

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Geoinformatikai Kar



## **Adatgyűjtés pilóta nélküli repülőeszközökkel - jogi és pontossági kérdések**

Konzulens:

Balázsik Valéria adjunktus

Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Fotogrammetria és Távérzékelés Intézeti Tanszék

Készítette:

Rábaközi Andrea

Nappali tagozat

Földmérő és földrendező szak

Geoinformatika szakirány

Székesfehérvár

2013



## NYILATKOZAT

Alulírott **Rábaközi Andrea** (Neptun kód: [REDACTED]) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy az **Adatgyűjtés pilóta nélküli repülőeszközökkel - jogi és pontossági kérdések** című

### TDK Dolgozat

(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, 2013.11.22.

  
.....  
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.

<sup>2</sup> 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.

## Tartalom

|       |                                                                          |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Bevezetés .....                                                          | 1  |
| 2     | Az UAV-ok elterjedése .....                                              | 2  |
| 3     | Történeti áttekintés .....                                               | 3  |
| 4     | UAV-ok csoportosítása.....                                               | 6  |
| 4.1   | Az irányítási rendszer fajtája szerint.....                              | 6  |
| 4.1.1 | Földi irányítású UAV-ok .....                                            | 6  |
| 4.1.2 | GPS irányítású UAV-ok .....                                              | 6  |
| 4.1.3 | Földi irányítás és GPS irányítás kombinációjával vezérelt UAV-ok .....   | 6  |
| 4.2   | Hatótávolság szerint.....                                                | 7  |
| 4.3   | Repülő szerkezet szerint .....                                           | 7  |
| 4.4   | Meghajtó rendszer szerint.....                                           | 7  |
| 4.5   | Egyéb szempontok szerint .....                                           | 8  |
| 5     | Az UAS felépítése .....                                                  | 8  |
| 5.1   | A légi alrendszer .....                                                  | 9  |
| 5.2   | A földi alrendszer.....                                                  | 9  |
| 6     | Jogi szabályozás .....                                                   | 10 |
| 6.1   | Típusalkalmasság vizsgálat.....                                          | 11 |
| 6.2   | Az UAV-ok tevékenységének jelenlegi szabályozása .....                   | 11 |
| 6.3   | Az UAV személyzetével szemben támasztott követelmények .....             | 12 |
| 7     | Magyarországi helyzet.....                                               | 13 |
| 7.1   | UAV-ok Magyarországon.....                                               | 13 |
| 7.2   | Hazai fejlesztésű UAV-ok .....                                           | 13 |
| 7.3   | Jogi szabályozás Magyarországon.....                                     | 17 |
| 8     | Az UAV-ok alkalmazásával gyűjtött adatok térképészeti felhasználása..... | 18 |
| 8.1   | Az adatgyűjtés.....                                                      | 19 |
| 8.2   | Ortofotó mozaik előállítása és illesztése EOVS rendszerbe .....          | 22 |

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.3   | Ellenőrző mérések a terepen .....                                       | 23 |
| 8.4   | Pontossági vizsgálat .....                                              | 24 |
| 8.4.1 | Illesztőpontokon tapasztalt eltérések .....                             | 25 |
| 8.4.2 | Az ortofotó pontossága és illeszkedése a nyilvántartási térképhez ..... | 26 |
| 8.4.3 | Pontossági vizsgálat részletpontok alapján.....                         | 27 |
| 8.4.4 | Pontossági vizsgálat távolságok alapján .....                           | 29 |
| 9     | Összefoglalás .....                                                     | 30 |
| 10    | Mellékletek .....                                                       | 33 |
| 11    | Irodalomjegyzék .....                                                   | 36 |

## 1 Bevezetés

Légi távérzékeléskor a felvevő berendezés valamilyen légi járművön helyezkedik el. A hordozó jármű lehet például motoros sárkányrepülő, hőlégballon, helikopter, repülőgép vagy pilóta nélküli repülőeszköz, más néven UAV (Unmanned Aerial Vehicle).

Az UAV-okat kezdetben katonai célokra alkalmazták, ilyen például a felderítés és a megfigyelés. Az utóbbi években kezdett elterjedni többek közt a fotogrammetriai alkalmazásuk is. Az UAV-ok olyan előnyöket biztosítanak, amelyekre a hagyományos fotogrammetriai felvevők nem képesek, vagy csak korlátozottan, illetve nagyobb költségvetés és több munka ráfordításával. Az UAV-ok előnye még a hagyományos eszközökkel szemben, hogy alacsony repülési magasságban is alkalmazhatók, ezzel nagyobb terepi felbontású képek készítésére adnak lehetőséget. Megfelelő alkalmazás mellett pontosság növekedést is eredményezhet. Előnye még, hogy a repülés végrehajtása előtt, de akár közben is módosítható a repülés útvonala, a terepen észlelt akadályok elkerülése, a kitakarások megelőzése céljából. Az elkészült képek minőségellenőrzésére már a helyszínen is lehetőség nyílik, nem megfelelő minőségű felvételek esetén a fényképezés azonnal ismételhető, csekély költség-növekedés mellett.

Dolgozatom célja, a jelenleg működő rendszerek áttekintése és osztályozása, valamint adatgyűjtési és jogi szempontok szerinti vizsgálata. Naponta hallani és olvasni új híreket, publikációkat, amelyek a pilóta nélküli repülőeszközökről szólnak. A TDK dolgozat keretében az elérhető irodalmak alapján összefoglaltam a hazai és nemzetközi piacon fellelhető eszközöket és módszereket, érintve a jogi szabályozás jelenlegi, hazai és európai állapotát. A tevékenység rendkívül gyors fejlődését mutatja, hogy nyomtatott irodalommal szinte nem is rendelkezik, csak internetes forrással.

A Geonet 2000 Kft. rendelkezésemre bocsátotta a 2013. szeptember 18-án, Kalocsán hexokopterrel végzett repülésének valamennyi adatát és az ott készült felvételekből előállított ortofotó mozaikot. Ezen termék, valamint az általunk végzett terepi mérések segítségével vizsgáltam az UAV-val történt adatgyűjtés térképészeti alkalmazásának lehetőségeit.

## 2 Az UAV-ok elterjedése

A bevezetésben említett UAV kifejezést gyakran „drone”-ként emlegetik, ami az angol „méh” szóból származik. Több elnevezéssel is találkozhatunk, UAS (Unmanned Aerial System - Ember v. Pilóta nélküli Légi Rendszer), RPV (Remotely Piloted Aerial Vehicle- Távírányítással Vezérelt Légi Jármű) illetve a - magyar szaknyelvben terjedő - PNR (Pilóta Nélküli Robotrepülő).

A pilóta nélküli repülőeszközök ön- vagy távirányítással, gyakran a kettő kombinációjával rendelkeznek, emiatt a fedélzetén nincsen szükség pilótára. A harctéri taktikai feladatok megoldásához használt pilóta nélküli légi járművek beruházási és üzemeltetési költségei jelentősen alacsonyabbak, mint a pilóta által vezetett társaiké, de rendkívül sokoldalúan alkalmazhatók. A 60-as évek óta hatásosan és eredményesen alkalmazzák katonai, harcászati feladatok végrehajtására.

A pilóta nélküli repülőgépek repülési magassága széles tartományban változik. A harcászati PNR-ek 50-7000 m közötti tartományban képesek repülni, míg a korszerű hadászati pilóta nélküli repülőgépek repülési magassága akár a 20000-23000 métert is elérheti. A figyelem középpontjába az utóbbi 10-15 év során kerültek. A jelentős haderővel rendelkező országokban a mai napig számos kutatás tárgyát képezik.

A pilótánélküli repülőeszközök polgári célú alkalmazása is elterjedt. Használják őket a katasztrófavédelemben, a rendőrségnél, a tűzoltóságnál, a mezőgazdaságban, a földmérésben, térképészetben és a közlekedésben.

A pilóta nélküli repülőeszközöket főként olyan feladatok ellátására alkalmazzák:

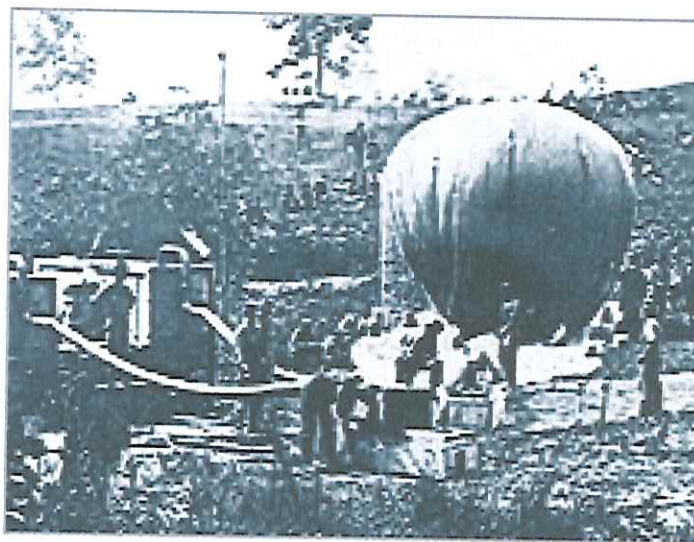
- amelyek teljesítése, emberi életek kockáztatásával járna
- időtartam szempontjából hosszúra nyúlna, így csak több pilóta alkalmazásával lehetne megoldani
- illetve olyan kevés eszközt igényelnek, hogy a pilóta és a kezelőszemélyzet tömege, önmagában többszöröse lenne a hasznos tehernek (Wikipédia, 2013.)

### 3 Történeti áttekintés

Az első felfedezés 1883-ban történt. Douglas Archibald egy angol férfi volt, aki sárkányrepülőkkel kísérletezett és a szélsébség megfigyelését végezte. Ő volt az az ember, aki elkészítette az első légi felvételeket egy nagyméretű sárkányrepülő segítségével. Archibald fotói széles körben ismertté váltak. Egy amerikai katona ötlete alapján ezt a módszert tovább fejlesztették és háborús célokra használták fel.

1917-ben Dr. Peter Cooper és Elmer A. Sperry találták fel az automatikus giroszkóp stabilizátort, amely segít a repülőgépet egyenesben és vízszintesen tartani. Ezt a technikát használták fel az első rádiós UAV fejlesztésénél, mely egy N-9-es kiképző repülőgép volt.

