

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Geoinformatikai Kar

# **Belvárosi utcarészlet lézerszkenneres felmérése**

## **SZAKDOLGOZAT**

Konzulens:

Prof. Dr. Márkus Béla  
egyetemi tanár

Dr. Tóth Zoltán  
adjunktus

Váradi Attila  
értékesítés  
Leica Geosystems Hungary Kft.

Készítette:

**Hegyí Tamás**  
Nappali tagozat  
Földmérős és földrendező mérnök BSc szak  
Geoinformatika szakirány

Székesfehérvár  
2011



NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM GEOINFORMATIKAI KAR  
8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3. ☒ 8002 Székesfehérvár, Pf. 52.  
☎ +36 22 516 520 Fax: +36 22 516 521  
<http://www.geo.info.hu> Email: [geoinfo@geo.info.hu](mailto:geoinfo@geo.info.hu)

TÉRINFORMATIKA TANSZÉK

Nappali Tagozat  
Geoinformatika szak  
Sz.d.sz.: 133/2011.

**HEGYI TAMÁS**  
szakdolgozati feladata

**A szakdolgozat témája: Belvárosi utcarészlet lézerszenkeres felmérése**

A szakdolgozat célja egy – Győr belvárosában – kiválasztott utcarészlet mérnöki tervezési feladatokra szolgáló felmérése és ennek alapján térinformatikai adatbázis előállítása.

**Feladatok:**

1. Dolgozza fel a kapcsolódó szakirodalmat, mutassa be az egyes 3D modellezési és elemzési lehetőségeket! Értékelje a jelenleg alkalmazott megoldásokat!
2. Állítsa fel a kidolgozandó mintarendszer elméleti alapjait! Ismertesse a felhasználói igényeket és a rendelkezésre álló adatforrásokat, adatbázisokat!
3. Írja le a GPS és a lézerszenker használatát az adatgyűjtésben, a választott mintaterületen!
4. Mutassa be, és értékelje a feldolgozáshoz felhasználható szoftvereket!
5. Dolgozza fel a mérési eredményeket! Ismertesse a homlokzatrajz készítés folyamatát!
6. Mutassa be a kialakított térinformatikai adatbázist és az általa nyújtott lehetőségeket!
7. Összegezze a mintaterület felmérése és feldolgozása során szerzett tapasztalatait! Térjen ki, a megvalósított technológia továbbfejlesztési lehetőségeire!

**Beadandó munkarészek:**

- a feladat megoldásának részletes leírása,
- mérési adatok, jegyzőkönyvek,
- a programok/alkalmazások dokumentációja,
- az elkészült munkarészek, adatbázis digitális formában.

**Beadási határidő:** 2011. november 29.

**Tanszéki konzulens:** Prof. Dr. Márkus Béla, egyetemi tanár  
Dr. Tóth Zoltán, adjunktus, Geodézia tanszék  
**Külsős konzulens:** Váradi Attila, Leica Geosystems Hungary Kft.

Székesfehérvár, 2011. február 18.

*Dr. Szepes András*  
tanszékvezető



*Dr. Mélykúti Gábor*  
dékán



## NYILATKOZAT

Alulírott **Hegyi Tamás** (neptun kód: XXXXXXXXXX) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a

**Belvárosi utcarészlet lézerszkenneres felmérése 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

---

<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

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Bevezetés.....</b>                                           | <b>3</b>  |
| <b>2. A kapcsolódó szakirodalom feldolgozása .....</b>             | <b>5</b>  |
| 2.1. A 3 D modellezési és elemzési lehetőségek .....               | 5         |
| 2.2. A 3D építészeti alkalmazási területei .....                   | 7         |
| 2.3. Térinformatikai lehetőségek .....                             | 9         |
| 2.4. Önkormányzati térinformatika .....                            | 10        |
| 2.5. Lézerszkennelési technológiák .....                           | 13        |
| 2.5.1. Építészet és létesítménytechnika .....                      | 13        |
| 2.5.2. Vonalas létesítmények felmérése .....                       | 15        |
| 2.5.3. Régészet.....                                               | 16        |
| 2.5.4. További felhasználási területek .....                       | 17        |
| 2.5.5. Légi lézerszkennelési megoldások .....                      | 18        |
| 2.5.6. Mobil lézerszkennerek.....                                  | 19        |
| <b>3. A rendszer létrehozásának elméleti alapjai.....</b>          | <b>22</b> |
| 3.1. Felhasználói igények .....                                    | 22        |
| 3.2. A rendszer célja .....                                        | 23        |
| 3.3. A mintarendszer elméleti alapjai .....                        | 24        |
| 3.4. A rendelkezésre álló adatforrások és adatbázisok .....        | 27        |
| <b>4. A terepi adatgyűjtés folyamata .....</b>                     | <b>28</b> |
| 4.1. A választott mintaterület bemutatása.....                     | 28        |
| 4.2. Adatgyűjtési technológiák .....                               | 30        |
| 4.2.1. A GPS mérés elve.....                                       | 30        |
| 4.2.2. Alappontsűrítés sokszögeléssel .....                        | 34        |
| 4.2.3. Lézerszkennelés.....                                        | 36        |
| 4.3. Leica GPS 500 a tájékozó pontok mérése során.....             | 38        |
| 4.3.1. Leica GPS System 500 .....                                  | 38        |
| 4.3.2. A GPS mérés végrehajtása .....                              | 39        |
| 4.4. Leica TCA 1205-ös a sokszögelés során .....                   | 40        |
| 4.4.1. Leica TCA 1205-ös ismertetése .....                         | 40        |
| 4.4.2. A sokszögelés végrehajtása és az illesztőpontok mérése..... | 41        |
| 4.5. Leica C10 ScanStation a lézerszkennelés során .....           | 42        |
| 4.5.1. Leica C10 lézerszkennер bemutatása.....                     | 42        |
| 4.5.2. A lézerszkennelés végrehajtása, a mérés sajátosságai .....  | 43        |



|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5. A felhasznált szoftverek .....</b>                 | <b>46</b> |
| 5.1. Feldolgozószoftverek.....                           | 46        |
| 5.1.1. Leica Geo Office 7 .....                          | 46        |
| 5.1.2. GeoCalc 3.5 .....                                 | 47        |
| 5.1.3. Leica Cyclone 7.3 .....                           | 49        |
| 5.2. Modellező és szerkesztő szoftverek.....             | 50        |
| 5.2.1. ArcGIS 10.....                                    | 50        |
| 5.2.2. AutoCAD CIVIL 3D 2012 .....                       | 51        |
| 5.2.3. Google SketchUp 8.....                            | 53        |
| <b>6. A mérések feldolgozása és elemzése .....</b>       | <b>55</b> |
| 6.1. Mérési eredmények feldolgozásának folyamata.....    | 55        |
| 6.1.1. A GPS mérés feldolgozása .....                    | 55        |
| 6.1.2. A sokszögelés feldolgozása .....                  | 56        |
| 6.1.3. A lézerszkenneres mérés feldolgozása .....        | 57        |
| 6.2. A kidolgozott mintarendszer .....                   | 60        |
| 6.2.1. A homlokzatrajz elkészítésének folyamata .....    | 60        |
| 6.2.2. Az épületek elkészítése.....                      | 63        |
| 6.2.3. A térinformatikai adatbázis létrehozása.....      | 69        |
| 6.2.4. A térinformatikai adatbázis lehetőségei.....      | 72        |
| <b>7. Összefoglalás – Tapasztalatok, javaslatok.....</b> | <b>76</b> |
| <b>8. Irodalomjegyzék .....</b>                          | <b>79</b> |
| <b>M E L L É K L E T E K .....</b>                       | <b>81</b> |
| <b>9. Mellékletek jegyzéke.....</b>                      | <b>82</b> |

## 1. Bevezetés

A szakdolgozat célja egy utcarészlet mérnöki tervezési feladatokra szolgáló felmérése, és ennek alapján térinformatikai adatbázis előállítása volt. Mintaterületnek Győr egyik belvárosi utcarészletét választottam, mert a városközpont gyorsütemű rekonstrukción ment keresztül, de a tervezésekhez nem állt rendelkezésre háromdimenziós modell. Így a modern mérnöki igényeknek megfelelő mintaadatbázis elkészítését céloztam meg.

Az adatgyűjtést egy feltörekvő technológiával, lézerszkenneléssel végeztem. Egyre nagyobb igény merül fel az ilyen technológiák iránt, hiszen szakmánkban paradigmaváltás történik: az eddigi pontmérést sok alkalmazásban felváltja az úgynevezett pontfelhők mérése, amely során előálló adatbázis akár több millió pontot is tartalmazhat. A lézerszkennер alkalmazása egyre szélesebb körben elterjed, mint például az autóiparban, a repülőgépgyártásban, vagy a bűnügyi helyszínelésben. Segítségével a valós világ objektumait az irodába vihetjük, és a pontfelhőn különböző méréseket, elemzési, modellezési feladatokat oldhatunk meg.

A felvételi módjuk szerint, vannak földi, légi, és mobil lézerszkennerek. A felméréshez földi lézerszkennert használtam, mivel egy rövid sétálóutcáról volt szó. Azonban forgalmas, és hosszabb útszakaszokat hatékonyabb mobil eszközzel felmérni. Egyre elterjedtebb a mobil lézerszkennelés, amely során egy hordozójárműre van rögzítve a rendszer.

A szakdolgozat első fejezete tárgyalja a témához kapcsolódó szakirodalom leglényegesebb elemeit. Betekintést adunk a háromdimenziós modellezésbe, a térinformatikai, azon belül is az önkormányzati térinformatikai lehetőségekbe, és megismerhetjük a lézerszkennerek széleskörű alkalmazási területeit.

A második fejezetben a mintarendszer elméleti alapjairól és céljairól lesz szó, amely során kiderül, hogy milyen adatforrásokból, adatbázisokból kell, illetve lehet dolgozni.

A következő fejezetben a terepi adatgyűjtés folyamatát, a felhasznált műszereket és mintaterületet ismerhetjük meg, majd a negyedik fejezetben a felhasznált feldolgozó és modellező szoftverek bemutatására térek ki.

Végezetül az ötödik fejezetben a mérési eredmények feldolgozását és alkalmazási lehetőségeit ismertetem.

Szakdolgozatomban egy komplex, mérnöki tervezésre alkalmas információs rendszert kíséreltem meg elkészíteni, mellyel a legkülönbözőbb feladatok megoldására, elemzésekre (pl.: műemlékvédelmi épületen a homlokzat visszaállítására, vagy egy szobor utcaképbe való illeszkedésére) nyílik lehetőség.



## 2. A kapcsolódó szakirodalom feldolgozása

### 2.1. A 3D modellezési és elemzési lehetőségek

A háromdimenziós modellezés az a folyamat, amely matematikailag ábrázol tetszőleges háromdimenziós objektumot. A 3D-s modellek objektumként való ábrázolása pontok csoportját jelenti, amelyeket geometrikus elemek kötnék össze (például: háromszögek, görbült felületek, stb.). Az objektum, mint pontok halmaza, készíthető manuálisan, algoritmikusan, vagy akár lézerszkenneléssel.

A 3D modelleket rengeteg területen használják. Az orvostudomány szervek részletes modelljeihez használja, míg a filmipar animációs filmekhez használja őket, a szereplő karaktereket és a tárgyakat is 3D modellezéssel állítják elő. A videojáték-ipar a számítógépes játékokhoz, az építőipar pedig leendő épületek terveit és látványtervét készíti így, kiváltva a rajzokat és a maketteket. Többek között új szerszámok és gépek tervezésére is használják.

Majdnem minden 3D modell besorolható a következő két kategória valamelyikébe:

- Tömör modellek: az általuk ábrázolt objektumok tömegét is ábrázolják. Realisztikusabbak, de nehezebb őket létrehozni.
- Héjmodellek: csak a felszínt, azaz az objektum határoló felületét mutatják be. Ezekkel a modellekkel sokkal könnyebb dolgozni.

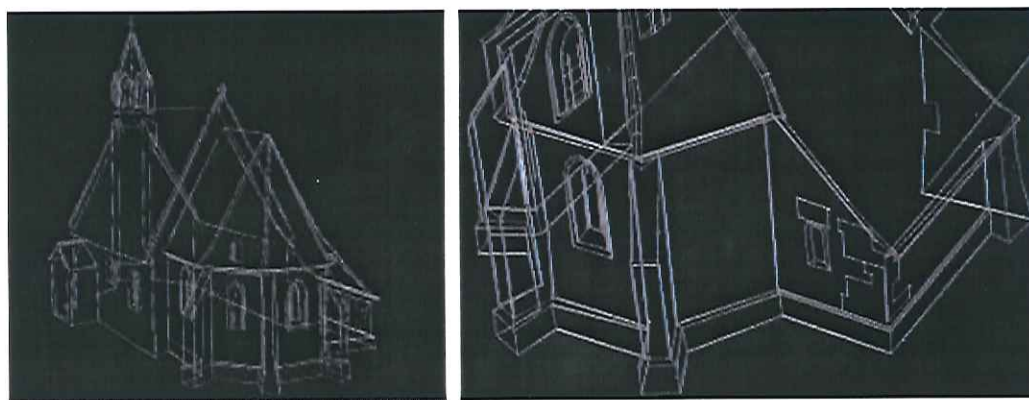
A modellek ábrázolásának négy népszerű módja van:

- Poligonmodellezés: Pontok 3D-s térben összekötve szakaszokkal. Ezek együtt poligonhálót alkotnak. A modellek legnagyobb része manapság textúrázott poligonmodell, mivel ezek rugalmasan alakíthatók.
- NURBS modellezés: a NURBS (Non - Uniform Ration B - Spline) felületeket súlyozott kontrollpontok által befolyásolt „spline” függvények görbéi definiálják. A görbék nem feltétlenül érintik a pontokat.
- „Splines & Patches” modellezés: a NURBS-höz hasonlóan ez is görbék segítségével ábrázol.

- Primitív-modellezés: geometriai primitíveket vesz alapnak (gömbök, hengerek, kúpok, kockák), amelyekből komplexebb alakzatokat épít fel. Előnye, hogy gyors és könnyű használni, a méretek abszolút pontosak, mivel a formák matematikailag definiáltak. Jól alkalmazható technikai jellegű problémák modellezésére.

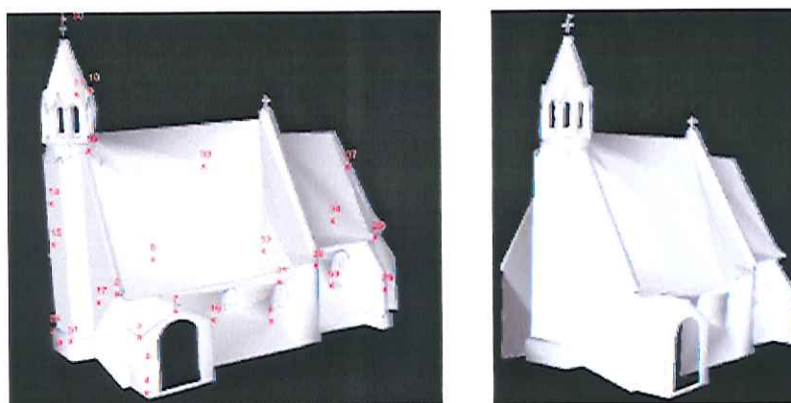
A háromdimenziós objektumoknál lehetőség van arra, hogy színeket rendeljenek az objektumhoz, illetve egyre elterjedtebb, hogy textúrázzák is. A textúrázás hatására a modell sokkal részletesebbnek és realisztikusabbnak látszik.

A drótvázás modell olyan 3D-s modell, amelynek minden egyes éle fizikai objektum, ahol folytonos vonalak, görbék találkoznak.



**2.1. ábra: 3D drótvázás modell (forrás: <http://www.photometric.hu/3d-modell-18.html>)**

Az egyes élek által körbehatárolt felületek meghatározását követően előáll egy háromdimenziós felületmodell.



**2.2. ábra: 3D felületmodell (forrás: <http://www.photometric.hu/3d-modell-18.html>)**

A fényképfelvételek textúráját rá lehet transzformálni a fenti felületmodellre és így létrejön a 3D fotorealisztikus modell.





**2.3. ábra: Fotorealistikus modell (forrás: <http://www.photometric.hu/3d-modell-18.html>)**

3D-s modellek egy további fajtája jelent meg a lézerszkennereknek köszönhetően. Az objektumokat több millió elemből (pontból) álló pontfelhő határozza meg. A pontok akár színesek is lehetnek, így képi információkat is tartalmazhat a modell.



**2.4. ábra: Lézerszkennelt pontfelhő (Hotel Szárnyaskerék, Győr)**

(<http://www.photometric.hu/3d-modell-18.html>)

## **2.2. A 3D építészeti alkalmazási területei**

Egy épület tervezése, térképezése során nem csak síkbeli tervrajz, helyszínrajz készül, hanem az épület modellje is, amely jelentősen elősegíti az épület megértését. A számítógépes programok az ilyen jellegű modellezésben nagy segítséget nyújtanak. A programok alkalmazásának számtalan előnye van, például a falakhoz burkolat-, és



vakolatminták rendelkezhetők. A nyílászárók is modellezhetők, így többféle változat is készíthető.

A látványterv térbeli, fotorealistikus ábrázolással valósághű képet ad a tervezett objektumról. Belsőépítészeti feladatok megoldására is fel lehet használni ezeket a modelleket. A programok segítségével akár különböző évszakokhoz és a nap bármely időszakához tartozó saját, vagy vetett árnyékokat hozhatunk létre. Az újabb programok animációs lehetőséget is biztosítanak, így az épületek körbejárhatók, kívül-belül megtekinthetők.

Hazánkban legnagyobb mértékben elterjedt program az ArchiCAD, amely egy magyar fejlesztésű építészeti szoftver. A program használata során minden bevitt adat a háromdimenziós adatbázisba kerül, amely maga a virtuális épület. Így bármikor készíthetők metszet – és homlokzatrajzok, anyaglisták és alaprajzok.



**2.5. ábra: 3D-s látványterv**

(forrás: <http://www.archicom.hu/tervek/lakoep/Sz816/Sz816%20latvanvt.htm>)

### 2.3. Térinformatikai lehetőségek

A térinformatika képes különböző forrású adatok integrálására, ezek egy adatbázisban való kezelésére, az adatbázison elemzések elvégzésére, valamint az eredmények kidolgozott formában történő megjelenítésére.

A felmerülő problémák, kérdések amelyeket a térinformatika képes megoldani, illetve megválaszolni kapcsolatban vannak a

- helyzettel (Hol? Mi található azon a helyen?)
- az azonosítással (Mi van ott?)
- a trendekkel (Mi változott azóta? Hogyan változik meg a ... ?)
- az optimális útvonallal (Melyik a legjobb út?)
- a jelenséggel (Milyen jelenséggel jár a ...?)
- a modellekkel (Mi történik, ha ...?)

A térinformatika ideális technológia a komplex térbeli jelenségekkel való munka során, mivel integrálni tudja az olyan adathalmazokat, amelyek földi felmérésekből, távérzékelésből, adatbázisokból és papírtérképekről származnak. Sajnálatos módon a térbeli adatintegráció együtt jár annak a problémájával, hogy különböző felbontású és pontosságú adatokkal és adatmodellekkel kell foglalkozni.

A térinformatika egy döntéstámogató eszköz, amely során következő fázisok különíthetők el:

1. Az első fázis (megfigyelési fázis) a környezettel kapcsolatos olyan kutatást vagy megfigyelést tartalmaz, amely döntést igényel. Ez emberi szakértelmet és előtanulmányokat kíván.
2. A második fázis (tervezési fázis) a megfigyelési fázisban azonosított probléma lehetséges alternatíváinak kitalálásával, fejlesztésével és elemzésével foglalkozik.
3. Az utolsó fázis (választási fázis) egy bizonyos döntési alternatíva kiválasztása a lehetségesek közül. A választás könnyű is lehet, ha minden szükséges értékelési kritérium bekerült az elemzésbe, és az egyik alternatíva a legjobbnak tűnik.

[Márkus, 2010]

[Lénárt, 2003]

## 2.4. Önkormányzati térinformatika

A köztudatban egyre nagyobb teret hódít az „intelligens város” kifejezés, melynek fő célja, hogy egy felhasználóbarát információs adatbázis alakuljon ki egy településről, vagy akár egy régióról. Az ilyen rendszerek kialakításához azonban szükség van egy platform-független alkalmazásra, így a közhivatalok, cégek és magánszemélyek számára is elérhetővé válik.

Az ilyen információs rendszerek összefogására az önkormányzatok a legalkalmasabbak, hiszen az önkormányzatok begyűjthetik az igazgatásuk alá tartozó adatokat. Ehhez szükséges egy település - szintű számítógépes hálózat, amely segítségével gyorsan, online módon megoldható az önkormányzatok, földhivatalok, stb. közötti kapcsolattartás. Ezáltal gyorsabb információáramlást, nagyobb biztonságot és csökkentett hivatali ügyfélforgalmat lehet elérni.

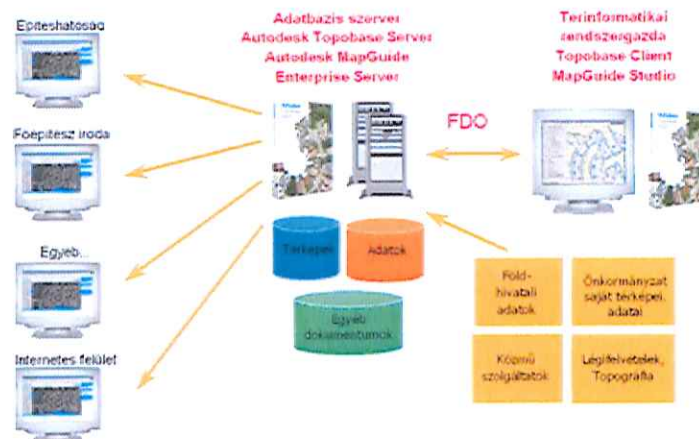
A rendszer felhasználóit túlnyomó többségben a lakosság jelenti. A rendszerhez történő kapcsolódáshoz csupán internetkapcsolat szükséges.

Az Önkormányzati Térinformatikai Rendszer (továbbiakban ÖTR) főbb szempontjai:

- Szerver – kliens felépítésű legyen
- Felhasználóbarát felület kialakítása, melyet bármilyen számítógép, vagy okostelefon kezelni képes és könnyedén elsajátítható
- Az új felhasználók csatlakozása egyszerűen legyen megoldható (költségmentesen)
- Az adatok hozzáférése jogosultságoz legyen kötött
- A rendszer korlátok nélkül továbbfejleszthető legyen

Az ÖTR mind internetes, mind intranetes (belső hálózat) hozzáférők számára professzionális térinformációs adatszolgáltatást biztosít, segítségével kereséseket, szűréseket, térbeli leválogatásokat lehet végezni grafikus és alfanumerikus formában is.

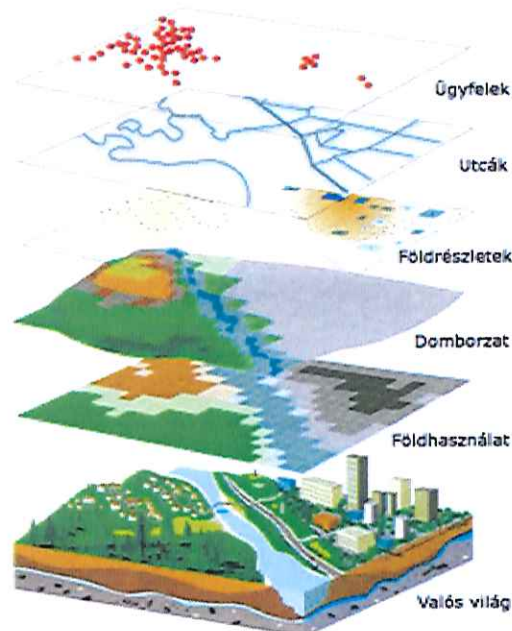




**2.6. ábra: Önkormányzati térinformatikai rendszer felépítése (forrás: <http://www.hungarocad.hu/main.php?folderID=1161&articleID=4282&ctag=articlelist&iid=1>)**

Az önkormányzati térinformatikai rendszerek fő komponensei a következők lehetnek:

- Jogosultságkezelés, amely során az információs rendszer a belépést követően érhető el
- Felhasználói profil, segítségével a felhasználói felület és a menürendszer testreszabható
- Ügyfélszolgálati alrendszer, amellyel a lakosság elektronikus úton tudja beküldeni a bevételeit és kérelmeit (pl.: kátyújavítási kérelem)
- Keresőprogram, a térképen, vagy az adatbázisban történő keresés elősegítését szolgálja, legyen az helyrajzi szám, vagy egy utcanév
- Ingatlan-nyilvántartás, szolgáltatja és kezeli a hiteles földhivatali adatokat
- Ingatlan-nyilvántartási alaptérkép, amely tartalmazza a közigazgatási határokat, a földrészteteket és helyrajzi számaikat, valamint egyéb azonosítókat (művelési ág, minőségi osztály, stb.)
- Közműnyilvántartás, a modul használatával a közmű-alaptérképek rétegenkénti megjelenítését, kezelését végezhetjük



**2.7. ábra: Valós világ rétegei (forrás: [www.hungarocad.hu](http://www.hungarocad.hu))**

- Légifénykép kezelő modullal nemcsak vektoros, hanem raszteres adatokat is megjeleníthetünk, kezeli a légifotókat, használatával építésügyi hatósági feladatok is elvégezhetők
- Szabályozási tervdokumentáció, melynek bármely lapja betölthető
- Vagyonkataszter, mellyel tematikus térképek is készíthetők
- Címekataszter, a nyilvántartott objektumok grafikus és szöveges megfeleltetése, a helyrajzi számok címhez rendelése, ezáltal a keresés megkönnyítése
- Építésügyi hatóság modullal nyomon követhető az ingatlanok térképen történő megjelenítése, illetve hiánya
- Építmény műszaki nyilvántartás modul, tartalmazza az ingatlanokra vonatkozó műszaki adatokat, grafikus tervdokumentációkat,
- Információs blokk, amely segítségével vállalkozások, látványosságok, stb. kereshető fel
- Internetes megjelenítés, amely akár a település portál részét is képezheti
- Riport modullal a lekérdezési eredményekről jelentéseket, feljegyzéseket lehet készíteni

A térkép nyilvántartások esetében fontos a térképi adatok változásvezetése, amely a következőképpen történhet:

- Az adatok publikálása kétlépcsős feladat
  - Először az ideiglenes állományokat kell feltölteni a rendszerbe
  - A feltöltött állományt átvezetni és publikálni
- A változásvezetés kétszintű feladat
  - A földrészletek megosztások, összevonások átvezetését kell elvégezni
  - A változtatott fedvényeket frissíteni kell

(<http://www.hungarocad.hu/main.php?folderID=1161&articleID=4282&ctag=articlelist&iid=1>)

(<http://www.otk.hu/cd20xx/2006/4szek/Balog-Farkas%20Andr%C3%A1s.htm>)

(<http://www.rudaskarig.hu/gispan/index.htm>)

([http://www.mm-online.hu/cikk/terinformatikai\\_megoldasok](http://www.mm-online.hu/cikk/terinformatikai_megoldasok))



## 2.5. Lézerszkennelési technológiák

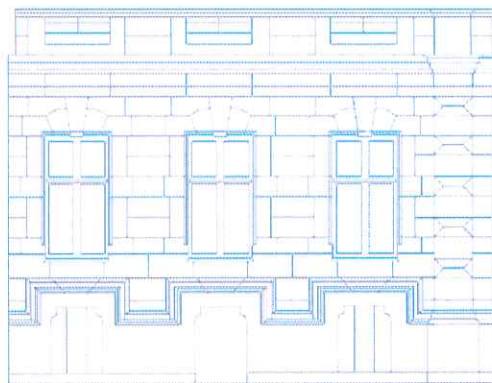
Fontos megemlíteni, hogy általánosságban az összes földi lézerszkennelési technológiára elmondható, hogy a 3D-s modell kívül-belül körbejárható, a mérésakor készített képek segítségével fotorealisztikus ábrázolás válik lehetővé, valamint adatbázis kapcsolatok kialakításával térinformatikai rendszer is kiépíthető. A mérési eredményekből létrehozott modellen további elemzések hajthatók végre.

