

✦ Geoinformációs adatbázisok elérhető pontosságának vizsgálata lombkorona kataszter szempontjából

✦ IA Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatására bekövetkezett területhasználati változások elemzése

✦ Csepel-Királymajor XX. századi területhasználatának idősoros bemutatása archív térképek és légifelvételek alapján

✦ A tudományos hivatkozás alapjai légi- és űrfelvételek felhasználásakor

✦ Légi fotogrammetria az 1930-as években



A Távérzékelési technológiák és térinformatika a szolgáltatók és felhasználók folyóirata.  
Megjelenik évente két alkalommal.

Kiadja az **Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszéke**  
(1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A Postacím: 1518 Budapest, Pf. 32.)  
és a **Szent István Egyetem Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar Növénytani és  
Ökofiziológiai Intézete** (2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.)

**HU ISSN 2062-8617**

**Alapító főszerkesztő:**

Bakó Gábor

**Szerkesztők:**

Bartha Csaba	Lelleiné Kovács Eszter
Eiselt Zoltán	Licskó Béla
Kardeván Péter	Nagy János
Kovács Gábor	Szerdahelyi Tibor
Kristóf Dániel	Zentai László

**Hirdetésszervezés:**

Feldhoffer Zsófia - 06 70 327 4376

**További munkatársak:**

Mészáros János, Molnár Zsolt, Tóth Zsuzsanna

**Design:**

Göttinger Erika

**Szerkesztőség:**

2310, Szigetszentmiklós, Csokonai köz 1/1.

**Telefon:** 06 70 615 7223

**E-mail:** [magazin@rsgis.hu](mailto:magazin@rsgis.hu)

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



## Tartalom

- 5. Geoinformációs adatbázisok elérhető pontosságának vizsgálata lombkorona kataszter szempontjából – **Burgundi Borbála**
  
- 11. Csepel-Királymajor XX. századi területhasználatának idősoros bemutatása archív térképek és légifelvételek alapján – **Szigeti Csaba**
  
- 19. A tudományos hivatkozás alapjai légi- és űrfelvételek felhasználásakor – **Góber Eszter**
  
- 21. A Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatására bekövetkezett területhasználati változások elemzése egy szigetközi település példáján – **Szalma Katalin**
  
- 24. Légi fotogrammetria az 1930-as években – Légi fotogrammetria Magyarországon III. – **Bakó Gábor**



# Geoinformációs adatbázisok elérhető pontosságának vizsgálata lombkorona kataszter szempontjából

**Burgundi Borbála**<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> MindaGIS Térinformatikai Iroda Kft.

**Index Terms:** Orthophoto, forestry, GIS, aerial image interpretation

**Kulcsszavak:** Ortofotó, erdőgazdálkodás, GIS, légifelvétel kiértékelés

Széles körben, sok mindenre használják manapság a légi- és űrfelvételeket. A távérzékelés mára már meghaladta a csupán adatgyűjtő funkcióját, beletartozik a felvételek kiértékelése mind vizuális, mind digitális interpretációja is. A klímaváltozás ellenőrizhetővé tétele és a fenntartható fejlődés szempontjából talán az egyik legfontosabb terület a vegetációvizsgálat, ahol egyre inkább távérzékeléssel készített felvételeket alkalmaznak. Egyre nagyobb pontosságot elérő távérzékelő berendezésekkel egy olyan naprakész monitoring folyamat állítható be, melynek során a változásokat, a problémákat hatékonyan észlelhetjük, feldolgozhatjuk és számos esetben megoldhatjuk, így nagyon fontos a vizsgálati módszerek szabványainak, irányelveinek megalkotása is. Eppen ezért, és a kiértékelési torzítás, az információ levezetési hibák elkerülése érdekében 2006-ban elindult egy vizsgálat sorozat, amelybe 2013-ban kapcsolódtam be.

Korábban a növényfajok légifelvétel-térképről történő felismerése az állományok kis felbontása miatt nem volt kivitelezhető. Mára azonban elérhetővé és megfizethetővé vált a nagy felbontású (1–20 cm terepi felbontás-tartomány) légifelvétel-térképek készítése, amelyek újszerű, különösen részletes vegetációtérképezést tesznek lehetővé. Mindez a korábban szokásos léptékű, de sokkal pontosabb vegetációs adatbázisok előállítását eredményezi, az eltárolásra kerülő információ mennyisége a legtöbb esetben nem haladja meg jelentősen a korábbi felmérésekben felvett adatok mennyiségét.

A vizsgálatok célja a különböző növényfajok és társulások pontos feltérképezéséhez szükséges geometriai és spektrális felbontás megállapítása, valamint a passzív légi- és űrfelvételezéssel készült állományok minőségi paramétereinek behatárolása (Bakó 2013). Részfeladatomban célja, hogy ellenőrizsem a különböző felbontású légi- és űrfelvételek segítségével létrehozott vegetációs adatbázisok megbízhatóságát a Kékes-tető mintaterület felső lombkoronaszintjére vonatkozóan. Azt a terepi felbontástartományt keresem, amely a legjobb geometriai pontosságot teszi lehetővé vegetációval sűrűn borított területen. Mindemellett megvizsgálom, hogy a Landsat ETM+, és SPOT 4 űrfelvételek spektrális kiterjesztése mérsékli-e a kisebb geometriai felbontásukból adódó kiértékelési hibákat.

## 1. A felvételek minőségét meghatározó elsődleges tulajdonságok

A távérzékelő rendszerek legfontosabb jellemzői a térbeli felbontás, a spektrális felbontás, az időbeli felbontás és az érzékenység.

### Térbeli vagy geometriai felbontás:

A tárgyak geometriai tulajdonságai: elhelyezkedés, méret, alak. Fontos mérőszáma a földi pixelméret, a kép egy pixelének a földön mérhető, valós térbeli kiterjedése.

### Spektrális felbontás:

Azt az érzékenységet fejezi ki, amelyben a rendszer az elektromágneses hullámok energiáját képes érzékelni. A spektrális felbontás magába foglalja az érzékelt sávok számát, szélességét, elhelyezkedését és az átfogott elektromágneses hullámtartományt.

### Radiometriai felbontás:

A radiometriai felbontás vagy érzékenység a digitális felvételek esetén az elektromágneses sugárzás maximális és minimális értékei között lévő intervallumot egyenlő részekre osztják (kvantálják). Az értékek közti fokozatok száma fejezi ki a radiometriai felbontást.

### Időfelbontás:

Az időbeli felbontás azt fejezi ki, hogy milyen időközönként készítünk ugyanarról a területről felvételt, tehát a két felvétel között eltelt időt. (Tikász E.1995.)

## 2. A növényzet passzív távérzékeléssel történő vizsgálatának módszere

A növény felületére eső és az onnan adott hullámhosszakon visszavert sugárzás mennyiségét nagyrészt az adott terület vegetációjának három alapvető tulajdonsága határozza meg: a növényzet összetétele, állapota, és mennyisége. A növény faja, fejlődési állapota, egészségügyi állapota, víztartalma egyaránt hatással van az egyed visszaverő képességére. A reflexió azonban nem csak a növény felületéről érkezik vissza, így számolni kell egyéb tényezőkkel, úgy mint:

- Adott helyszínen a növények átbocsátó, elnyelő, kisugárzó, fényt szóró képessége
- Levelek víztartalma
- Klorofill tartalom
- Sugárzás beesési szöge
- Talajreflektancia, növényzet albedója, kopár talaj albedója
- Vegetáció magassága
- Borítottság (cov)
- Levélfelületi index (LAI)
- Zöld növényi részek aránya (GLF)

(Bakó 2013)

Látható fénytartományban (0,4-0,7  $\mu\text{m}$ ) a különböző pigmentek, közülük is a klorofillok befolyásolják a legnagyobb mértékben a visszaverődési sajátosságokat. Ebben a tartományban a vegetáció visszaverődési maximuma 540 nm-nél található. A növények állapota nagyban befolyásolja a visszaverést a tartományban, hiszen ez a pigmentek mennyiségi eltérését okozza adott növényen. (Dr. Bácsatyai L. 1992)

A Red Edge Index (Vörös Él) meghatározza, hogy mennyire csúszik el egy jelleggörbe inflexiós pontja a vörös (0.6-0.7  $\mu\text{m}$ ) és a közeli infravörös (0.7-1.3  $\mu\text{m}$ ) tartomány határán a kék tartomány felé. (Kristóf D.- Belényesi M. 2011)

Közeli infravörös tartományban (Near Infrared, NIR) 0.7-1-3  $\mu\text{m}$ -ig az abszorpciós pigmentek hiánya a jellemző.

Középső infravörös tartomány (Middle Infrared, MIR) 1.3-2.5  $\mu\text{m}$ -ig a sejtek víztartalma általi elnyelés a legjellemzőbb. A víz sugárzás elnyelési maximuma is ebben a tartományban található 1,4-1,9  $\mu\text{m}$ -nél.

Távoli vagy hő infravörös tartományban a levelek nem megfelelő működésére deríthetünk fényt a sztómákon keresztül távozó párologás hűtő hatásának hiánya következtében, de ez a módszer terepi és laboratóriumi szinten működik hatékonyan.

A távérzékelés tehát számos eszközt ad a kezünkbe a vegetáció térbeli ökofiziológiai állapotának megismeréséhez. A növényzet térképezése alapulhat növénybetegségek térképezésén, állapotfelmérésen (amelyben az fent említett indexeket is felhasználhatjuk), vagy a vegetáció társulástani, esetenként faji szintű rögzítésén. Jelen esetben az utóbbi szempontrendszer alkalmaztam. Ennél alapesetben a nagyfelbontású valószínűségi (RGB) csatornák a leghasznosabbak. Fontos meghatározni a vegetáció vizsgálni kívánt legkisebb alapegységét is. A Kékestetőtől észak-északnyugatra mintegy 400 m-re fekvő terület esetében a bükk egyedek lombkoronái képezték a vizsgálat tárgyát, így a legkisebb térképezett egységet egy méter átmérőben állapítottam meg.

## 3. A kiválasztott mintaterület

A 23852 m<sup>2</sup> mintaterület közigazgatásilag a pétervásárai és a gyöngyösi járás határán fekszik, nagyobb területe a pétervásárai járáshoz tartozik. A kiválasztott terület sarokpontjainak EOv koordinátái a következők:

-XÉNY: 721708,248

-YÉNY: 282051,057

-XÉK: 721813,415

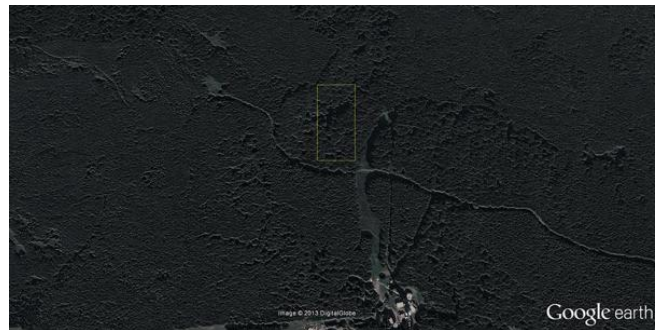
-YÉK: 282051,057

-XDNY: 721708,248

-YDNY: 281824,257

-XDK: 721813,415

-YDK: 281824,257



1. ábra A kiválasztott mintaterület Google Earth szoftverben megjelenítve

Mintaterületem tengerszint feletti magassága 940 m körüli, így a legjellemzőbb növénytársulása a montán bükkös (Aconito – Fagetum). Mint az az 1. ábrán is jól látszik, a terület vegetációval sűrűn borított, erdőszült, vad és erdőgazdálkodás szempontjából kiemelkedően kedvező térségben található. A terület a Magas-Mátra vagy Központi-Mátra kistájhoz tartozik, flórája montán elemekben kiemelkedően gazdag. Az őshonos fákon kívül a Mátra területén főleg az erdősegek szélén, az utak, villanyvezetékek, irtások mentén megjelentek az adventív vagy jövevényfajok. Ezek a vizsgált területre szándékosan, betelepítés, akaratlan behurcolás által vagy spontán bevándorlás révén bekerült nem őshonos növényfajok.

