahol tiszta kilátás volt az égboltra a mérés idején, a pontok szabályos rendben követték egymást. Ott, ahol kitakarás nehezítette a műholdjelek vételét, a pontok szabályos egymásutánisága megszűnt és elszórtan helyezkedtek el. Ilyen helyeken a pontok összeköttetésekor arra törekedtem, hogy minél szabályosabb, és az útburkolattal párhuzamos útvonalat kapjak. Ennek az volt az ára, hogy több mért pont kimaradt a szerkesztésből, vagy grafikus pontot kellett elhelyeznem a kerékpárút tengelyében. Ahol a kódérés megbízhatósága olyan gyenge volt, hogy a mért pontok esetleg az épületeken belülre estek, kénytelen voltam grafikus pontokat letenni a járdaburkolat azon oldalára, ahol a kerékpárutak haladnak. Mint már említettem, a teljes hálózatot 2 alkalommal mértem fel, mivel az első mérés eredményei nem feleltek meg célomnak. A két felmérésből adódóan bizonyos szakaszokon egymás közelébe több pont is esett. Amikor az eltérő napokon mért pontok felhasználásával szabályosabb vonalvezetéshez jutottam, a különböző napokon mért pontokból szerkesztettem ki a bicikliutat, így nem kellett még több grafikus pontot bevonnom a térképezésbe.

Mivel egy korábbi földmérési alaptérképet sikerült megszereznem a szakdolgozat elkészítéséhez, bizonyos utak, utcák és közlekedési műtárgyak még nem szerepelnek rajta. Emiatt sokszor úgy tűnhet, hogy a kerékpárút magánterületen halad, vagy teljesen letér a burkolatokról.

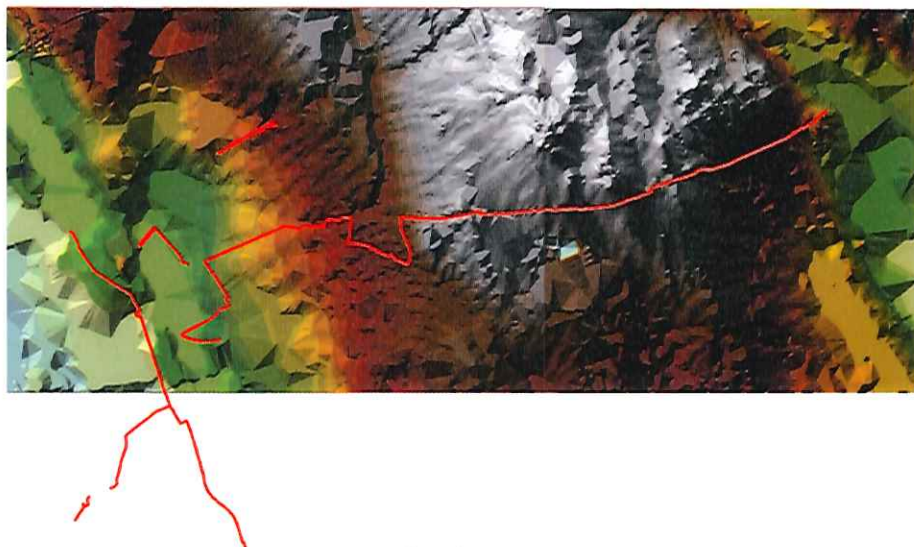
Az érdekes pontokat jelkulcsok segítségével jelöltem. Minden jelkulcs típusnak egy új réteget definiáltam, így könnyen ki-, bekapcsolható egy-egy műtárgy, vagy úthiba. A jelkulcsok kiválasztásakor törekedtem arra, hogy azok alakja visszaadja a jelölendő objektum kontúrját, jellegét, így segítve elő az egyértelmű azonosítást.