### 2.5.1. Építészet és létesítménytechnika

A lézerszkennelési technológiának köszönhetően lehetőség nyílik az épületek külső és belső modelljének létrehozására, valamint ezek megjeleníthetők egyetlen modellben, amely a térben bejárhatóak. A mérés során felvett fényképek segítségével fotorealisztikus ábrázolás is lehetővé válik.

A földi lézerszkennerek segítségével rövid idő alatt bonyolult szerkezeti elemek is nagy pontossággal feltérképezhetők

Homlokzatok felméréséhez a 3 dimenziós pontfelhőből és a fényképekből a hagyományos fotogrammetriai úton készített ortofotóknál jobb minőségű, úgynevezett true - ortofotók (valódi ortofotók) állíthatók elő, amelyek segítségével kiküszöbölhetők az épületelemek láthatóságából adódó problémák. Az ortofotó olyan fénykép ahol a vetítésekből adódó torzulások ki vannak küszöbölve.



### 2.8. ábra: Győri Körzeti Földhivatal lézerszkennelt pontfelhője és homlokzatrajza

A szerkezeti deformációk vizsgálatát is lehetővé teszi a technológia. Könnyen és gyorsan elvégezhetők a mérések más-más időpontokban, majd az mérési eredmények összehasonlíthatók, kimutathatók az esetleges épületsüllyedések, vagy deformációk.





**2.9. ábra: Gyümölcs utcai lánykollégium homlokzatának szintvonalas rajza**

A technológia alkalmazásával 3D nyilvántartások készíthetők, melyben a tárgyak a valós helyükön valós méretben grafikusán ábrázolhatók. Ezek segítségével eldönthető, hogy például egy gépet az épület mely részén helyezünk el, és az elhelyezéséhez szükséges-e módosításokat elvégezni az épületen. Az egyes objektumokhoz adatbázis kapcsolattal leíró adatok is hozzárendelhetők.



**2.10. ábra: Csőhálózat pontfelhője és háromdimenziós modellje**  
(forrás: <http://www.laserscan.hu/i/ SourceImage/gepeszet.pdf>)

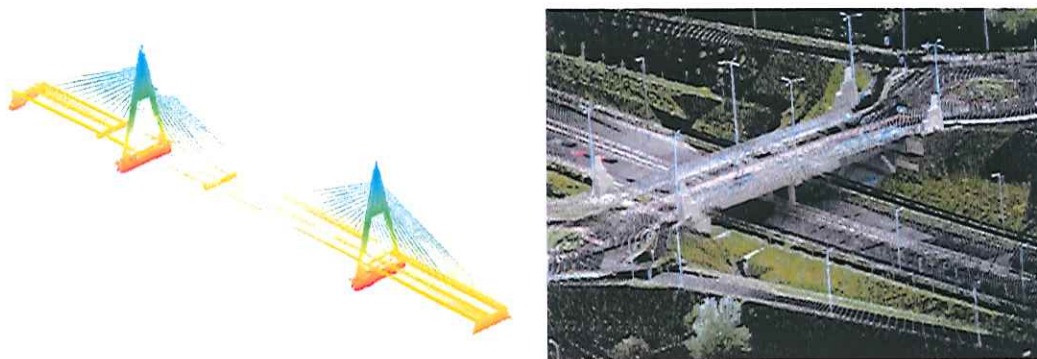
(<http://www.laserscan.hu/i/ SourceImage/EpiteszetiAlkalmazas.pdf>)

### 2.5.2. Vonalas létesítmények felmérése

Ezen technológia autópályák, vasutak, távközlési-, elektromos és termékszállító hálózat nyomvonalainak, csomópontjainak és környezetének felmérését teszi lehetővé.

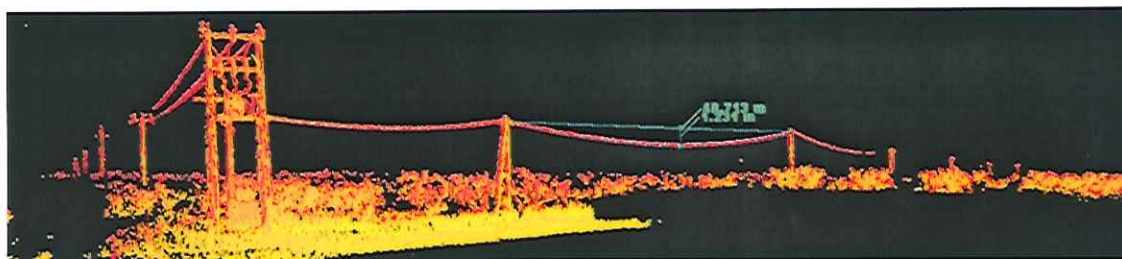
Az útépités minden fázisában alkalmazható a 3D-s lézerszkennelés. A munkálatokhoz akár a terepen elkészíthető egy domborzatmodell. Egy bizonyos pontban keresztaszelvénymegrajzolására - melyre korábban nem volt igény - nem jelent gondot, hiszen a felmérés ezt is lehetővé teszi.

Az építés során munkafolyamatok bármikor ellenőrizhetők, például megvizsgálható, hogy egy korábbi állapothoz képest mennyit haladt a munka, vagy azt, hogy a megépített állapot mennyivel tér el a tervezettől.



**2.11. ábra: A Megyeri és a budakalászi híd pontfelhője**  
[Berényi, 2011]

A lézerszkennelési technológia felhasználásával a magasfeszültségű és egyéb távvezetékek feltérképezéséhez már az alacsonyabb részletsűrűségű mérések is elegendőek. Előnye, hogy nem szükséges a vezetékek közvetlen közelében tartózkodni. Lehetővé válik a vezetékek két, eltérő időpont közötti belógási állapotának vizsgálata.



**2.12. ábra: Nagyfeszültségű távvezeték vizsgálata**  
(forrás: <http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/TavvezetekekFelterkepezese.pdf>)

(<http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/Utepites.pdf>)



### 2.5.3. Régészeti

A régészeti kutatások és ásatások során a helyszín felmérése geodéziai módszerekkel szinte mindennapos feladat. A 3 dimenziós lézerszkennel felhasználásával a felmérési idő jelentősen csökken, azonban a mérési pontosság számottevően megnő. A felmérést akár több álláspontból is el lehet végezni, a mérésakor készített fényképek segítségével valóság-hű terepmodell állítható elő. Kiválóan alkalmas mennyezetek, kupolák részletes felmérésére is. Lehetőség nyílik az ásatások során a felszínre kerülő leletek pontos helyének meghatározására az esetleges visszaásás miatt.



#### 2.13. ábra: Textúrázott háromdimenziós modell

(forrás: [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf))

A 3D-s lézerszkennel segítségével műemlékek, szobrok szkennelése is lehetővé válik. A meglévő állapot felmérése és megőrzése rekonstrukciós feladatokra is felhasználható. A pontfelhőből további elemzések végezhetők, például a szobrot határoló felület alapján adott anyagsűrűséggel számítva megbecsülhető a szobor tömege is



#### 2.14. ábra: Báthory István szobrának szkennelt pontfelhője

(forrás: [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf))

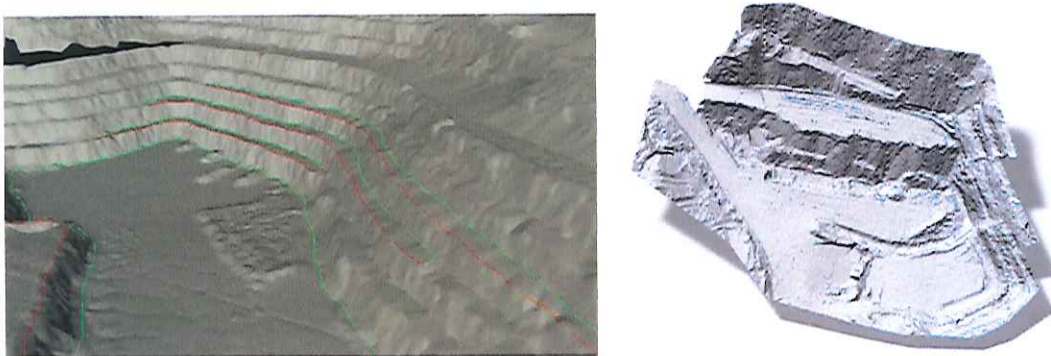
([http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf))



#### 2.5.4. További felhasználási területek

Terep- és domborzat felmérése során nagy részletességgel határozható meg a terület egy álláspontból. A szintvonalas térkép akár a helyszínen elkészíthető a mérési eredményekből. Két különböző időpontban végzett mérés eredményének összehasonlításából számítható az elvégzett földmunka térfogata.

Külszíni fejtések, bányauregek modellezésére is alkalmazható. A mérések segítségével a kitermelés helye, üteme nyomon követhető.



**2.15. ábra: Külszíni fejtés 3D-s modellje és a szkennelt pontfelhője**  
(forrás: [www.laserscan.hu](http://www.laserscan.hu))

A 3 dimenziós lézerszkenneres technológia rendkívül hatékony az épületen kívül vagy belül elhelyezkedő gépészeti elemek feltérképezésére. A Reverse Engineering angol kifejezés azt jelenti, hogy már létezik egy tárgy, de nem volt róla digitális alapú tervrajz, vagy modell. A felméréssel elkészíthetők utólag a tervek.



**2.16. ábra: Lézerszkennelt repülőgép**  
(forrás: [http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/LaserScan\\_hun.pdf](http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/LaserScan_hun.pdf))

A technológia rendőrségi felhasználásakor a baleseti és egyéb bűnügyi helyszínek felmérésére alkalmazzák. A helyszín legapróbb részletei is felmérésre kerülhetnek, így a legapróbb részletekre is fény derülhet. Legelterjedtebben a közlekedési baleset

helyszínelésénél, bűncselekmények területének feltérképezésére és modellezésére használják.

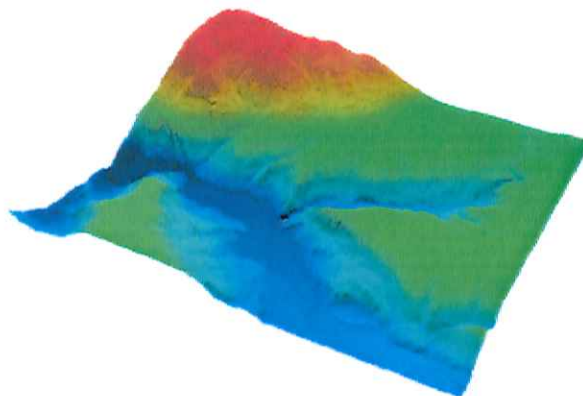
Példának említjük, hogy 1997. augusztus végén történt Diana hercegnő és Dodi Al Fayed balesetének vizsgálatához szintén a lézeres technikát alkalmazták, amelynek a segítségével 3 dimenziós számítógépes modellt hoztak létre. A baleset illetve annak körülményei pontosan rekonstruálhatók.

([http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/LaserScan\\_hun.pdf](http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/LaserScan_hun.pdf))

(<http://www.laserscan.hu/i/SourceImage/RendorsegiFelhasznalas.pdf>)

### 2.5.5. Légi lézerszkennelési megoldások

A légi lézerszkennelési eljárások (LIDAR - Light Detection and Ranging) egyre gyakoribbak, hiszen nagy mennyiségű távmérési adatot képes gyűjteni nagyon rövid időn belül. A felhasználási köre rendkívül széles, az archeológiától kezdve, a tengerfenék térképezéséig. A legtöbb esetben digitális terep- és felületmodellek készítésére alkalmazzák.



2.17. ábra: LIDAR felvétel

(forrás: [http://www.secon.in/photogrammetry\\_scope\\_of\\_services.html](http://www.secon.in/photogrammetry_scope_of_services.html))

A távvezetékek térképezésénél is nagy szerepet tölthet be, hiszen a kis - méretű objektumok pontos térképezése is lehetővé válik a sűrű lézerimpulzusok miatt.

Előnye, hogy nagy területről gyorsan, nagy pontosságú adatgyűjtésre képes, valamint képes olyan területeken is mérni ahol a földi geodéziai méréseket nem lehet elvégezni.





**2.18. ábra: Lézerszkenneléssel kapott városmodell**  
(forrás: <http://www.airbornelasermapping.com/>)

(<http://web.fmt.bme.hu/barsi/habil/ch3.pdf>)

#### **2.5.6. Mobil lézerszkennerek**

A közelmúltban vásárolt a Geodézia Zrt. egy mobil lézerszkennert, amely jelenleg a világ legmodernebb mobil térképészeti berendezése. Az utcákat, köztereket, vasúti pályákat, vagy folyókat és árvízvédelmi rendszereket építészeti szempontból is pontos 3D-s modellé alakítja.

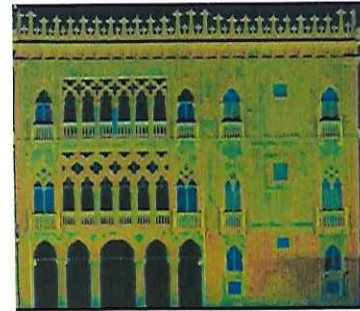


**2.19. ábra RIEGL VMX-450**

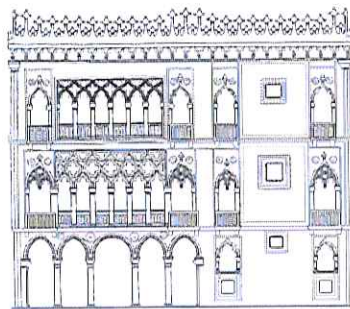
A Riegl VMX-450 mobil térképező rendszer 360°-os szögben rögzíti a környezetét 2 cm-es pontossággal, miközben az autó 20-60 km/h-val halad. Azonban a rendszer nem csak autóra, hanem vasúti kocsira, vagy vízi közlekedési járműre is felszerelhető, ahogyan ezt Velencében is tették.

Egy VMX-250-est helyeztek el a hajón, melynek a haladási sebessége 5 km/h volt. A végeredmény:





2.20. ábra: Casa d'Oro (a)fényképen (b) ortofotón (c) ortogonális pontfelhőn



2.21. ábra: A Casa d'Oro homlokzatrajza és a Casa Pesaro 3D-s modellje  
(forrás: <http://www.laserscanning.org.uk/forum/viewtopic.php?f=48&t=3403>)

(<http://www.laserscanning.org.uk/forum/viewtopic.php?f=48&t=3403>)

(<http://infovilag.hu/hir-21604-magyar-kezben-vilag-legmodernebb-mobil-t.html>)

## Összefoglalás

A fejezetben röviden ismertetem a háromdimenziós modellezési és elemzési lehetőségeket, valamint kitértem az építészeti látványtervek készítésére is. Továbbiakban a térinformatikai lehetőségeket és azon belül is az önkormányzati rendszereket tárgyaltam. A következő fejezetben, illetve alfejezetekben a lézerszkennert és az alkalmazási területeit mutattam be. A lézerszkennerek elterjedésével a pontmérést felváltják a pontfelhők mérése, amelyet már széles körű modellezési feladatokra is fel lehet használni. A jövőben intelligens pontfelhők lehetnek, melyek rajzelemzésre (homlokzatrajz készítésre) is képesek lesznek, így automatizálva az alakzatfelismerést.

A szakdolgozatban Győr belvárosában egy kiválasztott utcarészletet mértem fel. A mérés célja az volt, hogy alapot adjon mérnöki, építészeti tervezési feladatokhoz. A mérések alapján előállítottam egy térinformatikai adatbázist, a tervezés megkönnyítésére. A következő fejezetekben ezeket ismertetem.

### 3. A rendszer létrehozásának elméleti alapjai

#### 3.1. Felhasználói igények

A felhasználói igényeket elmondások, illetve előadások és kutatások alapján összegezem. Az idei és az elmúlt években megrendezett GISOpen konferencia nagyon sok információt nyújtott a térinformatikai rendszerek felhasználhatóságát tekintve, illetve a különféle rendszerek (geodéziai-térinformatikai) összehangolásáról. Az igények felmérése során felhasználtam a már meglévő rendszereket, amely nagyon sokrétű lehet. Egyes rendszerek csak a település irányításának megkönnyítését vélik fontosnak, míg más esetben a lakosságot és a cégeket, valamint egyéb intézményeket (könyvtár, iskola) is bevonnak a rendszer működésébe.

Mivel sokféle adatról beszélünk, ezért nehéz ezt egy egységes rendszerbe illeszteni. Meg kell győzni a többi felhasználót, vagy adatbirtokost (közművek), hogy számukra is előnyökkel járna egy ilyen rendszer kialakítása.

Egyre inkább elterjedtebb a virtuális város kifejezés és szinte minden nagyobb településen már megtalálható valamilyen szintű térinformatikai rendszer. A lakosság számára is fontos egy ilyen rendszer, hiszen ezáltal nem lenne hivatali várakozás; vagy akár a munkájuk után is elvégezhetik on-line a hivatali ügyintézésüket.

A legnagyobb igényt a költséghatékony megoldások jelentik, ugyanis az ilyen felépítésű önkormányzati térinformatikai rendszerek elkészítése nagy költségekkel jár. Véleményem szerint a nyílt forráskódú programokat kellene előnyben részesíteni egy ilyen rendszer összeépítésekor, azonban nincs minden programnak ingyenes megfelelője és valószínűleg nehézkesen lehetne összehangolni az ilyen rendszereket.

A 2.4.-es alfejezetben leírtak szerint az összes – működő – rendszer tartalmazza az alábbi funkciókat, illetve több előadáson is kihangsúlyozták ezen „alapadatok” meglétét:

- ingatlan-nyilvántartási térkép
- ingatlan-nyilvántartás
- közműnyilvántartás
- vagyonkataszter
- szabályozási tervdokumentáció



Az felhasználói (lakossági, önkormányzati) igények szerint egy olyan egységes nyilvántartásra van szükség, amely rendezni és kezelni képes a fent leírt adatokat.

A jövőben egyre nagyobb hangsúlyt kap a 3 dimenziós város, így ezt kellene ötvözni a nyilvántartó rendszerrel.

### 3.2. A rendszer célja

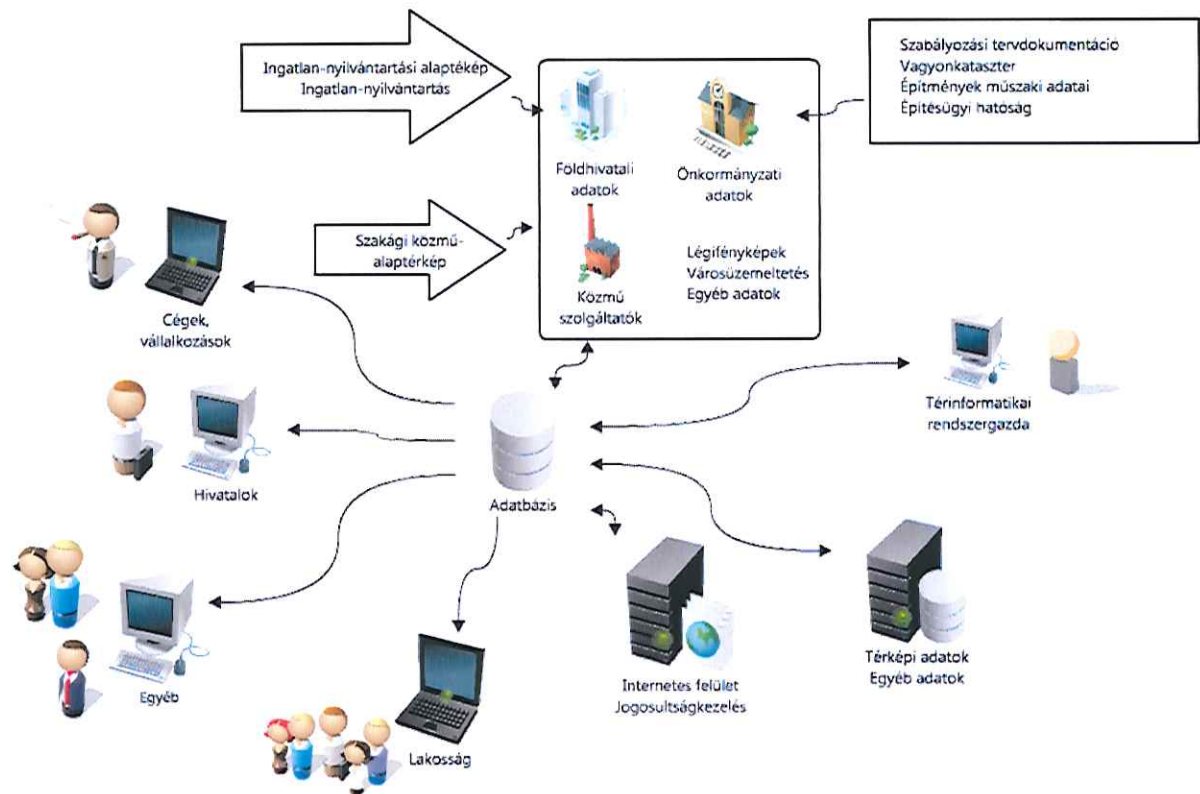
A cél egy olyan komplex, térinformatikai alapú információs adatbázis létrehozása, amely rendszerezi, nyilvántartja a település műemlékvédelmi értékeit, az üzleteket, közműveket, illetve az üzemeltetés szempontjából fontos építményeket, növényzetet; és mindezt egy 3D-s környezetbe ágyazva.

A rendszer használatával az önkormányzat gyorsan és gazdaságosan végezhesen stratégiai tervezéseket, elemzéseket (pl.: egy szobor elhelyezését). Fontos, hogy a rendszer rugalmasan továbbfejleszthető legyen. A 3D-s utcatervet akár más társaságok számára is lehet értékesíteni.

Célcsoportnak az önkormányzatot jelölném ki, hiszen az ilyen rendszerek összefogására ők a legalkalmasabbak. Egy ilyen rendszer növeli a város hatékonyságát.

Ez az Önkormányzati Nyilvántartó Rendszer a 3D-s modelljével tűnne ki a többi közül, mivel így egy társasházhoz akár szintenként is lehetne adatokat rendelni. A valósághű utcakép, városkép nagy segítség lehet nagyobb rendezvények lebonyolításánál, vagy egy speciális jármű (túlméretes rakomány) közlekedési útvonalának megtervezése során. Az utcakép továbbfejleszthető lenne más vállalatok számára, így a rendszer befektetése megtérülne.

### 3.3. A mintarendszer elméleti alapjai



3.1. ábra: A mintarendszer felépítése

A 3.1. ábrán szemléltetném a rendszert alkotó adatbázist (jobb felső sarok), illetve a felhasználókat (bal alsó sarok). A mintarendszer elkészüléséhez készítettem egy logikai keretmátrixot a jobb szemléltetés és megértés érdekében. Ez egy olyan ütemterv, amely a mintarendszer minden információját tartalmazza. A célok logikusan követhetők és a különböző célok közötti kapcsolat is jól megfigyelhető.

| A beavatkozás területei<br>(Projektleírás)      | Eredményességi<br>mutatók/<br>Indikátorok        | Az ellenőrzés<br>forrásai és<br>eszközei                | Feltételezések és<br>kockázatok<br>(külső tényezők) |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Átfogó cél                                      |                                                  |                                                         |                                                     |
| Önkormányzati nyilvántartás                     | Költséghatékonysági<br>mutató                    | Statisztikák                                            |                                                     |
| Részletes célok                                 |                                                  |                                                         |                                                     |
| Komplex térinformatikai<br>rendszer létrehozása | Visszajelzések<br>alapján                        | Kérdőívek                                               | Konkurens<br>funkciókat ellátó<br>szolgáltatások    |
| Műemlékvédelem                                  | Visszajelzések<br>alapján, pontfelhő<br>sűrűsége | Meglévő analóg<br>homlokzatrajzok<br>alapján            | Hatalmas méretű<br>digitális fájlok                 |
| Közművek nyilvántartása                         | Helyreállítások<br>könnyebbsége                  | Meglévő térképek<br>alapján                             | Hosszadalmas<br>szerkesztési idő                    |
| Várt eredmények                                 |                                                  |                                                         |                                                     |
| 1. Adatbázis                                    | Adatbázis mérete<br>[megabájt]                   | Adatok<br>aktualitásának<br>ellenőrzése                 | Adatok<br>megbízhatósága,<br>hibás adatrögzítés     |
| 2. 3D-s utcaterv                                | Átláthatóság,<br>felhasználóbarát                | Geodéziai mérések,<br>vagy már ismert<br>adatok alapján | Túl alacsony<br>igénybevétel                        |

| Tevékenységek/ feladatok                                                                                                                                                                                                                                                                         | Erőforrások | Költségek | Feltételezések és<br>kockázatok                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Igények felmérése<br>2. Adatgyűjtés<br>3. Adatbázis elkészítése<br>3.1 Adatbázis tervezése<br>3.2 Alapadatok beszerzése<br>3.3 Terepi mérések elvégzése<br>4. Mérések feldolgozása<br>4.1 3D-s modell készítése<br>4.2 Térinformatikai rendszer<br>létrehozása<br>4.3 Homlokzatrajz készítése |             |           | Aktualitás,<br>adatinegritás<br><br>Pótmérés<br>Tervezett határidő be<br>nem tartása<br>Programismeret<br>Hardver- és hálózati<br>elemek megfelelő<br>működése |

**3.2. ábra: Logikai keretmátrix**



Ahogy a táblázatban is látható, az erőforrások és a költségek oszlopot nem töltöttem ki, ugyanis egy szakdolgozati mérésről beszélünk és azon belül is egy mintaterület elkészítéséről. Egy valódi projekt esetében fontos a pontos tervezés, általában az ilyen lépések kihagyása miatt mennek tönkre a beruházások.