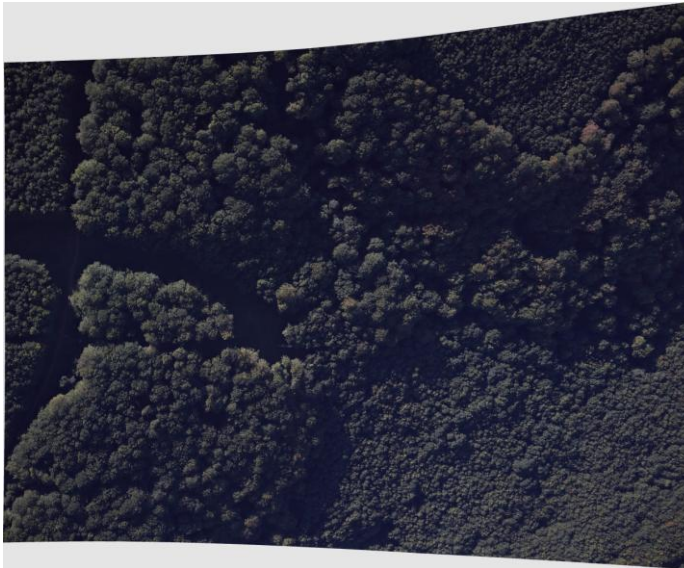
## 4. A felhasznált légifelvétel

Vizsgálatomhoz hat különböző felbontásúra redukált légifelvételt használtam: 100 cm, 50 cm, 30, cm, 20 cm, 10 cm és 5 cm. A felvételek az Interspect Kutatócsoport 2011 szeptemberében elvégzett Kékestető légi felméréséből származnak. A felvétel készítő kamera egy Cessna 182 E Skylane repülőgépen elhelyezett, az Interspect kutatócsoport által fejlesztett INTERSPECT IS 4 kalibrált mérőkamera. A mérőkamera RGB (kék 400-600 nm, vörös 600 – 670 nm és zöld 500-570 nm) feje 60 megapixeles képfelbontással dolgozott (Bakó – Molnár 2012).



Az ortofotók eredetileg 5 cm terepi felbontásúak (M=1:600 méretarányúak). Az Interspect Csoport 2006-óta folytatott, „A távérzékelési állományok kiértékelési pontosságának felbontás függése” című kutatási projektjébe kapcsolódtam be. A vizsgálat első fázisa adott mintaterületen, azonos körülmények között, azonos képi minőségben készült ortofotók, különböző terepi felbontással történő interpretálásán alapul az elemzési torzítás, a nem megfelelő képrészletességéből adódó kiértékelési hibák, a szubjektív hatások megismerése érdekében (Bakó 2010).

A vizsgálat során arra voltam kíváncsi, hogy különböző terepi felbontásnál mennyivel javul a pontos vegetációtérképezés lehetősége, ezért az elemzést (vizuális interpretációt) a kis felbontású ortofotóktól a nagyobb felbontás felé végeztem el. A mintaterületet lefedő ortofotók alakját a kitettség, a domborzati viszonyok határozzák meg.



2. ábra Az egyik ortofotó a mintaterületről. A domborzat változatossága a felvétel szélein is megfigyelhető.

## 5. A felhasznált űrfelvételek

A NASA és az Amerikai Belügyminisztérium által közösen indított programot 1967-ben kezdték kidolgozni, 1972-ben pedig már Földkörüli pályára állították első műholdját, az ERST 1-et. Ez volt az első távirányítású műhold, amely a Föld felszínéről szisztematikus, megismételhető és többszörös képét szolgáltatott. 1975-ben a második hold indítása előtt változtatták a nevét Landsat-ra (Land Observation Satellite). Jelenleg a programot az Amerikai Földrajzi Kutatóintézet (USGS) és az Amerikai Űrügynökség (NASA) együttesen működteti.

A legújabb Landsat 7 műhold érzékelője az ún. ETC+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) berendezés, amely már nyolc színképsávban érzékel, illetve a pánkromatikus felvételek geometriai felbontása 15x15 méter, a hat látható és közeli infravörös képeké 30x30 méter, míg a hőinfravörös képek felbontása 60x60 méter. A rendelkezésemre álló űrfelvétel készítési időpontja 2005. szeptember 3.

A TM 321 (RGB) sávkombináció olyan valós színes sávkompozíció, amely természetű képet ad.

A TM 453 sávkombináció úgynevezett hamis színes kompozíció a közeli infravörös, a középső infravörös, és a látható vörös fény segítségével állítható elő. Tavak, folyók pontos lehatárolása, a nedvességtartalom meghatározása, talaj és vegetáció állapotának vizsgálatára kiválóan alkalmazható (Mucci L. 1995).

A Landsat műholdprogram előretöréseit látva a francia kormány 1978-ban határozta el az önálló erőforráskutató műhold kifejlesztését, amely programba később Svédország és Belgium is csatlakozott. Az első SPOT (Système Probatoire de l'Observation de la Terre) mesterséges holdat 1986-ban indították útjára. Legújabb jelentős fejlesztéseket magába foglaló tagja a SPOT 5, melyet 2002 májusában került pályára. A rendszer működtetője a Francia Űrügynökség (CNES). 832 km-es, közel poláris pályán keringő műhold időbeli felbontása 26 nap.

A SPOT 4 műhold által, 2002 augusztusában készített felvételek álltak rendelkezésemre. A műholdon elhelyezett HRVIR (High Resolution Visible and InfraRed) szkennert multispektrális módban 20x20 méter terepi felbontással rendelkezik (Lóki J. 1996).

## 6. Eredmények

A vizsgálat során az egyedek külső lombkoronájának kiterjedését tanulmányoztam. A területen lévő fafajok és a velük szoros kapcsolatban álló vegetáció típusainak elkülönítését a köztük lévő különbségek határozzák meg (Bácsatyi L. 1992).

Például:

- fakorona alakja
- fakorona mérete
- viszonylagos mérete
- fakorona durva és finomszerkezete
- mintázat, textúra
- árnyékok
- szín

A vizuális interpretációt ArcMap szoftverrel végeztem. A szubjektívítés csökkentése érdekében a vizsgálathoz elengedhetetlen, hogy a legkisebb részletességű felvétellel kezdjük a kiértékelést, így én a 100 cm-es felbontással kezdtem a vizsgálatot. A különböző felbontású felvételeken végzett vektorizálás eredményeként a következő megállapításra jutottam:

Első felbontási szint – 100 cm:

Már a legnagyobb kiterjedésű lombkoronák meghatározásánál nehézségekbe ütköztem. Nehezen elkülöníthető a fák lombkoronája, a vizuális kiértékelést nagyban befolyásolja a kiértékelő szubjektív döntése. Az egyedek elkülönítése illetve a növényzeti meghatározása nem lehetséges, csupán facsoportok ismerhetők fel ennél a részletességnél.

Második felbontási szint – 50 cm:

Ezen felbontási szinten az egyedek már jobban lehatárolhatóak, de a vegetációval sűrűn borított területen, ott ahol az egyedek borítása nagyobb, jobban záródik a felső lombkoronaszint, az egyedek lehatárolása még mindig nem biztosítható.

Harmadik felbontási szint - 30 cm:

Az egyedek külső lombkoronájának lehatárolása már könnyebb feladat a 30 cm-es felbontás mellett. Az egyedek színének eltérései már jól láthatóak a felvételeken, de azok még mindig nem különíthetők el egymástól biztonságosan, hiszen nagyobb felbontásnál újabb egyedek bontakoznak ki a felső lombkoronaszintben.

Negyedik felbontási szint - 20 cm:

A felbontás növekedésével, a terület részletes megismerésével fokozatosan javul a kapott eredmény. Az árnyékok okozta tévedések már

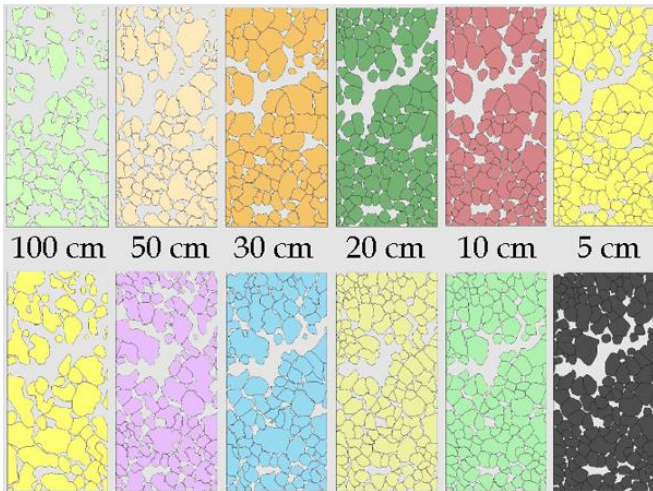
jobban kiszűrhetőek, ennél a felbontásnál már jelentősen csökken a tévesen megrajzolt vektorelemek száma.

Ötödik felbontási szint - 10 cm:

Ez a felbontási szint már alkalmas a területen lévő felső lombkoronaszintű fajok meghatározására. A legfelső lombkoronaszint már jobban elkülönül az alsó lombkorona szintektől, így az egyedek legfelső lombkorona kerülete jól rögzíthető.

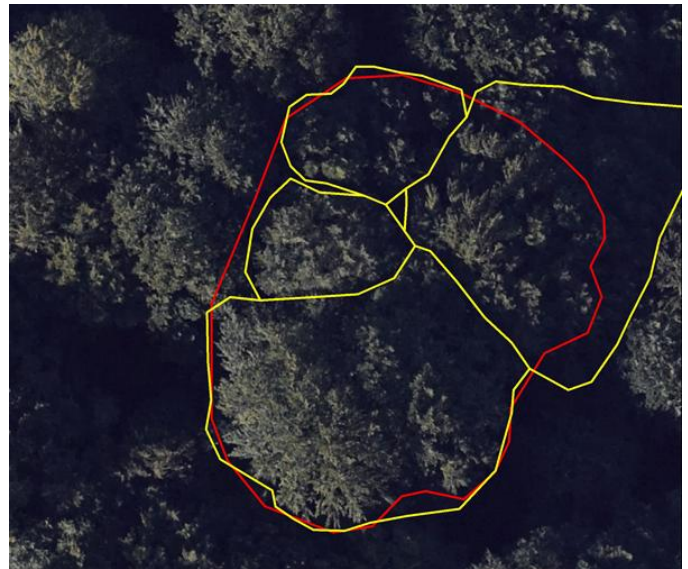
Hatodik felbontási szint - 5 cm:

Az egyedeket pontosan és problémamentesen le lehet határolni. A leveleken mutatkozó eltéréseket, mint például a szín elváltozását, levelek, ágak leszáradását már jól nyomon lehet követni. A nagyobb lombkoronák lehatárolásának pontossága nem javul jelentős mértékben az előző szinthez képest.