6.2 ábra Székesfehérvári kerékpárút hálózat átnézeti térképe

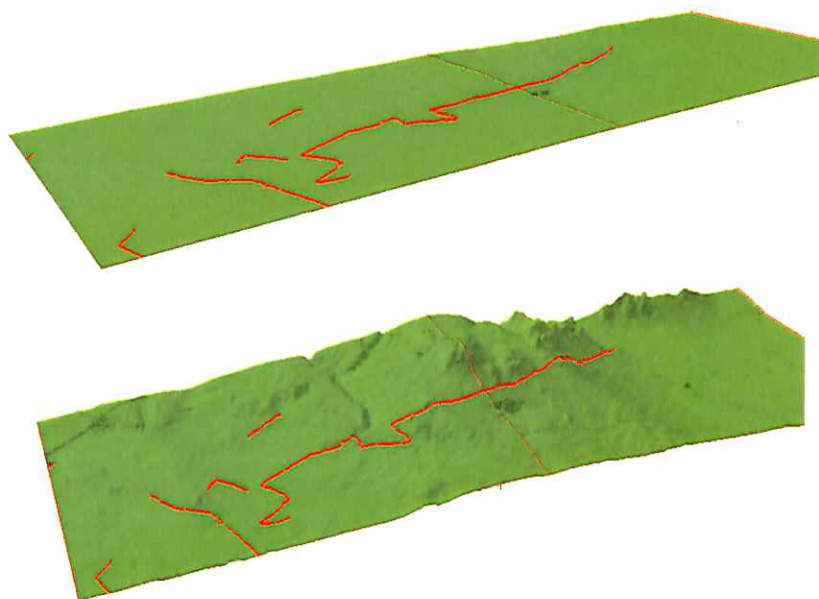
A város domborzatmodelljét importáltam ArcMap-be. A program segítségével 2,5 méteres magassági tolerancia mellett TIN modellt hoztam létre. A jobb szemléltetés érdekében a színskálát maximum értékre, 32 fokozatra állítottam be, hogy minden fokozathoz azonos mennyiségű és magasságú terület tartozzon.

Ez után ITR-ből dxf formátumban kimentettem a bicikli utak térképét. Csak a kerékpárutak nevű rétegre volt szükségem, ezért Select by attributes paranccsal leválogattam őket az állományból. Majd Export data paranccsal létrehoztam egy új rétegbe a kerékpárutakat. A beolvasást követően vastag piros vonallal jelöltem a szakaszokat a jobb szemléltetés érdekében. Mint az alábbi képen is látszik, csak két szelvényen tudtam elvégezni a műveletet, így a teljes hálózatot nem tudtam a domborzat modellre ráhívni.



6.3 ábra

A folytatásban ArcScene segítségével importáltam a domborzatmodellt, amelyre a Properties menüben belül található Base Heights parancs segítségével ráillesztettem az ortofotót és a topográfiai térképet. Az Add data ikonnal pedig behívtam a kerékpárutak térképét, amelynek szintén el kellett végezni az illesztését a domborzat modellre. Végeredményként egy 3D-ben forgatható állományt kaptam. Mivel a város és a környező területek domborzata egyenletességet mutat, nem kaptam túl látványos képet, így a magassági értékeket 5, illetve 10 szorosukra növeltem néhány referenciakép és videó elkészítésének erejéig, hogy a domborzat alakulását jobban szemléltethessem.



6.4 ábra Domborzati viszonyok egyszeres és tízszeres magasságnövekedés mellett

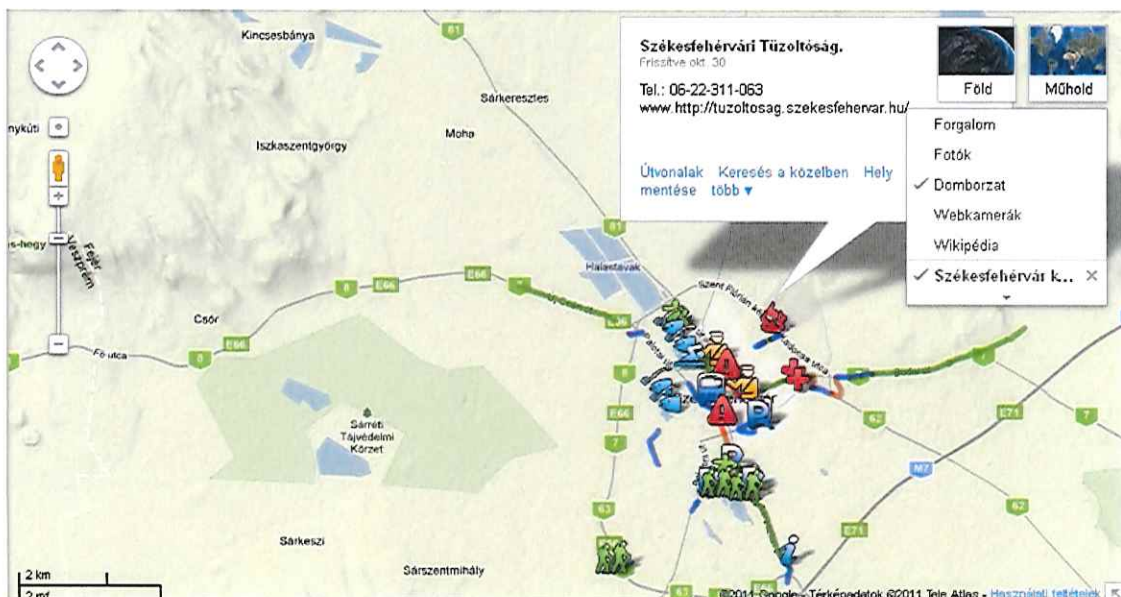
#### 6.4 Térkép publikálása az interneten