1963-ban, két évvel a polgárháború kezdete után Charles Perley szabadalmaztatott egy pilóta nélküli bombázót, egy hőlégballon felhasználásával. A hőlégballon kosarában helyezte el a robbanóanyagokat, majd egy időzítő mechanizmust csatolt hozzájuk (3.1. ábra). Az időzítő mechanizmusa a kosarat az idő lejárta után leoldotta a robbanóanyaggal együtt.



3.1. ábra. Hőlégballonra helyezett időzítő (Forrás: <http://www.pbs.org>)

Az első igazi pilóta nélküli repülőgép a DH.82 Queen Bee (3.2. ábra) 1935-től teljesített szolgálatot a Brit Királyi Légierőben (RAF). A légierőben a légvédelmi tüzérek

gyakoroltak rajta, mint célponton. A Queen Bee rádióvezérelt volt, akár 5000 méteres magasságba is képes volt emelkedni, illetve 480 km volt a maximum távolság, amelyet képes volt megtenni. A maximális repülési sebessége pedig 160 km/óra volt. 380 db ilyen gépet gyártottak, majd 1947-ben kivonták őket a használat alól. (NOVA)



3.2. ábra. DH.82 Queen Bee (Forrás: <http://www.pbs.org>)

A hidegháború korszakában a felderítő eszközök egyre nagyobb ütemben fejlődtek. Az ember vezette repülőeszközök közül kiemelkedő modell a Lockheed U-2 volt (3.3. ábra), a „Dragon Lady”, azaz Sárkányasszony becenevet kapta. A géphez a Perkin-Elmer cég fejlesztett ki egy különleges fényképezőgépet, amely adaptív lencsékkel rendelkezett – azaz képes volt a nagy magasságon megváltozott légnyomás és hőmérsékleti körülmények között is éles képeket készíteni.



3.3. ábra. Lockheed U-2 ( Forrás: [http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed\\_U-2](http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_U-2))

Az öböl háborúban volt látható először az RQ-1 Predator (3.4. ábra). Ezen már megtalálható az irányításhoz szükséges GPS rendszer, a tájékozódáshoz szükséges infravörös kamera és a támadó fegyverzet.



3.4. ábra. RQ-1Predator (Forrás: <http://www.hadmernok.hu>)

Az Israel Aircraft Industries a 2005-ös Párizsi Aeronautikai Szalonon mutatta be<sup>2</sup> miniatűr UAV-nek nevezett gépét a Casper 200/250-et.



3.5. ábra. Casper 200/250 (Forrás: <http://defense-update.com>)

<sup>2</sup> A szakirodalomban jelenleg miniatűr gépnek a deciméteres nagyságrendű fesztávolsággal rendelkező gépeket szokták nevezni.

A Casper 200/250 kompozit anyagokból készül, a terepen könnyen, szerszámok nélkül összeállítható. Elsődlegesen katonai célok ellátására készítették, de beleépítettek egy akadály kikerülő szoftvert, amely segítségével kis magasságból képes bonyolult városi terep felderítésére is. Fesztávolsága 2 méter, hossza 1.3 méter, tömege 2.3 kg. A Casper-be villanymotort szereltek, amely a 7 m/s-os emelkedést és a 21-80 km/h-s vízszintes sebességet biztosítja. A felvételek készítésére és továbbítására egy 240 g tömegű nagyfelbontású, forgatható, 2 X zoommal rendelkező videokamerát építettek a Casper-be, amely éjjel és nappal is alkalmazható. Vegyes irányítású: biztonságos magasságban GPS vezérlésre, majd a leszálláshoz kézi vezérlésre váltanak át. Ez nem jelenti a legjobb megoldást, mert így az ellenség számára könnyen lehetővé teszi helyzetének bemérését. (Dr Bognár G., 2006)

## 4 UAV-ok csoportosítása

### 4.1 Az irányítási rendszer fajtája szerint

#### 4.1.1 Földi irányítású UAV-ok

A földről történő irányítás egy földről irányított rádió (Ground Remote Control) segítségével történik. Ez egy 35-40 MHz tartományban működő rádió- távirányító rendszer. Hátránya, hogy vezérlése speciális képzettséget igényel.

#### 4.1.2 GPS irányítású UAV-ok

A repülőgép irányítását teljes mértékben maga a GPS rendszer végzi. Ezzel könnyítve a vezérlő feladatát.

#### 4.1.3 Földi irányítás és GPS irányítás kombinációjával vezérelt UAV-ok

Lényege, hogy a felszállás és a leszállás elvégzéséhez földi rádióirányítást alkalmaznak, míg a repülést GPS irányítással végzik. A nagyteljesítményű UAV- oknál is ez az irányításmód jellemző, például a 3. bekezdésben említett Predator esetében egy biztonságos távközlési vonalon a fedélzetről közvetített képi és egyéb adatok alapján egy pilóta vezérli a földről. Munkáját két tiszt segíti, akik különféle adatokat gyűjtenek a környezetből.

Itt tehetjük fel a kérdést az elnevezéssel kapcsolatban, hogy valóban megfelelő-e az „ember nélküli” kifejezés. Igen megfelelő, de csakis a fedélzet esetében, de a teljes rendszerre vonatkoztatva semmiféleképpen, hiszen egy Predator egység 55 személyből áll.

## 4.2 Hatótávolság szerint

Ha a mini vagy mikro UAV csakis földi rádióirányítással rendelkezik, akkor a hatótávolság 1 km-nél is kisebb, mivel a láthatás itt korlátozó tényezőként jelentkezik.

Ha a szerkezet GPS irányítással rendelkezik és a készülék visszatéréseivel is számolunk, akkor 1-10 km-ről beszélhetünk. Ezt a technikát csakis a fedélzeten szállított energiaforrás kapacitása korlátozza. Így, ha a mai csúcsmínőségű akkumulátorokat nézzük, illetve ha nem szükséges az UAV földi bázisra való visszatérése, akár 80-1000 km-es hatótávolságra is számíthatunk.

A manapság alkalmazott nagyteljesítményű UAV-ok költségei igen magasak, tehát muszáj a sikeres visszatéréssel együtt számolni a hatótávolságot, így 700-1000 km között jellemző az értéke. (Dr Bognár G., 2006)

## 4.3 Repülő szerkezet szerint

- Légballon
- Merev szárnyú repülő
- Helikopterek
- Több rotoros, helyből felszálló kopterek (Dr. Jancsó T., 2013)

## 4.4 Meghajtó rendszer szerint

- elektromos
- belső égésű dugattyús motoros
- gázturbinás (Paulik B., 2012)

## 4.5 Egyéb szempontok szerint

| Hatósugár szerint          | közeli               | kis             | közepes           | nagy              |
|----------------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                            | 30 km                | 30-150 km       | 150-650 km        | 650 km felett     |
| Repülési magasság szerint  | harcászati<br>4500 m |                 | közepes<br>7500 m | nagy<br>19 500 m  |
| Repülési időtartam szerint | 1-6 h                | 8-12 h          | 12-24 h           | 24 h felett       |
| Repülési sebesség szerint  | nem<br>specifikus    | 165-200<br>km/h | 1000-1300<br>km/h | nem<br>specifikus |

4.1. ábra. Egyéb szempontok szerinti csoportosítási lehetőségek

(Forrás: [http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/nek/2003\\_2/05\\_bunkoczi\\_dudas.pdf](http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/nek/2003_2/05_bunkoczi_dudas.pdf))

## 5 Az UAS felépítése

Az UAV megnevezést csak abban az esetben használhatjuk, amikor magáról a repülő eszközről beszélünk. A pilóta nélküli légi jármű rendszerek egy földi és egy légi alrendszerből állnak. (Paulik B., 2012)



5.2. ábra. Az UAS felépítése (Forrás: <http://www.nkh.hu>)

## 5.1 A légi alrendszer

A légi alrendszer magában foglalja az UAV-ot, mint hordozót és a repülést biztosító egységeket, valamint a <sup>3</sup>hasznos terhek csoportját. Ezen hasznos terhek megléte alapján következtethetünk, hogy milyen feladat végrehajtására képes az eszköz.

A kisméretű UAV-okra szerelhető hasznos terhek többek között lehetnek:

- elektro-optikai eszközök
- telepítendő zavaróadók, felügyelet nélküli szenzorok
- vegyi és sugárfelderítő eszközök
- lézer távmérő
- rádiótechnikai zavaró eszközök
- robbanó anyagok. (Paulik B., 2012)

A légi alrendszert kétféle módon lehet irányítani. Egyik, amikor a légi egység egy előre beprogramozott útvonalat teszi meg, a másik, amikor a kezelő közvetlenül irányítja a repülőt egy irányítókar vagy irányítópanel segítségével. (Gácsér Z., 2004)

## 5.2 A földi alrendszer

A földi alrendszer, más néven földi irányító állomás, feladata a légi alrendszer irányítása. A földi alrendszer különböző méretű lehet. A kis hatótávolságú rendszerek esetében általában egy laptopot használnak, a közepes és nagy hatótávolságú rendszerek esetén általában gépjármű méretű az állomás.

A földi alrendszer magába foglalja a számítógép alapú képfeldolgozó rendszert, a manuális irányításhoz használt vezérlő eszközt, a kommunikációs, az indító és a leszállító alrendszert, a tápáramforrásokat, illetve az ellenőrző és karbantartó berendezéseket. A földi alrendszer feladata továbbá a repülési útvonal megtervezése, a repülés irányítása és az adatok feldolgozása és kiértékelése, a felhasználó számára az adatok megjelenítése és - ha szükséges - a továbbítása. (Gácsér Z., 2004)

<sup>3</sup> Hasznos teher alatt értjük, a szenzorokat és radarokat, felderítő és navigációs berendezéseket.

## 6 Jogi szabályozás

A különböző célú, módú és kockázatú repülések számára a légtér felhasználása párhuzamosan és folyamatosan lehetséges, mialatt a teljes repülés kockázata nem nő jelentősen. A szabályozás problémás kérdés, mert itt olyan eszközökről van szó, melyek kockázati tényezőt jelenthetnek a légi forgalomban és lezuhanás esetén is. A repülésbiztonság megteremtéséhez és fenntartásához szükség van a megfelelő üzemeltetői környezet kialakítására, amely magába foglalja a gyártó, javító, oktató és üzemeltető szervezeteket.