3. ábra Két ortofotó elemzési eredménye közönséges bükk (*Fagus sylvatica*) lombkoronáira, az ortofotók különböző terepi felbontású változatairól

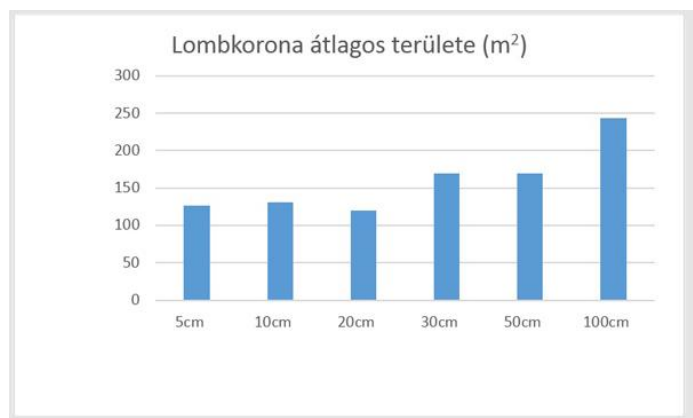
Mint a harmadik ábrán is jól látható, az egyedek felismerhetősége és pontos térképezése a felbontás növekedésével jelentősen javul. A legkisebb felbontáson az egyedek több mint fele egy másik egyedhez került besorolásra. Egyértelműen megállapítható, hogy a fás szárú vegetációtérképezés számára a felbontási szintek közül a 20 cm terepi felbontású ortofotó az, amely a leggazdaságosabban elkészíthető, és még elegendő a felbontása a pontos felső lombkoronaszintű erdőgazdasági adatbázis levezetéséhez.



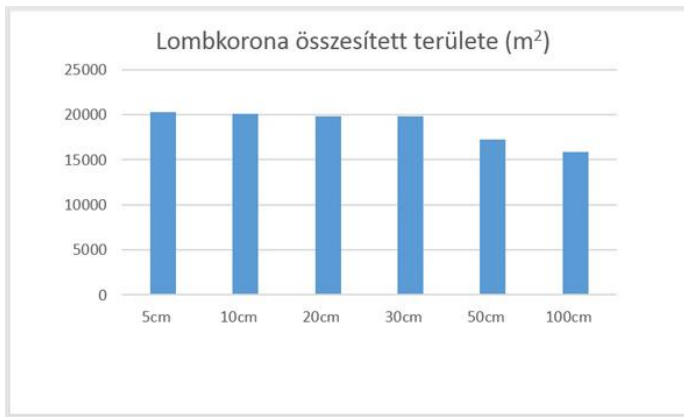
4. ábra A legkisebb, 100 cm-es felbontás mellett (piros határoló vonal) a több egyedből álló fát egy faként digitalizáltam, míg 5 cm-es felbontás mellett (sárga határoló vonal) kiderült, hogy valójában ezt a területet legalább négy különálló egyed fedi le.



5. ábra Egyedek számának változása a felbontás függvényében



6. ábra Az átlagos lombkorona területét a fák egyenkénti lombkorona területének átlagolása után kaptam meg.



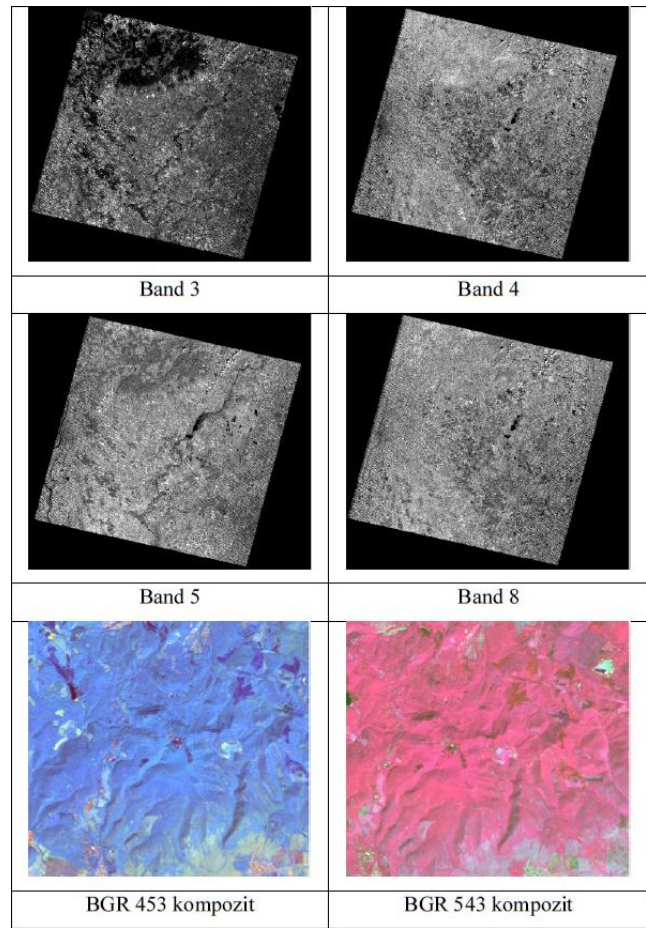
7. ábra Az összesített lombkorona terület az összes egyed lombkoronájának területi kiterjedése.

Egyértelműen látszik, hogy az egyedek területi kiterjedése egyenes arányosságban áll a területen felismert egyedek számával. Emellett szembetűnő az is, hogy a felbontás növelésével fokozatosan növekszik az egyedek által lehatárolt terület a kiértékelési térképen. Ez származhat abból is, hogy a kisebb felbontásnál az fához tartozó ágat tévesen árnyéknak interpretáltam, így nem került digitalizálásra. Ennek a mintaterületnek az esetében 30 cm terepi részletesség is elegendő lehet a számunkra, amennyiben a faji összetétel és az egyes egyedek pontos borítása nem releváns információ a számunkra.

Az egyedek lombkoronájának ortofotónkénti átlagos területe fordítottan arányos az egyedek számával, és értéke folyamatos csökkenést mutat a felbontási szint növelésével. Ez az információ szintén fontos egy erdővédelmi, gazdálkodási, környezetinformációs rendszer elkészítésekor, így ismét megállapítás nyer a 20 cm terepi felbontás határterület jellege.

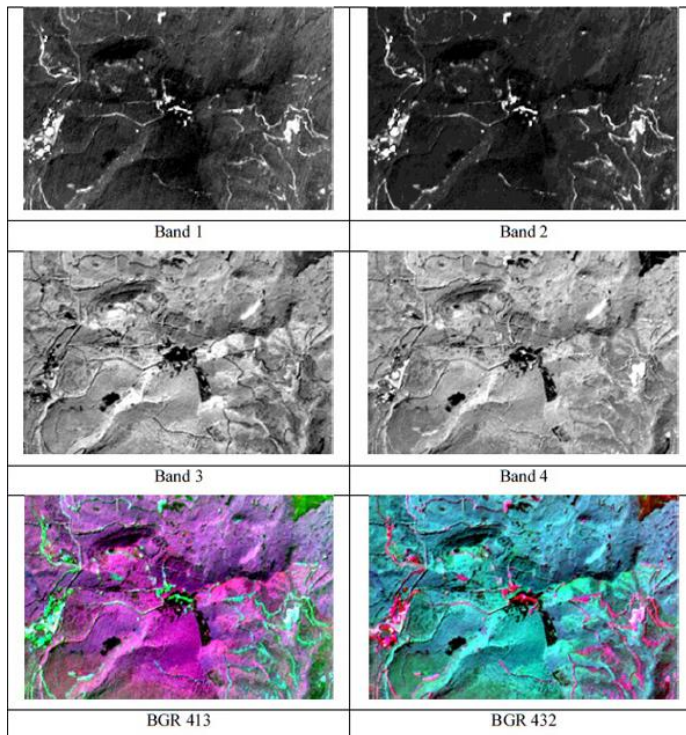
A vizsgálat elvégzése során voltak kiugró eltérések, például egy egyed lombkorona területének meghatározása során. Ez különösen a két különböző képállásból rögzített felvételek perspektív nézőpontjából adódik, de a lombkorona terület felvételen belül is változatos képet mutat.

Az űrfelvételek elemzése során az Idrisi 15.0 The Andes Edition szoftverrel dolgoztam. A következő ábrán a 1998-ban készült Landsat ETM+ színekészítékben készült felvétel szürkeárnyalatos megjelenítését, és két kompozit, a BGR 453 és BGR 543 összehasonlítását szemléltetem. A BGR 453 hamis színes kompozit, mely legjobban alkalmas a vegetációvizsgálatra. A képen jól látszik, hogy a felvétel geometriai felbontása jóval kisebb az eddig tárgyalt légfelvételeknél, mindössze 30 m.



8. ábra Landsat 7 színekészítékben készült felvételek és kompozitok összehasonlítása

Hasonló elemzést végeztem a SPOT 4 műhold által készített felvételekkel. A felvételek felbontása már jobb a Landsat felvételnél, 20x20 m terepi felbontást jelent. Megállapítható, hogy a BGR 413 kompozit ebben az ideális esetben alkalmas a vegetációban az eltérő fajok vizsgálatára, a Kékestetőtől délre eső fenyő társulás jól különbözik az őt körülvevő montán bükkfőtől. A BGR 432 kompozit is legjobban vegetációtérképezésre, illetve mesterségesen létrehozott utak, építmények elkülönítésére alkalmas.



9. ábra A SPOT 4 műhold színeképsávjai

Megállapítható, hogy minél kisebb felbontással dolgozunk, annál több hibaforrást kell kiköszöbölnünk a vizsgálatunk elvégzése során. Amennyiben a fajok meghatározására is szükség van, a 10 és az 5 cm-es terepi felbontású felmérést javasolom.

Vizsgálataim során arra voltam kíváncsi, hogy az eltérő részletességű ortofotók hogyan befolyásolják a vegetációtérképezés eredményét, illetve megpróbáltam választ találni arra a kérdésre, hogy milyen pontosságú ortofotó szükséges egy vegetációval sűrűn borított területen a fajok minél pontosabb felismeréséhez és az adott terület vegetációs adatbázisának létrehozásához. Végeredményként elmondható, hogy egy ökológiailag pontos térképezés szempontjából a 10 cm-es vagy annál nagyobb légifelvételekre van szükség. Az erdőgazdasági feladatokat leggyakrabban a 20 cm terepi felbontás segíti elő, mert itt már elég pontosan elkülönülnek a lombkoronák, amennyibe a felvétel minősége ezt megengedi.

A kutatásom során úgy tapasztaltam, hogy további spektrális csatornák bevonása az űrfelvételek esetében a kellő felbontás hiányában nem javította a lombkoronák elválaszthatóságát. A spektrális kiterjesztés a közel egységes vegetációfoltok indexeinek kiszámítását segíti, információt nyújt a területet borító össz növényzet bizonyos ökofiziológiai paramétereire, tömegességére, sűrűségére, életképességére vonatkozóan, de a vegetációtérképezést nem teszi részletesebbé.