A Google Maps-ben történő térképezéshez szükség van egy gmail-es postafiókra, amelybe be kell jelentkezni, majd el lehet indítani a Google térképét. Ekkor a „Saját helyek” menüpontot kell választani, majd a „Térkép létrehozása” lehetőségre kell kattintani. Itt kell megadnunk térképünk „Cím”-ét, amely esetben Székesfehérvár kerékpárút hálózata volt. Lehetőségünk van továbbá „Leírás”-t készíteni térképünkhöz. Ebben a leírásban bővebben kiterhetünk térképünk témájára, a készítés időpontjára, megadhatunk elérhetőségeket, stb. A „Leírás” ablak alatt pedig beállíthatjuk, hogy kész térképünk „Nyilvános” legyen-e.

A térkép ablak bal felső sarkában, a navigáló gomb mellett 3 kis ikont látunk, amelyek balról jobbra haladva a következők: térképi elemek kiválasztása és szerkesztése,

helymegjelölés hozzáadása és rajzolás. A rajzolás ikonra kattintva lehetőségünk van vonalat rajzolni, utakhoz igazított vonalat rajzolni és alakzatot rajzolni. Mivel a bicikli utak a legtöbb esetben nem az autóutakon haladnak, én a vonalak rajzolása menüpontot választottam ki. Mérési eredményeimet két okból nem használtam fel direkt módon a szerkesztéshez. Az egyik ok, hogy méréseim néhány centiméter pontosak, míg a Google Maps pontossága ettől jóval eltér, így a térkép pontatlan lenne. A legfőbb ok pedig az, hogy a Google Maps térítésmentes verziójába nem lehet koordinátákat beolvasni. A szerkesztésben az ITR-ben korábban megszerkesztett állomány volt segítségemre.

A szerkesztés során a bicikli utak vonallancát a közutaknak mindig azon a felén vezettem, ahol azok a valóságban haladnak. Bizonyos szakaszok - például a szennyvíztisztító telepi - megszerkesztése problémát jelentett abból a szempontból, hogy a Google térképe csak a Bakony utca végéig van megrajzolva, a kerékpárút pedig az utca végén kezdődik. Ekkor átváltottam műhold nézetre. A műholdképen jól kivehető volt a kerékpárút, így könnyen be tudtam szerkeszteni az említett szakaszt. Egy vonallánc lezárásához az utolsó pontra kell duplán kattintani. Ekkor felugrik egy ablak, amely tartalmaz egy „Cím” ablakot és egy „Leírás” ablakot. A címhez a megszerkesztett szakasz nevét írtam be, míg attribútum adatként egy rövid leírást mellékeltem az adott szakaszhhoz. Ebben az ablakban nyílt lehetőség a megszerkesztett vonallánc színének kiválasztására és az átlátszóság mértékének beállítására. Térképem szerkesztése során 5 szint használtam annak függvényében, hogy a kerékpárosok milyen kijelölés mellett használhatják az adott szakaszokat. A kék a közös gyalogos – kerékpárutat, a barna a felfestett kijelölést, a zöld az önálló kerékpárutat, a piros a kerékpározásra kijelölt utat, míg a fekete a gépjárműforgalomtól felfestéssel elválasztott kerékpársávot jelentette.