6.1. ábra. Üzemeltető szervezetek (Forrás: <http://www.nkh.hu>)

A kockázat vagy elfogadható biztonsági szint a légiközlekedés különböző ágazataiban más és más. Vegyük például, hogy egy polgári kereskedelmi légi jármű feladata, a repülés módja, célja és kockázata teljesen más, mint egy nagysebességű harci járműé. Ebből kifolyólag akár teljesen új normarendszert is be lehetne vezetni az UAV-ok engedélyezésével kapcsolatban.

Manapság már az „amatőrök” által épített UAV-ok is képesek nagyobb magasságban és nagyobb távolságra repülni, ezért a fő feladat a repülés biztonságának megteremtése. Az esetleges balesetek, ütközések elkerülése érdekében repülésbiztonsági

oldalról komoly fejlesztések kezdődtek a területen, például: az UAV-okat GPS alapú navigációval látják el, illetve akár előre programozott útvonalat is képesek berepülni és önállóan leszállni. Továbbá fejlesztések zajlanak az ütközések automatikus elkerülésére is. (Szabó M., 2013)

## 6.1 Típusalkalmasság vizsgálat

A vizsgálat célja megállapítani, hogy a légi jármű típus alkalmas-e biztonságos repülésre. A vizsgálat tárgya:

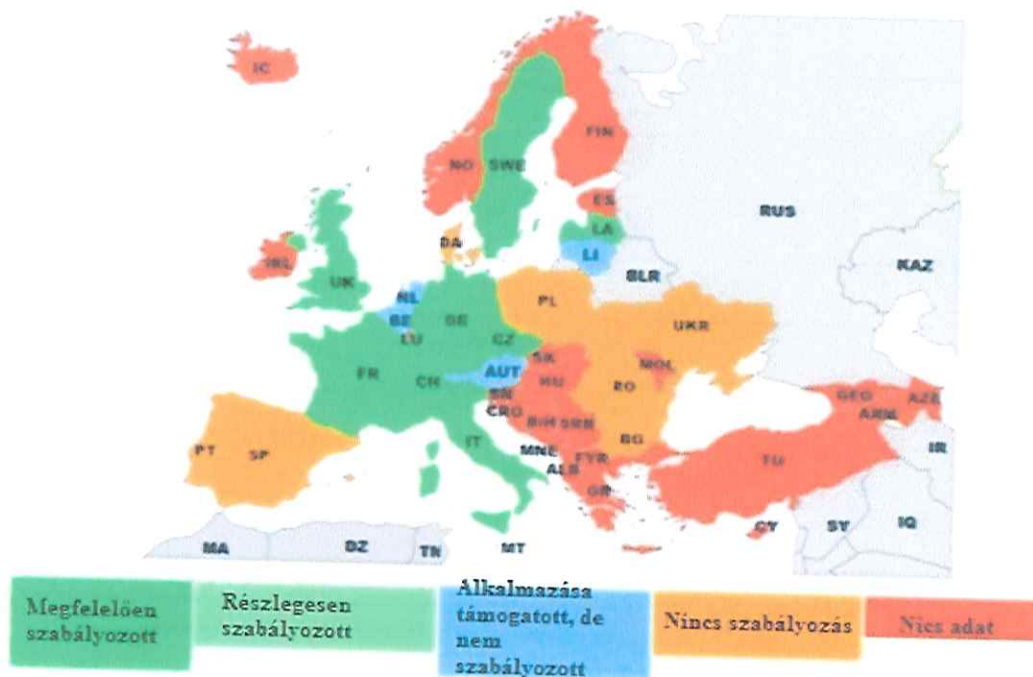
- Maga az UAV légijármű (tervezés, konfiguráció, stb.)
- A földi állomás (irányító-, műszaki kiszolgáló-, indító/ leszállító berendezés);
- A folyamatos kommunikációt biztosító berendezés (Antenna rendszer, alkalmazott frekvenciák) (Ozoli Z., 2013.)

## 6.2 Az UAV-ok tevékenységének jelenlegi szabályozása

Ahhoz, hogy megfelelően szabályozott legyen az UAV-ok használata, rá kell mutatni a meglévő jogi szabályozás, az alkalmazott technikai eszközrendszerek és működési feltételek hiányosságaira.

- Ajánlásokat kell megfogalmazni az UAV-ok jogi szabályozásának kidolgozásához.
- Meg kell határozni az üzemeltetés minimális feltételeit
- Egységes jeleket- jelzéseket kell kialakítani.
- Az UAV-okról nyilvántartást kell készíteni, illetve pontosan meg kell határozni az üzemeltetéshez szükséges engedélyeket, feltételeket.
- Ahhoz, hogy az UAV-ok irányítása megfelelően történjen, a szakszemélyzetnek oktatáson kell részt vennie és meg kell szereznie az irányításhoz szükséges képesítést, szakszolgálati engedélyt. (Palik M., 2012)

A szabályozás a világon mindenhol más ütemben folyik. Amíg Ukrajnában és Romániában semmiféle szabályozás nem történt, addig Angliában, Németországban és Franciaországban kialakult egy egységes szabályrendszer. (6.2. ábra)



6.2. ábra. A szabályozás állapota 2012-ben Forrás: (Zboray, 2013)

### 6.3 Az UAV személyzetével szemben támasztott követelmények

A légi járműveket pilóta repüli, aki egy teljes, valós idejű légtér ellenőrzési, navigációs infrastruktúrára és emberi irányításra támaszkodik. Ez a rendszer alapul veszi és felhasználja a légi jármű fedélzetén tartózkodó pilóta tevékenységeit, mint például a repülés során a döntések meghozatala, a szabályok betartása, a különböző problémák megoldása, vagy a légi forgalomirányítás utasításainak végrehajtása.

Egy, a fedélzetén pilóta közreműködése nélkül repülő légi jármű esetében ezeket az előbb felsorolt tevékenységeket nem vehetjük alapul. Az UAV-ok esetében a repülést végző pilóta a légi járműtől nagy távolságban végzi munkáját, mialatt a fedélzetén csak virtuálisan van jelen. A 6.2 bekezdésben említett szakszolgálati engedély korlátozza a pilóta jogosultságát a repülési tevékenység azon ágazatára, amelyre az engedély feljogosítja. Ezt az engedélyt több lépcsős folyamat révén szerezhetik meg a pilóták. Átfogó szabályozás a témában még nem született. Néhány országban elfogadott, ha a pilótának van más hagyományos légi járműre egyértelműen igazolható engedélye, akkor az UAV-ok vezérlésének feladatára is alkalmasnak tekinthető.

A cél az, hogy a különböző feltételeket az UAV sajátosságaihoz igazodó módon tudják meghatározni, tehát a személyzet számára az alkalmassági, elméleti és gyakorlati képzési

és engedélyezési minimumok teljes egészében lefedjék a szakterület igényeit. A szükséges képzéseket, engedélyezéseket célszerűen a különböző ágazatok komplexitásához kötik. (Dudás Z., 2012.)

## 7 Magyarországi helyzet

### 7.1 UAV-ok Magyarországon

A Stefánia Palotában rendezték meg Magyarország első összevont konferenciáját az UAV-okról, ahol az összes érintett szervezet képviseltette magát. Pár gondolat, amely elhangzott a konferencián és a jövő szempontjából egyben lényeges is lehet.

Vargha Tamás a Honvédelmi Minisztérium parlamenti államtitkára komoly reményeket fűz egy új iparág kiépüléséhez, amely a hazai gyártóbázison teremtené munkahelyeket. Reményei szerint a nemzetközi piacokon is megjelenhetnek a magyar gyártású UAV-ok. Schváb Zoltán a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium közlekedésért felelős helyettes államtitkára szerint, a gyártással a katonai biztonságon kívül, a katasztrófa helyzetek kezelésére is megoldást nyújtana az UAV-ok alkalmazása. Véleménye szerint Magyarország vezető országgá is válhat a fejlesztésekben.

Elmondható tehát, hogy Magyarország állja a versenyt a pilóta nélküli légi járművek fejlesztése terén. (NKH, 2013.)

### 7.2 Hazai fejlesztésű UAV-ok

Az első multirotoros koptereket Magyarországon a régészetben már évekkel ezelőtt eredményesen használták, távirányítású repülőkkel pedig több légi régészeti felderítést is végeztek. (Szabó M., 2013)

A hazai gyártás költségei majdnem fele akkorák, mintha külföldről szereznék be az alkatrészeket, ezért az UAV-ok Magyarországon való gyártása jóval jövedelmezőbbnek ígérkezik. Fontos szempont még, hogy a gyártás megindulásával munkahelyeket teremthetnek, illetve folyamatos kutatások, fejlesztések alapjául szolgálhatnak.

Az első pilótanélküli repülő, a csehszlovák-magyar együttműködésben készülő SZOJKA volt (145 kg felszálló tömeg, 20 kg hasznos teher) (7.1. ábra). Ezt a verziót már felszerelték olyan hasznos terhekkel, amelyek sugárfelderítésre és zavarásra is alkalmasak voltak. A repülőgép vezetése a tapasztalt pilóták számára is gondot okozott. Főleg a

leszállásnál voltak problémák, melyek gyakran jártak együtt a gép sérülésével. Hátránya volt még a magas üzemeltetési költsége, így a projektet megszüntették.



7.1. ábra. SZOJKA III kilövése Forrás: (Rátonyi K. F., 2013)

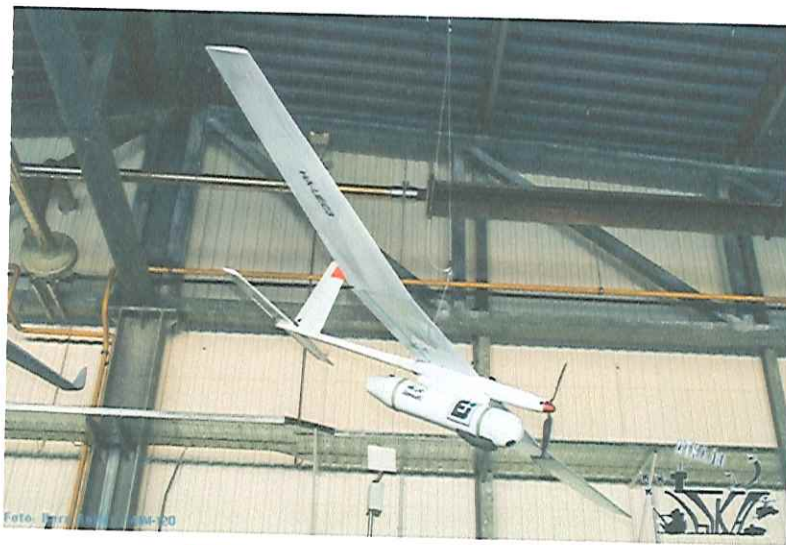
Teljesen hazai fejlesztésű a DENEVÉR (7.2. ábra), a 90-es években készítették katonai célokra. A tesztek sikeresek voltak, de anyagi okok miatt ma már csak egy példány található meg belőle.