A vizsgálatom nem terjedt ki a légi felmérés spektrális felbontás vizsgálatára, a légifelvétel infravörös csatornáit nem alkalmaztam. A terület részletes megismerése után a következő feladat a felvételek különböző spektrumú csatornáinak vizsgálata, ugyanazon területről, ugyanolyan szempontok alapján. Az így kapott különböző spektrális felbontású statisztikai eredmény összevetése, kiértékelése további kutatási feladat.

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, dr. Szabó Gergely adjunktusnak a Debreceni Egyetemen töltött éveim alatti folyamatos segítőkészségét, bátorítását és építő jellegű kritikáját. Köszönöm Bakó Gábornak, és az Interspect.Kft-nek, hogy a kutatásban részt vehettem. Köszönettel tartozom Standavár Tibornak (ELTE Biológia Doktori Iskola), hogy a rendelkezésünkre bocsátotta terepi vizsgálatainak eredményét a mintaterület vonatkozásában, amely segítségemre volt az egyedek faji szintű beazonosításában.

## Ajánlott irodalom:

Bakó G. 2010: Multispektrális felvételek alapján készülő tematikus térképek minősége, a terepi felbontás és a képminőség függvényében - Tájökológiai Lapok 8 (3): 1–00 (2010) pp. 507-522

Bakó G. 2013: Vegetációtérképezés nagyfelbontású valószínűségi- és multispektrális légifelvételek alapján – Kitaibelia XVIII. évf. 1-2. szám pp.: 152–160. Debrecen 2013.

Bakó G., Molnár Zs. 2012: Új magyar fejlesztésű szenzorok a légi földmegfigyelés szolgálatában – Egy légi tesztsorozat fázisai - AERO XIV. 2012/2. február pp. 20-21

Balla Cs. et al. 1998: Magyarország légi felmérése, Budapest, Országos műszaki fejlettségi bizottság, p. 123

Baráz Cs. – Dudás Gy. – Holló S. – Szuromi L. – Vojtkó A. 2010: A Mátrai Tájvédelmi Körzet, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, p. 150-153

Bán I. 2003: Remote sensing in nature, Budapest Letter-Print, p. 174

Detrekői Á.- Szabó Gy. 1995: Bevezetés a térinformatikába, Nemzeti Tankönyvkiadó, p. 250

Detrekői Á.- Szabó Gy. 2007: Térinformatika, Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., p. 380

Dr. Bácsatyai L.- Márkus I. 1992: Fotogrammetria és távérzékelés, Jegyzet az Erdőmérnöki Kar hallgatói számára. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, p. 163

Dr. Lóki J. 1996: Távérzékelés. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, p. 113

Kristóf D. – Belényesi M. 2011: Monitoring távérzékeléssel alapok, Szent István Egyetem Kiadó, p. 95

Licskó B.: Útmutató a távérzékelési módszerek alkalmazására a meliorációs kiviteli tervezésben. FÖMI, Budapest, 1990.

Martonné Erdős K.2006: Magyarország természeti földrajza 1, Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadója, pp. 70-75

Mihály B. – Dukát Z. 2004: Özönnövények, Biológiai inváziók Magyarországon, Természetbúvár Alapítvány K., p. 408

Mucsi L. 1995: Műholdas távérzékelés és digitális képfeldolgozás I., Szeged JATE Press, p. 172

Szabó G. 2006: Kartográfiai és térinformatikai módszerek pontosságának földrajzi szempontú vizsgálata, Debrecen p. 143

Tikász E. - Dr. Krauter A. - Dr. Ugrin N. - Csornai G. 1995: A digitális térkép geometriai alapjai. Szakközépiskolai jegyzet. Bp.

# Csepel-Királymajor XX. századi területhasználatának idősoros bemutatása archív térképek és légifelvételek alapján

Szigeti Csaba<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

**Index Terms:** Orthophoto, GIS, aerial image interpretation

**Kulcsszavak:** Ortofotó, GIS, légifelvétel kiértékelés

Munkám alapvető célja Csepel-Királymajor múlt századi területhasználatának idősoros bemutatása, melynek során térképek segítségével, a területet érintő fő változásokat megragadva szeretném szemléltetni, milyen hatást gyakorolt a környező területre, amikor egy néhány fős kertészet egy több mint háromezer fős lakóteleppé alakult. Az elemzés a világháborúk előtti időszakkal veszi kezdetét, végigvezet a lakótelep építési nagyberuházásokon, majd eljut az ezredfordulóig. A legszembetűnőbb változás a '70-es, '80-as évek során ment végbe. A célterület bemutatása önmagán túlmutatva talán általános képet is mutat a lakótelepek okozta környezeti változásokról.

## 1. Felhasznált adatok

A légi felvételekhez két forrásból jutottam hozzá. A XX. század végi állapot bemutatására az Interspect Kft-től kapott, nagyfelbontású, a XXI. kerület közigazgatási területéről készült digitális ortofotókat használtam fel. Az ortofotók alapjául szolgáló 60 MP-es légifelvételeket 2011. szeptember 27-én 11:24 és 12:04 között Interspect IS 4 mérőkamerával készítette, és az elkövetkező héten ortorektifikálta Bakó Gábor és Molnár Zsolt. A végtermék, az ortofotó mozaik 10 cm/pixel terepi felbontású. A felvételek az akkori állapotot rögzítik, az ezredforduló óta nem történt jelentős változás. Az archív képek forrásául a Hadtörténelmi Intézet Térképtárában található felvételek szolgáltak. Szerencsémre gazdag forrásanyaggal rendelkeztek, volt lehetőségem kiválasztani a számomra legmegfelelőbbeket.

Azért részesítettem a légi felvételeket előnyben a topográfiai térképekkel szemben, mert ezek a képek sokkal részletesebben adják át a terep valódi elemeit, nem generalizáltak. A légi fotogrammetria a XX. századra kialakult térképészeti eljárás, aminek segítségével légi felvételekből mérésekre alkalmas képek jönnek létre. Ehhez a kamera belső és külső tájékozási adatainak

ismerete is szükséges (Klinghammer, Papp-Váry 1983). Ortofotók elkészítésének a célja, hogy az eredetileg centrális vetítésből, a rendszer elrajzolásából, függőlegestől való eltéréséből és a domborzati viszonyokból adódó torzításokat megszüntesse. Transzformációs eljárásokkal, a központi vetítésű képet ortogonális alakítják, amely esetben nem egy pontból érkeznek a vetítésugarak (ezzel szöveget zárva be egymással), hanem párhuzamosan, a képsíkra merőlegesen érkező sugarakról beszélhetünk. Természetesen ennek a felmérési eljárásnak is megvannak a maga hibái, a légköri állapot, a kamerák pontos beállításai, a film, vagy digitális jelátalakítás minősége, az elkészült kép kora és állapota nagymértékben befolyásolják a kiértékelési szempontból lényegesképminőséget.[1] Ezek a tényezők az archív felvételek esetében észrevehető minőségbeli romlást is eredményeztek.

Területem történelmi hátterének megismerése, és a képek alapos átvizsgálása után megtaláltam az idősoros változások szemléltetésére legalkalmasabb elemzési időpontokat. Csepel-Királymajor történetének ismertetésére négy fő időszakot emeltem ki. A századvégi állapotok bemutatására a már korábban említett, 2011-es felvételt vettem alapul, és ez alapján georeferáltam az archív felvételeket is. A lakótelep építéseket közvetlenül követő viszonyok ábrázolásához egy 1987-ből származó képet használtam fel. Úgy tapasztaltam, hogy az archív papír alapú légifelvételek esetében 600dpi a minimális kielégítő szkennelési felbontás, így az 1987-es kép digitálisan 5670 x 6178 pixel lett. Jelentős intervallum a papírgyár megépítését követő hosszabb időszak, amikor már néhány lakóházat ugyan felépítettek itt, de még mindig meghatározó szerepe volt a mezőgazdaságnak, a környezet állapota pedig a mainál sokkal közelebb volt az eredetihez. Ennek az időszaknak a bemutatására egy 1957-ből származó képet választottam ki, amelynek felbontása bedigitalizálva 4665 x 4713 pixel lett. Úgy tapasztaltam, hogy a részletesebb légifelvételek készítésekor a papírgyár bemutatásán volt a hangsúly, így sikerült egy viszonylag részletes képhez hozzájutnom, amely a mintaterületemet is tartalmazza. A korábbi időszakban az itt működő kertészetek mellett lényegében néhány kertes ház, valamint a papírgyár helyén működő kis vágóhíd volt jelen. Mivel ezeknek jelentősége csekély, korábbi időpontban csak egy-két felvétel volt elérhető a területről. Ezen okból kifolyólag kénytelen voltam egy olyan, 1933-ból származó kép mellett dönteni, amely

sajnos nem ábrázolja teljes egészében Királymajort. A hiányzó rész azonban ma is jórészt érintetlen, füves, ligetes terület. Ennek a képnek a felbontása 2146 x 2125 pixel lett.

Az ortofotók mellett igénybe vettem a XX. századból származó topográfiai térképeket is. Az egyes objektumok felismerésében és azonosításában nagy segítséget nyújtottak a térképek. Időrendi sorrendben felsorolva felhasználtam két 1928-ból származó katonai sztereografikus, 1:25 000 méretarányú térképet. A szelvényezés miatt a Csepel-szigetet két, egymás melletti szelvény ábrázolja, ezért a könnyebb átláthatóság végett használtam fel a két szomszédos, 5062/1 és 5062/2 számú szelvényt. Ezek segítettek az 1933-as légi felvétel feldolgozásában. Az 1957-es képhez egy 1963-ban felmért, Gauss-Krüger 1:10 000 méretarányú szelvényt használtam fel, melynek száma L-34-15-C-a-4. Az 1987-es felvételhez a 65-431-es számú 1:10 000 méretarányú EOTR szelvényt használtam fel. Összegezve tehát, a terület történelmi hátterének ismeretében, valamint a megfelelő légifényképekkel és a hozzájuk tartozó topográfiai térképekkel végeztem el az adatok feldolgozását.

## 2. Adatfeldolgozás

Első lépésként elkezdtem a térképszelvények georeferálását. Ennek során a „nyers” raszteres állományt vetületi koordinátarendszerbe helyeztük illesztőpontok és a vetületi paraméterek (vetület típusa, alkalmazott ellipszoid és dátumparaméterek, stb.) ismeretében. A feladat elvégzésére a Global Mapper 13-as verzióját használtam. Elsőként a legkorábbi szelvények, azaz a katonai sztereografikus térképek vetületbe helyezését kezdtem el. A szelvény keretén kívül szereplő információk alapján következtetünk a térképrendszerre és a koordinátákra, ebben az esetben viszont több probléma is akadt. Az 5062/1-es szelvényen szereplő koordináták egyértelműen polgári, budapesti kezdőpontú koordinátarendszerre utalnak (1. ábra).