A rendszer nyomon követéséhez készítettem egy adat és alkalmazás mátrixot, ahol függőlegesen az adatok, vízszintesen az alkalmazások helyezkednek el. Felsoroltam a rendszer képességeit, vagyis milyen kérdésekre ad választ és ezt milyen adatokból teszi. Az egyes adatok alatt (pl.: Terepi adatok) még rengeteg háttér információ helyezhető el (pl.: GPS-el mért pontok, lézerszkennerral felmért álláspontok).

|               | Építésiügyi hatósági feladatok | támogatása | Közműnyilvántartás támogatása | Látványtervek készítése | 3D-s modell | Homlokzatrajz | Térinformációs szolgáltatás | Térinformációs rendszer |
|---------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------------------|-------------------------|
| Alapadatok    |                                |            |                               |                         |             |               | x                           | x                       |
| Terepi adatok | x                              | x          | x                             |                         | x           | x             | x                           | x                       |
| Adatbázis     |                                | x          | x                             | x                       |             |               | x                           | x                       |

**3.3. ábra: Adat-alkalmazás mátrix**

### 3.4. A rendelkezésre álló adatforrások és adatbázisok

Az Önkormányzati Nyilvántartó Rendszerhez adatforrásként a mintaterület – jelen esetben a győri – önkormányzatát lehetne a legjobban használni, hiszen itt többek között megvannak az építésügyi hatósági feladatok, megvan a vagyonkataszter és a város üzemeltetéséhez szükséges adatok, illetve a szabályozási tervdokumentációk is. Azonban ezeket az adatokat nem kapnám meg, mivel nem minden publikus, így a térinformációs adatbázis nagyrészt fiktív adatokból tevődik össze. Ez nem befolyásolja a rendszer hatékonyságát és működését.

A szakdolgozathoz a Győri Körzeti Földhivataltól igényeltem ingatlan-nyilvántartási alaptérképet, illetve a Földmérési és Távérzékelés Intézetől (FÖMI) ortofotót. Mindkét esetben a mintaterületre eső részről kaptam egy kivágatot.

A rendszer egyik fő elemét, a 3 dimenziós utcaterv meglétét terepi felméréssel kell előállítani. A mérés menetét a későbbiekben ismertetni fogom. A mintaterület nagyságát a mérési időtartamhoz viszonyítva választottam ki, ugyanis a rendszer működését elegendő egy kisebb demóterületen szemléltetni. Ezáltal egy „kisebb” kiterjedésű adatbázist kapunk, amelyen már térbeli és időbeli műveleteket is lehet végezni.

Fő adatforrásként kezelem az internetet, hiszen egységesen megkapom a mintaterületen lévő vendéglátóegységeket, látványosságokat, vagy üzleteket, melyek akár a rendszer elemeit is képezhetik a továbbiakban.

A második fejezetben az általam elképzelt térinformatikai adatbázist mutattam be. Az önkormányzatok számára egyre több térinformatikai rendszert kínálnak a szoftverpiacon, azonban egyik sem rendelkezik komolyabb 3D-s lehetőségekkel. Véleményem szerint a mai világban már elengedhetetlen ez a szemlélet, ugyanis a nagyobb külföldi városokban már 3D városmodelleket alkalmaznak. Egy önkormányzati térinformatikai rendszernek nem feltétlenül csak az önkormányzati adatokat kell nyilvántartania, egységesen kezelheti a városüzemeltetési feladatokat, a közműveket, az épületeket és építményeket is.



## 4. A terepi adatgyűjtés folyamata

### 4.1. A választott mintaterület bemutatása

A térinformatikai rendszerhez választott demóterület Győr-Moson-Sopron megye székhelye, Győr. A győri kistérség és a Nyugat-Dunántúl régió központja. Magyarország hatodik legnagyobb városa. Jelentős gazdasági, ipari, egyházi, oktatási, kulturális és sportközpont. A Bécs–Pozsony–Budapest innovatív tengelyen fekszik, kiváló közlekedési adottságokkal rendelkezik, a mai napig dinamikusan fejlődik. A város a Kisalföld keleti felében, a Mosoni-Duna, a Rába és Rábca torkolatánál fekszik, ezért nevezik a „folyók városának” is.

Az 1860-as években Győr fejlődése új irányban haladt tovább. Nagyarányú építkezések kezdődtek, amelyek megváltoztatták a város arculatát. A gabonakereskedelem elsorvadásából létrejött olcsó munkaerőt a külföldi tőkével létrehozott gyárak alkalmazták.

Az első világháború ezt a régiót is érintette. Az egykori Győr vármegyét egyesítették a területük töredékére zsugorodott Moson és Pozsony vármegyék maradékával. Győr a két világháború között Budapest után az ország második legjelentősebb ipari centruma lett. A 20. században iparvárossá fejlődött, és az akkor kivívott jelentős szerepét máig őrzi.

A második világháború után a nagy háborús károkat szenvedett várost néhány év alatt újjá építették. Győr lakossága 1945 után nagymértékben megnövekedett a vidékről beköltözőkkel. Gyárai és üzemei óriási fejlődésen mentek át.

1950-ben a közigazgatás átszervezésével Győr-Moson és Sopron megyék egyesítése után Győr a korábbinál sokkal nagyobb Győr-Sopron megye székhelye lett. Az 1950-es és 1960-as években, majd a nagy lakótelepek építésének korában a régi épületekre, műemlékekre nem fordítottak kellő figyelmet. A Belváros déli részén folytatták a századfordulón elkezdett nagyvárosi városközpont kiépítését, azonban a felépült új épületek jelentős része jellegtelensége miatt nem használt a városképnek. 1978-ra felépült a város új színháza. Az 1980-as években megindult a történelmi városmag tervszerű helyreállítása, melynek elismeréseképp 1989-ben Győr elnyerte a műemlékvédelem Europa Nostra - díját.



A választott mintaterületem a Győri városháztól indul, majd a Baross úton folytatódik. A városháza elődje a Fehérvári-kapu fölé emelt Tűztorony volt, amely az 1792-ben épült kapuval együtt 1894-ben elbontásra került.

Egy országos tervpályázatot írtak ki egy új városháza építésére. A tervpályázatra 16 pályamű érkezett, melyből Hübner Jenő terveit láthatjuk ma is. A városháza építését 1896-ban kezdték meg. 1897 tavaszától gyors ütemben folyt az építés, és május 13-án a közgyűlés határozatot hozott, hogy a nagytorony kőburkolatot kapjon, és sisakja a kistornyokkal együtt vörösrézből készüljön. Az új városháza ünnepélyes felavatására 1900. március 19-én került sor. A városháza déli oldalának távlati beépítése 1929-ben vetődött fel, de a gazdasági válság megakadályozta a tervezett bővítési munkát. A környék szabályozása az építkezés folyamán merült fel. A Szent István útnak e két utca közötti északi részén ezentúl csak kétemeletes épületet lehet létesíteni. A városháza nyugati oldalán az épületek főpárkányzatának egy vonalba hozását rendelték el. Az épületet többször is javították, felújították. Mert az eltelt idő, a megváltozott kor, a háborúk szükségessé tették. A teljes, az egész épületre vonatkozó legnagyobb felújítás 1981-1984-ig tartott.

A városháza francia-reneszánsz, neo-barokk stílusban épült, U alakú, kétemeletes, középpontú óratoronnyal, s a főhomlokzaton kiugró két kisebb toronnyal ékes épület a város jelképe, szimbóluma.

Az épület külső méretei:

- hosszúsága 85 méter
- szélessége 40 méter
- a torony magassága 59 méter

Az épületben több mint 200 helyiség van kialakítva.

Az alagsorban a konyha, az étterem, házi nyomda és egyéb gazdasági, ellátó egységek vannak. A földszinten, már különféle irodák, a központi iktató, és a főporta van, ahol a díszes aula fogadja az ide belépőt. Az első emelet a legdíszesebb, - a lépcsőházi díszítésekkel és az irodai kialakításokkal, a polgármesteri irodával és a díszteremmel. A második emeleten ismét irodák vannak. Ez az emelet kevésbé díszes, de stílusában, hangulatában egységet alkot az alatta levő szintekkel. Van még egy szint, ez pedig a torony. [Sáry, 1985; 2000]

A belvárosi „sétálóutcán” 300-500 méteres szakaszra készült a mintarendszer. A Baross út Győr legjelentősebb utcája, a belváros észak-déli tengelye. Számos étterem, üzlet, cukrászda és fagyizó található itt. Az utca házainak nagy része romantikus stílusú, néhány a második világháború során elpusztult ház helyére az utcaképbe nem illő modern épület került. Több nagyvárosias kupolás, vagy épp sarokerkélyes többemeletes épület áll az utcában, mint például a Kisfaludy Károly Megyei Könyvtár (Baross út 4.). Figyelmet érdemelnek a különböző utcasarkokon elhelyezett szobrok, így a Bajcsy-Zsilinszky út sarkán lévő Kőcsiga szökőkút, az Arany János utca kereszteződésében álló Dunai hajós szobra, a Kisfaludy utca kis teresedésénél lévő Halas szobor, valamint a Kazinczy utcai csomópontnál lévő Sárkányölő Szent György szobor.

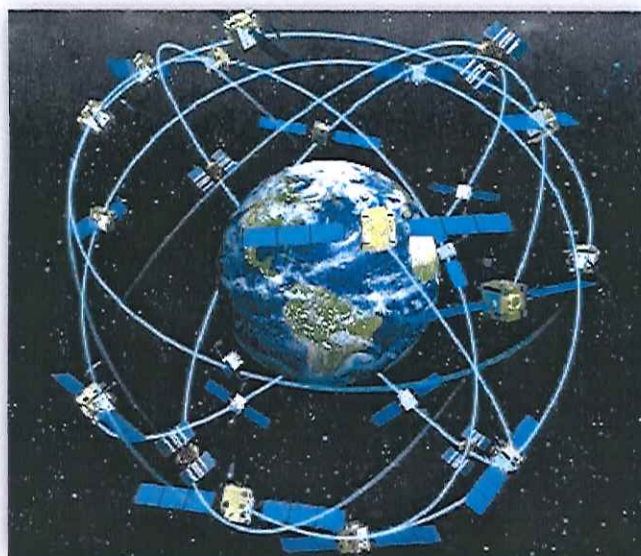
(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Gy%C5%91r>)

## 4.2. Adatgyűjtési technológiák

### 4.2.1. A GPS mérés elve

GPS mérés egy 3 dimenziós alappont meghatározás; 3 dimenziósnak nevezzük azt az alappont hálózatot, amelyben az alappontok helyzetét 3 koordinátával adjuk meg (Y, X, Z). A 3 dimenziós hálózat segítségével a pontokat a térben el tudjuk helyezni. A klasszikus geodéziai megközelítése szerint egy pont helyzetét 2 sík koordinátájával (Y, X) és egy alapszint feletti magassággal (M) adjuk meg. A vízszintes alaphálózat alapfelülete az ellipszoid, illetve az ahhoz simuló magyarországi Gauss - gömb. A magassági alappont hálózat alapfelülete a geoid. A 3 dimenziós hálózat nem csak geodéziai, hanem más módszerrel is meghatározható, ilyen a fotogrammetriában a légi háromszögelés és a lézerszkennelés. A GPS rendszer kidolgozását az USA-ban is és Szovjetunióban (későbbi Oroszország) is katonai célokra kezdték el. Az USA-ban a kezdetektől a Szovjetunióban a 80-as évektől polgári célokra is használták és a 90-es évekre már 2 GPS rendszer alakult ki. A NAVSTAR (USA) és a GLONASS (Orosz), majd későbbiekben a GALILEO (európai) és COMPASS (Japán). Napjainkban a NAVSTAR rendszerben 24 műhold működik, és 5 tartalék van, működik az oroszrendszer is és az újabb vevők mindkét rendszer vételére alkalmasak.





**4.1. ábra: Globális helymeghatározó rendszer /illusztráció/**  
(forrás: [http://mindenamiauto.blogter.hu/351703/a\\_muholdak\\_es\\_az\\_autok](http://mindenamiauto.blogter.hu/351703/a_muholdak_es_az_autok))

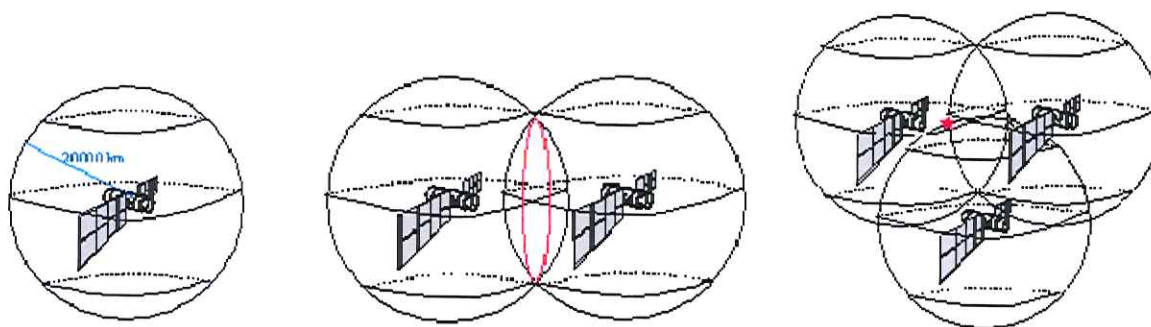
#### A GPS alapelve:

A GPS rendszer alappontjai a Föld körüli pályán keringő mesterséges holdak. Meghatározandó pontok pedig a föld felszínére telepített vevők, vagy a felszínen, vagy légtérben, vagy az űrben mozgó járművekre elhelyezett vevők. A Föld körüli forgásból származó relativitást fel tudjuk oldani azzal, hogy a térbeli koordináta-rendszert a Földhöz kötjük, ez együtt forog a Földdel. A Föld felszínén lévő vevő ekkor a műholdhoz képest állandó forgásban van, vagyis a vevőnek a helyzetét csak úgy tudjuk meghatározni a műholdhoz képest, hogy azt egy adott időpillanathoz kötjük. Ezért a műholdas helymeghatározásban az idő pontos mérésének alapvető jelentősége van. A meghatározandó pont, a vevő helyzetét a műholdtól a távolság megmérésevel tudjuk meghatározni. Ehhez nagy pontossággal meg kell mérni, hogy a kibocsátott elektromágneses hullám mennyi idő alatt teszi meg a műhold és a vevő közötti utat. Két darab óra szükséges, egy a műholdon és egy a vevőn. Ennek a kettőnek nagyon pontosan kell egymással összehangolódnia. Ha a vevőben is atomóra lenne az nagyon megdrágítaná a vevőberendezéseket. Az órahibát, mintegy ismeretlent kezeljük, és számítással határozzuk meg. A vevő órahibája minden egyes megmért távolságot ugyanolyan mértékben terhel. A vevő helyzetének térbeli meghatározásához 3 műhold kell, ez 3 ismeretlen jelent és a 4. ismeretlenként megjelenik a vevő órahibája. Ezért a térbeli pozícióját a vevőnek 4 távolság mérésével, azaz 4 műhold egyidejű észlelésével



tudjuk meghatározni. További következmény, hogy a GPS vevőknek legalább négy csatornásnak kell lenniük, 4 hold egyidejű észleléséhez. A GPS mérés dinamikus rendszerben történik, ahol ismerni kell az adott pontok, a GPS holdak helyzetét egy adott időpontra vonatkozóan. A holdak helyzetét a műholdak közlik, ugyanis egy kód jelsorozatot küldenek és emellett navigációs üzenetet - almanach fájlt - is. A navigációs üzenetekben van benn a műholdpálya alakját és azon belül a hold pillanatnyi helyzetét leíró pályaadatok.

A mérés alapja, hogy meghatározzuk minimálisan három műholdtól a távolságunkat. Amennyiben tudjuk, hogy milyen messze vagyunk egy műholdtól, akkor a pozíció egy gömb felületén található valahol. Két gömb metszése egy körvonal, három gömb pedig két pontban metszi egymást. Ebből a két pontból az egyik a mi elhelyezkedésünk. Mivel a két pontból az egyik koordinátahármas nagyon kiugró érték (vagy valahol az űrben van, vagy a Föld belsejébe esik), így már a műszer automatikusan ki tudja választani a helyes mérési eredményt.



**4.2. ábra: (a) egy műhold esetén gömbön állunk**

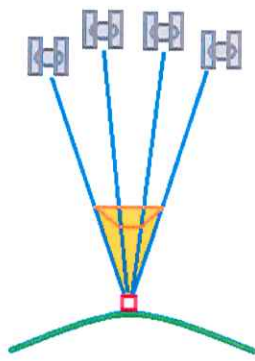
**(b) két mérés alapján ezen a körön állunk**

**(c) három mérés alapján a két pont egyikét adja meg helyzetünknek**

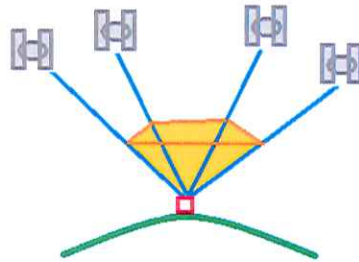
(forrás: <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/ottofi/10fejeze.htm>)

A GPS műholdak az alappontok pozíciójának meghatározásában elkövetett hibát kerethibának nevezzük. A kerethibán kívül még egyéb tényezők is hibát okoznak, ezek közül a legnagyobb hibát a légkör hatása okozza. A műhold és a vevő közötti távolságot a megtett út idejének megméréseivel és a fény sebességének segítségével határozzuk meg. A mesterséges hold minél közelebb van a horizonthoz, annál vastagabb légrétegen halad át és egyre nagyobb torzulást szenved. Ezért van az, hogy a 10-15°-nál alacsonyabb magassági szög alatt lévő holdakat a mérésből ki kell zárni. A mérés pontosságát a légkörön kívül még két dolog befolyásolja, az egyik a műholdak geometriai

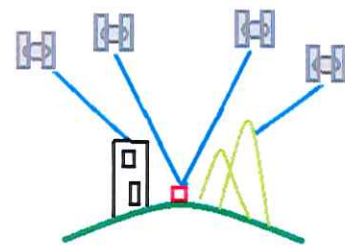
elhelyezkedése, a másik az úgynevezett többutas terjedés. A műholdak geometriai elhelyezkedése akkor jó, ha egyenletesen helyezkednek el az égbolton. A műholdaknak egymással jó szöget kell bezárni. Többutas terjedés akkor fordulhat elő, ha a vevő közelében valamilyen nagy felülettel rendelkező tárgy van. Ebben az esetben nem csak a műholdról érkezik a jel. A mérés megbízhatóságára utaló mérőszám a GDOP értéke (DOP érték pontosság hígulását jelenti), amely két tényezőből tevődik össze, a HDOP-ból (vízszintesmérésre utal) és a VDOP-ból (magassági mérésre utal). Akkor jó a mérés, ha a GDOP mértéke 2 és 4 között mozog, ez a szám az észlelt műholdak számától és elhelyezkedésétől függ. A GDOP értéke pillanatonként változik. A légkör hatását valamilyen módon figyelembe kell venni, mert az ionoszféra 50-150m-es pontatlanságot is okozhat a távolság mérésben. A pontatlanság mértéke napszaktól, évszaktól, napkitöréstől függ. A troposzféra hatása kisebb, néhány méter nagyságú hibát okoz.



4.3. ábra: (a) rossz GDOP érték



(b) Jó GDOP érték



(c) Jó GDOP érték rossz láthatósággal

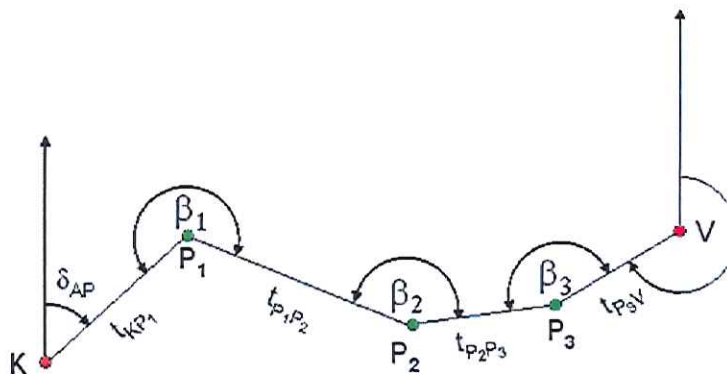
[Ádám, 2004]

(<http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/ottofi/10fejeze.htm>)



#### 4.2.2. Alappontsűrítés sokszögeléssel

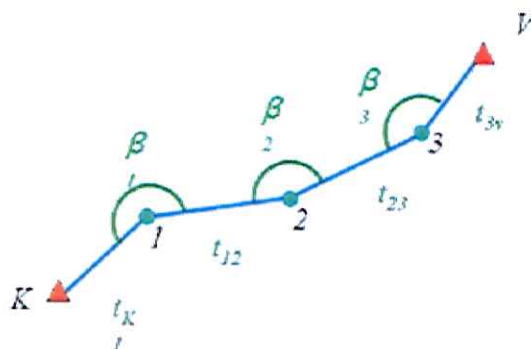
A sokszögelés során tetszőleges számú pont relatív helyzetét meghatározhatjuk, a kezdő és a végpont (lehet ismert, vagy ismeretlen koordinátájú) között felvett sokszögpontok, távolság és törésszög mérés segítségével tudunk meghatározni poláris pontok sorozataként. A poláris pont számításához szükséges irányértékeket a tájékozásokból ( $T_1$ ), illetve törésszögekből ( $\beta$ ) vezetjük le, a szomszédos pontok közötti távolságokat ( $t_{1-2}$ ) a terepen mérjük. A pontokat összekötő törtvonalakat sokszögvonálnak, az oldalakat sokszögoldalnak, az oldalak egymással bezárt szögét pedig törésszögnek nevezzük. Törésszögnek a sokszögvonala haladási irányának bal oldalát kell venni.



4.4. ábra: A sokszögvonala felépítése [Tarsoly, 2009]

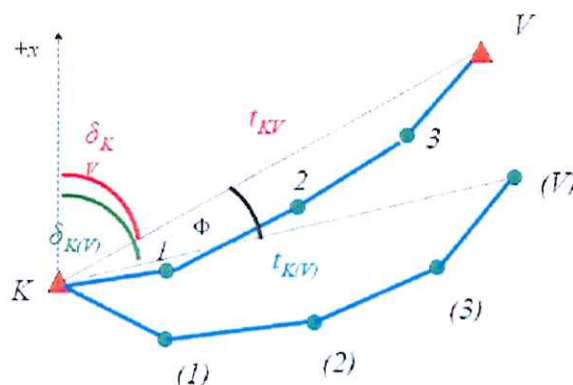
A sokszögvonala alakját tekintve lehet nyílt, vagy zárt. Nyílt sokszögvonala-ról beszélünk, ha a kezdő és a végpontja két különböző pont és zárt a sokszögvonala, amikor a kezdő és a végpont ugyanaz a pont. A sokszögvonala csatlakozása szerint lehet önálló, ha alappontokhoz nem csatlakozik, vagy egyszeresen csatlakozó, ha a sokszögvonala csak a kezdőpontja ismert koordinátájú pont, vagy lehet kétszeresen csatlakozó, ilyen esetben a sokszögvonala mind a két végpontja ismert, vagy más néven kapcsolt. A sokszögvonala tájékozását tekintve lehet egyszeresen tájékozott - csak a kezdőpontján végzünk tájékozást - és lehet kétszeresen tájékozott, ha a kezdő és a végponton is tájékozunk; fiktív, más néven tájékozás nélküli, vagy beillesztett sokszögvonala-ról beszélünk, ha sem a kezdőponton, sem a végponton nem mérhető tájékozó irány.





4.5. ábra: Beillesztett sokszögvonat [Tarsoly, 2009]

A mintaterületen két beillesztett sokszögvonat használtunk a lézerszkenneléshez szükséges kapcsolópontok koordinátáinak meghatározásához. A fiktív, vagy más néven beillesztett sokszögvonat ismert alappontból indul, és ismert alappontban végződik, de sem a vég- sem a kezdőponton nem mérünk tájékozási irányokat. Ezt a fajta sokszögvonat elsősorban sűrűn beépített városokban, szűk utcákban alkalmazzák. A sokszögvonat számításához rendelkezésre állnak a kezdő- és a végpont koordinátái, valamint a mérésből származó távolságok és törésszögek. A számítást vissza lehet vezetni a kétszeresen csatlakozó és egyszeresen tájékozott sokszögvonat számítására.

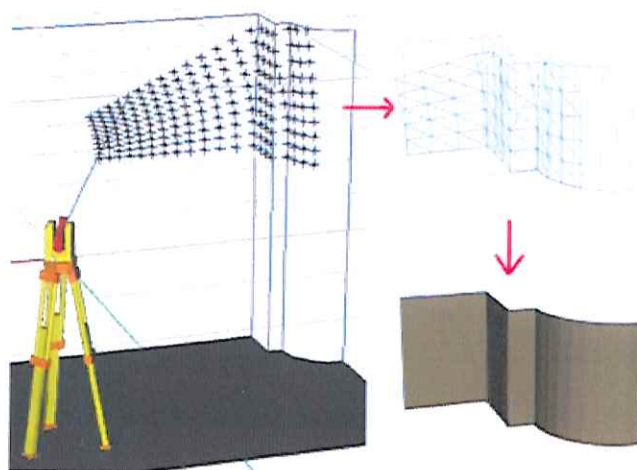


4.6. ábra: Beillesztett sokszögvonat számítása a gyakorlatban [Tarsoly, 2009]

[Tarsoly, 2009]

### 4.2.3. Lézerszkennelés

A lézerszkennelés az 1990-es évek elejétől kezdett elterjedni, így új-keletű mérési módszernek számít. A működési elvét tekintve hasonlít a lézeres távmérőkre, ugyanis egy adott irányban kibocsát egy lézersugarat, ami akármilyen felületről visszaverődik. A beépített tükör segítségével a kibocsátott lézersugarat  $270^\circ$ -ban tudja „eltéríteni”. Ezt a tükröt a beépített fényképezőgép is használja a felvételek készítése során. A képek segítségével RGB információt lehet rendelni minden mért ponthoz, de a kibocsátott és a visszaérkezett lézersugár hányadosából is lehet egy szürkeárnyaltos, fotorealisztikus eredményt készíteni. A felülettől függően a sugárnyaláb változó intenzitással verődik vissza, így következtetni lehet a felület anyagára és színére. A szkennerek a jel kibocsátásról a jel beérkezéséig mérik az eltelt időt, majd a terjedési sebesség és a kibocsátási szög ismeretében számítja a pont térbeli koordinátáit. Minden egyes sugárhoz eltárolja a vízszintes és a magassági szöget, valamint a távolságot, így számítja a pont X, Y, Z koordinátáit a műszer koordináta-rendszerében. A szkennerekkel több tízezer pontot tudunk megmérni másodpercenként, a szükséges pontsűrűséget a felmérési igényekhez lehet igazítani. A felmérési felbontás és az adott magassági szögtartomány nagymértékben befolyásolja a szkennelési sebességet. Az így létrehozott pontfelhő, ponttömeg több százezer pontot is tartalmazhat néhány perces mérés esetén. A szkennerek maximális hatótávolságán belül felméri az összes, szabad szemmel látható objektumot.