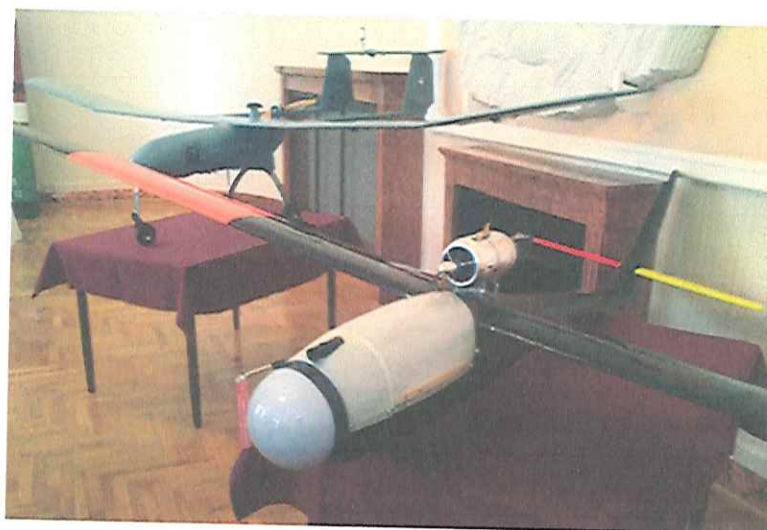
7.2. ábra. A hazai fejlesztésű DENEVÉR Forrás: (Rátonyi K. F., 2013)

A Meteor 3 MA-na (7.4. ábra) hazai építésű sugárhajtóműves célrepülőgép volt az alapja, a HM Elektronikai, Logisztikai és Vagyonkezelő (HM EI) Zrt. a gödöllői HM Currus Zrt.

együttműködésében meginduló 2007-es fejlesztéseknek. Eredménye a 2012-ben bemutatott Bora (7.3. ábra) és Ikran (7.4. ábra) lett.



7.3. ábra. BORA (Forrás: [www.htka.hu](http://www.htka.hu))



7.4. ábra. Meteor 3 MA és az IKRAN Forrás: (Szabó M., 2013)

A gépeket a repülési útvonal előre beprogramozásával, vagy távirányítással vezérlik. Az irányítást a Magyar fejlesztésű Mozgó vezetési pontból (MRVP) végzik (7.5. ábra). A vezetési ponton két számítógépes operátor dolgozik: a vezérlőpilóta, aki a repülő irányításáért felel, illetve a monitoros felderítő, aki a beérkező felvételek elemzését végzi. (Rátonyi K. F., 2013)



7.5. ábra. Mozdó vezetési pont Forrás: (Rátonyi K. F., 2013)

Jelenleg a Magyar Honvédség birtokában van az izraeli fejlesztésű SKYLARK I-LE könnyű felderítő UAV is. (Szabó M., 2013)



7.6. ábra. SKYLARK I-LE (Forrás: <http://www.shephardmedia.com>)

Harcászati megfigyelésre és felderítésre alkalmazható. Könnyen összeszerelhető illetve gyalogosan is szállítható. Felszerelhető nappali üzemű televíziós <sup>4</sup>(CCD) és éjszakai üzemű infravörös (FLIR) kamerával. A készített kép küldése az irányító állomásra valós

<sup>4</sup> Analóg jelek továbbítására szolgáló elektronikai alkatrész-lánc

irányelvek, amelyek alkalmazásával a pilóta nélküli légi járművek hatósági felügyelete megoldást nyerne. (Ozoli Z., 2013.)

Pillanatnyilag az UAV-val végzett repüléseknél csak az érintett földterületek tulajdonosának, vagy kezelőjének engedélyét szükséges beszerezni.

## 8 Az UAV-ok alkalmazásával gyűjtött adatok térképészeti felhasználása

A távérzékelte adatok térképészeti célú felhasználása mindig az érdeklődés középpontjában állt. UAV-okkal, távérzékelési módszerekkel nagy mennyiségű adat nyerhető, ezek az adatok több szakágban történő felhasználásra is alkalmasak. A megfelelő felbontás és pontosság elérése mindig lényeges kérdés volt a fotogrammetriában. UAV-on elhelyezett felvevővel - a hagyományos eszközökhöz képest - lényegesen alacsonyabb repülési magasság mellett gazdaságosabban érhető el a nagyobb felbontás. Az így nyert adatok pontosságát szükséges vizsgálni a térképészeti célú felhasználás előtt. Maga az UAS is többféle lehet, más kameratípust használnak, más a gépek teljesítő képessége stb., ezért minden típus esetén az elérhető pontosság más és más.

Dolgozatom elkészítéséhez a Geonet 2000 Kft. rendelkezésemre bocsátotta a 2013 szeptemberében, Kalocsán UAV-val végrehajtott fényképező repülésének teljes dokumentációját. A megbízás tárgya, olyan ortofotó mozaik elkészítése volt, amely alapján előállítható a városi temető (~140 ha) digitális nyilvántartási térképe. A kész térképet később egy térinformatikai adatbázisba illesztik, majd háttér adatokat rendelnek hozzá.

Például:

- Mikor váltották meg a sírhelyet?
- Ki váltotta meg az adott sírhelyet?
- Milyen borítású a sírhely?
- stb.

## 8.1 Az adatgyűjtés

A repülést egy hexakopterrel hajtották végre, átlagosan 100 m-es relatív repülési magasságban.



8.1. ábra A hexakopter

Az UAV egy Canon Power Shot SX260 HS kamerával volt felszerelve, amelynek kalibrálását a repülés kivitelezői végezték. A felvételek – összesen 131 - 3mp-ként automatikus exponálással készültek.



|                |            |                            |        |
|----------------|------------|----------------------------|--------|
| Tipus          | Kompakt    | Optika                     |        |
| Képerzekező    |            | Optikai Zoom               | 20 x   |
| Szenzortípusa  | CMOS       | Digitális zoom             | 4 x    |
| Szenzor mérete | 1/2.3 inch | Leghosszabb fókusztávolság | 90 mm  |
| Pixelek száma  | 12.1 MPx   | Legrövidebb fókusztávolság | 4.5 mm |

8.2. ábra. Canon Power Shot SX260 HS és jellemző adatai (Forrás: <http://www.arukereso.hu/>)

A repülés végrehajtása előtt a terepen kiválasztott 12 db természetes illesztőpontot (8.3. ábra) mérték Topcon GRS 1 GPS- szel, WGS84 rendszerben, melyek közül a feldolgozás során a jelentkező hiba mértéke miatt 3 illesztőpontot kihagytak a

számításból. Így a felvételek alapján előállított mozaikot a maradék 9 pont alapján illesztették az egységes országos vetületi rendszerbe (EOV).



8.3. ábra. A 9db illesztőpont elhelyezkedése (Forrás: Geonet 2000 Kft.)

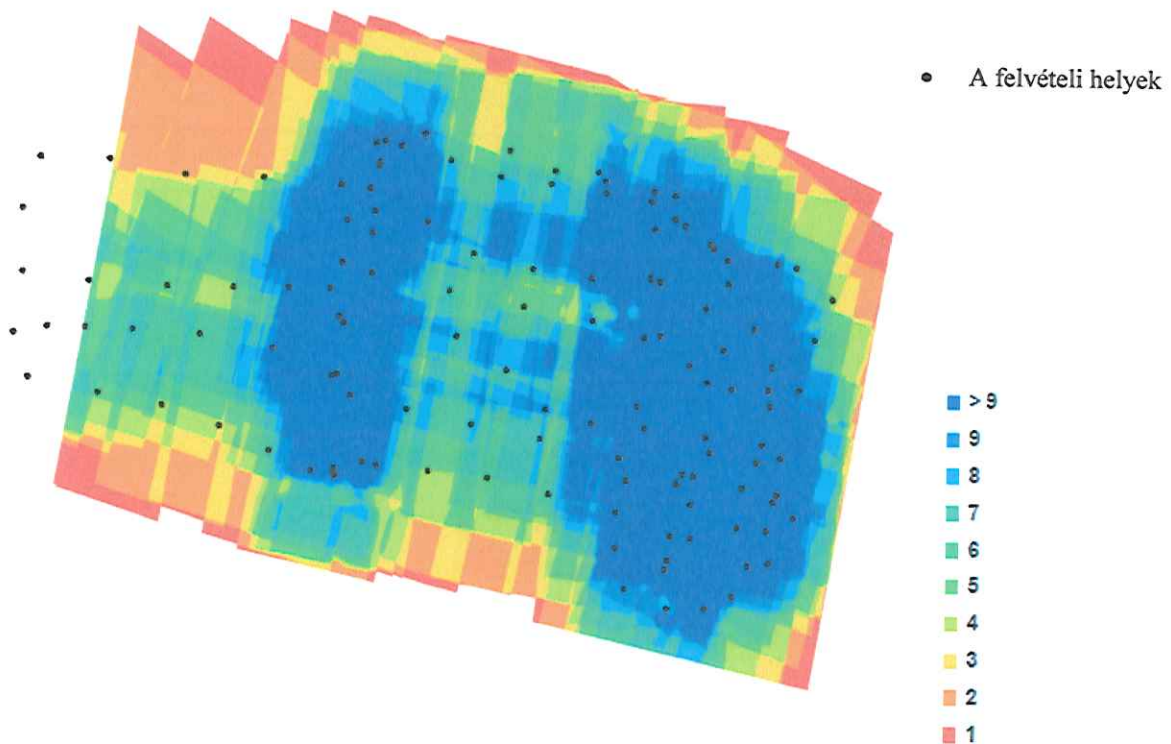
A hexakoptert egy kis pontosságú (több méteres), GPS- szel is felszerelték, amely a távirányítást biztosította. A képek felvételi helyének rögzítésére a Canon Power Shot SX 260 HS kamerába épített SIRF III GPS- t használták. A felvevőbe épített GPS adatait felhasználták még a felvételek utólagos illesztésénél is..