1. ábra A feliratokon és a koordinátákon is jól látszódik a budapesti sztereografikus rendszer. Forrás: 5062/1-es számú katonai sztereografikus térkép

Régi vetület lévén, nem szerepelt a szoftverben, így szükséges volt a paraméterek ismeretében definiálni. Ezt követően, a kilométerrács alapján megadott pontokkal a szelvényt a megfelelő koordinátarendszerbe transzformáltam. A program szinte automatikusan, néhány kattintással képes áttranszformálni a szelvényt más vetületbe, ennek segítségével pedig a térképeimet EOVS vetületűvé alakítottam a georeferálás után. Ellenőrzésképp megnyitottam mellé a készen kapott EOVS ortofotó szelvényt, ekkor feltűnt, hogy 500 m különbség van a kettő között. Egészen addig nem értettem ennek az okát, amíg nem néztem meg a

szomszédos, 5062/2-es azonosítóval jelölt szelvényt. Itt a kereten kívül már más adatok szerepelnek, pedig láthatóan egyazon rendszerben vannak. Bár budapesti rendszer felirat áll a kereten kívül mégis, a koordináták egyértelműen katonai rendszerre utalnak (a katonai rendszerben a vetületi középpont el van tolvva 500-500 km-rel déli és nyugati irányba). Először a feliratnak megfelelően a budapesti polgári rendszer szerint georeferáltam a raszteres állományt. Az ezt követő ellenőrzéskor kiderült, hogy a szomszédos szelvényvel jól illeszkedik, de az EOVS szelvényvel összehasonlítva szintén van térbeli különbség. Egy újabb próbálkozással kiderült a megoldás: mindkét szelvényt katonai sztereografikus rendszerben van, így egyrészt szükséges az 5062/1-es számú szelvény koordinátáinak átszámítása katonai másrészt, mivel a katonai és polgári rendszer eltérő alapfelületet használ (HD1863 és HD1909 dátum), a transzformációhoz is más paraméterekre van szükség. Mindezek figyelembevételével, az újbóli georeferálás során már a megfelelő eredményhez jutottam.

Az 1:10 000 méretarányú Gauss-Krüger térkép georeferálása során nem jelentkeztek problémák. A térképszelvény megnyitását követően a vetületbe helyezés zökkenőmentesen történt. Kiválasztottam a megfelelő vetületet („Gauss Krueger (6 degreezones)”), majd a négyes számú zónát jelöltem ki hozzá, amely a keleti hosszúság 18-24°-ig tart. (Ennek az az oka, hogy a Global Mapper nem az eredeti orosz Gauss-Krüger beosztást használja, ahol Budapest a 34. zónában található.) Dátumnak az S-42 HUNGARY lett kiválasztva. A vetületi paraméterek megadását követően, hasonlóan a sztereografikus szelvényekhez, a négy sarokpont közelében a kilométerrácsra leolvasott vetületi koordinátákkal georeferáltam a szelvényt. Miután elkészültem, átalakítottam EOVS vetületbe, és a többi szelvényvel összehasonlítottam az elhelyezkedését.

Az archív, korábbi időpontban készített légi fényképek EOVS-ba való illesztéséhez elsősorban az Interspect Kft-től kapott XXI. kerületről készült ortofotót használtam, amely már eleve vetületbe volt helyezve, nagyjából 20 cm pontossággal. A georeferálást a legfrissebb fotótól kezdve, időben visszafelé haladva végeztem. Így könnyebb volt észrevenni a különböző változásokat, és alkalmazkodni hozzájuk, a biztonságos illesztőpontokat egyszerűbben lehetett megtalálni. A módszer az archív felvételek kis felbontása miatt az volt, hogy a régebbi képen található épületeket megfeleltettem az új képen látható, ugyanazon épületekkel. Ahol lehetett igyekeztem a földfelszínen kapcsolópontot találni. Megfelelő sűrűségű pontok felvételével elérhető, hogy a képet, egy gumilepedőhöz hasonlóan a pontokra illesztve, vetületbe helyezzük. Az elv lényege, hogy a meghatározott pontok koordinátái adottak, a köztes pixelek koordinátáit pedig ezek alapján interpolálja a program. Érthető tehát, hogy síktranszformáció esetén a nagyobb pontsűrűség nagyobb pontosságot eredményez, mivel kevesebb a köztes, csak közelített „bizonytalan” érték. Ezt figyelembe véve, a célterületen és környékén megpróbáltam az átlagosnál is több pontot felvenni, hogy tovább növeljem a pontosságot. Sajnos emellett kénytelen voltam bizonyos kompromisszumok meghozatalára, mert a kapott ortofotó kizárólag a XXI. kerület közigazgatási határaitra terjed ki, az archív felvételek viszont azon túlnyúlnak, tehát nem volt információ a budafoki, kelenföldi, ferencvárosi, pesterszabai, soroksári területekről. Két lehetőségem volt: vagy egy képszerkesztő programmal kivágom ezeket a területeket a légi felvételekről, ezzel egy kifejezetten a XXI. kerületet ábrázoló archív felvételt nyerve, vagy az EOVS szelvények segítségével

folytattam a georeferálást, az előzőhöz hasonló módon. Mivel nem szerettem volna, hogy ekkora adatmennyiség kárba vesszen, ezért az utóbbi lehetőséget választottam. Tisztában voltam vele, hogy a hagyományos módszerekhez képest rosszabb az általam alkalmazott, aminek a hibájához csak hozzáad a topográfiai térképeken használt generalizálás, esetleges pontatlanság. Mégis, mivel kis területről van szó, az EOTR szelvényekkel történő vetületbe illesztés pedig a képek széleit érinti, magát a célterületet nem, ezért úgy véltem, hogy nem fog akkora mértékű hibát okozni, ami lelassítaná, esetleg ellehetetlenítené a későbbi munkát. Az 1987-es képpel így gyorsan végeztem, a többihez képest szinte egyáltalán nem történt változás a beépítettség tekintetében. Mivel a lakótelepek ekkorra már felépültek, ezért könnyen lehetett találni megfelelő számú illesztőpontot. A korábbi felvételekkel már nehezebb dolgom akadt, mert a mai panelházak helyén akkor még kertés házak álltak, a környék arculata nagyban eltérő volt. Az 1957-es kép esetében szerencsémre a Csepel Művek, valamint a Csepeli Papírgyár már felépült, és több, ma is álló épületet lehetett találni a képen. Nagyobb hangsúlyt fektettem a biztos kapcsolópontok megkeresésére. Ilyenek itt többek közt a templomok, iskolák, önkormányzati hivatal. Ezen épületek megtalálásával is alig érte el illesztőpontjaim száma az elégséges szintet, ezért a kertés ház övezetben kerestem olyan további épületeket, amik ma is ugyanúgy megtalálhatóak. Az archív fotók szerényebb felbontása és a színek hiánya miatt elsősorban olyan házakat kerestem, amik a kereszteződésekhez közel találhatóak, ezzel megkönnyítve az azonosításukat. A soroksári ipari területek egy része már akkor is állt, így ezeket fel tudtam használni, viszont a felvételeken Pesterzsébetnek azon része szerepel, ahol 56 éve még kertés házak voltak, ma viszont lakóházak találhatóak. Ezt a problémát a katonai Gauss-Krüger szelvényvel tudtam orvosolni, mivel az EOTR szelvényél korábban szerkesztették meg. Ezt követően a képet megfelelő vetületbe helyeztem, az előzővel megegyező módon következett a felvétel pontosságának ellenőrzése. Miután ezt is megfelelőnek találtam, folytattam a legkorábbi, 1933-ból származó felvétellel. Mint korábban említettem, ezen a többihez képest részletes felvételen nem látszódik a célterület északi része, mivel akkoriban ott növényzeten kívül nem volt semmi jelentős borítás. A kép méretaránya a korábbi képekhez képest nagy, ami azt is jelenti, hogy kisebb területet ábrázol. Ez egyrésztől jó, mivel az illesztőpontokat könnyebben és pontosabban lehet meghatározni, másrésztől viszont rossz, mert egy 80 éves képről van szó, ez alatt az idő alatt pedig jelentős változások történtek, még a lakóházak esetében is. Bár próbáltam, de semmilyen módon nem tudtam a mai felvétel segítségével kellő számú illesztőpontot találni, körülbelül tized annyit, mint az 1987-es képen. Emiatt úgy döntöttem, hogy az 1957-es képet használom fel, ez alapján határozom meg a pontok koordinátáit. Tisztában voltam vele, hogy levezetett adatokról van szó, még a pontosan meghatározott koordináták is hibásak, mivel nem lehet teljes mértékben ugyanazt a két pontot kijelölni. Mindenezek ellenére bíztam benne, hogy a georeferálás pontossága így is elér egy elfogadható szintet. Georeferálás után, az ellenőrzés során meglepődve tapasztaltam, hogy a vártnál jobb eredményt értem el ezzel, csupán egy minimális, 10 méteres eltolásra volt szükség a megfelelő pontossághoz (2. ábra). Így létrejött a raszteres állományoknak egy georeferált változata, mind a térképek, mint a légi felvételek rendelkezésre állnak az egységes országos vetületi rendszerben. A területhasználat megvizsgálásához, hogy

feldolgozható információt lehessen belőlük kinyerni, első lépésként a képeket vektoros állománnyá kell alakítani.



2. ábra swipe eszközzel, a felbontásbeli különbség ellenére is látszódik a képek folytonossága. Forrás: baloldalt Interspect Kft. XXI. kerület közigazgatási területe, jobboldalt légi fotó 1933-ból

### 3. Csepel-Királymajor területhasználatának vizsgálata

A különböző felszínborítási kategóriák számára nem hoztam létre külön réteget, tehát egy időponton belül minden felszíni elem egy rétegen szerepel, nincsenek elkülönítve. (Fontos megjegyezni, ha egy későbbi feladat során szükség lenne ezeknek a külön rétegen való elhelyezésére, akkor azt minden további nélkül, néhány kattintással meg lehet oldani.) Nagyon lényeges, hogy teljes területfedéses fedvényt hoztam létre átfedésmentes, hézagmentes poligonrajzolással. A megkülönböztetésük céljából az attribútum táblázataikban létrehoztam egy „típus” nevű mezőt, ebben 10 kategóriát kialakítva, a borítottság típusától függően. Ezek a kategóriák a következők:

*Épület* – minden épület beletartozik ebbe a kategóriába, nincs megkülönböztetés a méretben, anyagban, vagy egyéb tulajdonságban. Kiemelkedő mesterséges objektumokról van szó.

*Aszfaltozott felszín* – burkolat típusától, vagy a felszín kiterjedésétől függetlenül minden aszfalt burkolattal rendelkező felület beletartozik.

*Nyílt talajfelszín* – beletartoznak mind a vonalszerű kitaposott ösvények, vagy burkolatlan utak, mind a nagyobb kiterjedésű, növényzet nélküli, antropogén hatás következtében kitett talajfelszínek.

*Karbantartott gyepek* – ide tartoznak a kertek, és a parkosított területek is.

*Természetközeli gyepek* – ez alatt a kategória alatt az olyan felszín értendő, ahol a természetes gyepek, vagy a természeteshez nagyon közel álló növényzet áll, nincs rendszeresen karbantartva, ápolva.

*Fával borított terület* – beletartoznak mind a különálló fás szárúak (azaz a fák mellett a bokrok és cserjék), mind a ligetek,

függetlenül attól, hogy közterületen, vagy magánterületen (pl. kertben) állnak.

*Nádas* – nagy jelentősége volt a Duna partján széles elterülő nádasnak egészen a '70-es évek végéig, így szükségét éreztem egy külön kategóriába való besorolásának.

*Vasúti sín* – a Papírgyárból vezető sín egy kis szakasza megjelenik a célterületen, nem lehetett figyelmen kívül hagyni.

*Mezőgazdasági terület* – a területen jelentősek voltak a kertgazdaságok, ezért szükséges volt egy külön kategória kialakítása.

*Vízfelület* – esetemben a Soroksári-Duna-ág tartozik ebbe a kategóriába, lényegesnek találtam, hogy szerepeljen a feladatban, és ne a part mentén érjen véget a felmért terület, mert az évek során a különböző rendezési munkálatok hatására jelentős változásokon esett át ez a folyószakasz.