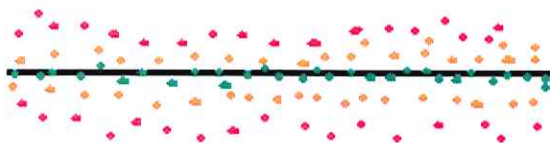


**4.7. ábra: Az objektum lézerszkennerekkel történő letapogatása**  
(forrás: <http://www.gib.uni-bonn.de/forschung/prueftechnik/laserscanning>)

A mérés elvégzéséhez nem minden esetben elegendő az egy álláspont, elképzelhető, hogy több álláspontból végezhető el az objektum felmérése. Ilyen esetben kapcsolópontokként tárcsákat (prizmákat, reflektorokat) alkalmaznak, ezek a prizmák fémből készülnek, általában kör alakúak és jó fényvisszaverő-képességgel rendelkeznek. Az reflektorokról visszaverődő lézersugarak nagyobb energiával jutnak a műszerbe, így egy kiemelt pontként szerepelnek a modellben. A reflektorok segítségével kapcsolhatjuk egymáshoz a különböző pozíciókat, ez általában utófeldolgozási feladat. Amennyiben ezeknek a prizmáknak meghatározzuk a koordinátájukat, akkor az egyesített pontfelhőt akár az EOVS koordináta-rendszerbe is transzformálhatjuk.

A kitakarás nélküli szkennelés végrehajtásához szükség van a gondos tervezésre, hiszen a felmérendő objektumot egy másik objektum (pl.: fa) kitakarhatja.

Fontos megjegyezni a lézerszkennerek távmérési hibáját, ugyanis egy sík falat szemből mérve a pontfelhőnek egy síkot kellene adnia, azonban ez csak elméletben van így, a pontfelhőnek kivehető vastagsága van, ezt távmérési zajnak nevezik.



4.8. ábra: A pontfelhő "vastagsága"

[Rehány, 2010]

[Berényi, 2010]



### 4.3. Leica GPS 500 a tájékozó pontok mérése során

#### 4.3.1. Leica GPS System 500

A mérés során egy Leica SR 530-as műszert használtunk antennaboton az AT502-es kétfrekvenciás antennával, amely az L1 (P1 és C/A kód) és L2 (P2 kód) csatornák vételére alkalmas. A méréseket munkaállományokban, úgynevezett Job-okban tárolhatjuk egy PCMCIA kártyára. Mérési módszert tekintve lehet statikus és gyors statikus, valamint „stop and go” és „on the fly (OTF)” kinematikus mérés. Rádió modemmel RTK mérésekre is használható, így cm pontosságú koordinátákat nyerhetünk. Az adatokat utófeldolgozásra is tárolhatjuk, melynek pontossága az alapvonalától függően változik 3-10mm +1 ppm értékben



4.9. ábra: Leica GPS System 500

(forrás: [http://www.leica-](http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps_system500/manuals/TechRef_en.pdf)

[geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps\\_system500/manuals/TechRef\\_en.pdf](http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps_system500/manuals/TechRef_en.pdf))

A mérés végrehajtásához a következő feltételeknek kell teljesülnie:

- 15°-os minimális eleváció
- ne legyen reflektáló felület
- ne legyen takarásban
- az áramellátás biztosítása
- elegendő műhold észlelése

Az SR 530-as pontossága különböző mérési módszerek esetében:

| Static choke ring | Statikus    | Gyors statikus | Stop & Go    | Kinematikus  |
|-------------------|-------------|----------------|--------------|--------------|
| 3 mm + 0,5 ppm    | 5 mm +1 ppm | 5 mm +1 ppm    | 10 mm +1 ppm | 10 mm +1 ppm |

**4.10. ábra: SR 530 mérési pontossága**

([http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps\\_system500/manuals/TechRef\\_en.pdf](http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps_system500/manuals/TechRef_en.pdf))

#### **4.3.2. A GPS mérés végrehajtása**

A GPS mérés során a fent említett műszert használtuk. A mérés végrehajtásában Dr. Tóth Zoltán és Horváth Tamás segédkezett. Az alappontok nem a megfelelő sűrűségben helyezkedtek el a mintaterületen, ezért célszerű volt néhány pont meghatározása, hogy a sokszögvonalnak ismert koordinátájú kezdő- és végpontja legyen. A kiválasztott pontokon gyors statikus módszerrel történt a koordináták meghatározása. A mérési időtartam 10 perc körüli volt.



**4.11. ábra: A 10001-es tájékozópont mérése**

A pontok kiválasztásánál ügyeltünk arra, hogy ne legyenek reflektáló felületek és a GPS vevő ne legyen takarásban, azonban ezt a belváros sűrű beépítettsége miatt nem lehetett minden esetben biztosítani. Az első és második ponton (10001; 10003) jó terepi körülmények között folyt a meghatározás, de a második számú sokszögvonal végpontján

(10004) történő mérésnél a magas épületek miatt nehéz volt a megfelelő kiválasztása.

#### 4.4. Leica TCA 1205-ös a sokszögelés során

##### 4.4.1. Leica TCA 1205-ös ismertetése

A Leica 1200-as precíziós szögmérő rendszer folyamatos (vízszintes és magassági) körleolvasású, a kéttengelyes kompenzátor mérés közben folyamatosan javítja a mérési eredményeket. A koaxiális távmérő infravörös lézerrel, többféle mérési módszert kínál. A mérés egyaránt történhet prizmára és reflex fóliára. Rendkívüli hatótávolsággal rendelkezik.

Előnyei:

- Gyors, folyamatos, nagy pontosságú szögmérés
- Nincs szükség inicializálásra
- 2 tengelyű kompenzátor
- Távmérő normál, gyors és folyamatos mérési móddal
- Nagy hatótáv, rövid mérési idő, nagy pontosság



A SmartStation műszer részeként is funkcionáló nagy pontosságú mérőállomás. A vezérlés nagyméretű érintőképernyőn történik, mely nagyban megkönnyíti a műszer kezelését. Menürendszere tetszőlegesen átváltható a felhasználói igények szerint. Adatainkat munkaállomásokban tároljuk. Az adattárolás CompactFlash memória kártyára történik.

**4.12. ábra: Leica TCA 1205-ös mérőállomás**

A műszer 1 prizmára 3 km-es távolságot tud mérni. Ez a távolság összetett prizmákkal növelhető. A távmérés pontossága  $\pm 2\text{mm}$ .

([http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-SmartStation\\_8276.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-SmartStation_8276.htm))



#### 4.4.2. A sokszögelés végrehajtása és az illesztőpontok mérése

A sokszögvonat vezetésében Báger Szabolcs és Horváth Tamás segédkezett. A belváros sűrű beépítettsége miatt beillesztett sokszögvonatokat vezettünk, melyeknek a kezdő- és végpontjait gyors statikus GPS méréssel határoztuk meg. A sokszögpontok elhelyezkedését a lézerszkennelés hatósugarához és a kapcsolópontok helyéhez viszonyítva választottuk ki. Az alappontsűrítést kényszerközpontosan végeztük el. A sokszögvonat vezetése során csak a köztes sokszögpontokon álltunk fel és mértük az előző, illetve a következő sokszögpontokat, valamint a lézerszkenneléshez szükséges kapcsolópontokat.



4.13. ábra: A sokszögvonat kezdőpontján történő mérés



4.14. ábra: Reflektor, prizma, kapcsolópont

A kapcsolópontok szerepét az ilyen prizmák, más néven tárcsák, vagy reflektorok töltötték be, melyek jelen esetben kör és négyzet alakúak voltak, de lehet gömb, vagy akár henger alakú is.

A reflektoroknak – a nevéből is eredendően – jó fényvisszaverő képességgel kell rendelkezniük, hogy a beszkenelt pontfelhőből kitűnjenek. Így azonban a mérőállomás nem tudott rá távolságot mérni, ezért mérőfólia segítségével végeztük ezt el.

A kapcsolópontok EOVS koordinátáinak meghatározására azért volt szükség, hogy a pontfelhőt transzformálhassuk.

A belváros egyik legforgalmasabb helyén történt a mérés, így állandó figyelmet igényelt a műszerek, illetve a prizmák és a reflektorok megléte.

A mérés során két sokszögvonalat vezettünk, egyet a városháza körül, egyet pedig a Baross Gábor sétálóutcán. Mindkét sokszögvonal kezdőpontja a 10003-as GPS pont, ahogy már említettem sem a kezdő- és sem a végponton nem létesítettünk álláspontot. A beillesztett sokszögvonal esetében elegendő a köztes sokszögponton álláspontot létesíteni, majd mérni a kezdő- és végpontokra.

#### 4.5. Leica C10 ScanStation a lézerszkennelés során

##### 4.5.1. Leica C10 lézerszkennер bemutatása

A műszerbe számos összetevőt építettek, tartalmazza a szkennert, a kompenzátort, az akkumulátort, a vezérlőegységet, az adattárolót, a videokamerát és a lézervetítőt. A ScanStation C10 vezérlése, menürendszere felhasználóbarát, a mérőállomással szinte egyező, laptop használatával lehetőség nyílik azonnali, helyszíni feldolgozásra is. A C10-es használatával lehetőség nyílik geodéziai pontkapcsolások (sokszögelés, szabadállás, tájékozás) elvégzésére.

- teljes látómező 360° x 270° szkennelése (Smart X-Mirror™)
- sebessége 50.000 pont/mp
- az érintőképernyőnek köszönhetően a használata egyszerű
- beépített valós idejű videokamera nagyítás funkcióval a szkennelendő terület és a jeltárcsák gyors, pontos kijelölését segíti elő, a kamera által készített képek alkalmasak a pontfelhő valós színű textúrázására is



4.15. ábra: A Smart X-Mirror™

(forrás: [http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-ScanStation-C10\\_79411.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-ScanStation-C10_79411.htm))



- kompatibilitás az általános geodéziai eszközökkel, könnyen csatlakoztatható a Leica GNSS SmartAntenna vagy a központos prizmatartó. A csatlakozó fogantyú egy gyorsan levehető a zenitbe történő mérésekkor.
- Pontossága:
  - pozíció (3D) esetében: 6 mm
  - távolság esetében: 4 mm
  - irány esetében: 12"
- Hatótávolsága: 300 m
- Beépített 80GB-os merevlemez
- Súlya: 13 kg



4.16. ábra: A Leica GNSS SmartAntenna és a központos prizmatartó [Váradi, 2010]

[Váradi, 2010]

([http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-ScanStation-C10\\_79411.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-ScanStation-C10_79411.htm))

#### 4.5.2. A lézerszkennelés végrehajtása, a mérés sajátosságai

A lézerszkenneres mérésnél sűrűbben álltam fel a műszerrel, mint a sokszögelés esetében. Erre C10-es hatótávolsága miatt volt szükség, ugyanis a fent említett 300 méteres hatótávolság csak laboratóriumi körülmények között érvényesül. A mérés során ügyeltem arra, hogy 100 méternél nagyobb álláspont-objektum távolságok ne keletkezzenek. A mérésnél 5 cm felbontást állítottam be és teljes panorámát szkenneltem, azaz 360° x 270°-ot. Minden egyes álláspontot külön projektbe mentettem el.

A lézeres letapogatást a városházával kezdtem, amely során több nehézséggel is szembesültem. Fontos volt a kapcsolópontokat úgy elhelyezni, hogy legalább két szomszédos álláspontból tudjam mérni, ugyanekkor – mivel párhuzamosan folyt a sokszögvonali méréssel – ügyelni kellett arra, hogy a Báger Szabolcs és Horváth Tamás alkotta csapat is fel tudja mérni ezeket a prizmákat is. A városháza hátsó részén a beugrások felméréséhez nem létesítettem plusz két álláspontot, hanem megpróbáltam a lehető legjobb szögbe beállni a műszerrel.





**4.17. ábra: A győri városháza lézerszkenneres mérése**

A mérés végrehajtásánál a szkennelés átlagosan 5 percet vett igénybe a műszer számára, majd a képek készítése szintén 5 percet. Minden egyes álláspontnál 3-3 db tárcsát alkalmaztunk. Kettő kör, egy pedig négyzet alakú, ezek a prizmák fémből készülnek és jó fényvisszaverő-képességgel rendelkeznek. Az reflektorokról visszaverődő lézersugarak nagyobb energiával jutnak a műszerbe, így egy kiemelt pontként szerepelnek a modellben. Miután megtörtént a szkennelés és a fényképezés a következő lépés minden esetben a kapcsolópontok pásztázása volt;



**4.18. ábra: A városháza keleti oldalának felmérése a Baross Gábor hídról**

amely során mértem a 3 db prizmát, majd minden prizmát áthelyeztünk a következő helyükre, melyet szintén



**4.19. ábra: Reflektor pontfelhőn és fényképen**

mértem. A beépített színes kamera segítségével a távolabbi prizmákra is rá tudtam keresni. A reflektorok segítségével összekapcsolhatjuk a különböző pozíciókat, mely az esetben utófeldolgozási feladat. Mivel ezeknek a prizmáknak meghatároztuk a koordinátájukat, így az egyesített pontfelhőt az EOVS koordináta-rendszerbe transzformáltam.

A városháza pásztázása során nemcsak az épület déli részén lévő ki- beugrások voltak problémás esetek, hanem a keleti oldalának a felmérése is. Az épület melletti rész nem volt elegendően széles ahhoz, hogy álláspontot létesítsek, ezért a Baross Gábor úti felüljáró járdáján álltam fel; azonban így nem tudtam mérni az előző állásponton lévő kapcsolópontokat. A sokszögelésnek köszönhetően ez nem jelentett olyan nagy gondot, mert így átvehető a mérés. A mérés során a csatlakozó fogantyút eltávolítottam, hogy a zenitbe történő szkennelésnél ne legyen kitakarása.

Ezt követően a városháza lézerszkenneres felmérése teljes egészében megtörtént. Átköltöztünk a sétálóutcára, melyen a közel 300 méteres szakaszt 3 álláspontból oldottam meg, itt is folyamatosan mértem a kapcsolópontokat. A sokszögvonali vezetésnek köszönhetően nem kellett a városháza utolsó álláspontjánál elhelyezett tárcsákat mérnem (a nagy távolság miatt bizonytalanra vált volna a mérés).



**4.20. ábra: Lézerszkenneres mérés a sétálóutcában**

A szkennelés során a Baross utca és a Bajcsy-Zsilinszky út kereszteződéséig értünk el, amely egyben a mintaterületem végét is jelentette.

A fejezetben ismertettem az általam kiválasztott mintaterületet és a terepi adatgyűjtés elvét, valamint folyamatát, illetve a felhasznált műszereket. Az adatgyűjtéshez akár a lézerszkennер is elegendő lett volna, hiszen rendelkezik a mérőállomások főbb funkcióival. Így a felső foglalatra egy GPS vevő is elhelyezhető lenne és a sokszögvonali mérésre is képes. Azonban a kapcsolópontokat és a sokszögpontokat sűrűbben kellett volna elhelyezni, a GPS mérés pontatlanságának a veszélye jelen helyzetben is fenn állt volna. Biztonságosabbnak véltem a mérés során alkalmazott megoldást.





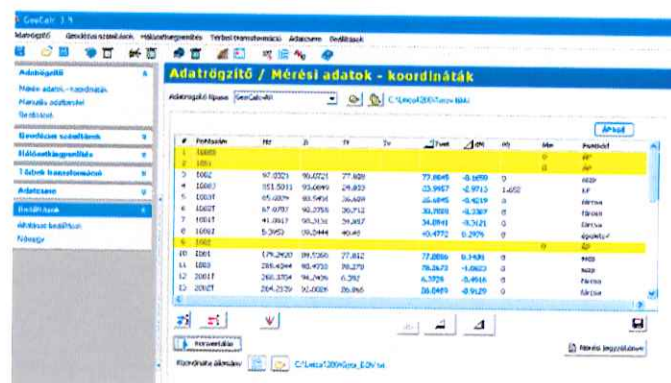


### 5.1.2. GeoCalc 3.5

A program a terepen felmért manuális, vagy adatrögzítőre tárolt adatok feldolgozását szolgálja. Több modulból tevődik össze, mint:

➤ Adatrögzítő

- A felmérési munka során használt adatrögzítők, vagy manuálisan vezetett mérési jegyzőkönyv feldolgozását szolgálja. Az adatrögzítők közül a következőket tudja értelmezni:
  - Psz – Pontszám (álláspont, irányzott pont)
  - Hz – Vízzintes szög
  - Zi – Magassági szög
  - Tf – Ferde távolság
  - Tv – Vízzintes távolság
  - dM – Magasságkülönbség
  - Mj – Jelmagasság
  - Mm – Műszermagasság
  - Pkód – Pont jellege
- A program több adatrögzítés formátumot is tud kezelni.
- A modul vetületi redukciókat is képes számítani.



| #   | Pontszám | X       | Y       | Z | Tv | Tf | Hz | Zi | dM | Mj | Pontjel |
|-----|----------|---------|---------|---|----|----|----|----|----|----|---------|
| 1   | 10000    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 2   | 10001    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 3   | 10002    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 4   | 10003    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 5   | 10004    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 6   | 10005    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 7   | 10006    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 8   | 10007    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 9   | 10008    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 10  | 10009    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 11  | 10010    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 12  | 10011    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 13  | 10012    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 14  | 10013    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 15  | 10014    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 16  | 10015    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 17  | 10016    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 18  | 10017    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 19  | 10018    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 20  | 10019    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 21  | 10020    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 22  | 10021    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 23  | 10022    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 24  | 10023    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 25  | 10024    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 26  | 10025    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 27  | 10026    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 28  | 10027    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 29  | 10028    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 30  | 10029    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 31  | 10030    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 32  | 10031    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 33  | 10032    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 34  | 10033    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 35  | 10034    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 36  | 10035    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 37  | 10036    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 38  | 10037    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 39  | 10038    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 40  | 10039    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 41  | 10040    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 42  | 10041    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 43  | 10042    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 44  | 10043    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 45  | 10044    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 46  | 10045    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 47  | 10046    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 48  | 10047    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 49  | 10048    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 50  | 10049    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 51  | 10050    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 52  | 10051    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 53  | 10052    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 54  | 10053    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 55  | 10054    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 56  | 10055    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 57  | 10056    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 58  | 10057    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 59  | 10058    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 60  | 10059    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 61  | 10060    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 62  | 10061    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 63  | 10062    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 64  | 10063    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 65  | 10064    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 66  | 10065    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 67  | 10066    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 68  | 10067    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 69  | 10068    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 70  | 10069    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 71  | 10070    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 72  | 10071    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 73  | 10072    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 74  | 10073    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 75  | 10074    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 76  | 10075    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 77  | 10076    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 78  | 10077    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 79  | 10078    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 80  | 10079    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 81  | 10080    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 82  | 10081    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 83  | 10082    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 84  | 10083    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 85  | 10084    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 86  | 10085    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 87  | 10086    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 88  | 10087    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 89  | 10088    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 90  | 10089    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 91  | 10090    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 92  | 10091    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 93  | 10092    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 94  | 10093    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 95  | 10094    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 96  | 10095    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 97  | 10096    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 98  | 10097    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 99  | 10098    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |
| 100 | 10099    | 1000000 | 1000000 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0       |

5.4. ábra: Mérési adatok megjelenítése



### 5.1.3. Leica Cyclone 7.3

A Leica C10 lézerszkennер mérést a Leica Cyclone 7.3-as szoftver segítségével dolgoztam fel. A HDS szoftvermodulok a legszélesebb feldolgozói lehetőséget biztosítják a felhasználók számára, a 3D lézerszkennер projekt egyaránt feldolgozható mérnöki, felmérési és építőipari alkalmazáshoz. A program lehetővé teszi a sokszögelési, tájékozási, hátrametszési számítások elvégzését.

A Cyclone egyedülálló Object Database Client/Server szoftverének felépítése a legmagasabb fokú feldolgozási környezetet nyújtja a lézerszkennер projektekhez, egyszerűvé teszik a felhasználók számára az adataik adatbázisban való hatékony kezelését. Egyidejűleg akár több adatbázisban is lehet dolgozni.

A program az alábbi modulokból épülhet fel:

A Cyclone-SCAN a Leica ScanStation, HDS6000 és HDS3000 működtetéséhez szükséges szoftverfelület, mely által beállítható a szkennelési terület és denzitás, adatszűrés, a szkennelés programozása, valamint a sík és a gömb alakú prizmak automatikus felismerése és kinyerése.

A Cyclone-REGISTER a különböző szkennelési helyekről gyűjtött pontfelhők gyors és pontos illesztését segíti elő. A modul támogatja a Leica Geosystems HDS célpontok (prizmak) használatát a szkennelési adatok georeferálása céljából. Elősegíti a pontfelhők összeillesztését átfedő területek használatával.

A Cyclone-MODEL a pontfelhőket tárgyakká alakítja át egy durva exporttal CAD-be, segítségével a CAD-ből való importálást is el lehet végezni.

A Cyclone-SURVEY lehetővé teszi a földmérőknek a megfelelő jellegzetességek és koordináta információk pontfelhőből való gyors kinyerését, kivágat készítését a Cyclone Virtual Surveyor™ funkció segítségével.

A Cyclone-IMPORTER lehetővé teszi a más gyártóktól való szkennerek használatát, mint a Faro, Riegl és az Optech.

A Cyclone-VIEWER Pro egy továbbfejlesztett verziója a Leica Cyclone szoftvernek. Engedélyezi a Cyclone adatoknak a teljes megjelenítését és mérését.



A mérés feldolgozásához azért használtam ezeket a programokat (LGO, GeoCalc), mert az iskola ingyenes hozzáférést biztosított hozzájuk. A lézerszkennер feldolgozó szoftveréhez, a Leica Cyclone-hoz külső konzulensemtől, Váradi Attilától kaptam 30 napos, teljes – modullal rendelkező licencet.

([http://www.leica-geosystems.hu/hu/HDS-Rendszerek\\_5570.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/HDS-Rendszerek_5570.htm))

## **5.2. Modellező és szerkesztő szoftverek**

### **5.2.1. ArcGIS 10**

A szoftver, mint 3D-s GIS rendszer teljes körű háromdimenziós adatmodelleket, szerkesztési, elemzési és megjelenítési eszközöket kínál. A program használatával lehetőség nyílik programozási felületekkel való összekapcsolásra. Az adatokat kezelhetjük és megjeleníthetjük az idő függvényében. A 2D-ban elérhető elemző műveletek végrehajthatók 3D-ban is, így a modellezés, szerkesztés, vizualizáció és elemzés is. A dinamikus mozaikolásnak köszönhetően a nagy mennyiségű képeket is könnyedén kezeli a program.

Az ArcGIS az ArcCatalog-ból, az ArcMap-ből és az ArcToolbox-ból épül fel. Az ArcCatalog-gal böngészhetünk az adataink között, valamint új shapefájlokat is itt lehet létrehozni. Az ArcMap a térkép megjelenítését, készítését, elemzését és szerkesztését szolgálja. Az ArcToolbox pedig a konverzióknál elengedhetetlen, használatával lehetőség nyílik saját makrók építésére.

A térinformatikai adatbázis elkészítése során az ArcCatalog-ot, az ArcMap-et és a 3D Analyst bővítményt, az ArcScene-t használtam fel.

Újdonságnak számít a CityEngine, amellyel 2D adatokból gyorsan és egyszerűen 3D városmodellek készíthetők. A szoftver alapvetően egy városmodellező motor, amely alkalmas CAD és Google (KML) adatformátumok feldolgozására is. A szoftver támogatja a georeferált adatformátumokat is.



**5.6. ábra: CityEngine-nel készített 3D városmodell**  
(forrás: <http://www.esrihu.hu/cityengine/esri-cityengine-3d.html>)

Lehetséges, hogy ez a program jobb választás lett volna a térinformatikai adatbázis elkészítésénél, hiszen a 3D városmodellezésre van kihegyezve, azonban az elemzési feladatokat már nem látja el. Az ArcMAP esetében háromdimenziós megjelenítésre képes ArcScene ugyanazt az adatbázist tartalmazza, így mind a lekérdezések, elemzések mind pedig a 3D megjelenítés lehetővé vált.

(<http://www.esrihu.hu/szoftverek-kezdolap/szoftverek.html>)

#### **5.2.2. AutoCAD CIVIL 3D 2012**

A Civil 3D program földmérési és tervezési eszközei támogatják az épületmodellezési (BIM – épület információs modellezés) folyamatokat és az időigényes feladatok automatizálásával segítik a feladat munkafolyamatainak felgyorsítását. A földmérési funkciók továbbra is teljesen beépülnek a szoftverbe, így lehetőség nyílik nyers földmérési adatok importálására, kiegyenlítésre, a mérések szerkesztésére, valamint a különböző alakzatok és felületek automatikus létrehozására is. A földmérési adatokból (pontokból és törésvonalakból) felületek alakíthatók ki, melyek további elemzésre és szerkesztésre szolgálhatnak. Azonban a szoftver használható nyomtervmodellezésre, csővezetékek modellezésére és elemzésére is.

A program képes automatikusan kiviteli tervek készítésére (kereszt-szelvény, hossz-szelvény) és a modellen történő változások követésére. A helyszínrajzkészítő varázsló segítségével a nyomvonalak mentén helyszínraj- és hossz-szelvény lapokat készít, amelyeket csak feliratozni kell. A felirat közvetlenül az objektumból, illetve külső referenciából származhat.