6.5 ábra

Mint az a fenti képen is jól látható, az elkészült térképre akár a domborzatot is be lehet hívni, de opcionálisan megjeleníthetők a fotók, a web-kamerák, előző térképeink és még sok egyéb hasznos adat. Itt ragadnám meg az alkalmat, hogy bizonyítsam korábbi állításom, miszerint a város domborzati adottságai tökéletesen megfelelnek a kerékpáros közlekedésre.

Az érdekes helyeket, helymegjelölés hozzáadásával jelenítettem meg a térképen. Itt lehetőség van különböző jelkulcsok kiválasztására. A jelkulcsok elhelyezését követően itt is felugrik a cím és a leírás ablak. Címként a hely nevét adtam meg (pl.: Székesfehérvári Tűzoltóság), míg a leírás ablakban a telefonos és az internetes elérhetőségek szerepelnek. A szerkesztés befejezéseként a „Mentés” majd a „Kész” ikonra kattintottam.

Az ikonok elhelyezésekor azokat a helyeket jelöltem meg, amelyek az aktív kikapcsolódást kedvelők számára nyújtanak lehetőséget, illetve a fő közlekedési csomópontokat és a közérdekű telefonszámokhoz tartozó helyi kirendeltségeket. A kerékpárút hálózat műtárgyai közül a térképek és a biciklitárolók kerültek megjelenítésre, továbbá felkiáltó jelet helyeztem el az általam fokozottan veszélyesnek ítélt szakaszokra. Az óváros műemlékeit és a város nevezetességeit nem jelöltem külön ikonnal, mivel túlszűfoltta volna a térkép kisméretarányú szemlélés mellett.

Ezután elmentettem a térképet kml formátumban, majd behívtam Google Earth programba. A Google Earth-ben való megjelenítés a 3D-s épületeknek köszönhetően igen látványos és a város után érdeklődő turistáknak komoly segítséget nyújthat. A térkép használatával megtervezhetik biciklis kirándulásaikat. Természetesen a Google Earth-ben is több megjelenítési funkció közül lehet választani, így akár a helyre vonatkozó fényképek is megtekinthetők.



6.6 ábra

[illegible]

63

## 7. Összefoglalás

A mérés előkészítésekor nagy segítségemre volt a kerékpárutakat tartalmazó lista, azonban csalódottan vettem tudomásul, hogy a valóságban a hivatalos listán szereplő szakaszok egy része nem létezik. Nincs kitáblázva, nincs felfestve, sőt... van ahol rossz minőségű elhagyatott földutak vannak a lista alapján kijelölve. Ezeket a szakaszokat nem is mértem be, mert nincs értelme egy olyan térképnek, amely nem a valóságot tükrözi. Mint már kitértem rá a dolgozat egy korábbi alfejezetében, komoly problémák vannak az utak kitáblázásával is. Az útburkolatok minősége viszont felülmúlta várakozásaimat. A legtöbb helyen kulturált körülmények közt közlekedhetünk. Amit már szintén megjegyeztem, hogy számomra érthetetlen módon vannak elhelyezve az új kerékpártárolók és térképtáblák. Az alábbi műtárgyak nem egyenletesen oszlanak el a hálózatban, hanem 1-2 szakaszra koncentrálódva. Természetesen több kerékpártároló van a városban, azonban arra törekedtem, hogy a kerékpárút hálózat kiegészítő műtárgyait mérjem be. Azokat, amelyek közvetlen a hálózathoz tartoznak. Így hiába vannak az óvárosban tárolók, azok nem kerültek fel a térképre. Fontosnak gondolom, hogy hazánkban a közlekedési kultúrának is változnia kell, ugyanis értelmét veszti a sok milliárd forintos bicikli utak, ha azokat a gyalogosok elfoglalják. A lényeg pont a gyalogosok, a gépjárművek és a kétkerekűek egymástól való elszeparálása lenne a köztük fennálló nagy sebességkülönbségek miatt.

A térkép internetes publikálásakor nagyon megtetszett, hogy az általam használt programok térítésmentességük ellenére milyen színvonalasak és milyen sok funkcióval bírnak. Korábban már hallottam, hogy az offboard alkalmazások fognak elterjedni az elkövetkezendő években. Ezek a szoftverek pont ilyenek és ez nagy előny, mivel nincs szükség sem a telepítésre, sem a frissítésekre. Az érdeklődő egy könnyen kezelhető és értelmezhető állománnyal találja szemben magát, amely mindenféle sallangot mellőz. A térkép egyszerű és átlátható képet nyújt azoknak is, akik a térképek útvesztőiben sokszor elvesznek. A hétköznapi igények kielégítése az oldalam célja, amelyet reményeim szerint teljesít is.