3. ábra A 2011-es felvétel vektorgrafikus kiértékelési fedvénye

A feladatot itt is időben visszafele haladva kezdtem el. Először a 2011-es fotót vektorizáltam, mivel egyrészt ez a legjobb minőségű, tehát ezt lehet a legkönnyebben és a legpontosabban feldolgozni, másrészt pedig leginkább ez tükrözi a mai állapotokat, a terepbejárásokkal együttesen elősegíti a terület alapos megismerését. Miután a rétegen bekapcsoltam a szerkeszthetőséget, a *polygon* rajzeszközzel megkezdtem a különböző felületek lehatárolását. Figyelembe vettem az épületek esetében, hogy ne a tetejük legyen körbehatárolva, mivel a különböző felvételi szögek téves eredményt adhatnak. Éppen ezért, mindig a házak alapját vektorizáltam. A magasabb épületek (például panelházak) esetében nem mindenhol látszódott az alapjuk, ilyen esetekben megpróbáltam a szemközti oldallal párhuzamos, a szomszédossal pedig merőleges vonalakat létrehozni. A készen megrajzolt poligonok kitöltését áttetszővé állítottam, a körvonalaknak pedig jól látható színt adtam, és az attribútum táblázatot megnyitva egyesével végignéztem a felületeket, közben megadtam minden elemnek a típusát. Előfordult néhány kérdéses eset, amiket nem tudtam pontosan meghatározni. Ez adódhatott a méretükből, vagy éppen abból, hogy árnyékban, takarásban voltak. Ennek orvoslására terepen ellenőriztem ezeknek a poligonoknak a fajtáját. Miután végeztem a célterület lefedésével (3. ábra), elvégeztem rajta a topológiai vizsgálatot, ezzel kiszűrve az esetleges szerkesztésből adódó hibákat.

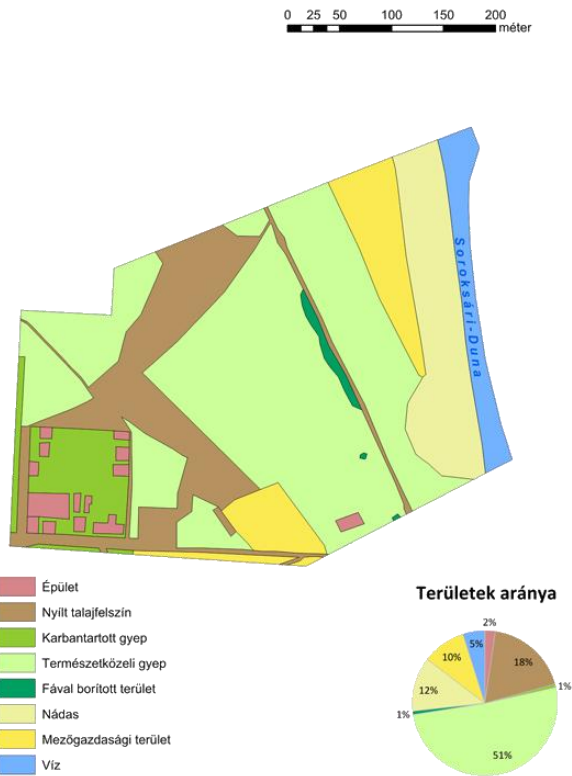
Minél korábbi időpontban készült képpel dolgoztam, annál több volt a bizonytalanság egyes elemek meghatározását illetően. Az 1987-es kép esetében nehézséget okozott a lakótelep körüli fák meghatározása, mert a képeken a házak körül a képminőség miatt nem láthatóak, de terepi bejárással megfigyelhető, hogy az ott lévő fák már idősök, 1987-ben is ott kellett állniuk. Emellett abból is feltételezhető, hogy a környék parkosítását, faültetését már a lakótelep felépítése után nem sokkal megkezdték. Ahelyett, hogy előlről kezdtem volna a vektorizálást, a már kész, 2011-es állománynak elkészítettem a másolatát, és azt módosítottam.

A lakótelep megépítését követően nagymértékben megváltozott a természetes és mesterséges környezet viszonya (1. diagram), a terület hasznosítása gyökeresen megváltozott. A korábban szinte lakatlan, gyümölcsösökkel teli részeket felváltotta a gyeper, bár jó ideig még észlelhetőek voltak a kertgazdálkodás nyomai, mivel a helyiek évekkel később is sokszor találtak zöldeket a kevésbé forgalmas részekben. A kertes házak megjelenésével a természet közeli gyepeket fokozatosan felváltották az ápoltság, karbantartott füves területek, erre a folyamatra a parkosítás is nagy hatással volt. A Duna vízfelülete nagymértékben változott a '70-'80-as évekig. Ez leginkább a folyami vízrendezéssel magyarázható. Emellett a lakóházak megépítése miatt, a Duna menti természetes nádas is kiirtották, sajnálatos a természetre nézve. Csepel mentén, a Soroksári-Duna partján ma már csak foltokban találhatóak meg ezek a növények. Az eredetileg mocsaras, iszapos folyópartot lecsapolták, parkosították, ezzel kialakítva a mai partvonalat. A Kvassay zsilipnek köszönhetően árvíz már nem fenyegeti ezt a területet. Mint a diagramokon is jól látszik, az évek során folyamatosan fejlődött az épített környezet. A házak megjelenése mellett egyre nagyobb teret nyertek az aszfaltozott utak, ezzel csökkentve mind a nyílt talajfelszínek, mind a fűvel borított területek arányát. Az átteresztő zsilipnek köszönhetően, a beérkező nagyobb vízhozam a vízfelület növekedése mellett a nádas ideiglenes terjeszkedését is eredményezte. A lakótelep megépítése teljesen eltüntette a területen történő földművelés nyomait. A fával borított térszínek aránya folyamatos növekedést mutat, ami egyrésztől magyarázható azzal, hogy a megszűnt kertgazdaság, és a kiirtott nádasok helye természetes úton is bebokrosodott, másrésztől az 1980-as évektől parkosítás céljából is ültettek fákat a környéken.



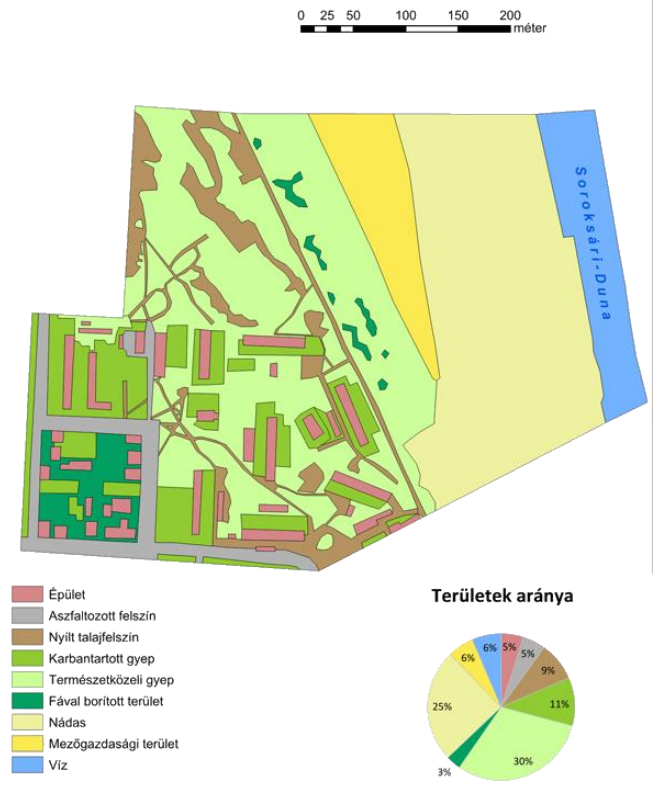
Bár legjobb tudásom szerint végeztem a képek kiértékelését, mégis fennáll a lehetősége, hogy egyes elemeket nem vettem észre, mivel belevesztek a környezetük textúrájába. Ez részben igaz a természet közeli és karbantartott gyepek megkülönböztetésére is, mely esetben elsősorban a mai állapotból kiindulva határoztam meg a típusokat. Ezzel kapcsolatos források híján, feltételezésekre kellett támaszkodnom. Tény, hogy ezen adatok pontatlanabbak, de tudva, hogy egy falu szélén található föld körül még ma sem tartják karban rendszeresen a fűvet (legfeljebb alkalmankénti gyomtalanításról lehet beszélni), valószínűsíthető, hogy korábban sem volt ez másképp. Az 1987-es állapot esetében pedig beszámolók alapján jutottam pontosabb következtetésekre. Emellett statisztikai hibát okozhat, hogy az 1933-as fényképről hiányzik egy része a célterületnek, amit sajnos nem tudtam pótolni, ezért a feldolgozott terület is kisebb. Mivel ezen a hiányzó részen még ma is javarészt az őshonos növényzet található, ezért összehasonlításbeli problémát csupán a természet közeli gyepek, fás terület és esetleg a nyílt talajfelszín esetében okozhat. A teljes borítottság arányában is okozhat eltérést, bár a csonka ábra is kellően reprezentatív képet mutat.

Csepel-Királymajor 1933-ban



A terület 1933-as felszínborítási állapota

Csepel-Királymajor 1957-ben



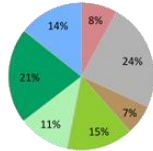
A terület 1957-es felszínborítási állapota

### Csepel-Királymajor 1987-ben



- Épület
- Aszfaltozott felszín
- Nyílt talajfelszín
- Karbantartott gyepek
- Természetközeli gyepek
- Fával borított terület
- Vasút
- Víz

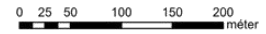
**Területek aránya**



Szigeti Csaba, Budapest, 2013

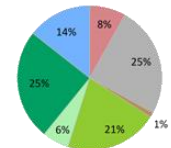
A terület 1987-es felszínborítási állapota

### Csepel-Királymajor 2011-ben



- Épület
- Aszfaltozott felszín
- Nyílt talajfelszín
- Karbantartott gyepek
- Fával borított terület
- Vasút
- Víz