**5.7. ábra: Az Autodesk AutoCAD Civil 3D**

Az AutoCAD Civil 3D a beépített elemző funkciókkal segíti a különböző tervváltozatok kiértékelését, elemzését. Például egy épület esetében szimulálható a csapadékelvezető képesség.

Térinformatikai elemző és térképkészítési funkcióval is rendelkezik a program. Elemezhető a rajzi objektumok közötti térinformatikai kapcsolat, topológiai átfedésekkel új információk nyerhetők a rendszer segítségével.

Az AutoCAD Civil 3D programban LIDAR (légi lézerszkennelés) adatokból pontfelhők hozhatók létre. Importálni és ábrázolni is lehet a pontfelhőadatokat, melyekből felületek is készíthetők. A programhoz léteznek bővítmények, melyek telepítését követően a földi lézerszkennelésből nyert adatok is beolvashatók.

Lehetőség nyílik látványtervek készítésére is, melyek segítségével a megvalósulás előtt már megtekinthető a modell. Az így elkészített háromdimenziós modell közzétehető a Google Earth-ben (Google Föld), illetve az Autodesk 3ds Max Design programmal fotorealistikus renderelések is készíthetők, amelyek a hatásosabb szemléltetést segítik elő.

A feldolgozáshoz használhattam volna más CAD-es szoftvert is (ProgeCAD, ZWCAD), de azok a programok valószínűleg nem rendelkeznek olyan földmérő funkcióval, mint például a pontfelhő kezelés, amely jelen esetben fontos tényező volt. A Leica Cyclone-hoz készült egy AutoCAD-be importáló bővítmény, segítségével a pontfelhők gyorsan és egyszerűen importálhatók voltak.

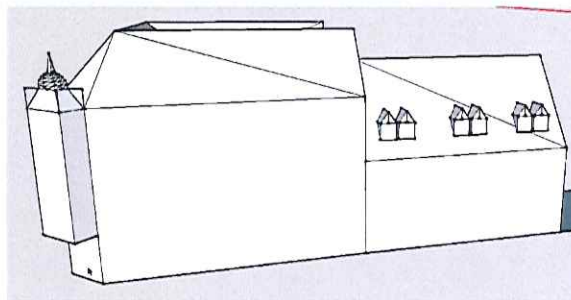
(<http://civil3d.varinex.hu/dbfiles/view/326>)



### 5.2.3. Google SketchUp 8

Olyan háromdimenziós szoftver a Google-tól, amely ingyenes és használata könnyen elsajátítható. Nem kimondottan csak épületek modellezésére szolgál, akár egy hangfalat is lehet vele modellezni.

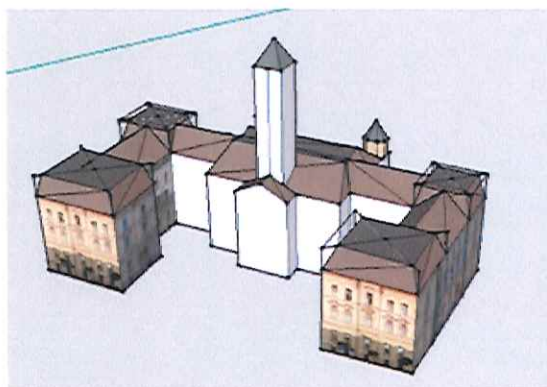
A szerkesztés során egy kétdimenziós, síkbeli objektumból indulhatunk ki, amelyben több forma is kombinálható, így komplex alakzatot hozhatunk létre.



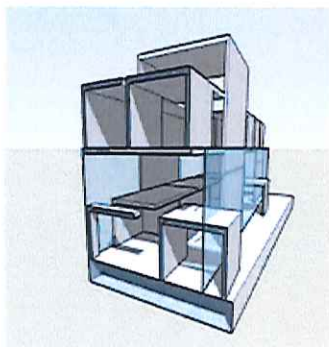
**5.8. ábra: 3D-s felületmodell**

A program támogatja a szerkesztés folyamán a párhuzamos és merőleges vonalak, pontok létrehozását. A pontos méretek megadása is könnyen végrehajtható, hiszen a művelet közben csak be kell gépelni a kívánt méretet. A programban számos paramétereztető textúra áll rendelkezésre, például különböző tetőcserepek, vagy faanyagok; de használhatunk saját képet is.

A program készítői lehetővé tették, hogy együtt kezeljünk több objektumot, azonban bevezették a komponens fogalmát is. A komponens hasonló egy csoporthoz, de a másolataik egymáshoz kötődnek, így ha az egyiken valamilyen változtatást végzünk, akkor az összes többi objektumon is jelentkezik. Segítségével egységesen kezelhetjük azokat az alkotóelemeket, amelyek nagy számban fordulnak elő (pl.: ablakok, ajtók).



**5.9. ábra: Városháza textúrázása**



**5.10. ábra: Google SketchUp belsőépítészeti alkalmazása**

A modellek készítésénél időponthoz igazított árnyékok is beállíthatók. Fotótextúrákat is használhatunk az épületek modellezésénél, amelyhez a StreetView és a Google Earth is segítségül szolgál, illetve a saját fotóinkat is importálhatjuk.

A rajzon metszetek (*Section*) is készíthetők, így lehetőség nyílik tárgyak, épületek belsejét szemlélni. Animációt is készíthetünk, mely segítségével könnyen körbejárható, bemutatható a terv akár emberi nézőpontból is.

Az ingyenes változattal SKP formátumban menthetünk, illetve exportálhatunk DAE és KMZ kiterjesztésű fájlokat és importálhatunk 3Ds, DEM formátumok is. A Google SketchUp Pro már képes a CAD adatformátumokat (DXF, DWG ...) is kezelni. Emellett a professzionális változat dinamikus (viselkedéssel rendelkező) komponensek megjelenítésére is képes.

A feldolgozáshoz azért választottam ezt a programot, mert ingyenesen hozzáférhető bárki számára és a háromdimenziós térinformatikai nyilvántartáshoz elegendő a program tudása. Kezelése könnyebben elsajátítható, mint a piacon lévő más 3D szerkesztő szoftvereknek.

(<http://sketchup.google.com/intl/en/product/features.html>)

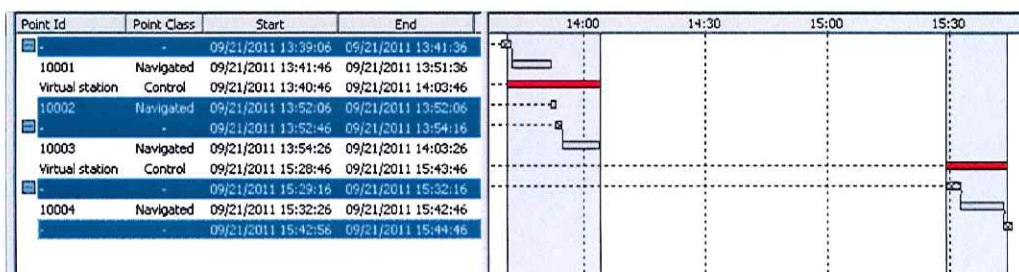
## 6. A mérések feldolgozása és elemzése

### 6.1. Mérési eredmények feldolgozásának folyamata

A végeredményhez elsősorban szükség van a lézerszkennelt állományra, melyhez kell a sokszögvonat, hiszen a terepi adottságok miatt nem lehet mérni az összes kapcsolópontot, így nem lehet beilleszteni az Egységes Országos Vetületi (EOV) rendszerbe. Azonban a belváros sűrű beépítettsége miatt az alappontok nem a megfelelő sűrűségben voltak, így egy beillesztett sokszögvonalat kellett vezetni, amelyeknek a kezdő- és végpontjait gyors statikus GPS méréssel határoztuk meg.

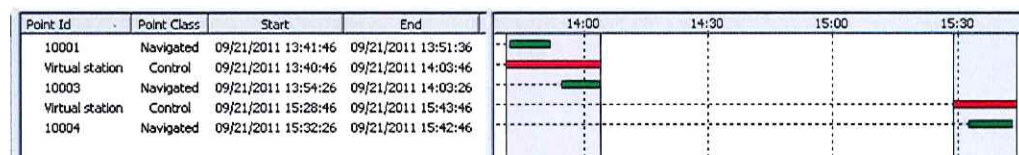
#### 6.1.1. A GPS mérés feldolgozása

A feldolgozás során a Leica Geo Office 7-es verzióját használtam. Elsősorban ellenőriztem, hogy milyen koordinátarendszer - Hungary2009, vagy Hungary2007b - van definiálva, valamint a hozzá tartozó geoidmodellt és a korrekciós fájlt is. Ezt követően egy új projektet kellett nyitni, melybe importáltam a virtuális álláspontokat és a mért pontjaimat. Ezeket a program egy GANNT diagramban jelenítette meg.



6.1. ábra: A GPS mérés kiértékelésének folyamata

A virtuális álláspontokat Dr. Busics György tanár úr generáltatta számomra a [www.gnssnet.hu](http://www.gnssnet.hu) weboldalról, így ezeket használtam referencia pontként. A késsel jelölt, értékelhetetlen méréseket töröltem és a többi pontot rover-ként jelöltem.



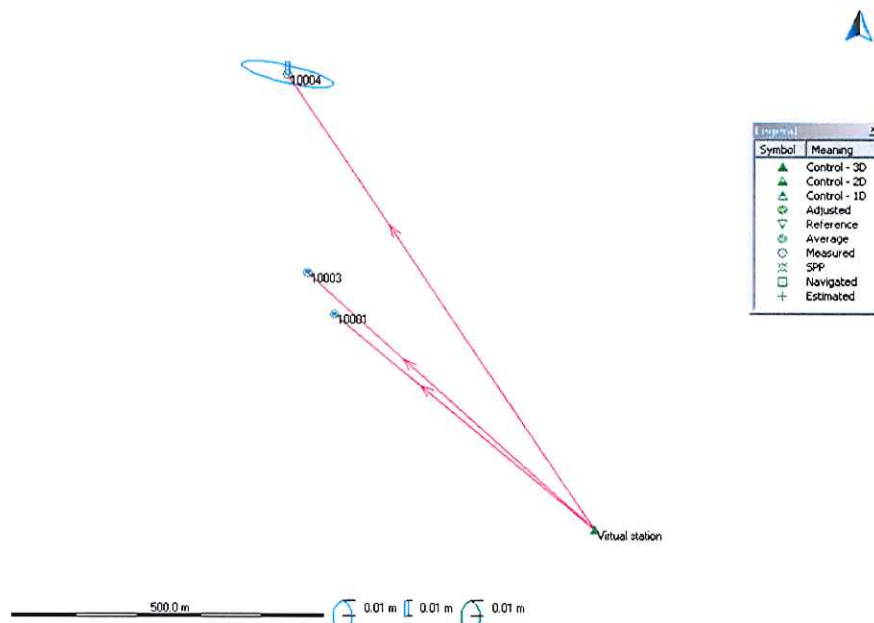
6.2. ábra: A letisztított mérések



Számítottam a pontokat, a program egy floating point-ra, azaz lebegőpontra hívta fel a figyelmemet a 10004-es ponton. Ez a magas épületeknek tudható be, ezért elfogadtam azt a számítást is, majd a *store* paranccsal tároltam a számításokat.

Szöveges formátumba kiírtam a mért EOVS koordinátákat cm élességgel. Az egyes mezők így alakultak: pontszám, y, x, H, my, mx, mH, mérés dátuma. (Az my, mx, mH értékek koordináta-középlehibák).

Végezetül megjelenítettem a hibaelepsziseket és a magassági középlehibákat.



6.3. ábra: A mért pontokon a hibaelepszisek és a magassági középlehibák

### 6.1.2. A sokszöglelés feldolgozása

A sokszöglevonal feldolgozását a GeoCalc 3.5-ös programmal végeztem el. Először is a mérést kiolvastam a műszerből, majd a terepen feljegyzett korrekciókat javítottam (pl.: pontszámozást). Ezt követően mind a két beillesztett sokszöglevonalat külön-külön számoltam és alakítottam át, ugyanis mindkét esetben szükség volt egy kezdő- és egy végponti álláspont bevitelére – ezek voltak a GPS-el meghatározott pontok. Az állományokban a műszermagasságot (Mm) és a jelmagasságot (Mj) 0-ra állítottam, kivéve a sokszöglevonal végpontjai esetében. Erre azért volt szükség, mert így a pontok felszíni magasságát kaptuk. További mérést nem végeztünk róluk, ezért elegendő volt ez az adat is.

Az első sokszögvonalt (városháza körüli) számítása során a GeoCalc-al készítettem egy mérési jegyzőkönyvet, amely az 1. számú melléklet. A sokszögvonalt vízszintes és magassági értelemben is számítottam, majd számoltam a kapcsolópontok térbeli koordinátáit. A számításról szintén készült egy jegyzőkönyv, amely a 2. sz. melléklet.

A sétálóutcai sokszögvonalt mérését beolvastam a GeoCalc-ba, ahol egy mérési jegyzőkönyvet készítettem (3. sz. melléklet). A számítást az előző sokszögvonalelőhöz hasonlóan végeztem el. Azonban a sokszögvonalt végpontján elhelyezkedő GPS pont lebegőpontos hibája miatt a hibahatárún túl esett a számolás. Erre nem fektettünk nagyobb hangsúlyt, ugyanis a pontfelhő transzformálásához elegendő két EOVT koordinátával rendelkező pont is. A számítási jegyzőkönyv a 4. sz. melléklet.

### 6.1.3. A lézerszkenneres mérés feldolgozása

A mérés feldolgozásában Nagy Gábor segített és a Leica Cyclone 7.3-as szoftvert használtuk. Első lépésként egy adatbázist kellett létrehozni a programban, majd a méréseket ebbe az adatbázisba kellett feltölteni. Minden állásponton külön projektet hoztam létre a szkennelés tárolására.



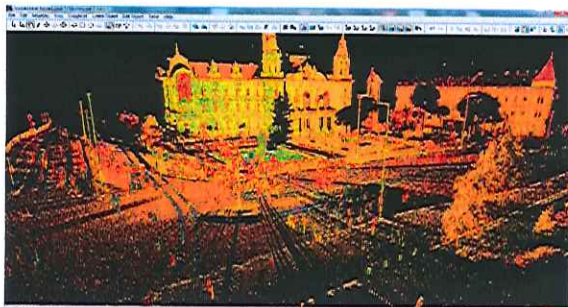
### 6.4. ábra: A Leica C10-es által készített képek "összefűzve"

Miután mind a kilenc projektet hozzáadtam az adatbázishoz, ellenőriztem a műszer által készített képeket, illetve a tárcsák letapogatását és megismerkedtem a programmal.

A projekteken belül átneveztem az álláspontokat a további számítások megkönnyítése érdekében. Ezt követően a *MultiImage*-re kattintva az *Apply MultiImage* paranccsal

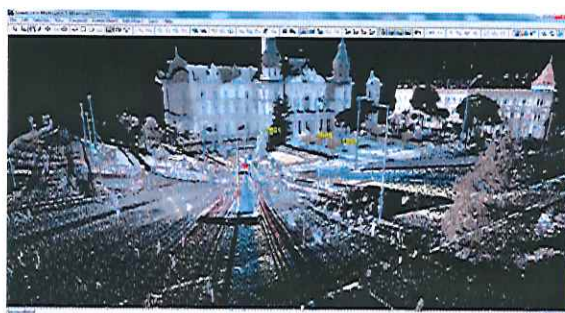


kiszíneztem a pontfelhőt. Ezt a műveletet is minden egyes szkennelés esetében el kellett végezni.



6.5. ábra: (a) intenzitási értékek alapján

(b) szürkeárnyaltosan a pontfelhő



(c) a műszer által készített képek alapján színezett pontfelhő

Következő lépésként létrehoztam egy új mappát, melyhez hozzáadtam a korábban, GeoCalc-al számított kapcsolópontok koordinátáit és a *Create registration* paranccsal egy regisztrációt készítettem. A regisztrációban hozzáadtam az úgynevezett ScanWord-öket, illetve az előbb említett koordinátákat. A koordinátákat tartalmazó fájlban a *Set Home ScanWord*-re kattintva megadtam az elsődleges illesztési szempontot. A *Constraint list* fülön az *Auto-Add Constraints* parancs segítségével automatikusan összekapcsoltattam az egyező pontszámokat. A *Registration/Register* menüvel számítottam az ellentmondásokat a több álláspontról mért prizmák és a koordinátáik között. A negyedik állápontnál a 3002-es reflektorra kimagaslóan nagy hiba jött ki, ezért ezt a pontot megvizsgáltam. Kiderült, hogy pontszámozási hiba történt, azonban ezt a pontot törölve is elegendő adat maradt a transzformáláshoz. A *Registration/Create ScanWord/Freeze Registration* paranccsal létrehoztam az összekapcsolt EOV-ba transzformált ModellSpaces-t.



Ezt követően megnyitottam ezt az állományt, melyben már az összekapcsolt szkennelési állaspontok voltak. Ellenőriztem, hogy nincsenek-e az összekapcsolásból eredő hibák,

| Registration: EOY_gyor                                               |                   |                   |                             |        |        |         |                            |           |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|--------|--------|---------|----------------------------|-----------|
| Registration Edit ScanWorld Constraint Cloud Constraint Viewers Help |                   |                   |                             |        |        |         |                            |           |
| ScanWorld's Constraints Constraint List ModelSpaces                  |                   |                   |                             |        |        |         |                            |           |
| Constraint ID                                                        | ScanWorld         | ScanWorld         | Type                        | Status | Weight | Error   | Error Vector               | Group     |
| 3001                                                                 | Station-004: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.293 m | (-0.021, -0.010, 0.292) m  | Ungrouped |
| 4002                                                                 | Station-004: S... | Station-005: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.029 m | (0.003, 0.002, -0.028) m   | Ungrouped |
| 4002                                                                 | Station-004: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.071 m | (-0.030, -0.012, -0.063) m | Ungrouped |
| 4003                                                                 | Station-004: S... | Station-005: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.034 m | (0.002, 0.001, -0.034) m   | Ungrouped |
| 4003                                                                 | Station-004: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.069 m | (0.004, 0.030, -0.062) m   | Ungrouped |
| 4001                                                                 | Station-004: S... | Station-005: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.035 m | (0.002, 0.000, -0.035) m   | Ungrouped |
| 4001                                                                 | Station-005: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.053 m | (0.038, -0.012, -0.035) m  | Ungrouped |
| 4002                                                                 | Station-005: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.050 m | (-0.033, -0.013, -0.034) m | Ungrouped |
| 4003                                                                 | Station-005: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.040 m | (0.003, 0.029, -0.027) m   | Ungrouped |
| 6002                                                                 | Station-006: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.005 m | (-0.002, 0.002, -0.004) m  | Ungrouped |
| 6003                                                                 | Station-006: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.002 m | (0.001, -0.002, 0.001) m   | Ungrouped |
| 6001                                                                 | Station-006: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.003 m | (0.001, -0.001, 0.003) m   | Ungrouped |
| 7001                                                                 | Station-007: S... | Station-008: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.043 m | (-0.015, 0.032, 0.025) m   | Ungrouped |
| 7001                                                                 | Station-007: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.029 m | (0.001, 0.001, -0.029) m   | Ungrouped |
| 7002                                                                 | Station-007: S... | Station-008: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.043 m | (-0.016, 0.030, 0.026) m   | Ungrouped |
| 7002                                                                 | Station-007: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.056 m | (0.020, -0.042, -0.032) m  | Ungrouped |
| 7003                                                                 | Station-007: S... | Station-008: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.052 m | (-0.020, 0.031, 0.038) m   | Ungrouped |
| 7003                                                                 | Station-007: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.066 m | (0.030, -0.052, -0.027) m  | Ungrouped |
| 7001                                                                 | Station-008: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.064 m | (0.015, -0.031, -0.054) m  | Ungrouped |
| 7002                                                                 | Station-008: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.099 m | (0.036, -0.072, -0.058) m  | Ungrouped |
| 7003                                                                 | Station-008: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.116 m | (0.050, -0.082, -0.065) m  | Ungrouped |
| 8001                                                                 | Station-008: S... | Station-009: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.046 m | (-0.015, 0.034, 0.028) m   | Ungrouped |
| 8001                                                                 | Station-008: S... | uj_kapcsoponto... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.094 m | (-0.029, 0.067, 0.060) m   | Ungrouped |
| 8002                                                                 | Station-008: S... | Station-009: S... | Coincident: Vertex - Vertex | On     | 1.0000 | 0.043 m | (-0.015, 0.028, 0.030) m   | Ungrouped |

6.6. ábra: Maradék ellentmondások a kapcsolópontok között

mint a dupla fal, vagy egymásba lógó épületek. A *Tools/Unify Clouds* paranccsal egyesítettem az összekapcsolt felhőket, így egy pontfelhőként kezeli az állományt. Az állományt exportáltam pcE alkalmazások számára, így kaptam a pontfelho.coe fájlt, amelyet már az AutoCAD képes kezelni.



6.7. ábra: Az egyesített pontfelhő képe

A következő alfejezetekben az elkészített pontfelhő további feldolgozási lehetőségei közül csupán néhányat emeltem ki, mint például a homlokzatrajz készítést és az épületmodellezést.

## 6.2. A kidolgozott mintarendszer

### 6.2.1. A homlokzatrajz elkészítésének folyamata

A homlokzat alatt az építménynek, az épületnek a terepcsatlakozás feletti részét értjük. A homlokzatrajz az épület kontúrjának, azzal oldalanként párhuzamos függőleges síkra képzett ortogonális vetület. A homlokzat felszerkesztése az alaprajzok és a metszetek segítségével történik. A terven nézetvonalakat használunk. A homlokzatok elnevezése általában az égtájak segítségével történik.

A tervekészítés sorrendje:

- A 0,000 szint megadása, megrajzolása (terep, vagy járda, esetleg földszinti padlóvonal) kiindulási szintként
- Az alaprajzból átvett értékekkel az építmény külső kontúrmérete, a nyílásokkal együtt (függőleges vonalak, még lezárás nélkül)
- A metszetből átvett adatok segítségével a homlokzati nyílások magasságának jelölése, a homlokzatot befolyásoló egyéb szerkezetek (párkányok, mellvédek, erkélyek, tetőgerinc, tetőfelépítmények, kémények) megszerkesztése
- Lábazat, teraszok, külső lépcsők felszerkesztése
- A homlokzat főbb szintjeinek megadása

Egy homlokzatrajz-részletet készítettem a Győri Körzeti Földhivatalról, amivel szerettem volna bemutatni a lézerszkennelésben rejlő lehetőségeket. Egy műemlékvédelem alatt álló épületről van szó, amely épület a térinformatikai rendszeremben is szerepel, így a róla készített – illetve a többi épületről is elkészíthető – homlokzatrajzra hivatkozni is lehet.

Első lépésként kiválasztottam egy részletet az épület homlokzatán, majd megvizsgáltam, hogy vannak-e takaró objektumok a pontfelhőn.





**6.8. ábra: A Győri Körzeti Földhivatal (a) fotón (b) pontfelhőn**

Ezt követően a Leica Cyclone programmal kivágtam ezt a részletet a pontfelhőből, amelyet nem az EOVB-ba transzformált pontfelhőből tettem, hanem a harmadik álláspontnál rögzített állományból; ugyanis az összeillesztett pontfelhő felbontása kismértékben romlik, de az előbb említett állomány esetében szinte az épületre merőlegesen végeztem el a szkennelést, így az apró részletek is jól kivehetők.



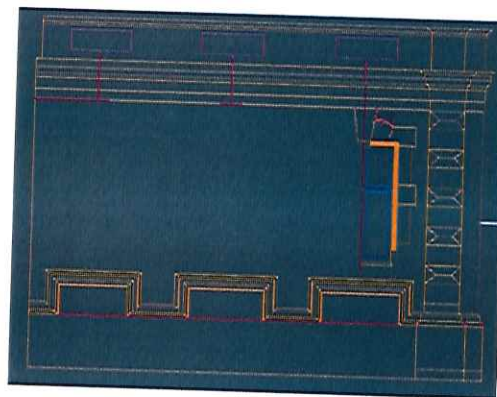
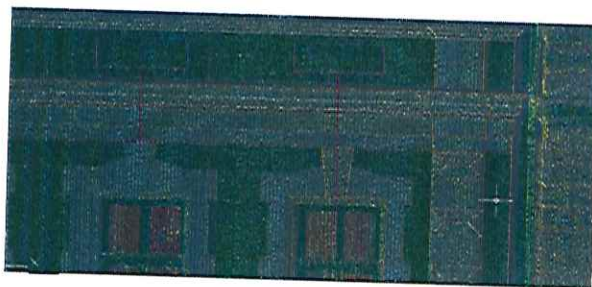
**6.9. ábra: Az ortogonális pontfelhő**

A kivágotat exportáltam a pcE alkalmazások számára és homlokzat.coe néven mentettem.

A feldolgozáshoz az AutoCAD Civil 3D 2012-es 64 bites verzióját használtam, azonban szükség volt egy bővítményre, mivel a program önmagában nem képes \*.coe formátum beolvasására.

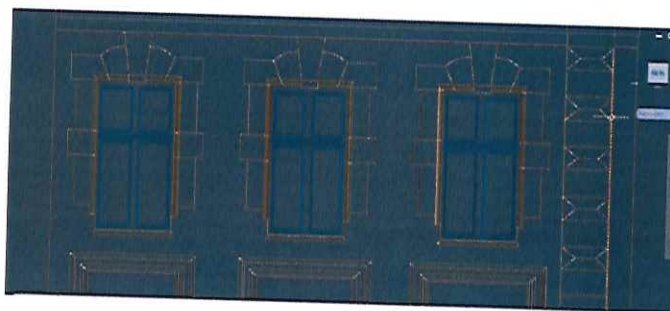
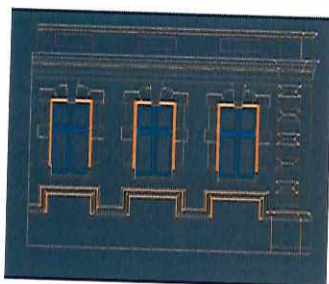
A pontfelhő importálását követően gyorsan és hatékonyan tudtam elkészíteni a homlokzatrajzot, ahol a 0,000 szintet, azaz a járda szintjét húztam meg kiindulási vonalként. Erre a vonalra építettem fel a többi elemet.