A felmérés során a GNSS technológia minden előnyét kiaknáztam, mivel gyorsan, nagy területet sikerült felmérnem. A felmérés során 2 szakasz kivételével az út tengelyét határoztam meg kerékpáron ülve. Az Új Csóri úton a pályatest két szélén haladtam, míg a Lövölde utcán a gyorsétteremtől a Budai út és Zrínyi sarkáig gyalogosan 2 méteres műszerrúddal végeztem el a burkolatszélek felmérését. Ez a mérési módszer akkor nyer értelmet, ha minden igényt kielégítő pontosságú információkra van szükségünk a

kerékpárutakkal kapcsolatban. Ezt a mérési módszert lehetne alkalmazni termelékenység és pontossága révén akár a közműtérképek készítésekor is. Az ilyen megbízhatóságú mérések iránt leginkább a mérnöki tevékenységek során merül fel az igény.

Véleményem szerint, – mint már megjegyeztem – a GNSS technológia nagyon hasznos, azonban nem szabad csak a GPS mérésekre alapozni. Fontos, hogy a földmérők ismerjék a hagyományos mérési módszereket is. Ezt nem tudom elégszer hangsúlyozni.

## 8. Irodalomjegyzék

- Ádám József – Bányai László – Borza Tibor – Busics György – Kenyeres Ambrus – Krauter András – Takács Bence (2004): Műholdas helymeghatározás
- Busics György (2010): Műholdas helymeghatározás tantárgy előadás vázlatai
- Busics György (2010): Geodéziai hálózatok jegyzet
- Busics György (2007): A műholdas helymeghatározás geodéziai alkalmazásának technológiai és minőségi kérdései
- Busics György: Népszerűen a műholdas helymeghatározásról és navigációról 1. rész
- Busics György: Aktív GNSS hálózatok és szolgáltatásaik
- Busics György: RTK és más kinematikus technológiák
- Ágfalvi Mihály – Bekk Tímea – Busics György – Farkas Róbert – Kiss Attila – Tarsoly Péter – Tóth Zoltán – Vincze László (2009): Geodéziai Mérési Praktikum jegyzet
- Mélykúti Gábor (2010): Topográfia jegyzet
- Homoródi András (2008): Mérnöki alapismeretek II. jegyzet
- Havasi István: Glonass és Galileo, helyzetkép és jövő
- Rózsa Szabolcs: Globális helymeghatározás tantárgy előadás vázlat
- Németh Ders (2007): Biciklivel Budapesten – Lehetőség vagy (rém)álom?
- GNSSnet.hu hírlevél 2009. dec. 10.
- Borza Tibor – Kenyeres Ambrus – Virág Gábor: Műholdas geodéziai vonatkoztatási rendszerünk (ETRS89) felújítása
- Székesfehérvár közlekedésfejlesztési koncepciója I. rész (2009)
- Ádám József – Rózsa Szabolcs: GNSS elmélete és alkalmazása – 6. előadás
- Dr. Borza Tibor – Galambos István – Horváth Tamás – Kenyeres Ambrus: Célegyenesben a hazai GNSS kiegészítő rendszer építése /Geodézia és Kartográfia 2007.07.02./

LEICA ismertető anyagok:

GPS Basics (1999)

GPS System 500-Technical Reference Manual (1999)

GPS System 500-User manual (1999)

GPS System 500-General Guide to Static and Rapid-Static (2000)

Internetes források:

<http://hu.wikipedia.org/wiki/EuroVelo>

<http://www.kenyi.hu/>  
<http://regiok.happybike.hu/regiok/turizmus.html>  
<http://www.hirhet.hu/1002305-Ujraindul-a-BuBi-lehet-majd-biciklit-kolcsonozni-Budapesten>  
<http://biciklopedia.hu/bubi-budapesti-berbicikli-rendszer>  
<http://kerekparosklub.hu/ket-kerekre-szabott-navigacio-gps-kerekparra>  
<http://geonet2000.hu/terrainfo/geotrike/>  
[http://www.geo.info.hu/geodezia/dokumentumok/PhD\\_dolgozat\\_BGY.pdf](http://www.geo.info.hu/geodezia/dokumentumok/PhD_dolgozat_BGY.pdf)  
<http://hu.wikipedia.org/wiki/%C5%B0rverseny>  
[http://www.geo.info.hu/portal2007/images/stories/bgy/nepszeru\\_gnss\\_1\\_resz\\_alapok.pdf](http://www.geo.info.hu/portal2007/images/stories/bgy/nepszeru_gnss_1_resz_alapok.pdf)  
<http://www.uni-miskolc.hu/~gbmweb/letoltesek/gnss1.pdf>  
[http://www.epncb.oma.be/\\_trackingnetwork/stationmaps.php](http://www.epncb.oma.be/_trackingnetwork/stationmaps.php)  
<http://www.epncb.oma.be/>  
[http://www.eupos.hu/map\\_out.php](http://www.eupos.hu/map_out.php)  
<http://www.gnssnet.hu/valosido.php>  
[http://hadmernok.hu/archivum/2006/2/2006\\_2\\_koos1.html](http://hadmernok.hu/archivum/2006/2/2006_2_koos1.html)  
[http://www.agt.bme.hu/tantargyak/msc/bmeeofmlt1/BMEEOAFMLT1\\_ea\\_06.pdf](http://www.agt.bme.hu/tantargyak/msc/bmeeofmlt1/BMEEOAFMLT1_ea_06.pdf)  
[http://hu.wikipedia.org/wiki/Google\\_T%C3%A9rk%C3%A9p](http://hu.wikipedia.org/wiki/Google_T%C3%A9rk%C3%A9p)

## 9. Mellékletek

Digitális mellékletek:

1. Mérési eredmények: 1.1 2011-05-24

1.2 2011-05-25

1.3 2011-05-27

1.4 2011-09-15

2. ArcGIS szerkesztés: 2.1 Állományok

2.2 Képernyőképek

2.2.1 TIN modell létrehozása

2.2.2 Digitális domborzatmodell egyszeres magassági értékkel

2.2.3 Digitális domborzatmodell ötszörös magassági értékkel

2.2.4 Digitális domborzatmodell tízszeres magassági értékkel

2.2.5 Ortofotó digitális domborzatmodellre illesztése

2.2.6 Digitális domborzatmodellre illesztett bicikliutak

2.2.7 Egyszeres magassági értékek ortofotóval

2.2.8 Egyszeres magassági értékek topográfiai térképpel

2.2.9 Ötszörös magassági értékek ortofotóval

2.2.10 Ötszörös magassági értékek topográfiai térképpel

2.2.11 Tízszeres magassági értékek ortofotóval

2.2.12 Tízszeres magassági értékek topográfiai térképpel

3. Térképek:

3.1 Saját térképek

3.1.1 Vektortérképek

3.1.2 Raszterterképek

3.1.2.1 Kerékpárút hálózat nyomvonalának átnézeti térképe

3.1.2.2 A város és a kerékpárút hálózat átnézeti térképe

3.1.2.3 Lövölde utcai és Budai úti kerékpárút térkép részlete

3.2 Egyéb mellékelte térképek

3.2.1 Székesfehérvári kerékpárút térkép

3.2.2 Budapesti kerékpárút térkép

3.2.3 Kerékpártérkép hátlapja

3.2.4 Magyarország kerékpártúra térképének részlete

#### 4. WEB:

##### 4.1 Honlap elemei

##### 4.2 Képernyőképek

4.2.1 Google Maps alapú térkép megjelenítésének opciói

4.2.2 Google Maps alapú térkép

4.2.3 Google Earth alapú szemléltetés

4.2.4 Honlap képernyőképe

4.2.5 Google Maps további opciói

4.2.6 Google Earth város 3D

4.2.7 Google Earth madártávlat

4.2.8 Google Earth intro

#### Nyomtatott mellékletek:

1. Leica GPS520 vevővel mért koordináták és középhibáik (részlet)
2. Kerékpárút hálózat nyomvonalának átnézeti térképe
3. A város és a kerékpárút hálózat átnézeti térképe
4. Lövölde utcai és Budai úti kerékpárút térkép részlete
5. ArcGIS-ben szerkesztett kerékpárút térképek
6. Székesfehérvári kerékpárút térkép
7. Térkép publikálása az interneten