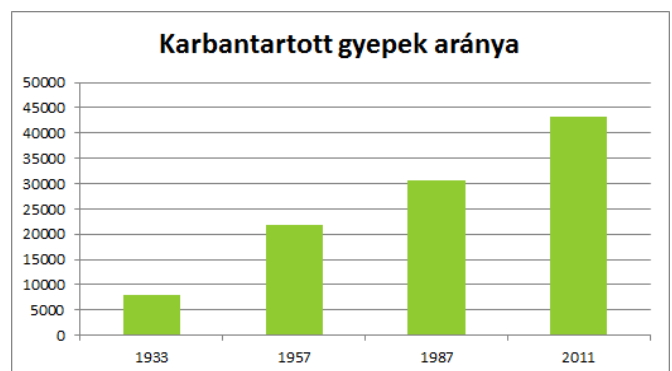
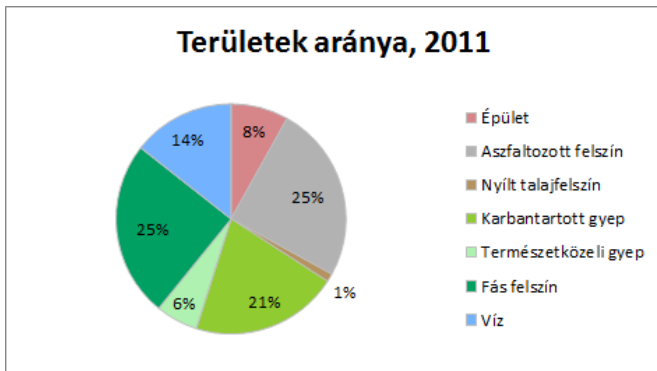
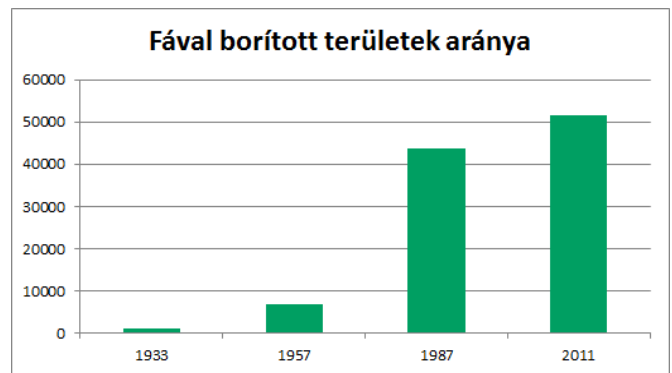
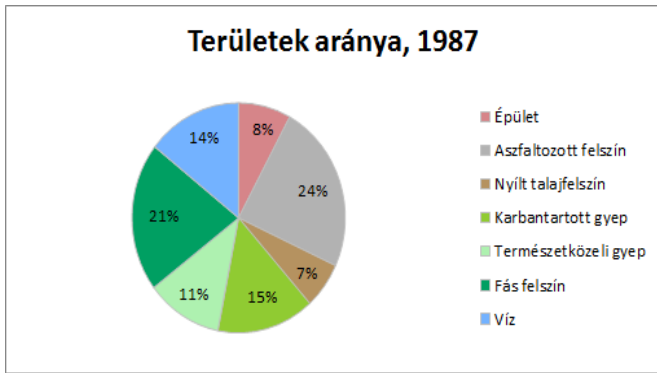
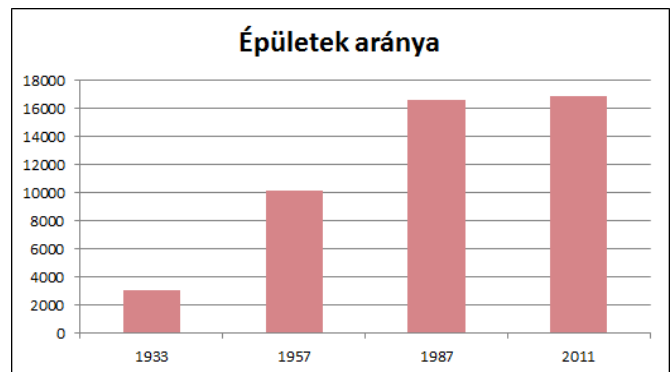
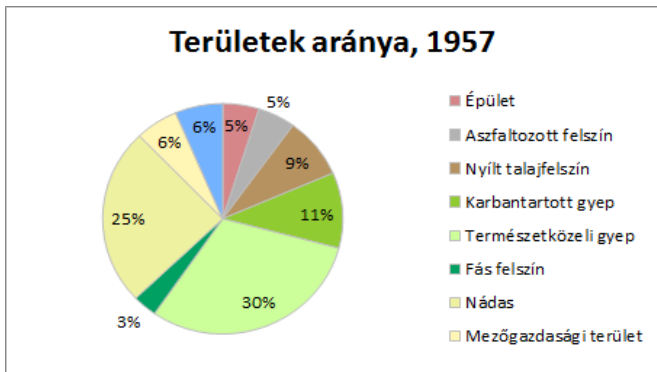
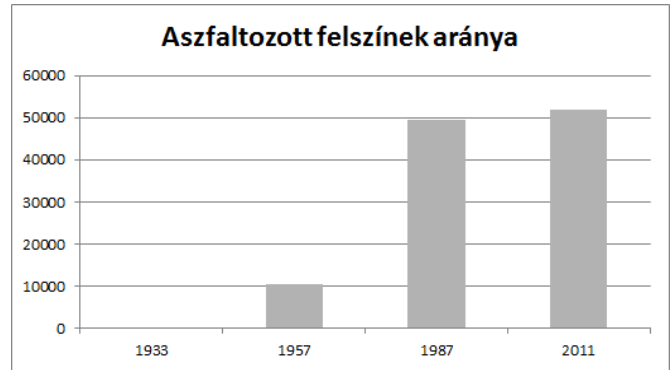
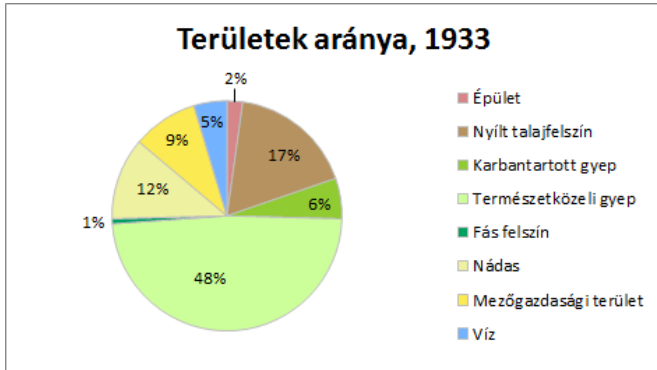
**Területek aránya**

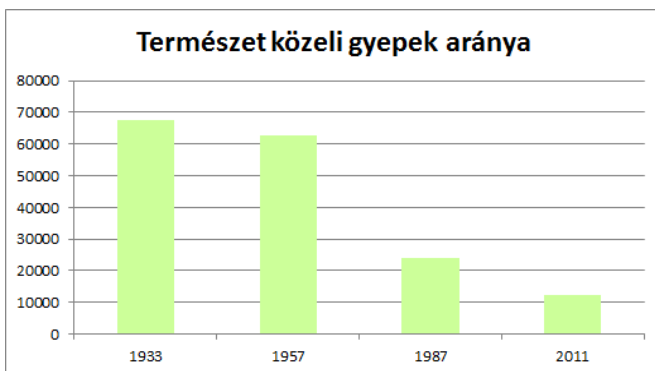
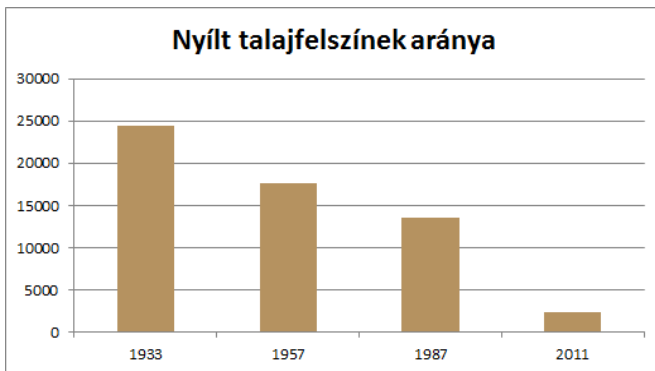
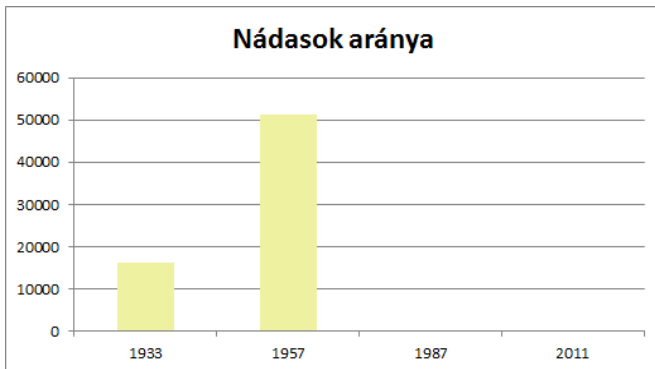
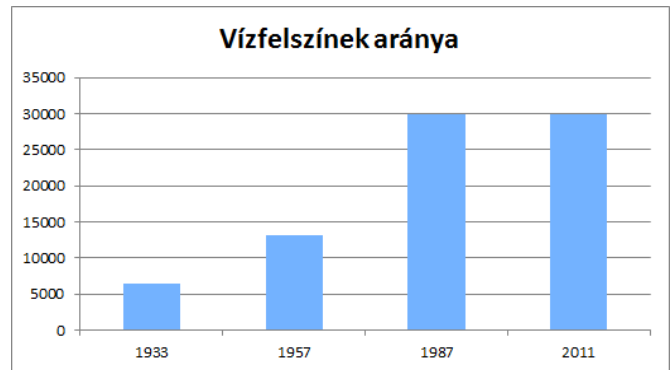
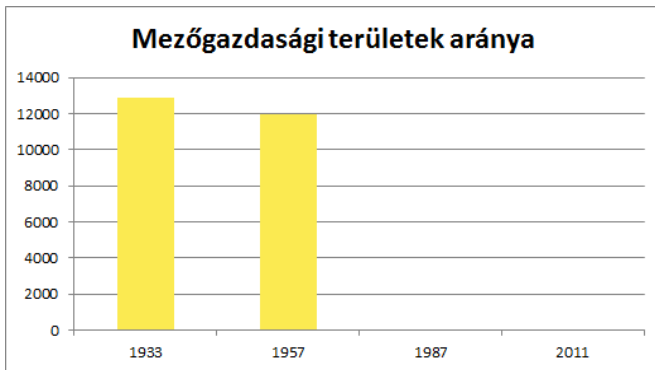


Szigeti Csaba, Budapest, 2013

A terület 2011-es felszínborítási állapota

#### 4. Diagramok és áttekintés:





Összesítve el lehet mondani, hogy az elkészült térképek alapján a fedettség vizsgálata mellett átfogóbb eredményeket is kaphatunk a hasonló elemzések során. Néhány kattintással a különböző típusú poligonokból bármikor új rétegeket lehet létrehozni. Itt specifikus adatok megadásával többek között vizsgálható a panelházaknak a légköri mozgásra gyakorolt hatásuk, amivel a légszennyezettség megváltozását is figyelemmel lehet kísérni. Ez a fajta kiértékelés összevethető a korábbi időszakokkal, mivel ismerjük az akkori beépítettséget is. Emellett, köszönhetően a mai állapotokat bemutató nagyfelbontású légi felvételnek, elvégezhető egy kimondott vegetációvizsgálat, ami többféle kutatás alapjául szolgálhat, mint például az előbb említett levegőminőségi megfigyelések pontosítása, növényfajok elterjedésének megismerése.

[1]<http://www.rsgis.hu/hu/taverzekelesi-forgalomtar.html>

## Javasolt irodalom:

### A. Könyvek

- Kubinyi András: Csepel története Kossuth Kiadó, Budapest, 1965.
- Bolla Dezső: Csepel története, Budapest-Csepel Önkormányzata és a Csepeli Helytörténeti és Városszépítő Egyesület, Budapest, 2010.
- Klinghammer István, Papp-Váry Árpád: Földünk tükre a térkép, Gondolat Kiadó, Budapest, 1983.
- Elek István (szerk.): Térinformatikai gyakorlatok, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.