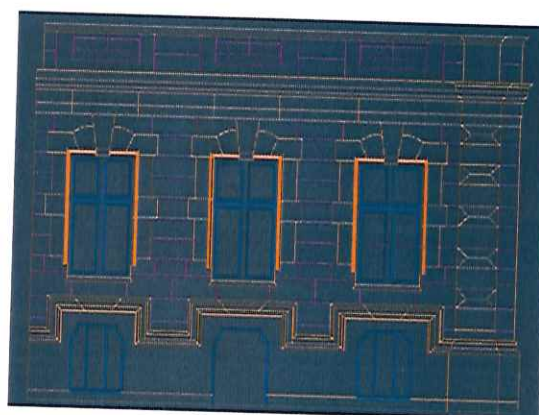
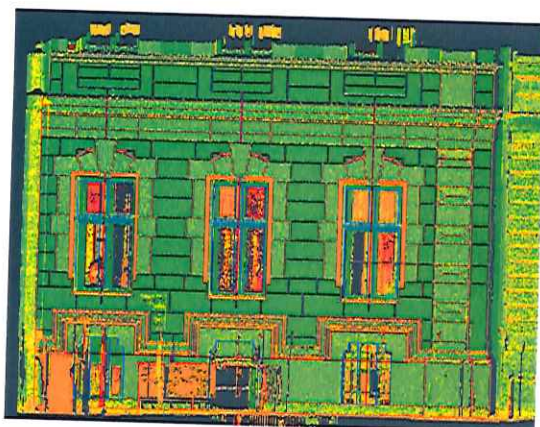
**6.10. ábra: A homlokzatrajz készítése pontfelhő háttérrel, illetve pontfelhő nélkül**

Először az építmény kontúrját rajzoltam meg, majd a stukkók szerkesztését kezdtem el. A fenti pontfelhős képen jól látszanak az élek, amelyek nagyban meggyorsították a rajzolás mentetét.



**6.11. ábra: Homlokzati nyílások megszerkesztése**

A kontúr megrajzolását követően a homlokzati nyílások szerkesztését végeztem el, amelyből elsőre egy felet szerkesztettem meg, amelyet tükröztem és az egészet továbbmásoltam. A pontfelhő „háttérképet” folyamatosan „ki/be” kapcsoltam, azaz megjelenítettem és elrejtettem.

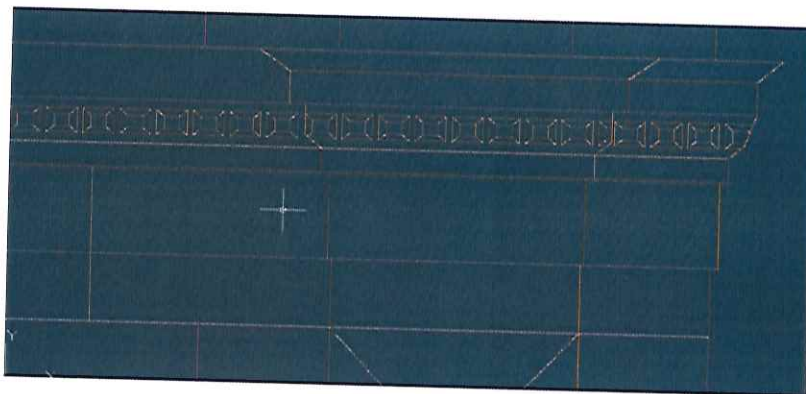


**6.12. ábra: Lábazati nyílások és díszítő elemek kirajzolása**



Az ablakok elkészítést követően a lábázat, illetve a lábazati nyílások megrajzolását végeztem, illetve a nagyobb stukkókat szerkesztettem meg.

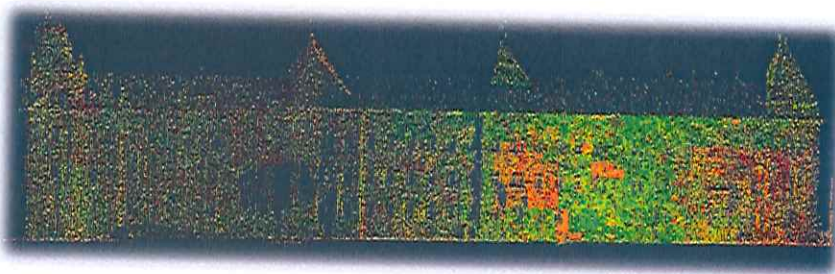
Aprólékos munkával elkészítettem a kisméretű díszítőelemeket is, azonban ezek mérete annyira kicsi volt, hogy „egybecsúszott” az 1:25-ös méretarányú rajzon, így kikapcsoltam a rétegmegjelenítésből ezeket a vonalakat. Az elkészült rajz az 5. számú mellékletben látható.



6.13. ábra: Aprólékos munkával elkészített stukkó

### 6.2.2. Az épületek elkészítése

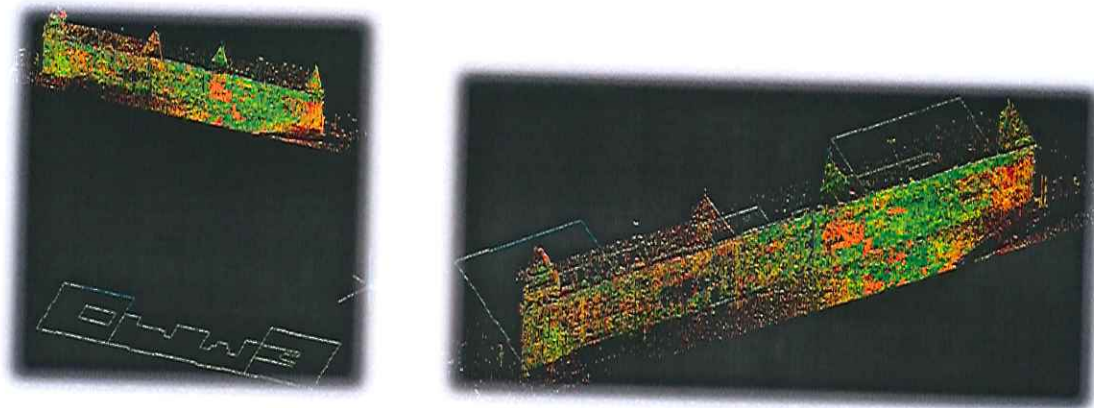
Az épületek modellezése során több nehézségbe is ütköztem, ugyanis elsőre az egyesített pontfelhőt olvastam be az AutoCAD-be. Azonban a pontfelhő kezeléséhez nem bizonyult elegendő hardveres háttér a feldolgozógépemen. Ezért úgy döntöttem, hogy az egyesített állományból több kivágatot készítek, majd ezt importálom be külön - külön a Civil 3D-be. A pontok száma így is elérte a 4–5 millió pontot, vagy annak többszörösét. Így a program ugyancsak nehezen kezelte az állományt.



6.14. ábra: Homlokzati pontfelhő

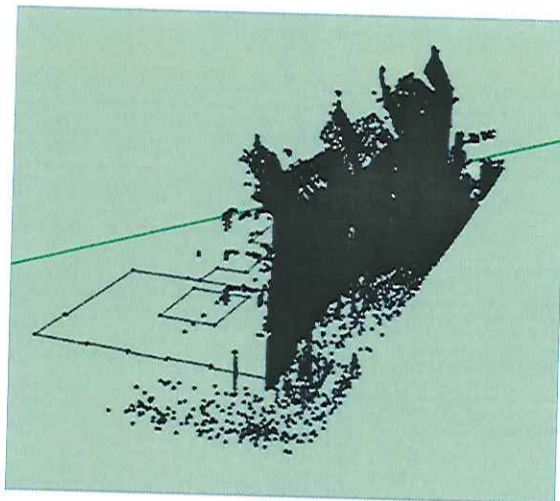
A Google SketchUp programot használtam fel az épületek 3D modelljének elkészítéséhez, ezért az AutoCAD-es pontfelhő állományhoz importáltam az épületek

alaptérképét – amely ekkor még 0,00 magassággal rendelkezett – és „szintbe hoztam”, azaz a szkennelt állományhoz igazítottam. Végül *DXF* formátumban elmentettem.



**6.15. ábra: Pontfelhő és az alaptérkép együttes megjelenítése**

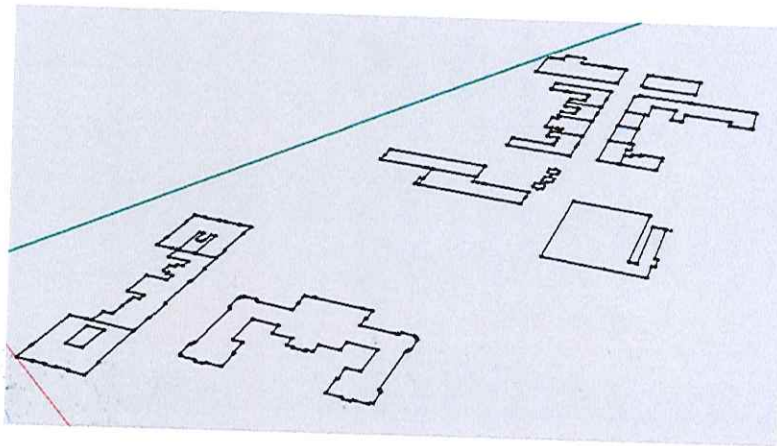
A SketchUp Pro képes a CAD állományok kezelésére, így importáltam a Városház tér részletet. A beolvasás a hardveres háttér miatt hosszú ideig tartott és a program így nem is volt képes kezelni az állományt. Azonban egy jobb összeállításban, erősebb videokártyával már lehetne szerkeszteni, amely nagyban megkönnyítette volna a munkát. A beolvasott állományon is jól látszik, hogy melyik épület milyen magasságú, illetve mekkora tetővel rendelkeznek. Ez meggyorsította volna az épületek létrehozását.



**6.16. ábra: Google SketchUp-ban megjelített pontfelhő**

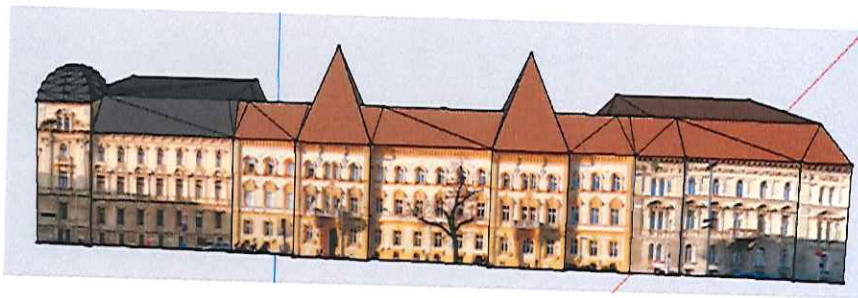
Ezt követően a pontfelhőt az AutoCAD-ben kezeltem, ahonnan az épületekhez tartozó magasságot mértem le és csak az alaptérképet olvastam be a SketchUp-ba.





**6.17. ábra: A SketchUp-ba importált mintaterület**

Az így elkészített fotorealisztikus modellt *COLLADA File* –ként exportáltam, amelyet az ArcScene kezelni képes. Ehhez szükséges, hogy méter, vagy milliméter rendszerben dolgozzunk, ugyanis a térinformatikai rendszerben a vízszintes hálózatként az EOVS, magassági hálózatként pedig az EOMA lesz definiálva.



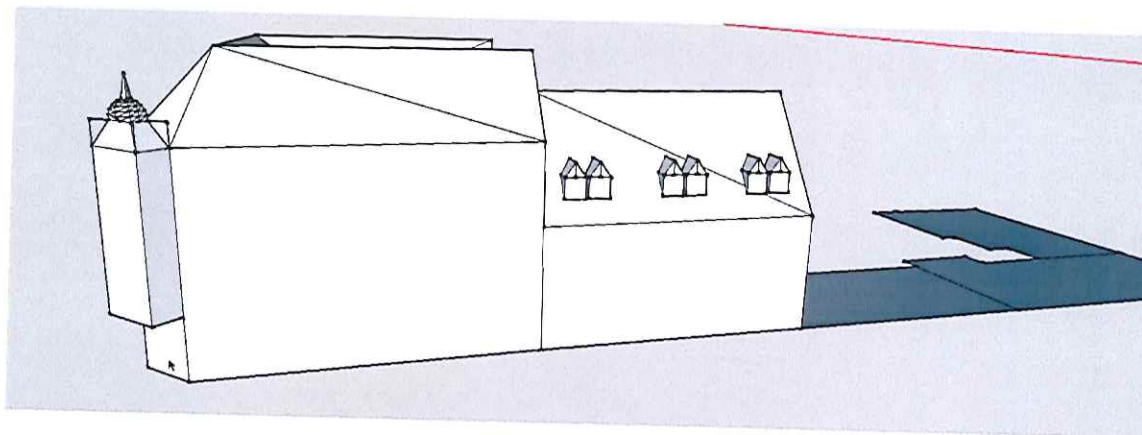
**6.18. ábra: Fotorealisztikus 3D modell**

A következő részben egy tömbbrészlet elkészítését mutatom be. Az AutoCAD-be importálom a \*.coe kiterjesztésű állományt. Megmérem az épületek magasságát, majd külön a tetők magasságát is. Amennyiben az épületen jelentkezik nagyobb kiugrás, akkor annak nagyságát is feljegyzem.



**6.19. ábra: Az AutoCAD-be beolvasott pontfelhő részlet**

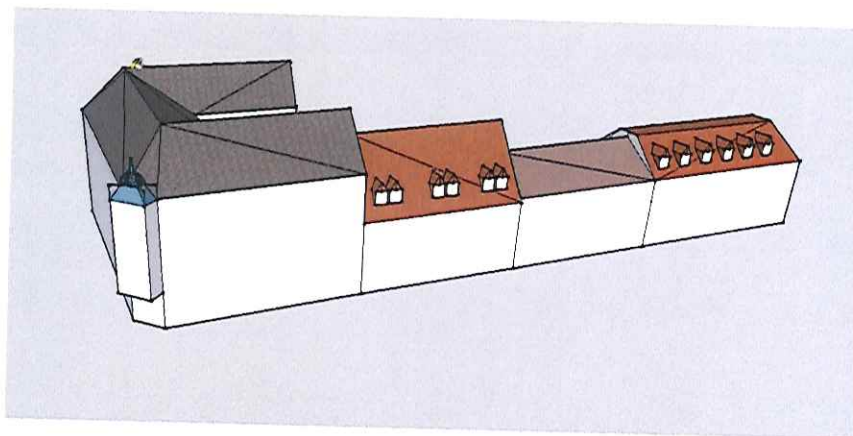
A Google programjában a fent említett alapból kivágom a számomra szükséges részt. Fontos, hogy az épületen jelentkező kisebb kiugrásokat generalizáljuk, mert a nagyon részletes modelleket nem tudja kezelni az ArcGIS. Ezt követően a kívánt magasságig lehet „kihúzni” a poligont, a tetőt pedig külön szerkesztettem rá.



**6.20. ábra: Háromdimenziós felületmodell**

Sorra veszem az épületeket, elkészítem mindegyiket a jellegzetes alakjuknak megfelelően. A kupolákat megközelítőleg, ívek segítségével rajzoltam meg. A tetőtéri ablakokból elegendő volt egyet megszerkeszteni és azt másolni.

Az így elkészült modellen a következő feladat a textúrázás elvégzése. Mivel a tetőt nem tudtam lefényképezni, ezért a program által felkínált tető-textúrákat használtam.



**6.21. ábra: Tető-textúrázott 3D modell**

Következő lépésként az épület oldalainak a textúrázását végeztem el. Az épületek egy tömb részét képezik, így nem tudtam minden oldalról lefényképezni, ezért a hiányzó oldalakra a program által felkínált textúrákat használtam. Az általunk készített képet az épület oldalára négy pont segítségével tudjuk ráfeszíteni.





**6.22. ábra: Az épület fotótextúrázása**

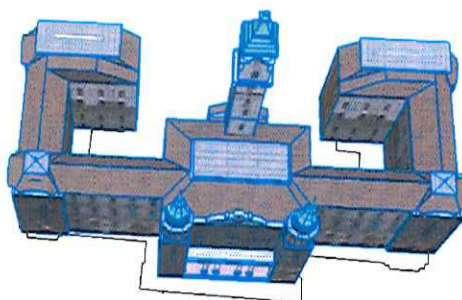
Az így elkészített modellt a Google Earth programba is fel lehetne tölteni, azonban a Google megköveteli az épület oldalainak teljes fotótextúrázását.



**6.23. ábra: Fotótextúrázott 3D-s modell**

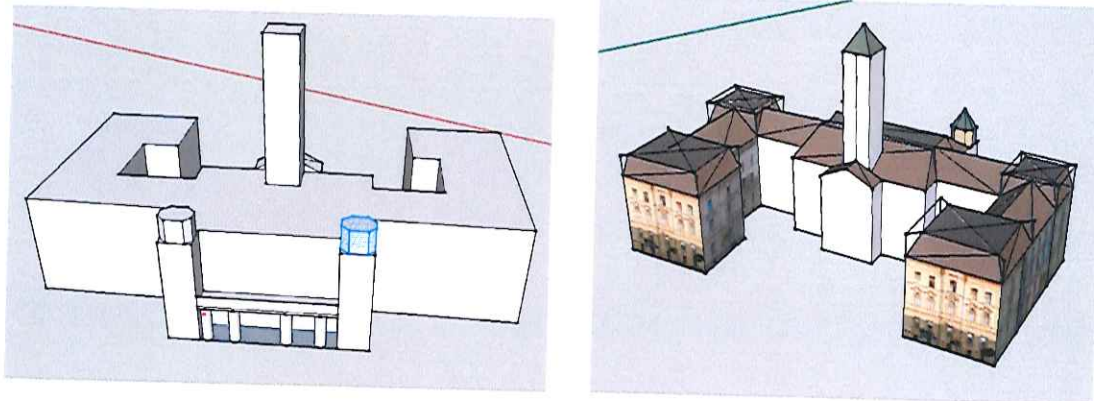
A fent említett folyamat alapján elkészítettem a többi modellt is. Ezeket akár egy állományban is készíthettem volna, de úgy nem lehetne beolvasni a térinformatikai szoftverbe.

A városháza és a megyeháza a Google Earth programban már rendelkezésre álltak, mint 3D-s modell és további felhasználás céljából szabadon letölthetők. A letöltött modelleket először a SketchUp-ban jelenítettem meg, majd kisebb javításokat végeztem rajta és így a tényleges helyükre kerültek a modellek.



**6.24. ábra: Városháza "helyére" forgatása**

Mivel a városháza modellje nagyon részletesen volt kidolgozva, ezért nem tudta kezelni az ArcScene. Egy új modellt készítettem, melyet jelentősen generalizáltam.



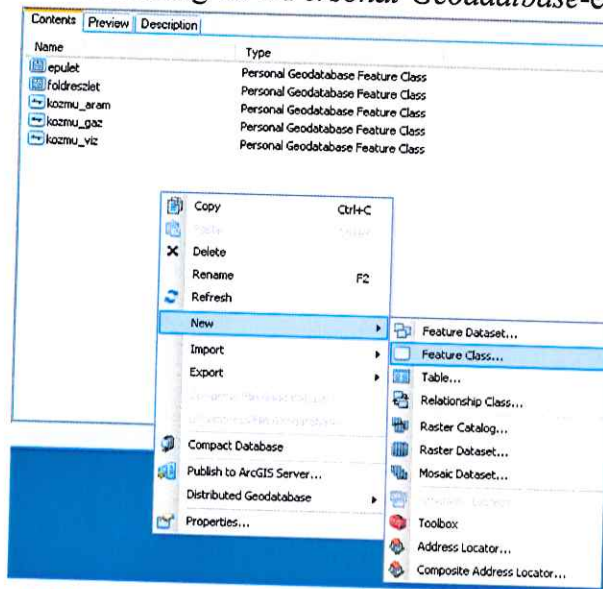
**6.25. ábra: Leegyszerűsített városháza modell**

A térinformatikai szoftverhez azonban ez még mindig „részletes” modell volt, így három darabra osztottam és azokat exportáltam.



### 6.2.3. A térinformatikai adatbázis létrehozása

A térinformatikai adatbázist az ArcGIS programcsomaggal készítettem el, ahol elsőként az ArcCatalog-ba a *Personal Geodatabase*-en belül új rétegeket (*Feature Class*) hoztam

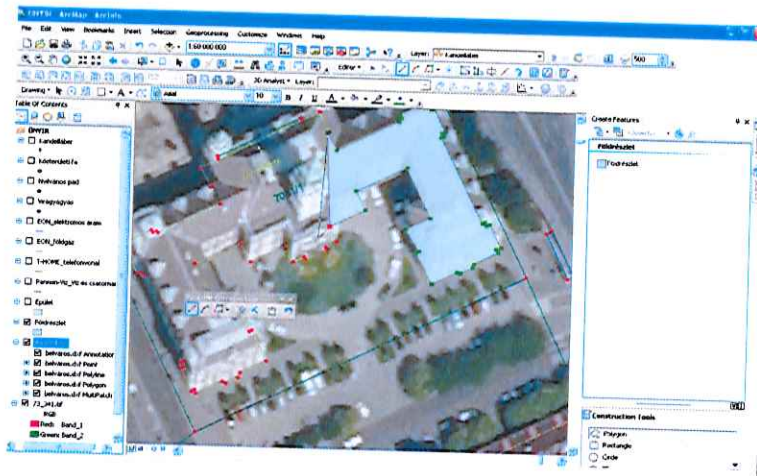


6.26. ábra: Az adatbázisban szereplő rétegek létrehozásának folyamata

létre. Az egyes rétegek között szerepeltek pont -, poligon – és vonalszerű objektumok. A háromdimenziós épületek számára pedig *MultiPatch* fedvényt hoztam létre.

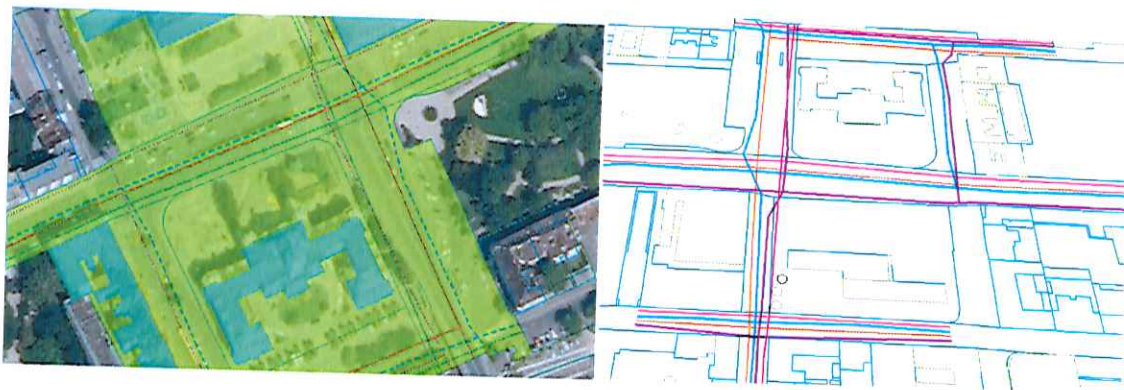
A vízszintes koordinátarendszerként az EOVT (Egységes Országos Vetület), magassági hálózatként pedig az EOMA-t (Egységes Országos Magassági Alaphálózat) definiáltam, amit csak a 3D-s rétegnél, az épületeknél kellett megtenni.

Következő lépésként az ArcMap-be importáltam az ortofotót és a térképkivágatot, amelyen elvégeztem a földrészek és az épületek digitalizálását a mintaterületre vonatkozólag.



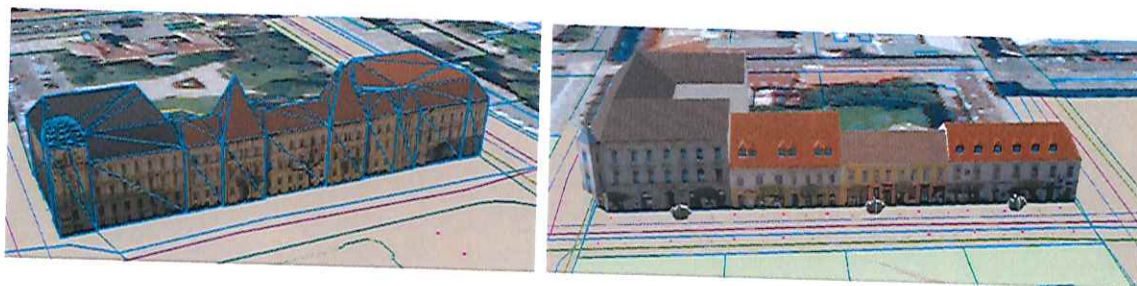
6.27. ábra: Épületek digitalizálása

Ezután a többi objektumot már csak fiktíven, vagy közelítőleg helyeztem el, ugyanis a közművek esetében semmilyen információm nem volt az elhelyezkedésüket és tulajdonságukat illetően.



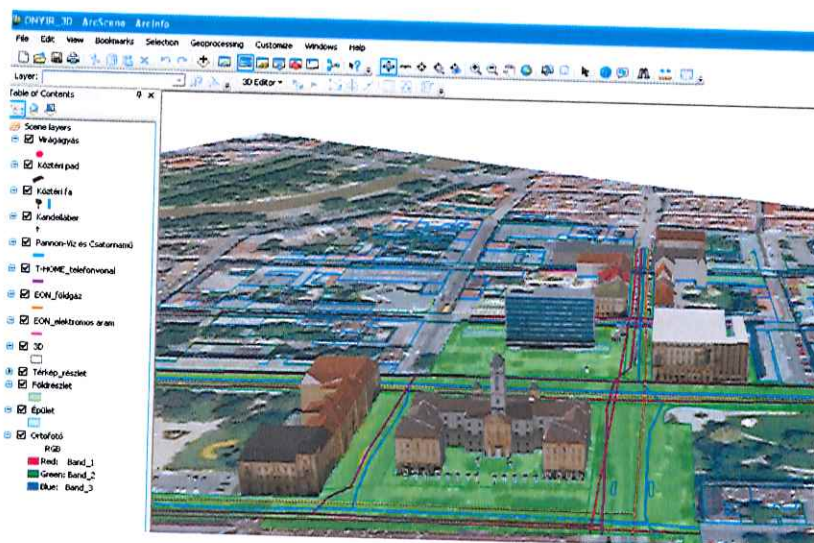
**6.28. ábra: Digitalizált földrészletek, épületek és közművek**

Végezetül az ArcScene-ben a *3D Editor* segítségével importáltam a Google SketchUp-ban exportált Collada fájlokat. Ezeket az objektumokat is el lehetne forgatni, de erre nem volt szükség, csupán a „helyükre” kellett mozgatni.