A hexakoptert távirányítással vezérelték. A pilótának szakszolgálati engedélye ugyan nem volt (pillanatnyilag még nem követelmény), azonban a modellrepülés többszörös országos bajnoka. A területen való munkavégzéshez a megrendelő biztosította a szükséges engedélyeket, amelyek a tulajdonos és kezelő hozzájárulását jelentik a terület fölötti repülésre vonatkozóan. A repülés során összesen 131 képet készítettek. Ebből, minőségi okokból 125 db felvétel került felhasználásra. Az átfedések számát tekintve a 8.5. ábrán látható, hogy a legkisebb számú átfedések a terület szélein keletkeztek, ami abból adódik, hogy érvényes engedéllyel csak a temető területére rendelkeztek.



8.4. ábra 2 db a 131 felvételből (Forrás: Geonet 2000 Kft.)

A repülést a területen belül két felszállási helyről indították. Ez jól látható a 8.5 ábrán, ahol a fekete pontok jelzik a felvételi helyeket. Ennek következménye, hogy a felszállási helyek környezetében a képek között sokszoros átfedések jelentkeztek, mivel a fel és leszállási szakaszokban is 3mp-ként történt exponálás.



8.5. ábra Felvételi helyek és a képek közötti átfedések (Forrás: Geonet 2000 Kft.)

A terület egyes részein több mint kilencszerezes átfedés keletkezett, míg a széleken csak egyszer átfedés jött létre. Vizsgálati pontjaink kiválasztásakor figyelembe vettük azok elhelyezkedését az átfedések száma szerint is. Igyekeztünk olyan pontcsoportokat kialakítani, hogy azok azonos átfedés számú területre essenek, megvizsgálva így, hogy az ortofotó mozaikon belül a pontok koordinátáinak pontosságára milyen hatással van az átfedések száma.

## 8.2 Ortofotó mozaik előállítása és illesztése EOVS rendszerbe

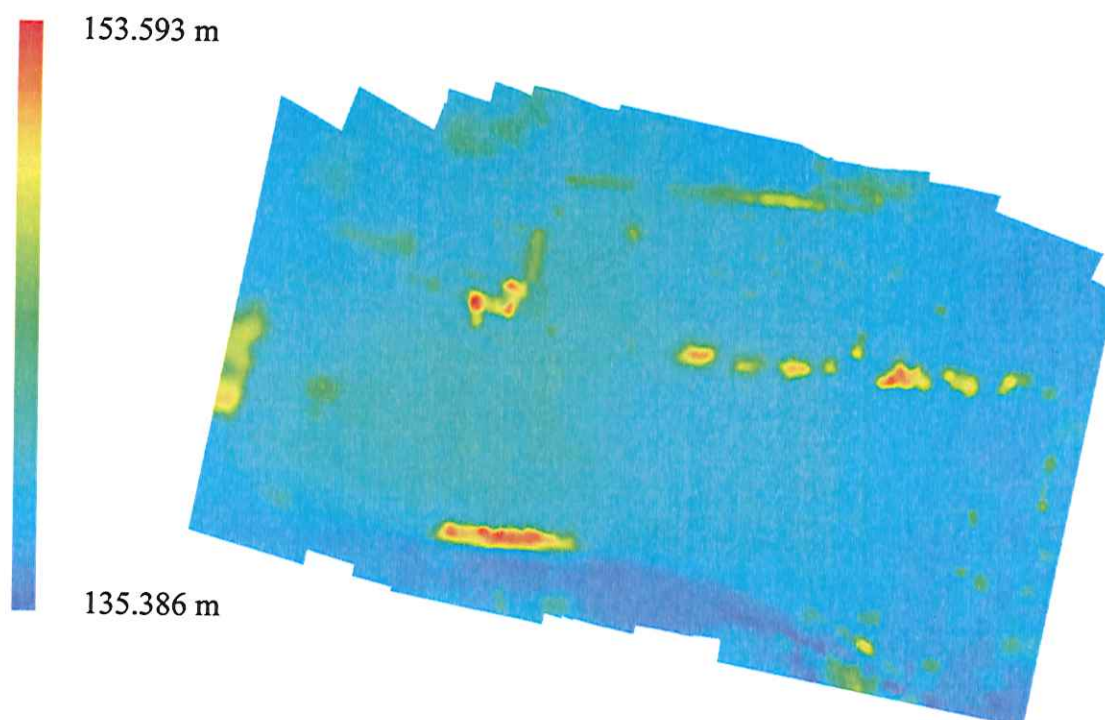
A 125 db légifelvétel feldolgozást (ortorektifikálását és mozaikolását) az Agisoft program alkalmazásával végezték.

A szoftver elvi működése:

- az átfedő képrészek alapján, automatikus matching módszerével képek egymáshoz rendelése,
- digitális felszínmodell (DFM) generálása
- a képek ortorektifikálása a DFM magassági adatai alapján (úramintavételezés)
- az ortofotók (képek) mozaikolása

Az utolsó két művelet tulajdonképpen egyszerre történik az automatikusan választott kapcsolópontok legjobb illeszkedésének, valamint az illesztőpontokon megjelenő maradék hibák minimumának együttes figyelembe vételével.

Itt fontos megjegyeznünk, hogy az illesztőpontokat WGS84 rendszerben határozták meg, ebben a vonatkozási rendszerben történt az ortofotó mozaik előállítása az előbbieik alapján és csak ezt követően végezték az ortofotó mozaik transzformálását a Quantum GIS program segítségével EOVS rendszerbe.



8.6. ábra Digitális felület modell (Forrás: Geonet 2000 Kft.)

### 8.3 Ellenőrző mérések a terepen

A felvételekből összeállított ortofotó mozaikról (TIF) lekérdezhetőek az azonosítható részletpontok koordinátái. Az eredeti képek felbontása 2-3 cm volt, amely értéket az ortofotó is őrzi. Az azonosítható részletek koordinátái tehát 2-3 cm élesek, de ez korántsem jelenti, hogy a koordináták 2-3 cm pontosak is. A megbízás alapján (temető kataszteri térkép készítése) nem volt cél a szélső pontosság elérése. Az ellenőrzésnek azt a módját választottuk, hogy az ortofotó mozaikon illetve a terepen néhány centiméterre azonosítható pontokra mérést végeztünk Leica 1200 GPS- szel, hálózatos RTK üzemmódban, amelynek pontossága 1-2 cm, tehát az ellenőrzésre alkalmas.

Előzőleg beszereztük a Kalocsai Járási Hivatal Járási Földhivatalától az állami ingatlan nyilvántartási térkép vizsgált területünket ábrázoló kivágatát. Így alkalmunk nyílt a nyilvántartási térképen szereplő birtokhatárpontok és épületek sarokpontjai koordinátáinak összehasonlítására az ortofotóról lekérdezett koordináta értékekkel is. A terepi ellenőrzés alkalmával összesen 317 db pont koordinátáját mértük meg. Ebből 156

pontot 39 sírhely 4 sarokpontjaként választottunk, amelyek a különböző átfedési területeken egyenletesen elosztva helyezkedtek el, hogy vizsgálni tudjuk a pontosság és az átfedések száma közti összefüggéseket. A nyilvántartási alaptérképhez történő összehasonlításhoz az előbb említett birtokhatár töréspontokat és épület sarokpontokat mértük, összesen 22 db-ot. Mindezek mellett mértünk terepfelszíni pontokat, összesen 139 db-ot olyan sűrűséggel (~10m), ami alapján megfelelő pontosságú domborzatmodellt állíthatunk elő. Ennek alapján a későbbiekben lehetőségünk nyílik a képek külön-külön történő ortorektifikálásával és utólagos mozaikolásával előállított ortofotó mozaik alapján további vizsgálatok végzésére.

## 8.4 Pontossági vizsgálat

Rendelkezésünkre álló, az összehasonlítások alapját képző adatok:

- A kalocsai temető alaptérképi kivágatáról lekérdezett koordináták
- A terepen mért pontok ortofotó mozaikról lekérdezett koordinátái
- Terepi ellenőrző mérések koordinátái

A mért pontok több csoportba sorolhatók.

Típus szerint mértünk:

- Birtokhatárpontokat
- Épületsarok pontokat
- Részlet pontokat

Pontok elhelyezkedése a képek átfedése szerint:

- Az 1-3-szoros
- A 4-7-szeres
- A 8-szorosnál nagyobb számú átfedés

A pontosság vizsgálatát az AutoCad Civil 3D program segítségével végeztem. A számításokat Microsoft Excel programmal hajtottam végre.

#### 8.4.1 Illesztőpontokon tapasztalt eltérések

Az Agisoft szoftverrel való feldolgozás után az illesztőpontokon tapasztalható átlagos hibák: (forrás: Agisoft report)

| Átlagos hiba mértéke (m) |      |      |        |
|--------------------------|------|------|--------|
| X                        | Y    | Z    | Teljes |
| 0.28                     | 0.55 | 0.44 | 0.75   |

1. Táblázat

Ez a 75 cm-es érték az egész kép területén értendő átlagos eltérést jelent. Az illesztőpontokon tapasztalt hiba, pontonként eltérő értékű.

Vizsgálatom során az általunk mért, illetve a Geonet 2000 Kft. által bemért illesztőpontok koordinátáinak összehasonlítását végeztem el. Sajnos az illesztőpontok beazonosítását nem minden esetben tudtuk teljes bizonyossággal elvégezni, ami az általunk mért és a Geonet 2000 Kft. által meghatározott koordináták eltéréseiben is megmutatkozik. Mivel nem jelölt illesztőpontokról van szó, véleményem szerint ennek elsődleges oka az elazonosítás. Ezt a feltételezést az is indokolja, hogy a méréshez alkalmazott eszközökkel és módszerekkel elérhető pontosság közel azonos értékű.

#### Illesztőpontok koordinátáinak összehasonlítása

| Geonet 2000 Kft. |           |           | Saját mérések |           | Eltérések (m) |            |
|------------------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|------------|
| Pontszám         | Y         | X         | Y             | X         | $\Delta Y$    | $\Delta X$ |
| 101              | 645638.25 | 130848.70 | 645638.05     | 130849.57 | -0.20         | 0.88       |
| 103              | 645425.96 | 130860.84 | 645425.97     | 130860.40 | 0.01          | -0.44      |
| 104              | 645464.53 | 130969.01 | 645464.74     | 130968.62 | 0.21          | -0.39      |
| 105              | 645603.47 | 130940.89 | 645603.52     | 130940.93 | 0.05          | 0.04       |
| 106              | 645623.55 | 131012.52 | 645623.24     | 131011.16 | -0.31         | -1.35      |
| 108              | 645800.21 | 131003.93 | 645800.20     | 131003.98 | -0.01         | 0.05       |
| 110              | 645821.57 | 130749.38 | 645821.50     | 130748.17 | -0.07         | -1.21      |
| 111              | 645776.23 | 130764.48 | 645775.60     | 130767.00 | -0.63         | 2.52       |

2. Táblázat

#### 8.4.2 Az ortofotó pontossága és illeszkedése a nyilvántartási térképhez

Az összehasonlítást az általunk terepen mért birtokhatár és épületsarok pontok koordinátái, a nyilvántartási térkép koordinátái és az ortofotóról lekérdezett koordináták alapján végeztem. Mivel a hálózatos RTK módszerével elérhető pontosság 1-2cm, ezért ezt tekintettük hibátlan eredménynek. Az eltérések vizsgálata – akárcsak a terepi ellenőrző mérések megválasztása – az átfedések mértékének figyelembevételével történt (1. számú melléklet). A 8.7. ábrán jól megfigyelhető, hogy az 1-3 szoros átfedés esetén a gazdasági épület ortofotón beazonosított pontja az alaptérképi pont helyzetéhez képest nagy eltérést mutat ( $>1\text{m}$ ). A saját mérésünkből származó pontok 10-22 cm eltérést mutatnak az alaptérképi pontok elhelyezkedéséhez képest. Viszont a nagyobb számú átfedések esetén az eltérések csökkenése tapasztalható. A korábbi felvetésünk, hogy a nagyobb átfedéssel rendelkező képi területekről beazonosított pontok koordinátái pontosabbak lesznek, beigazolódott. (forrás: 1. számú melléklet)

| Átfedések száma (x) | Eltérések (GPS-Térkép) (m) |            | Eltérések (GPS-Kép) (m) |            | Eltérések (Térkép-Kép) (m) |            |
|---------------------|----------------------------|------------|-------------------------|------------|----------------------------|------------|
|                     | $\Delta Y$                 | $\Delta X$ | $\Delta Y$              | $\Delta X$ | $\Delta Y$                 | $\Delta X$ |
| $x > 8$             | 0.2                        | -0.14      | -0.13                   | 0.89       | -0.33                      | 1.03       |
| $4 < x < 7$         | -0.22                      | 0.19       | -0.12                   | 0.69       | -0.14                      | 0.38       |
| $1 < x < 3$         | 0.20                       | -0.21      | -0.64                   | 1.33       | -0.84                      | 1.54       |

3. Táblázat Az eltérések



8.7. ábra 1-3-szoros átfedés esetén



8.8. ábra 8-szorosnál nagyobb számú átfedés

### 8.4.3 Pontossági vizsgálat részletpontok alapján

Figyelemmel arra, hogy a megbízást egy temetőkataszteri térkép létrehozására adták a legkiterjedtebb vizsgálatot a jól azonosítható részletpontokra végeztük. Az ellenőrző pontok kiválasztásánál figyelemmel voltunk arra, hogy azt a terepen és az ortofotón 5cm-en belül azonosítani tudjuk. A kiválasztott 39 sírhely mind a 4 sarokpontját megmértük. Ugyanezen pontok koordinátáit az ortofotóról is lekérdeztük. A következő táblázatban (2. számú melléklet) láthatóak a vizsgálati pontok koordinátáinak eltérései az átfedések száma szerinti csoportokra bontva. Az átfedések száma szerint elmondható, hogy nagyobb számú átfedéssel pontosabb eredmény tapasztalható, de egy erős X irányú hiba jelentkezik a teljes képre nézve. (forrás: 2. számú melléklet)

| Átfedések száma          | $x > 8$    |            | $4 < x < 7$ |            | $1 < x < 3$ |            |
|--------------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Az eltérések átlaga (m): | $\Delta Y$ | $\Delta X$ | $\Delta Y$  | $\Delta X$ | $\Delta Y$  | $\Delta X$ |
|                          | 0.22       | 0.77       | -0.05       | 0.57       | -0.64       | 1.33       |

4. Táblázat

A 8.9. ábrán néhány ellenőrző pont esetében nyilakkal érzékeltettem az eltérések irányát és nagyságát. A nyilak hosszúsága arányos az eltérések nagyságával. Megfigyelhető, hogy az eltérések nagysága a vizsgálati pont ortofotón való elhelyezkedésével nem áll egyértelműen szoros összefüggésben, viszont az eltérések iránya szabályosságot mutat.

Jelmagyarázat:

0-0,5 m →

0,5-1 m →

1-1,5 m →



8.9. ábra Az ortofotó X irányú eltolódásának szemléltetése



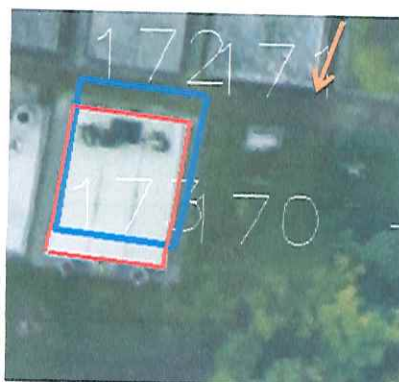
8.10. ábra 0-0.5 m eltérés

Saját mérés: —

Ortofotó: —



8.12. ábra 1-1.5 m eltérés



8.11. ábra 0.5-1 m eltérés

#### 8.4.4 Pontossági vizsgálat távolságok alapján

Annak vizsgálatára, hogy a jelentkező koordináta eltérésekért mennyiben felelősek az illesztőpontok, illetve azok alapján a WGS84 rendszerből EOVS vetületi rendszerbe történő transzformálás, távolságokat határoztunk meg a terepen GPS- szel mért pontjaink között, valamint ugyanezen pontok ortofotóról lekérdezett koordinátái alapján. Láthatóan a 8.9. ábrán megjelenített eltérések jellemzően közel azonos irányúak. Feltételeztük, hogy amennyiben a koordináta különbségekben (GPS - Ortofoto) jelentkező eltérések leginkább az ortofoto mozaik hibás transzformálásából erednek, úgy a távolságokkal történő ellenőrzéssel a hibák nagymértékű csökkenést mutatnak majd, hiszen, ha a transzformálásból eredő szabályos hibáról van szó, úgy azok minden pontot közel azonos mértékben terhelnek, így a különbségek képzésekor kiesnek. Ezért az összehasonlításba bevont távolságokat két csoportra bontva vizsgáltuk (3. számú melléklet). Az egyik csoportban közelítőleg NY- K-i, a másikban pedig közelítőleg É-D-i irányba eső pontok közötti távolságok eltéréseit vizsgáltuk. Ennek eredményei a koordináta különbségekből számított hibáknál ugyan kisebbek (a koordináta különbségek átlagának közelítőleg fele), de változatlanul az X irányú hiba értéke a nagyobb. Az első csoport (NY-K) esetén a távolságoknál tapasztalt eltérések átlaga 0.17 m, a második csoportban (É-D) pedig -0.30 méter volt (4. Táblázat). Tehát változatlanul az X irányú hiba volt a meghatározó, ami a távolságok X irányú torzulására utal, és kizárja a feltevést, hogy a transzformáció lenne önmagában felelős a terepen mért és az ortofotóról lekérdezett koordináták eltéréseért.

A távolságok különbségeinek átlagolásánál figyelembe vettük az előjeleket (GPS távolság – képi távolság), mivel csak véletlen jellegű hibák fennmaradását feltételeztük a különbségképzések után. (forrás: 3. számú melléklet)

| Nyugat- Kelet irányú<br>eltérések (m) |             | Észak - Dél irányú eltérések<br>(m) |              |
|---------------------------------------|-------------|-------------------------------------|--------------|
| Pontszámok                            | $\Delta t$  | Pontszámok                          | $\Delta t$   |
| 74-21                                 | -0.30       | 171-201                             | 0.15         |
| 93-48                                 | 0.04        | 173-73                              | -1.22        |
| 94-170                                | 0.33        | 96-167                              | 0.13         |
| 158-169                               | 0.11        | 46-24                               | -0.76        |
| 160-200                               | 0.65        | 61-198                              | 0.23         |
| Eltérések átlaga:                     | <b>0.17</b> | Eltérések átlaga:                   | <b>-0.30</b> |

4. Táblázat

Annak megállapítása, hogy ezeket a hibákat pontosan mi okozza, további vizsgálatokat igényel, ami jelen dolgozatnak nem célja. A terepi ellenőrző mérésekkel azt szerettem volna megmutatni, hogy a rendelkezésre álló eszközökkel és módszerekkel előállított termék kielégíti-e a megbízásban megjelölt feladat pontossági igényeit.

## 9 Összefoglalás

A Geonet 2000 Kft.-től kapott dokumentáció és az előállított ortofotó mozaik vizsgálata során - figyelembe véve azt, hogy a szélső pontosság elérése nem volt cél - biztató eredményeket kaptunk. Hiszen az ortofotó megrendelésénél a kulcsfontosságú követelmény az volt, hogy az ortofotó mozaik alapján előállított térkép térinformatikai adatbázisba illeszthető legyen és arról (háttér adatok hozzárendelése után) lekérdezéseket tudjanak kezdeményezni. Az összefoglaló táblázatokban (1-4 Táblázat) az X és Y irányú eltérések mértéke alapján az ortofotón azonosíthatóak a tervezett temető kataszteri térkép elemei (a sírhelyek), ezért elmondhatjuk, hogy a kapott eredmények megfeleltek a megrendelés célkitűzéseinek.

Az eltérések vizsgálata során, megállapítható, hogy a készített 131 db (felhasznált 125 db) különböző dőlésszöggel készült felvétel különböző mértékű perspektív torzulással terhelt. Ezeknek a képanyagoknak a felhasználásával elérhető maximális pontosság meghatározásához a terepi méréseink birtokában képenként kellene elvégeznünk az ortorektifikációt az általunk mért illesztőpontok, valamint a terepi méréseink alapján létrehozott digitális felületmodell alapján. Ezt egy későbbi vizsgálat alkalmával tervezem elvégezni.

Az is megállapítható, hogy ennél a megvalósításnál elért pontosság, az alaptérképnél megkívánt pontosságot nem biztosítja - nem is volt cél -, de a repülés gazdaságossága és a képek felbontásából adódó részletgazdagsága számos előnyt jelenthet. Ezek az előnyök más szakterületen is indokolják az UAV-ok alkalmazását.