**6.29. ábra: Az ArcScene-be importált fotorealistikus 3D modellek**

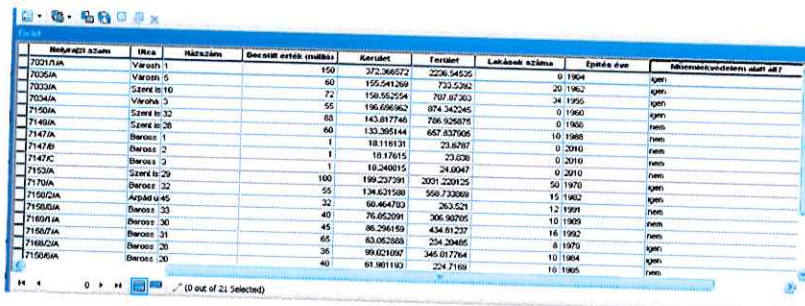
Nagyobb, részletes objektumok esetében felléphet az a hiba, hogy a program nem képes importálni a modellt, ilyenkor két lehetőség van, vagy le kell egyszerűsíteni a modellt, vagy részekre kell bontani – ahogyan ezt a városháza épületével is tettem.



**6.30. ábra: Háromdimenziós adatbázis**



Miután elhelyeztem az épületeket, a pontszerű objektumoknak (fa, kandeláber, pad) is megfelelő háromdimenziós jelkulcsot adtam meg a jobb szemléltethetőség céljából. Kiegészítésképpen új rétegeket hoztam létre, mint a közlekedési táblákat és lámpákat, valamint buszmegállókat, tűzcsapokat, melyeket szintén 3D-s jelkulcsokkal ruháztam fel.



| Időpont | Ulica     | Názváltás | Becslott érték (m <sup>2</sup> ) | Kerület    | Felület     | Lakások száma | Építés éve | Információk/leírás |
|---------|-----------|-----------|----------------------------------|------------|-------------|---------------|------------|--------------------|
| 70211A  | Városh 1  |           | 150                              | 272.266572 | 2236.54535  | 0             | 1904       | igén               |
| 70205A  | Városh 5  |           | 50                               | 155.541299 | 733.5392    | 20            | 1962       | igén               |
| 70203A  | Városh 10 |           | 72                               | 159.562554 | 707.87363   | 34            | 1955       | igén               |
| 70204A  | Városh 3  |           | 55                               | 196.696862 | 874.342245  | 0             | 1960       | igén               |
| 71500A  | Szere 32  |           | 88                               | 143.817746 | 706.505876  | 0             | 1960       | igén               |
| 71400A  | Szere 30  |           | 60                               | 133.365144 | 667.637905  | 10            | 1968       | igén               |
| 71470A  | Beross 1  |           | 1                                | 18.118131  | 23.628      | 0             | 2010       | igén               |
| 71470B  | Beross 2  |           | 1                                | 18.118131  | 23.628      | 0             | 2010       | igén               |
| 71470C  | Beross 3  |           | 1                                | 18.118131  | 23.628      | 0             | 2010       | igén               |
| 71530A  | Szere 29  |           | 1                                | 18.240815  | 24.0047     | 0             | 2010       | igén               |
| 71700A  | Beross 45 |           | 160                              | 189.237391 | 2071.220125 | 50            | 1970       | igén               |
| 71502A  | Beross 33 |           | 55                               | 134.821588 | 599.730889  | 15            | 1962       | igén               |
| 71505A  | Arpadu 45 |           | 32                               | 90.464703  | 263.521     | 12            | 1991       | igén               |
| 71506A  | Beross 30 |           | 40                               | 76.652091  | 306.90705   | 10            | 1965       | igén               |
| 71507A  | Beross 31 |           | 45                               | 86.286159  | 434.81237   | 16            | 1992       | igén               |
| 71508A  | Beross 20 |           | 65                               | 83.082305  | 234.20485   | 8             | 1979       | igén               |
| 71509A  | Beross 20 |           | 36                               | 99.621097  | 346.017764  | 10            | 1964       | igén               |
| 71500A  | Beross 20 |           | 40                               | 81.901193  | 224.7169    | 10            | 1965       | igén               |

6.31. ábra: Az épület adattábla

A rétegek objektumait fiktív adatokkal töltöttem fel, ugyanis a földrésztelkekről és az épületekről, de a többi objektumról sem rendelkezem valós

információkkal. Nyilvánvalóan az összes tulajdonság birtokában szélesebb körű lekérdezéseket és elemzéseket lehetne végezni. Azonban további lehetőségek rejlenek a közlekedési lámpák és a tűzcsapok feltüntetésében is. Győrbén nemrég készültek el a „beszélő” buszmegállók, így a rendszerbe csatolásával még összetettebb adatbázist hozhatunk létre. Az adattáblák feltöltésével elkészült a 3D-s térinformatikai adatbázis, az Önkormányzati Nyilvántartó Rendszer (röviden ÖNYIR).



6.32. ábra: Az elkészített mintarendszer



6.33. ábra: A háromdimenziós "sétálóutca"

#### 6.2.4. A térinformatikai adatbázis lehetőségei

Az Önkormányzati Nyilvántartó Rendszerhez (továbbiakban ÖNYIR) többféle adatforrás is kapcsolható. A földhivatali és közmű adatokon kívül városüzemeltetési és építésügyi adatokat is beágyazhatunk a rendszerbe, így egy egységes nyilvántartást kapva.

A mintaterületen digitalizált földrészletekről tematikus térképet készíthetünk, pl. területüket alapul véve. A mellékelt kép alapján is látható, hogy öt osztályba soroltam a földrészleteket, minden egyes osztály más színnel jelentkezik.

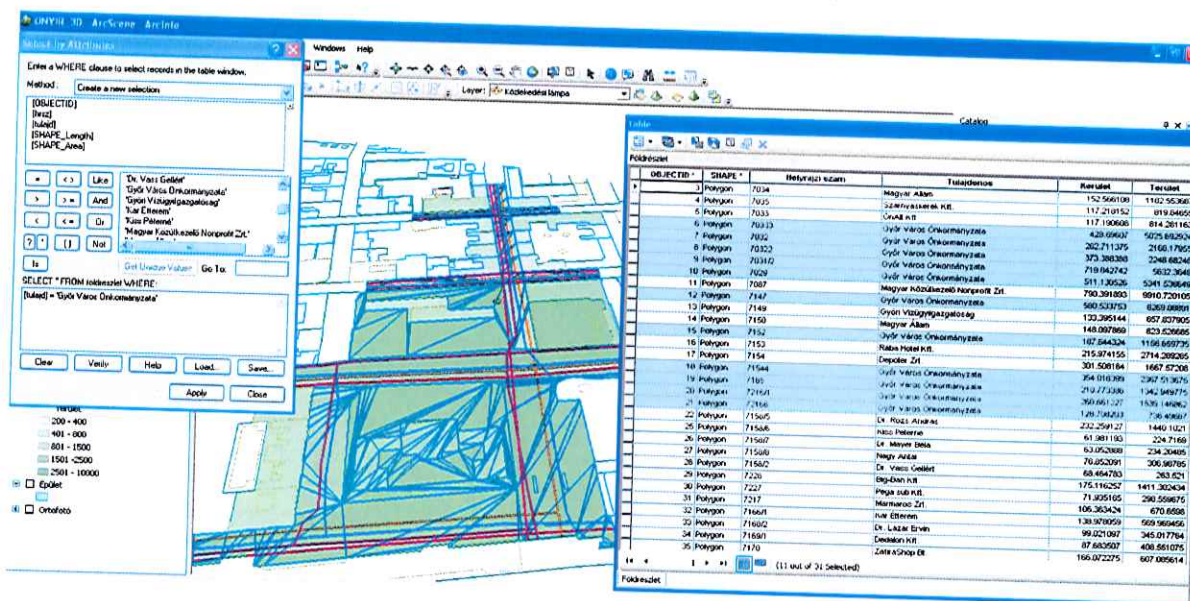


6.34. ábra: Földrészletek terület szerinti csoportosítása

A rendszerben lekérdezéseket is hajthatunk végre, mint például leválogathatjuk az önkormányzati tulajdonban lévő területeket. A mintaterületen ezt akár manuálisan is ki



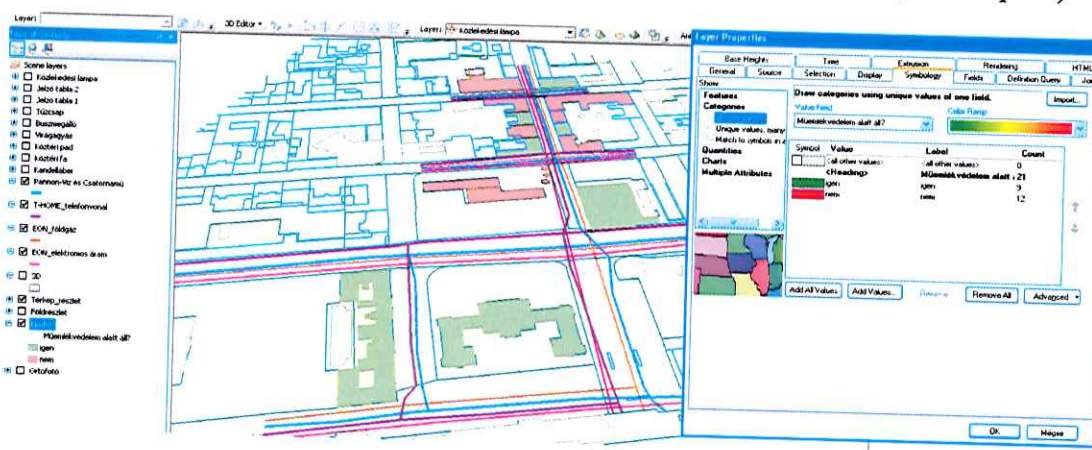
lehetne keresni, de az egész városra vonatkozóan ez időigényes feladat lenne. A keresett adatokat mind táblázatos, mind térképi formában megjeleníthetjük.



6.35. ábra: Győr Város Önkormányzatának tulajdonában lévő területek

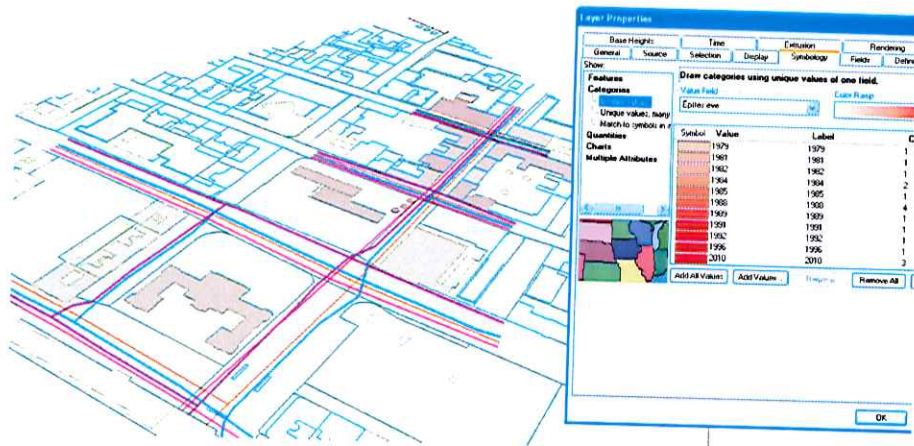
A lekérdezéseket az épületekre is ugyanúgy alkalmazhatjuk, vizsgálhatjuk a műemlékvédelem alatt álló építményeket, vagy csoportosíthatjuk építési évük szerint.

További tematikus térképek készíthetők a lekérdezések együttes alkalmazásával. Például keressük azokat az épületeket, amelyek 1990 előtt épültek és nem állnak műemlékvédelem alatt. A kapott eredményeket táblázatos formában, tematikus térképi állományban és fotorealisztikus háromdimenziós formában is megjeleníthetjük. Így lehetőség nyílik az épületek homlokzatának megvizsgálására is (pl.: milyen állapotú).

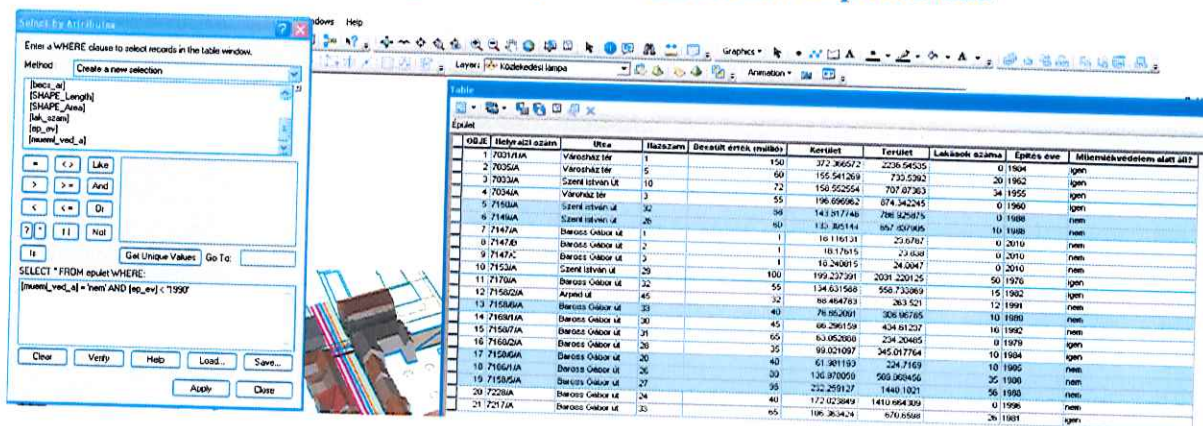


6.36. ábra: Műemlékvédelem alatt álló épületek

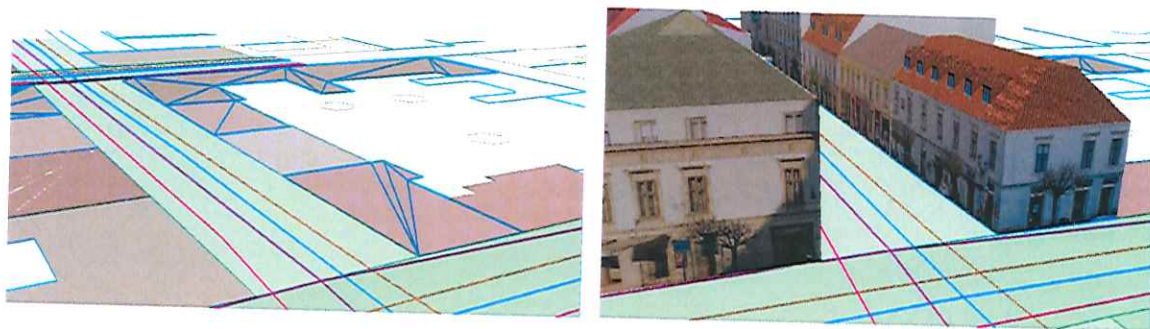




6.37. ábra: Az épületek építési évük szerinti csoportosítása



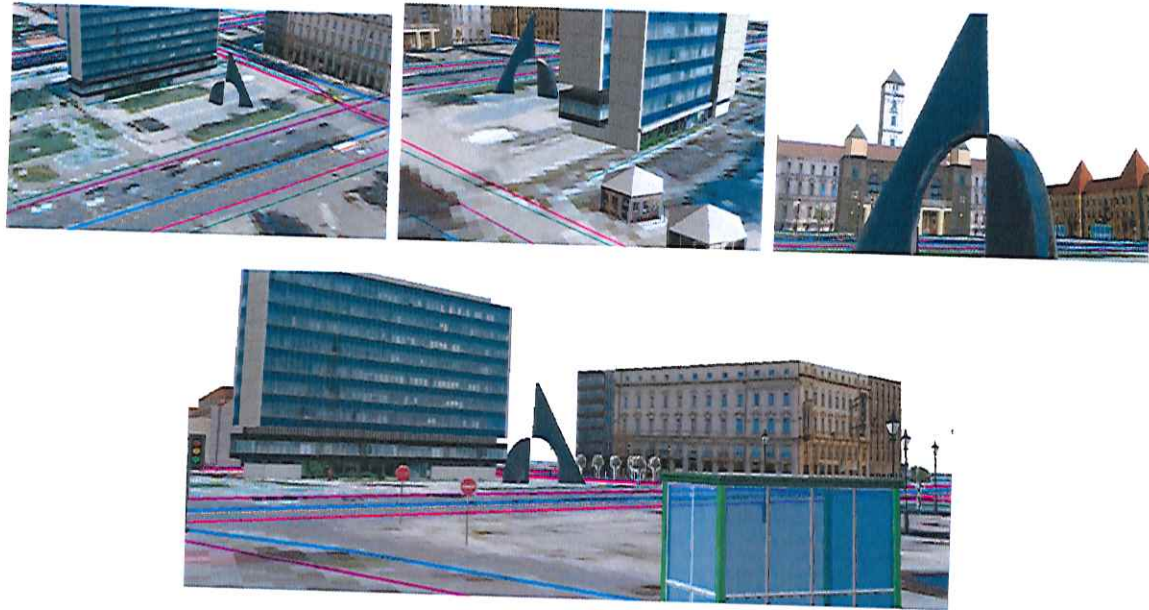
6.38. ábra: 1990 előtt épített nem műemlékvédelmi épületek



6.39. ábra: 21 évnél idősebb, nem műemlékvédelmi épületek megjelenítése térképen és 3D-ben

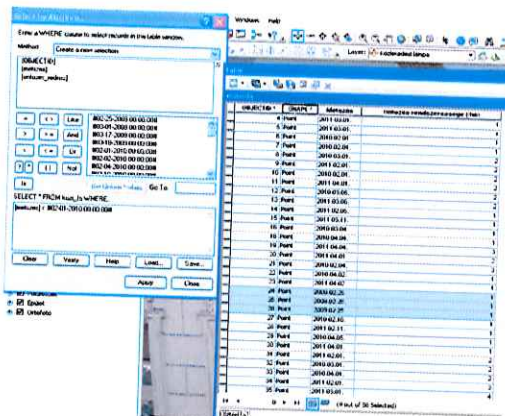
Ahogy korábban említettem a 3D városmodell segítségével akár egy új objektum (pl.: szobor) környezetbe illeszkedését is vizsgálhatjuk. A szobor háromdimenziós tervét importálhatjuk a nyilvántartási rendszerbe és a kívánt helyre beállíthatjuk. Különböző nézetekből is szemlélhetjük a szobor, vagy műalkotás utcaképbe való illeszkedését. Így rövid időn belül kiderülhet, hogy a szobor mennyire illik bele a környezetbe. A modellezéshez a Google 3D Warehouse-ból választottam ki egy „műalkotást”.





6.40. ábra: Egy műalkotás utcaképbe való beilleszkedésének vizsgálata

Végezetül a köztéri fákra is kitérhetünk, melyeknél vizsgálhatjuk akár a metszés idejét, vagy az öntözés rendszerességét. Egyes fafajoknál fontos lehet az évenkénti metszés, de a városüzemeltetés minden bizonnyal ezt nem tudja évi rendszerességgel ellátni. Lekérdezhetjük a legrégebben megmetszett fákat, majd táblázatos és 3D térképi formában is szemlélhetjük az eredményt.



6.41. ábra: A kijelölt fákon szükséges a metszést végezni

## 7. Összefoglalás – Tapasztalatok, javaslatok

A mérési technológiák fejlődése alapvető változásokhoz vezetett, hiszen korábban a földmérés során alapvetően pontmérést végeztünk, ami mára gyökeresen változhat. A mért (diszkrét) pontok helyét a jövőben sok gyakorlati alkalmazásban átveszik a pontfelhők. A lézerszkennelési technológia szélesebb körű alkalmazási lehetőségekkel rendelkezik, mint a földmérésben eddig használatos mérőállomások; ugyanis rövid idő alatt nemcsak néhány száz pont megmérésére nyílik lehetőség, hanem több millió pontot is meghatározhatunk.

A földmérők fő feladata e technológiában a mérés megtervezése és végrehajtása. A pontfelhő kezeléséhez nem kell speciális földmérési szaktudással rendelkezni, hiszen különféle elemzési feladatokra ma is használják mind a gépiparban, mind pedig az építőmérnöki tevékenységekben. Építészeti feladatok megoldására is rendkívül alkalmas, ahogyan azt a homlokzatrajz készítése során bemutattam.

A lézerszkennelés felbontásának meghatározása nagymértékben függ az alkalmazástól. Egy 3D városmodell esetében elegendő lehet a 20 cm-es felbontás is, amennyiben csak az épületeket szeretnénk modellezni. További mérnöki feladatok megoldásához szükségessé válhat a nagyobb felbontás, hiszen egy aprólékos homlokzatrajz elkészítéséhez nem elegendő az előbb említett felbontás, hanem centiméter, illetve centiméter alatti részletességre van igény.

A felméréshez földi lézerszkennert használtam, mivel egy rövid sétálóutcáról volt szó. Azonban forgalmas, és hosszabb útszakaszokat hatékonyabb mobil eszközzel felmérni. Egyre elterjedtebb a mobil lézerszkennelés, amely során egy hordozójárműre van rögzítve a rendszer. Ez a rendszer több eszközt foglal magába. Mindenekelőtt a helymeghatározást biztosító GPS és inerciális eszközöket, egy vagy több lézerszkennert, amelyhez CCD-kamerák is tartozhatnak. A hordozójármű leggyakrabban személyautó.



Természetesen az eljárási módokat (a légi, földi, és mobil lézerszkennelést) kombinálni is lehet, így nagyon hatékony megoldáshoz jutunk, hiszen az épületek tetejéről csak a légi lézerszkennerek tudnak adatot szolgálni, amelyet kapcsolni lehetne a mobil szkennelrel felmért területhez és a hiányzó, nehezen megközelíthető, zárt részeket a földi lézerszkennelrel lehetne felmérni. Az eljárások kombinálásával egy komplex, az egész városra kiterjedő pontfelhőt hozhatunk létre, amely alapul szolgálhat a 3D modellezéshez, tervezéshez és építőmérnöki, vagy építészeti feladatok megoldásához is. Egy ilyen rendszer segítségével automatizálni lehetne a modellek és rajzok elkészítését is.

A jövőben akár az építészek, vagy az építőmérnökök már háromdimenzióban terveznek, amely tervet importálni lehetne az önkormányzati nyilvántartásba és a 3D városmodellbe is.

Egyre elterjedtebb lesz az olyan szkennerek alkalmazása is, amelyek nem csak a földfelszíni, szemmel látható objektumokat képesek letapogatni, hanem a felszín alatti, illetve a falban lévő objektumokról is pontos adatokkal szolgál. A régészetben már több helyen is használtak ilyen műszereket, de a felszín alatti közművek felmérésénél is helyt állna. Segítségével meghatározhatjuk a falban lévő vezetékeket bontási munkálatok nélkül.

A rendszer sikere a felhasználók fogadókészségétől, és az informatikai rendszer befogadóképességtől függ, mert hiába készítünk el egy részletes, több terabájtos adatbázist, ha a környezet még nincs felkészülve ilyen adatmennyiség kezelésére. Egy ilyen rendszer felhasználásához komoly hardveres háttér kell, és felléphet a fogadóképes kereslet hiánya.

A térinformatikai adatbázis elkészítése során, illetve a rendszer feldolgozása közben nem a költséghatékonyaságot tartottam szem előtt, ugyanis a programokat, vagy azok próbaverzióit ingyenesen megkaptam. Nem biztos, hogy ezek a programok a legalkalmasabbak ezen adatok feldolgozására. Több ingyenes (freeware) program is

beszerezhető (Quantum GIS), melyek használatával és programozói szaktudással egy hatékony térinformatikai rendszer hozható létre.

A rendszer elkészítéséhez és üzemeltetéséhez az Autodesk által készített Topobase, vagy MapGuide szoftvert is fel lehetne használni, így elegendő lenne egy program vásárlása is. Amennyiben kimondottan csak a háromdimenziós városmodell a lényeg, akkor a már említett CityEngine programmal hatékonyan lehet dolgozni. Az általam használt programoknál olcsóbb verziókat is lehetséges beszerezni, mint például a ZWCAD, vagy a ProgeCAD szoftvert, amely az AutoCAD Civil 3D-nek körülbelül egytizedébe kerül.

A szakdolgozat készítése során fel lehetett volna használni – a most készülő – Google Street View adatokat, akár az épületek textúrázáshoz, akár belső építészeti feladatokhoz. Bizonyára jobb épületmodelleket is lehetett volna készíteni egy 3D Studio Max szoftverrel.

A rendszernek sokféle továbbfejlesztési lehetősége van, többek között az egész megyére, vagy országra is elkészíthető egy egységes és komplex háromdimenziós térinformatikai adatbázis. Alapul szolgálhat építészeti, közlekedési, rendészeti szervek és közmű szolgáltatók tervezési feladataihoz.