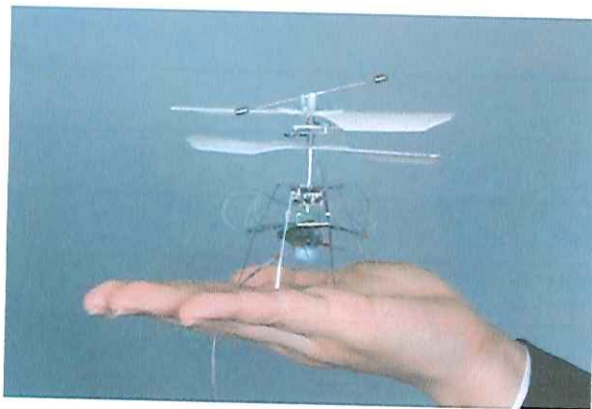
Az UAV-ok gyártása, fejlődése és gyakorlati alkalmazása észrevehetően egyre nagyobb ütemű és naponta új területeken jelenik meg. Ez annak köszönhető, hogy sokrétűen alkalmazható, lényegesen alacsonyabb költséggel előállítható és üzemeltethető, mint pilóta által vezetett társai.

További előnyei a hagyományos hordozók által megvalósított adatgyűjtéssel szemben:

- az eddigi, hagyományos fényképező repülések sokkal nagyobb előkészületet igényelnek, minden egyes repülés végrehajtása előtt a felmérendő területre nagy gondossággal kidolgozott repülési tervet kell készíteni,
- UAV-ok esetében - akár repülés közben is - módosítható a repülés útvonala
- hagyományos fényképező repülés esetén az elkészült képek minőségét gyakran csak utólag tudják ellenőrizni,
- az UAV-on elhelyezett felvevővel készült felvételek minősége a helyszínen ellenőrizhető, a fényképezés azonnal ismételhető
- a kitakarások további felvételek készítésével kiküszöbölhetőek,
- az alacsony repülésnek köszönhetően már kevésbé jó felbontású (akár amatőr) felvevő berendezéssel is jó (1-2 cm-es) terepi felbontás érhető el,
- a részletgazdagság megnövekedése az információtartalmat növeli,
- távirányítással, olyan manőverek hajthatók végre, amelyek pilóta jelenlétében nem
- a robotpilóta precízebb irány-, magasság- és sebesség tartásra képes

Természetesen vannak szakterületek, feladatok, ahol a megoldást a nagyobb magasságban, mérőkamerával végrehajtott fényképező repülés jelenti, de ilyen esetekben is kiegészítő adatnyerési lehetőségként alkalmazhatjuk a robotrepülővel történő fényképezést, egyéb szenzorral történő távérzékelést. A „drónokkal” megvalósított légi fotogrammetriával pontosabb eredményeket érhetnénk el, a külső adatok meghatározásával (GPS/IMU) és a távolság szerinti automatikus exponálással.

Az új típusú UAV-ok fejlesztésénél előfordulhat, hogy eredetileg ember vezette gépet alakítanak át önműködővé. Egyre elterjedtebb a mikro UAV-ok alkalmazása is, amelyek akár tenyérben is elférnek.



9.1. ábra Micro UAV (Forrás: [www.connectventura.com](http://www.connectventura.com))



9.2. ábra Micro UAV (Forrás: [www.kitup.military.com](http://www.kitup.military.com))

Több internetes oldalon lehet találkozni nukleáris UAV-ok fejlesztéséről szóló írásokkal. A nukleáris energia használata UAV-ok meghajtásánál korlátlan lehetőséget jelentene felhasználásukra. A kidolgozásuk alapját már el is kezdték, de mivel az UAV-ok időjárási okok, kommunikációs zavar, vagy szoftverhiba miatt gyakran lezuhanak, ezért a fejlesztéseket szüneteltetik.

Belátható, hogy az UAV-ok alkalmazása előtt komoly perspektíva áll. Idővel minden országban megjelennek majd, katonai és polgári célú feladatok ellátására.

## 10 Mellékletek

### 1. sz. melléklet

Az ortofotó pontossága és illeszkedése a nyilvántartási térképhez

| Átfedések száma<br>(x) | Nyilvántartási térképről |           |           | Saját mérés (GPS) |           | Geonet 2000 Kft |           | Eltérések (GPS-Térkép) |            | Eltérések (GPS-Kép) |            | Eltérések (Térkép-Kép) |            |
|------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------------|-----------|------------------------|------------|---------------------|------------|------------------------|------------|
|                        | Pontszám                 | Y         | X         | Y                 | X         | Y               | X         | $\Delta Y$             | $\Delta X$ | $\Delta Y$          | $\Delta X$ | $\Delta Y$             | $\Delta X$ |
| x<8                    | 109                      | 645858.87 | 130842.54 | 645858.06         | 130843.45 | 645858.85       | 130842.41 | -0.81                  | 0.91       | -0.79               | 1.04       | 0.02                   | 0.13       |
|                        | 1006                     | 645896.72 | 130836.74 | 645896.54         | 130836.51 | 645896.44       | 130835.14 | -0.18                  | -0.23      | 0.10                | 1.37       | 0.28                   | 1.60       |
|                        | 1007                     | 645613.83 | 130994.34 | 645614.51         | 130994.51 | 645614.40       | 130993.86 | 0.68                   | 0.17       | 0.11                | 0.65       | -0.57                  | 0.48       |
|                        | 2003                     | 645603.89 | 130966.16 | 645605.00         | 130964.75 | 645604.94       | 130964.24 | 1.11                   | -1.41      | 0.06                | 0.51       | -1.05                  | 1.92       |
| 4<x<7                  | Átlag:                   |           |           |                   |           |                 |           | 0.20                   | -0.14      | -0.13               | 0.89       | -0.33                  | 1.03       |
|                        | 1001                     | 645810.01 | 131006.95 | 645809.52         | 131007.89 | 645809.70       | 131008.24 | -0.49                  | 0.94       | -0.18               | -0.35      | 0.31                   | -1.29      |
|                        | 1002                     | 645800.10 | 131008.63 | 645800.20         | 131008.78 | 645799.94       | 131008.89 | 0.10                   | 0.15       | 0.26                | -0.11      | 0.16                   | -0.26      |
|                        | 1003                     | 645845.73 | 131004.01 | 645844.24         | 131004.21 | 645845.61       | 131004.40 | -1.49                  | 0.20       | -1.37               | -0.19      | 0.12                   | -0.39      |
|                        | 1004                     | 645901.09 | 130999.17 | 645900.72         | 130999.48 | 645900.72       | 130999.48 | -0.37                  | 0.31       | 0.00                | 0.00       | 0.37                   | -0.31      |
|                        | 1005                     | 645913.50 | 130923.06 | 645913.02         | 130924.79 | 645915.02       | 130924.24 | -0.48                  | 1.73       | -2.00               | 0.55       | -1.52                  | -1.18      |
|                        | 1008                     | 645420.45 | 130860.55 | 645421.29         | 130860.28 | 645421.30       | 130859.16 | 0.84                   | -0.27      | -0.01               | 1.12       | -0.85                  | 1.39       |
|                        | 2001                     | 645804.20 | 130765.99 | 645804.32         | 130766.36 | 645803.41       | 130764.09 | 0.12                   | 0.37       | 0.91                | 2.27       | 0.79                   | 1.90       |
|                        | 2002                     | 645796.82 | 130768.52 | 645792.11         | 130770.08 | 645791.49       | 130768.26 | -4.71                  | 1.56       | 0.62                | 1.82       | 5.33                   | 0.26       |
|                        | 2004                     | 645487.56 | 130901.96 | 645487.56         | 130901.91 | 645487.70       | 130901.32 | 0.00                   | -0.05      | -0.14               | 0.59       | -0.14                  | 0.64       |
|                        | 2005                     | 645482.20 | 130906.48 | 645481.80         | 130906.20 | 645481.91       | 130905.51 | -0.40                  | -0.28      | -0.11               | 0.69       | 0.29                   | 0.97       |
|                        | 2006                     | 645478.86 | 130907.26 | 645478.53         | 130906.95 | 645479.47       | 130906.16 | -0.33                  | -0.31      | -0.94               | 0.79       | -0.61                  | 1.10       |
|                        | 2007                     | 645471.37 | 130906.59 | 645471.44         | 130905.93 | 645471.83       | 130905.02 | 0.07                   | -0.66      | -0.39               | 0.91       | -0.46                  | 1.57       |
| 1<x<3                  | Összesen:                |           |           |                   |           |                 |           | -0.22                  | 0.19       | -0.12               | 0.69       | -0.14                  | 0.38       |
|                        | 1010                     | 645449.07 | 130816.32 | 645449.30         | 130816.27 | 645449.86       | 130814.72 | 0.23                   | -0.05      | -0.56               | 1.55       | -0.79                  | 1.60       |
|                        | 1011                     | 645453.37 | 130830.37 | 645453.54         | 130830.14 | 645454.85       | 130828.78 | 0.17                   | -0.23      | -1.31               | 1.36       | -1.48                  | 1.59       |
|                        | 1012                     | 645444.32 | 130838.67 | 645444.56         | 130838.41 | 645445.40       | 130837.19 | 0.24                   | -0.26      | -0.84               | 1.22       | -1.08                  | 1.48       |
|                        | 1013                     | 645421.05 | 130843.33 | 645421.34         | 130842.93 | 645421.58       | 130841.67 | 0.29                   | -0.40      | -0.24               | 1.26       | -0.53                  | 1.66       |
|                        | 1014                     | 645447.39 | 130822.47 | 645447.46         | 130822.36 | 645447.73       | 130821.09 | 0.07                   | -0.11      | -0.27               | 1.27       | -0.34                  | 1.38       |
| Összesen:              |                          |           |           |                   |           |                 |           | 0.20                   | -0.21      | -0.64               | 1.33       | -0.84                  | 1.54       |

Megjegyzés: A pirossal jelzett értékek durva hibát mutattak, ezért kizártam őket a számításból.