## 8. Irodalomjegyzék

- Ádám–Bányai-Borza–Busics–Kenyeres–Krauter–Takács: Múholdas helymeghatározás, 2004, Műegyetemi Kiadó
- Berényi Attila: Földi lézerszkennelés mérnökgeodéziai célú alkalmazása, 2011, Budapest
- Berényi Attila-Dr. Lovas Tamás-Dr. Barsi Árpád: Földi lézerszkennelatoratóriumi vizsgálata (2010), Geodézia és Kartográfia, 62, 4, pp. 11-16
- Dr. Busics György: Múholdas helymeghatározás gyakorlati jegyzetek, 2009
- Lénárt Csaba: Általános térinformatikai alapok, 2003, Miskolc
- Lovas Tamás-Berényi Attila: Fogalmak, kifejezések a lézerszkennelésben (2011), Geodézia és Kartográfia, 63, 4, pp. 9-12
- Prof. Dr. Márkus Béla: Térinformatika 1, 2010, Székesfehérvár
- Rehány Nikolett: Földi lézerszkennel pontossági vizsgálata, 2010, Budapest
- Dr. Sárý István: A győri városháza 1985, 2000
- Tarsoly Péter: Geodézia II, 2009, Székesfehérvár
- Váradí Attila: Leica ScanStation C10 (2010), GISOpen

## Internetes hivatkozások

- <http://civil3d.varinex.hu/dbfiles/view/326>
- <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/ottofi/10fejeze.htm>
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Gy%C5%91r>
- [http://infovilag.hu/hir-21604-magyar\\_kezben\\_vilag\\_legmodernebb\\_mobil\\_t.html](http://infovilag.hu/hir-21604-magyar_kezben_vilag_legmodernebb_mobil_t.html)
- <http://sketchup.google.com/intl/en/product/features.html>
- <http://web.fmt.bme.hu/barsi/habil/ch3.pdf>
- <http://www.esrihu.hu/cityengine/esri-cityengine-3d.html>
- <http://www.esrihu.hu/szoftverek-kezdolap/szoftverek.html>
- [http://www.geocalc.hu/portal/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=34](http://www.geocalc.hu/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=34)
- <http://www.hungarocad.hu/main.php?folderID=1161&articleID=4282&ctag=articlelist&iid=1>
- [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/EpiteszetiAlkalmazas.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/EpiteszetiAlkalmazas.pdf)
- [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/Utepites.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/Utepites.pdf)
- [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/RegeszetiFelhasznalas.pdf)
- [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/LaserScan\\_hun.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/LaserScan_hun.pdf)
- [http://www.laserscan.hu/i/\\_SourceImage/RendorsegiFelhasznalas.pdf](http://www.laserscan.hu/i/_SourceImage/RendorsegiFelhasznalas.pdf)
- <http://www.laserscanning.org.uk/forum/viewtopic.php?f=48&t=3403>
- [http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-SmartStation\\_8276.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-SmartStation_8276.htm)
- [http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-ScanStation-C10\\_79411.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/Leica-ScanStation-C10_79411.htm)
- [http://www.leica-geosystems.hu/hu/HDS-Rendszerek\\_5570.htm](http://www.leica-geosystems.hu/hu/HDS-Rendszerek_5570.htm)
- [http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps\\_system500/manuals/TechRef\\_en.pdf](http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/gps/gps_system500/manuals/TechRef_en.pdf)
- [http://www.mm-online.hu/cikk/terinformatikai\\_megoldasok](http://www.mm-online.hu/cikk/terinformatikai_megoldasok)
- <http://www.otk.hu/cd20xx/2006/4szek/Balog-Farkas%20Andr%C3%A1s.htm>
- <http://www.photometric.hu/3d-modell-18.html>
- <http://www.rudaskarig.hu/gispan/index.htm>



## MELLÉKLETEK

## 9. Mellékletek jegyzéke

1. számú melléklet: Az első sokszögvonat mérési jegyzőkönyve
2. számú melléklet: Az első sokszögvonat számítási jegyzőkönyve
3. számú melléklet: A második sokszögvonat mérési jegyzőkönyve
4. számú melléklet: A második sokszögvonat számítási jegyzőkönyve
5. számú melléklet: Homlokzatrajz



## **1. számú melléklet**

### **Az első sokszögvonali mérési jegyzőkönyve**

**NymE GEO**

8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3.

14134001-2-07



Munkaszám: **02/2011**

**Győr**  
*Belterület*

## Mérési jegyzőkönyv

**Szakdolgozat\_133/2011**

**2011**

Vetület: EO V Magasság: Balti

*Mérőeszköz típusa, száma:*



[www.geocalc.hu](http://www.geocalc.hu)

GeoCalc 3.5 (2011.0115)

710101

*Hegyi Tamás*

---

**Hegyi Tamás**

2011.11.02.



Álláspont: 10003

(műszermagasság = 0.000)

| Psz | Hz | Zi | Tf | Tv | Mj | Jelleg | Tvet | dM |
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|

Álláspont: 1001

(műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg    | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|-----------|--------|--------|
| 1002  | 97.0321  | 90.0721 | 77.808 |    | 0.000 | sszp      | 77.805 | -0.166 |
| 10003 | 351.5011 | 93.0849 | 24.033 |    | 1.652 | KP        | 23.996 | -2.971 |
| 1003T | 85.0829  | 90.5431 | 26.609 |    | 0.000 | tárcsa    | 26.605 | -0.422 |
| 1002T | 67.0707  | 90.3755 | 30.712 |    | 0.000 | tárcsa    | 30.709 | -0.339 |
| 1001T | 41.0817  | 90.3131 | 34.057 |    | 0.000 | tárcsa    | 34.054 | -0.312 |
| 10001 | 5.3953   | 89.3444 | 40.480 |    | 0.000 | épülets-f | 40.477 | 0.298  |

Álláspont: 1002

(műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 1001  | 179.2420 | 89.5350 | 77.812 |    | 0.000 | sszp   | 77.809 | 0.140  |
| 1003  | 289.4344 | 90.4733 | 78.278 |    | 0.000 | sszp   | 78.267 | -1.082 |
| 2001T | 268.3754 | 94.2439 | 6.392  |    | 0.000 | tárcsa | 6.373  | -0.492 |
| 2002T | 264.2139 | 92.0026 | 26.066 |    | 0.000 | tárcsa | 26.049 | -0.913 |
| 2003T | 280.2502 | 89.2348 | 26.309 |    | 0.000 | tárcsa | 26.306 | 0.277  |

Álláspont: 1003

(műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 1002  | 150.1022 | 89.1350 | 78.279 |    | 0.000 | sszp   | 78.269 | 1.052  |
| 1004  | 226.5631 | 90.1233 | 68.367 |    | 0.000 | sszp   | 68.364 | -0.249 |
| 3002T | 326.5706 | 86.5210 | 7.728  |    | 0.000 | tárcsa | 7.716  | 0.422  |
| 3001T | 239.4406 | 88.1908 | 25.914 |    | 0.000 | tárcsa | 25.902 | 0.760  |
| 3003T | 260.2554 | 89.2009 | 27.235 |    | 0.000 | tárcsa | 27.232 | 0.316  |

Álláspont: 1004

(műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg    | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|-----------|--------|--------|
| 1003  | 230.3642 | 89.4826 | 68.367 |    | 0.000 | sszp      | 68.364 | 0.230  |
| 3002T | 224.2314 | 89.2741 | 70.057 |    | 0.000 | tárcsa    | 70.051 | 0.659  |
| 1005  | 46.3205  | 89.5459 | 43.572 |    | 0.000 | sszp      | 43.570 | 0.064  |
| 111   | 235.1520 | 90.4125 | 26.193 |    | 0.000 | épülets-f | 26.190 | -0.316 |
| 222   | 232.0919 | 90.3244 | 33.440 |    | 0.000 | épülets-f | 33.437 | -0.318 |
| 4001T | 269.3106 | 84.5654 | 19.304 |    | 0.000 | tárcsa    | 19.228 | 1.700  |
| 4003T | 162.5554 | 88.4546 | 19.841 |    | 0.000 | tárcsa    | 19.835 | 0.428  |
| 4002T | 53.1524  | 88.0044 | 19.026 |    | 0.000 | tárcsa    | 19.014 | 0.660  |

Álláspont: 1005

(műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 1004  | 336.2719 | 90.0936 | 43.572 |    | 0.000 | sszp   | 43.570 | -0.122 |
| 1001  | 59.0628  | 89.0413 | 84.347 |    | 0.000 | sszp   | 84.332 | 1.369  |
| 6001T | 40.0404  | 87.1120 | 19.919 |    | 0.000 | tárcsa | 19.894 | 0.977  |
| 6002T | 51.4454  | 88.2532 | 35.809 |    | 0.000 | tárcsa | 35.794 | 0.984  |
| 6003T | 56.1450  | 87.2618 | 43.906 |    | 0.000 | tárcsa | 43.860 | 1.962  |
| 10001 | 224.4455 | 80.1020 | 17.457 |    | 0.100 | VP     | 17.200 | 2.880  |

Álláspont: 10001

(műszermagasság = 0.000)

| Psz | Hz | Zi | Tf | Tv | Mj | Jelleg | Tvet | dM |
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|

## **2. számú melléklet**

**Az első sokszögvonali számítási jegyzőkönyve**



**NymE GEO**

8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3.

14134001-2-07



Munkaszám: **02/2011**

**Győr**  
*Belterület*

## Számítási jegyzőkönyv

**Szakdolgozat\_133/2011**  
**2011**

Vetület: EOV Magasság: Balti

Mérőeszköz típusa, száma:



[www.geocalc.hu](http://www.geocalc.hu)

GeoCalc 3.5 (2011.0115)

710101

---

**Hegyi Tamás**

2011.11.02.

## Felhasznált koordináták :

| Pontszám | Y          | X          | M<br>Jelleg |
|----------|------------|------------|-------------|
| 10001    | 544044.880 | 260876.250 | 118.790     |
| 10003    | 544003.000 | 260941.370 | 115.950     |
| 10004    | 543976.760 | 261258.080 | 116.400     |

## Beillesztett sokszögvonal számítása

| Pontszám | Lh<br>Le                         | D<br>Ejav"         | T                 | DYjav<br>DYi        | DXjav<br>DXi     | dy<br>Y               | dx<br>X               |
|----------|----------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 10003    | 0.0000                           | 316.0942           |                   |                     |                  | 544003.000            | 260941.370            |
| 1001     | 351.5011<br>97.0321              | 0.00               | 23.996            | -0.002<br>-16.620   | 0.003<br>17.308  | -16.622<br>543986.378 | 17.311<br>260958.681  |
| 1002     | 105.1311<br>179.2420<br>289.4344 | 241.2252<br>0.00   | 77.805            | -0.006<br>-68.299   | 0.009<br>-37.267 | -68.305<br>543918.074 | -37.257<br>260921.424 |
| 1003     | 110.1924<br>150.1022<br>226.5631 | 171.4216<br>0.00   | 78.267            | -0.006<br>11.292    | 0.009<br>-77.448 | 11.286<br>543929.360  | -77.439<br>260843.985 |
| 1004     | 76.4609<br>230.3642<br>46.3205   | 68.2825<br>0.00    | 68.364            | -0.005<br>63.595    | 0.008<br>25.084  | 63.590<br>543992.950  | 25.092<br>260869.077  |
| 1005     | 175.5524<br>336.2719<br>224.4455 | 64.2348<br>0.00    | 43.570            | -0.003<br>39.292    | 0.005<br>18.828  | 39.289<br>544032.239  | 18.833<br>260887.910  |
| 10001    | 248.1737<br>224.4455             | 132.4124<br>17.200 |                   | -0.001<br>12.643    | 0.002<br>-11.662 | 12.641<br>544044.880  | -11.660<br>260876.250 |
|          | 0.0000                           |                    | 309.201<br>-0.023 | 41.90<br>0.037      | -65.16           | 41.88                 | -65.12                |
|          |                                  |                    | d= 0.043          | D=147.1515 [0.0000] |                  |                       | [ 0.085 ]m            |

## Beillesztett sokszögvonal számítása

| Pontszám | Lh<br>Le                         | D<br>Ejav"         | T                 | DYjav<br>DYi        | DXjav<br>DXi     | dy<br>Y               | dx<br>X               |
|----------|----------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 10003    | 0.0000                           | 316.0942           |                   |                     |                  | 544003.000            | 260941.370            |
| 1001     | 351.5011<br>97.0321              | 0.00               | 23.996            | -0.002<br>-16.620   | 0.003<br>17.308  | -16.622<br>543986.378 | 17.311<br>260958.681  |
| 1002     | 105.1311<br>179.2420<br>289.4344 | 241.2252<br>0.00   | 77.805            | -0.006<br>-68.299   | 0.009<br>-37.267 | -68.305<br>543918.074 | -37.257<br>260921.424 |
| 1003     | 110.1924<br>150.1022<br>226.5631 | 171.4216<br>0.00   | 78.267            | -0.006<br>11.292    | 0.009<br>-77.448 | 11.286<br>543929.360  | -77.439<br>260843.985 |
| 1004     | 76.4609<br>230.3642<br>46.3205   | 68.2825<br>0.00    | 68.364            | -0.005<br>63.595    | 0.008<br>25.084  | 63.590<br>543992.950  | 25.092<br>260869.077  |
| 1005     | 175.5524<br>336.2719<br>224.4455 | 64.2348<br>0.00    | 43.570            | -0.003<br>39.292    | 0.005<br>18.828  | 39.289<br>544032.239  | 18.833<br>260887.910  |
| 10001    | 248.1737<br>224.4455             | 132.4124<br>17.200 |                   | -0.001<br>12.643    | 0.002<br>-11.662 | 12.641<br>544044.880  | -11.660<br>260876.250 |
|          | 0.0000                           |                    | 309.201<br>-0.023 | 41.90<br>0.037      | -65.16           | 41.88                 | -65.12                |
|          |                                  |                    | d= 0.043          | D=147.1515 [0.0000] |                  |                       | [ 0.085 ]m            |



| Pontszám | Mh     | Me     | dM     | Mjav   | T     | M       |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| 10003    |        |        |        |        |       |         |
| 1001     | -2.971 | -0.166 | 2.971  | -0.128 | 24.0  | 115.950 |
| 1002     | 0.140  | -1.082 | -0.153 | -0.414 | 77.8  | 118.794 |
| 1004     | 0.230  | 0.064  | -0.240 | -0.363 | 68.4  | 116.141 |
| 1005     | -0.122 | 2.880  | 0.093  | -0.232 | 43.6  | 116.002 |
| 10001    |        |        | 2.880  | -0.091 | 17.2  | 118.790 |
| 10001    |        |        | 2.880  | -0.091 | 17.2  | 118.790 |
|          |        |        | 4.484  | -1.644 | 309.2 | 2.840   |

#### Polárisan bemért pont(ok) számítása [1001]

| Pontszám | Y          | X          | Li      | T      | Zi/d    | dM     | M       |
|----------|------------|------------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1001     | 543986.378 | 260958.681 |         |        | 0.0000  |        | 118.794 |
| 1003T    | 544012.887 | 260960.934 | 85.0829 | 26.605 | 85.0829 | -0.422 | 118.372 |
| 1002T    | 544014.671 | 260970.621 | 67.0707 | 30.709 | 67.0707 | -0.339 | 118.455 |
| 1001T    | 544008.782 | 260984.328 | 41.0817 | 34.054 | 41.0817 | -0.312 | 118.482 |

#### Polárisan bemért pont(ok) számítása [1002]

| Pontszám | Y          | X          | Li       | T      | Zi/d     | dM     | M       |
|----------|------------|------------|----------|--------|----------|--------|---------|
| 1002     | 543918.074 | 260921.424 |          |        | 0.0000   |        | 118.227 |
| 2001T    | 543911.703 | 260921.271 | 268.3754 | 6.373  | 268.3754 | -0.492 | 117.736 |
| 2002T    | 543892.151 | 260918.864 | 264.2139 | 26.049 | 264.2139 | -0.913 | 117.314 |
| 2003T    | 543892.201 | 260926.180 | 280.2502 | 26.306 | 280.2502 | 0.277  | 118.504 |

#### Polárisan bemért pont(ok) számítása [1003]

| Pontszám | Y          | X          | Li       | T      | Zi/d     | dM    | M       |
|----------|------------|------------|----------|--------|----------|-------|---------|
| 1003     | 543929.360 | 260843.985 |          |        | 0.0000   |       | 116.744 |
| 3002T    | 543925.152 | 260850.452 | 326.5706 | 7.716  | 326.5706 | 0.422 | 117.166 |
| 3001T    | 543906.988 | 260830.930 | 239.4406 | 25.902 | 239.4406 | 0.760 | 117.504 |
| 3003T    | 543902.507 | 260839.458 | 260.2554 | 27.232 | 260.2554 | 0.316 | 117.060 |

#### Polárisan bemért pont(ok) számítása [1004]

| Pontszám | Y          | X          | Li       | T      | Zi/d     | dM    | M       |
|----------|------------|------------|----------|--------|----------|-------|---------|
| 1004     | 543992.950 | 260869.077 |          |        | 0.0000   |       | 116.141 |
| 3002T    | 543943.949 | 260819.017 | 224.2314 | 70.051 | 224.2314 | 0.659 | 116.800 |
| 4001T    | 543973.722 | 260868.915 | 269.3106 | 19.228 | 269.3106 | 1.700 | 117.841 |
| 4003T    | 543998.772 | 260850.115 | 162.5554 | 19.835 | 162.5554 | 0.428 | 116.569 |
| 4002T    | 544008.186 | 260880.452 | 53.1524  | 19.014 | 53.1524  | 0.660 | 116.801 |

#### Polárisan bemért pont(ok) számítása [1005]

| Pontszám | Y          | X          | Li      | T      | Zi/d    | dM    | M       |
|----------|------------|------------|---------|--------|---------|-------|---------|
| 1005     | 544032.239 | 260887.910 |         |        | 0.0000  |       | 116.002 |
| 6001T    | 544045.044 | 260903.135 | 40.0404 | 19.894 | 40.0404 | 0.977 | 116.979 |
| 6002T    | 544060.348 | 260910.071 | 51.4454 | 35.794 | 51.4454 | 0.984 | 116.986 |
| 6003T    | 544068.706 | 260912.279 | 56.1450 | 43.860 | 56.1450 | 1.962 | 117.964 |

### **3. számú melléklet**

#### **A második sokszögvonal mérési jegyzőkönyve**



**NymE GEO**

8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3.

14134001-2-07



Munkaszám: **03/2011**

**Győr**  
Belterület

## Mérési jegyzőkönyv

**Szakdolgozat\_133/2011**

**2011**

Vetület: EOV Magasság: Balti

Mérőeszköz típusa, száma:



[www.geocalc.hu](http://www.geocalc.hu)

GeoCalc 3.5 (2011.0115)

710101

---

**Hegyi Tamás**

2011.11.02.

## Álláspont: 10003

(műszermagasság = 0.000)

| Psz | Hz | Zi | Tf | Tv | Mj | Jelleg | Tvet | dM |
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|

## Álláspont: 2001 (műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 10003 | 36.2324  | 89.4736 | 93.616 |    | 1.594 | KP     | 93.611 | -1.256 |
| 2002  | 215.4803 | 90.4547 | 57.172 |    | 0.000 | sszp   | 57.164 | -0.761 |
| 7001T | 338.5352 | 89.2439 | 8.707  |    | 0.000 | tárcsa | 8.706  | 0.090  |
| 7002T | 255.3634 | 89.5034 | 9.421  |    | 0.000 | tárcsa | 9.421  | 0.026  |
| 7003T | 217.1040 | 91.2460 | 57.911 |    | 0.000 | tárcsa | 57.891 | -1.431 |

## Álláspont: 2002 (műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi       | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|----------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 2001  | 195.5208 | 89.1521  | 57.161 |    | 0.000 | sszp   | 57.154 | 0.743  |
| 2003  | 7.0254   | 90.1850  | 88.187 |    | 0.000 | sszp   | 88.182 | -0.483 |
| 7003T | 77.2110  | 113.2030 | 1.685  |    | 0.000 | tárcsa | 1.547  | -0.668 |

## Álláspont: 2003 (műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 2002  | 100.3339 | 89.4154 | 88.177 |    | 0.000 | sszp   | 88.172 | 0.465  |
| 8002T | 111.5204 | 90.1622 | 24.719 |    | 0.000 | tárcsa | 24.718 | -0.118 |
| 8001T | 94.2703  | 90.1857 | 33.343 |    | 0.000 | tárcsa | 33.341 | -0.184 |
| 8003T | 88.3618  | 88.3553 | 19.870 |    | 0.000 | tárcsa | 19.863 | 0.486  |
| 2004  | 12.5836  | 89.5351 | 75.499 |    | 0.000 | sszp   | 75.496 | 0.136  |

## Álláspont: 2004 (műszermagasság = 0.000)

| Psz   | Hz       | Zi      | Tf     | Tv | Mj    | Jelleg | Tvet   | dM     |
|-------|----------|---------|--------|----|-------|--------|--------|--------|
| 2003  | 318.4428 | 90.0703 | 75.490 |    | 0.000 | sszp   | 75.487 | -0.154 |
| 10004 | 76.1252  | 88.3635 | 63.814 |    | 1.600 | VP     | 63.792 | -0.051 |

## Álláspont: 10004 (műszermagasság = 0.000)

| Psz | Hz | Zi | Tf | Tv | Mj | Jelleg | Tvet | dM |
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|
|-----|----|----|----|----|----|--------|------|----|

#### **4. számú melléklet**

**A második sokszögvonala számítási jegyzőkönyve**



**NymE GEO**

8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3.

14134001-2-07



Munkaszám: **03/2011**

**Győr**  
*Belterület*

## Számítási jegyzőkönyv

**Szakdolgozat\_133/2011**

2011

Vetület: EOV Magasság: Balti

*Mérőeszköz típusa, száma:*



[www.geocalc.hu](http://www.geocalc.hu)

GeoCalc 3.5 (2011.0115)

710101

*Hegyi Tamás*

---

**Hegyi Tamás**

2011.11.02.

## Felhasznált koordináták :

| Pontszám | Y          | X          | M       | Jelleg |
|----------|------------|------------|---------|--------|
| 10001    | 544044.880 | 260876.250 | 118.790 |        |
| 10003    | 544003.000 | 260941.370 | 115.950 |        |
| 10004    | 543976.760 | 261258.080 | 116.400 |        |

## Beillesztett sokszögvonal számítása

| Pontszám                                                           | Lh<br>Le                        | D<br>Ejav"        | T                 | DYjav<br>DYi      | DXjav<br>DXi    | dy<br>Y               | dx<br>X              |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| 10003                                                              | 0.0000                          | 340.1510          |                   | -0.005<br>-31.633 | 0.059<br>88.165 | 544003.000            | 260941.370           |
| 2001                                                               | 36.2324<br>215.4803             | 0.00              | 93.611            | -31.629           | 88.106          | 543971.367            | 261029.535           |
| 2002                                                               | 179.2439<br>195.5208<br>7.0254  | 339.3949<br>0.00  | 57.164            | -0.003<br>-19.866 | 0.036<br>53.601 | -19.869<br>543951.497 | 53.637<br>261083.172 |
| 2003                                                               | 171.1047<br>100.3339<br>12.5836 | 330.5035<br>0.00  | 88.182            | -0.005<br>-42.962 | 0.055<br>77.008 | -42.967<br>543908.530 | 77.064<br>261160.236 |
| 2004                                                               | 272.2458<br>318.4428<br>76.1252 | 63.1532<br>0.00   | 75.496            | -0.004<br>67.422  | 0.047<br>33.970 | 67.418<br>543975.948  | 34.017<br>261194.253 |
| 10004                                                              | 117.2825                        | 0.4356<br>76.1252 | 63.792            | -0.003<br>0.816   | 0.040<br>63.787 | 0.812<br>543976.760   | 63.827<br>261258.080 |
|                                                                    | 0.0000                          |                   | 378.246<br>-0.020 | -26.22<br>0.237   | 316.47<br>0.238 | -26.24                | 316.71               |
| d= 0.238<br>D=355.1550 [ 0.0000 ]<br>[ 0.093 ]m<br>Hibahatáron túl |                                 |                   |                   |                   |                 |                       |                      |

## Beillesztett sokszögvonal számítása

| Pontszám                                                           | Lh<br>Le                        | D<br>Ejav"        | T                 | DYjav<br>DYi      | DXjav<br>DXi    | dy<br>Y               | dx<br>X              |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| 10003                                                              | 0.0000                          | 340.1510          |                   | -0.005<br>-31.633 | 0.059<br>88.165 | 544003.000            | 260941.370           |
| 2001                                                               | 36.2324<br>215.4803             | 0.00              | 93.611            | -31.629           | 88.106          | 543971.367            | 261029.535           |
| 2002                                                               | 179.2439<br>195.5208<br>7.0254  | 339.3949<br>0.00  | 57.164            | -0.003<br>-19.866 | 0.036<br>53.601 | -19.869<br>543951.497 | 53.637<br>261083.172 |
| 2003                                                               | 171.1047<br>100.3339<br>12.5836 | 330.5035<br>0.00  | 88.182            | -0.005<br>-42.962 | 0.055<br>77.008 | -42.967<br>543908.530 | 77.064<br>261160.236 |
| 2004                                                               | 272.2458<br>318.4428<br>76.1252 | 63.1532<br>0.00   | 75.496            | -0.004<br>67.422  | 0.047<br>33.970 | 67.418<br>543975.948  | 34.017<br>261194.253 |
| 10004                                                              | 117.2825                        | 0.4356<br>76.1252 | 63.792            | -0.003<br>0.816   | 0.040<br>63.787 | 0.812<br>543976.760   | 63.827<br>261258.080 |
|                                                                    | 0.0000                          |                   | 378.246<br>-0.020 | -26.22<br>0.237   | 316.47<br>0.238 | -26.24                | 316.71               |
| d= 0.238<br>D=355.1550 [ 0.0000 ]<br>[ 0.093 ]m<br>Hibahatáron túl |                                 |                   |                   |                   |                 |                       |                      |

## Magassági sokszögvonal

| Pontszám | Mh     | Me     | dM     | Mjav  | T     | M       |
|----------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|
| 10003    |        |        |        |       |       |         |
| 2001     | -1.256 | -0.761 | 1.256  | 0.081 | 93.6  | 115.950 |
| 2002     | 0.743  | -0.483 | -0.752 | 0.049 | 57.2  | 117.286 |
| 2003     | 0.465  | 0.136  | -0.474 | 0.076 | 88.2  | 116.584 |
| 2004     | -0.154 | -0.051 | 0.145  | 0.065 | 75.5  | 116.396 |
| 10004    |        |        | -0.051 | 0.055 | 63.8  | 116.400 |
| 10004    |        |        | -0.051 | 0.055 | 63.8  | 116.400 |
|          |        |        | 0.124  | 0.326 | 378.2 | 0.450   |

## Polárisan bemért pont(ok) számítása [2001]

| Pontszám | Y          | X          | Li       | T      | Zi/d     | dM     | M       |
|----------|------------|------------|----------|--------|----------|--------|---------|
| 2001     | 543971.367 | 261029.535 |          |        | 0.0000   |        | 117.286 |
| 7001T    | 543968.232 | 261037.657 | 338.5352 | 8.706  | 338.5352 | 0.090  | 117.376 |
| 7002T    | 543962.241 | 261027.194 | 255.3634 | 9.421  | 255.3634 | 0.026  | 117.312 |
| 7003T    | 543936.384 | 260983.410 | 217.1040 | 57.891 | 217.1040 | -1.431 | 115.855 |

## Polárisan bemért pont(ok) számítása [2002]

| Pontszám | Y          | X          | Li      | T     | Zi/d    | dM     | M       |
|----------|------------|------------|---------|-------|---------|--------|---------|
| 2002     | 543951.497 | 261083.172 |         |       | 0.0000  |        | 116.584 |
| 7003T    | 543953.007 | 261083.511 | 77.2110 | 1.547 | 77.2110 | -0.668 | 115.916 |

## Polárisan bemért pont(ok) számítása [2003]

| Pontszám | Y          | X          | Li       | T      | Zi/d     | dM     | M       |
|----------|------------|------------|----------|--------|----------|--------|---------|
| 2003     | 543908.530 | 261160.236 |          |        | 0.0000   |        | 116.186 |
| 8002T    | 543931.469 | 261151.029 | 111.5204 | 24.718 | 111.5204 | -0.118 | 116.069 |
| 8001T    | 543941.771 | 261157.648 | 94.2703  | 33.341 | 94.2703  | -0.184 | 116.003 |
| 8003T    | 543928.388 | 261160.719 | 88.3618  | 19.863 | 88.3618  | 0.486  | 116.672 |