2. sz. melléklet

Részletpontok koordinátáinak vizsgálata

| Átfedések száma (x) | Pontszám | Geonet 2000 Kft.(m) |           | Saját mérés (m) |           | Eltérések (Saját-Térkép) |               |
|---------------------|----------|---------------------|-----------|-----------------|-----------|--------------------------|---------------|
|                     |          | Y                   | X         | Y               | X         | $\Delta Y(m)$            | $\Delta X(m)$ |
| x>8                 | 1        | 645782.17           | 130778.19 | 645782.76       | 130779.68 | 0.59                     | 1.49          |
|                     | 2        | 645784.99           | 130777.88 | 645785.67       | 130779.33 | 0.68                     | 1.45          |
|                     | 3        | 645785.26           | 130780.05 | 645785.89       | 130781.58 | 0.63                     | 1.53          |
|                     | 4        | 645782.40           | 130780.37 | 645782.97       | 130781.90 | 0.57                     | 1.53          |
|                     | 21       | 645763.09           | 130813.95 | 645763.69       | 130817.10 | 0.60                     | 3.15          |
|                     | 22       | 645763.38           | 130816.05 | 645763.33       | 130814.93 | -0.05                    | -1.12         |
|                     | 23       | 645764.99           | 130813.60 | 645765.30       | 130814.64 | 0.31                     | 1.04          |
|                     | 24       | 645765.37           | 130815.71 | 645765.65       | 130816.81 | 0.28                     | 1.10          |
|                     | 45       | 645774.55           | 130961.35 | 645774.53       | 130961.68 | -0.02                    | 0.33          |
|                     | 46       | 645773.98           | 130963.48 | 645773.97       | 130963.83 | -0.01                    | 0.35          |
|                     | 47       | 645772.06           | 130963.06 | 645772.02       | 130963.31 | -0.04                    | 0.25          |
|                     | 48       | 645772.62           | 130960.87 | 645772.59       | 130961.15 | -0.03                    | 0.28          |
|                     | 61       | 645607.02           | 130908.02 | 645606.99       | 130908.51 | -0.03                    | 0.49          |
|                     | 62       | 645608.91           | 130907.85 | 645609.17       | 130908.15 | 0.26                     | 0.30          |
|                     | 63       | 645609.03           | 130909.43 | 645609.49       | 130910.14 | 0.46                     | 0.71          |
|                     | 64       | 645607.25           | 130909.66 | 645607.25       | 130910.47 | 0.00                     | 0.81          |
|                     | 73       | 645580.47           | 130871.01 | 645580.80       | 130873.46 | 0.33                     | 2.45          |
|                     | 74       | 645578.56           | 130873.47 | 645578.59       | 130873.81 | 0.03                     | 0.34          |
|                     | 75       | 645578.23           | 130871.45 | 645578.28       | 130871.84 | 0.05                     | 0.39          |
|                     | 76       | 645580.77           | 130873.01 | 645580.47       | 130871.47 | -0.30                    | -1.54         |
| Átlag:              |          |                     |           |                 |           | 0.22                     | 0.77          |
| 4<x<7               | 93       | 645476.42           | 130946.16 | 645476.33       | 130946.83 | -0.09                    | 0.67          |
|                     | 94       | 645475.59           | 130943.27 | 645475.47       | 130943.96 | -0.12                    | 0.69          |
|                     | 95       | 645477.76           | 130942.61 | 645477.67       | 130943.33 | -0.09                    | 0.72          |
|                     | 96       | 645478.62           | 130945.49 | 645478.53       | 130946.19 | -0.09                    | 0.70          |
|                     | 158      | 645463.46           | 130856.12 | 645463.11       | 130856.83 | -0.35                    | 0.71          |
|                     | 159      | 645462.98           | 130853.63 | 645462.66       | 130854.32 | -0.32                    | 0.69          |
|                     | 160      | 645465.26           | 130853.30 | 645464.87       | 130853.95 | -0.39                    | 0.65          |
|                     | 161      | 645465.70           | 130855.82 | 645465.31       | 130856.47 | -0.39                    | 0.65          |
|                     | 166      | 645484.85           | 130852.59 | 645484.57       | 130853.19 | -0.28                    | 0.60          |
|                     | 167      | 645484.45           | 130850.64 | 645484.13       | 130851.19 | -0.32                    | 0.55          |
|                     | 168      | 645485.38           | 130850.39 | 645485.10       | 130850.98 | -0.28                    | 0.59          |
|                     | 169      | 645485.80           | 130852.38 | 645485.54       | 130852.99 | -0.26                    | 0.61          |
|                     | 170      | 645654.33           | 130931.43 | 645654.53       | 130931.95 | 0.20                     | 0.52          |
|                     | 171      | 645654.74           | 130934.32 | 645654.92       | 130934.90 | 0.18                     | 0.58          |
|                     | 172      | 645652.47           | 130934.62 | 645652.63       | 130935.13 | 0.16                     | 0.51          |
|                     | 173      | 645651.93           | 130931.66 | 645652.25       | 130932.20 | 0.32                     | 0.54          |
|                     | 198      | 645629.42           | 130841.29 | 645629.70       | 130841.64 | 0.28                     | 0.35          |
|                     | 199      | 645629.12           | 130839.13 | 645629.39       | 130839.45 | 0.27                     | 0.32          |
|                     | 200      | 645631.99           | 130838.63 | 645632.23       | 130839.05 | 0.24                     | 0.42          |
|                     | 201      | 645632.32           | 130840.83 | 645632.55       | 130841.24 | 0.23                     | 0.41          |
| Átlag:              |          |                     |           |                 |           | -0.05                    | 0.57          |
| 1<x<3               | 1010     | 645449.86           | 130814.72 | 645449.30       | 130816.27 | -0.56                    | 1.55          |
|                     | 1011     | 645454.85           | 130828.78 | 645453.54       | 130830.14 | -1.31                    | 1.36          |
|                     | 1012     | 645445.40           | 130837.19 | 645444.56       | 130838.41 | -0.84                    | 1.22          |
|                     | 1013     | 645421.58           | 130841.67 | 645421.34       | 130842.93 | -0.24                    | 1.26          |
|                     | 1014     | 645447.73           | 130821.09 | 645447.46       | 130822.36 | -0.27                    | 1.27          |
| Átlag:              |          |                     |           |                 |           | -0.64                    | 1.33          |

## 11 Irodalomjegyzék

- Geonet 2000 Kft. (2013) Kalocsai temető nyilvántartási térképről készített dokumentációk
- Dr Bognár, G. R. (2006). *Hadmérnök*. Letöltés dátuma: 2013. 11 08, forrás: [www.hadmernok.hu: http://www.hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/bognar\\_rw6.pdf](http://www.hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/bognar_rw6.pdf)
- Dr. Jancsó, T. (2013. 05. 14.). *UAV/UAS - Nemzetközi kitekintés*. Dr. Jancsó Tamás.
- Dudás, Z. (2012). *SZRFK*. Forrás: [www.szrfk.hu](http://www.szrfk.hu):  
[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012\\_cikkek/47\\_Dudas\\_Zoltan.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/47_Dudas_Zoltan.pdf)
- Dudás, Z. (2012.. 03. 01.). *szrfk*. Letöltés dátuma: 2013.. 11. 10., forrás: [www.szrfk.hu: http://www.szrfk.hu/rtk/folyoirat/2012\\_3/2012-3-01-Dudas\\_Z-Restas\\_A.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/folyoirat/2012_3/2012-3-01-Dudas_Z-Restas_A.pdf)
- Gácsér, Z. (2004). *szrfk*. Forrás:  
[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2005\\_cikkek/gacser\\_zoltan.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2005_cikkek/gacser_zoltan.pdf)
- NKH. (2013.). *NKH*. Forrás: UAS konferencia:  
[http://www.nkh.hu/repules/UAS\\_konferencia/Lapok/default.aspx](http://www.nkh.hu/repules/UAS_konferencia/Lapok/default.aspx)
- NOVA. (dátum nélk.). *NOVA*. Letöltés dátuma: 2013. 11 08, forrás:  
[http://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs\\_05.html](http://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs_05.html)
- Ozoli, Z. (2013.. 03. 28.). *NKH*. Letöltés dátuma: 2013.. 11. 10., forrás: [www.nkh.hu: http://www.nkh.hu/Repules/UAS\\_konferencia/Documents/Ozoli.pdf](http://www.nkh.hu/Repules/UAS_konferencia/Documents/Ozoli.pdf)
- Palik, M. (2012). *szrfk*. Letöltés dátuma: 2013.. 11. 09., forrás: [www.szrfk.hu: http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012\\_cikkek/37\\_Palik\\_Matyas.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/37_Palik_Matyas.pdf)
- Paulik, B. D.-O. (2012). *szrfk*. Forrás:  
[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012\\_cikkek/24\\_Paulik\\_Beata-Wantuch\\_Ferenc-Ozoli\\_Zoltan.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/24_Paulik_Beata-Wantuch_Ferenc-Ozoli_Zoltan.pdf)
- Rátonyi, K. F. (2013). *szrfk*. Forrás: [www.szrfk.hu](http://www.szrfk.hu):  
[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2013\\_cikkek/2013-2-51-Ratonyi\\_Krisztian\\_Ferenc.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-51-Ratonyi_Krisztian_Ferenc.pdf)
- Szabó, M. (2013. 04 06). *Légirégész*. Letöltés dátuma: 2013. 11 09, forrás: [Legiregesz.blog.hu: http://legiregesz.blog.hu/2013/04/06/pilota\\_nelkuli\\_legi\\_jarmu\\_rendszerek\\_uav\\_szakmai\\_konferencia\\_avagy\\_kit\\_szolgaljanak\\_a\\_robotok](http://legiregesz.blog.hu)
- Tamás, B. S. (2003). Letöltés dátuma: 2013. 11 08, forrás:  
[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2003\\_cikkek/bunkoczi\\_sandor\\_papp\\_tamas.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2003_cikkek/bunkoczi_sandor_papp_tamas.pdf)
- Wikipédia. (2010). Forrás: [http://hu.wikipedia.org/wiki/Skylark\\_I](http://hu.wikipedia.org/wiki/Skylark_I)
- Wikipédia. (2013.. 10. 15.). *Wikipédia*. Forrás: [www.wikipedia.hu: http://hu.wikipedia.org/wiki/Pil%C3%B3ta\\_n%C3%A9lk%C3%BCli\\_rep%C3%BCli%C5%91g%C3%A9p](http://hu.wikipedia.org/wiki/Pil%C3%B3ta_n%C3%A9lk%C3%BCli_rep%C3%BCli%C5%91g%C3%A9p)
- Zboray, Z. (2013. 09. 19.). *UAV-k használata, különös tekintettel a légitávérzékeléssel kapcsolatos jogszabályi környezetre és annak változásaira.*