### B. Cikk

- Timár Gábor, Molnár Gábor, Márta Gergely: A budapesti sztereografikus, illetve a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára, Geodézia és kartográfia, 55:(03), 2003.
- Benkő Loránd: Az anonymsi hagyomány — és a Csepel név eredete, Magyar nyelv, (62. évf.),1966.

### C. Online források

- [http://www.kdvkovizig.hu/rsd\\_kvassay\\_zsilip.htm](http://www.kdvkovizig.hu/rsd_kvassay_zsilip.htm)
- <http://www.ksh.hu/apps/lcp.hnt2.telep?nn=13578>
- [http://www.fcsm.hu/szolgáltatások/ar\\_es\\_belvizvedel/em/az\\_arvizi\\_vedekezes\\_fejlodes/](http://www.fcsm.hu/szolgáltatások/ar_es_belvizvedel/em/az_arvizi_vedekezes_fejlodes/)

- <http://www.rsgis.hu/index.php/taverzekelesi-forgalomtar>

# A tudományos hivatkozás alapjai légi- és űrfelvételek felhasználásakor

Góber Eszter<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Interspect Csoport

**Index Terms:** Orthophoto, image mosaic, citation

**Kulcsszavak:** Ortofotó, ortofotó-mozaik, hivatkozás

Nem csupán a térképi információk megjelenítésének háttéréként (pl. Google Föld szolgáltatás), de a térinformatikai adatbázisok levezetéséhez, tematikus térképek készítéséhez is egyre nagyobb arányban használunk távérzékelés útján előállított raszterállományokat. Ilyen a színes vagy a multispektrális légifelvétel és műholdkép, vagy akár a légi radarfelméren alapuló háromdimenziós modell raszteres tárolási formája is. Ezek a digitális formában eltárolt állományok azonban nagyon különbözőek lehetnek mind készítési paramétereikben, mind minőségükben. Éppen ezért fontos felhívni a figyelmet a felhasználásuk alapvető kritériumaira, és nem utolsósorban a segítségükkel elvégzett vizsgálatok eredményeinek publikálási módjára.

## 1. Fotó-térképek, légi- és űrfelvételek elemzésével elért eredmények közlésekor lényeges paraméterek

A légi és űrfelvételek átvételekor hozzájutunk azok adattábláihoz is, ami rendszerint (alap esetben) a következő információkat tartalmazza:

- A felvétel készítésének pontos időpontját
- A felvétel egyes csatornáinak spektrális tulajdonságait
- A felvétel nadírban értelmezett terepi felbontását és maximális nyomtatási méretarányát
- A felvételt készítő berendezés típusát (ha modifikáció akkor a felvételezést befolyásoló eltérések listáját is)
- A felvétel készítőit (műszerkezelő neve, ha történtek utómunkálatok a feldolgozást végzők nevei)
- A felvételt előállító szervezetet
- A felvétel előállítása során alkalmazott újramintavételezés típusát
- A terep feletti átlagos repülési magasságot (tárgytávolság, a közeghatás szempontjából lényeges lehet a kiértékelés során)

- A fotó-térkép geometriai megbízhatóságára vonatkozó információkat (relatív és abszolút hiba pixelben vagy centiméterben kifejezett értéke)

- Megjegyzések és felhasználási megkötések (Ide tartozik, ha például a fotó-mozaik egy részterületén modellhiba miatt nem garantált a geometriai pontosság, vagy felhőárnyék jelentkezik egy kis részterületen. Mindazok az információk, amelyekkel a felvétel előállítói tisztában vannak, és a kiértékelést végző személyek számára is fontos figyelembe venni őket.)

Tehát minden a felvétel felhasználása során és a visszakövethetőség érdekében fontos információt átadnak a felvétellel dolgozó szakemberek számára.

Ezek az információk meghatározóak a felvételekkel végzett kutatómunka, kiértékelő feladat elvégzésében. Például a raszterállomány elemzésével levont következtetések melyik időpontra érvényesek. A levezetett térképek, adatbázisok és következtetések pontosságát eleve meghatározza a fotó-térkép geometriai, árnyalatrészletességi és színvisszaadási megbízhatósága és részletessége (Bakó 2010). Éppen ezért, a felvételek felhasználásával elért kutatási eredmények publikálásakor elengedhetetlen ezeknek az információknak a közlése. Ilyenkor minden a levezetett adatok készítése szempontjából releváns információt közölni kell. A kiértékelési eredmény megbízhatóságának visszaellenőrizhetősége érdekében fel kell sorolni a felvétel készítési és felhasználási paramétereit, vagy olyan korábban publikált forrást megjelölni, amelyből ezek az információk egyértelműen kiderülnek. Például Landsat felvételek esetében elég megjelölni a konkrét műholdat, a felhasznált csatornák számát és a készítési időpontot, hiszen a USGS ide vonatkozó oldalain minden paraméter gyorsan és egyszerűen elérhető. Természetesen abban az esetben is meg kell adni a kiértékelt felvétel felbontását és minden a nyers adattól eltérést okozó változtatást, előfeldolgozást (1. példa).

1. példa: ...Vizsgálataink során a Landsat 5 MSS 1986.08.03-án készített felvételeinek 4,6,7 csatornakombinációjából előállított kompozitot alkalmaztunk, amelynek előfeldolgozása kontrasztemelésre korlátozódott, és ezután vette kezdetét a vizuális interpretáció...

A legtöbb esetben azonban sokkal részletesebb adatközlést igényel a felvételek leírása a módszertani fejezetben (Példa 2.).

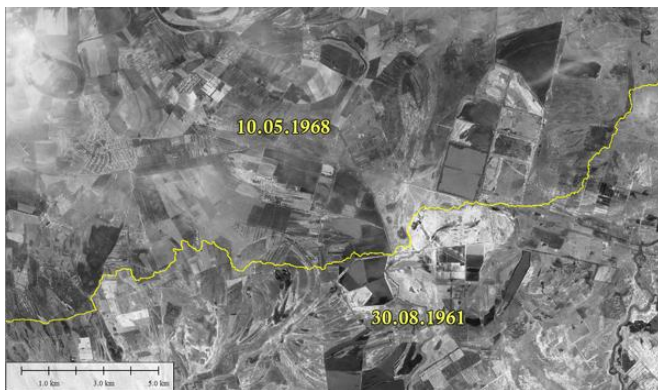
2. példa: A légi felmérésre 2011. november 6-án, 12:11 . 12:26 perc között került sor 1200 m relatív repülési magasságból, a Leica RCD 30 mérőkamera 60 MP szériaváltozatával, 170 km/h repülési sebesség mellett...

Természetesen célszerű megadni a felvétel csatornáinak spektrumát, a terepi felbontást, méretarányt, de mindez a kamera gyári adataiból visszakövethető. Nem így az időjárási viszonyok és az utófeldolgozás módszere. A

visszaellenőrizhetőség érdekében pedig a készítő személyek és szervezet nevét is fel kell tüntetni.

## 2. Fotómozaik datálása

Egy sorozatból származó űrfelvételeket sok esetben mozaikolva, egységes fotó-térképként is be lehet szerezni. Alapesetben meghatározott tárgyidőszakban fényképezett, azonos felbontású és spektrumú, azonos számú csatornából felépülő felvételek érdekesebb mozaikolásra. Előfordulhat azonban, hogy az azonos felvételberendezés által (de legalábbis azonos paraméterekkel) rögzített felvételek kisebb időkülönbséggel, másik napon ábrázolják a munkaterület egyes részeit. Ebben az esetben az egyébként egységes képi világú raszterállományhoz mellékelni kell a képfelületet a fényképezési időpontok szerint felosztó vektorgrafikus fedvényt. Ezt célszerű átfedés és hézagmentes poligon fedvényként előállítani a mozaikoláskor, hogy a fotótérképre benyitva bármely felületről megállapítható legyen, hogy a megörökített állapot melyik időpontra érvényes (2. ábra).



1. ábra A fotómontázszen a különböző fényképezési időpontokat elválasztó vektorgrafikus poligonrendszer

## 3. Elvárt hivatkozás

A fotó-mozaik egy térképmű, hivatkozási szempontból ugyanolyan értékű alkotás, mint egy cikk, könyv, vagy konferencia kötet. Éppen ezért az alkotók nevének, vagy licenz szövegének és a származási archívumnak nem csak a visszakövethetőség érdekében kell hivatalos formában szerepelnie a felvétel részének, vagy egészének publikálásakor, valamint a felvételek felhasználásával levezetett adatok közzétételkor. Érdekes az archív felvételek esetében a szerzői jog lejáratá után is kiírni a készítőket és az ismert készítési adatokat.

A Google Föld szolgáltatásban tájékozódáshoz szabad felhasználással közölt űr- és légifelvételek forrása is kideríthető. Ezeknek a felvételeknek az üzleti és kutatási célú felhasználása, kimásolása nem ingyenes, a levezetett adatok közzélése is feltételekhez kötött. A felhasználási feltételekben kikötik, hogy "a térképadatokat, a forgalmi adatokat, az útvonalterveket és a kapcsolódó tartalmat kizárólag tervezés céljából biztosítják. ... Bizonyos Tartalmak szolgáltatása harmadik felek licence alapján történik. ... Ezen Tartalmak jogosulatlan másolásáért vagy kiadásáért a felhasználó felelősségre vonható." A felhasználáshoz minden esetben szükséges a Google előzetes írásos engedélye. A Bing Maps feltételei kevésbé szigorúak. A tartalom forrása és paraméterei itt is visszakereshetőek, a tartalom másolása engedélyhez kötött.

## Irodalomjegyzék:

Bakó G. (2010): Multispektrális felvételek alapján készülő tematikus térképek minősége, a terepi felbontás és a képminőség függvényében - Tájökológiai Lapok 8 (3): 1–00 (2010) 507-522 p.

Google Föld Általános Szerződési Feltételek - [http://www.google.com/intl/hu\\_hu/help/terms\\_maps.html](http://www.google.com/intl/hu_hu/help/terms_maps.html) 2013.11.18.

Bing Maps felhasználási feltételek - <http://windows.microsoft.com/en-us/windows-live/microsoft-services-agreement> 2013.12.05.

# A Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer hatására bekövetkezett területhasználati változások elemzése egy szigetközi település példáján

Szalma Katalin <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Gödöllő, Páter Károly u. 1.;

**Index Terms:** Orthophoto, land cover mapping, GIS.

**Kulcsszavak:** Ortofotó, felszínborítás térképezés, térinformatika

„A Dunának, mely múlt, jelen s jövőndő,  
egymást ölelik lágy hullámai.

A harcot, amelyet őseink vívtak,

békévé oldja az emlékezés

s rendezni végre közös dolgainkat,

ez a mi munkánk; és nem is kevés.”

(József Attila: A Dunánál)

## Bevezetés

Huszonegy éve már annak, hogy 1992. október 25-én elkezdődött Európa második legnagyobb folyamának elterelése. Szigetköz egész területére kiterjedő degradációs folyamatok indultak be, amelyek rövid időn belül tájszerkezeti változásokhoz vezettek.

Munkámban a geoinformatika, a fotogrammetria és a távérzékelés eszközeit közösen felhasználva olyan adatbázisokat mutatok be, melyekkel a mintaterület (Dunakiliti közigazgatási területe) tájváltozásai aprólékosan vizsgálhatók. Ez elősegítheti a jelenlegi állapotok kialakulásának megértését.

## Módszertan

Választott mintaterületemen, Dunakiliti határában lezajló változásokat 4 különböző évben, (1973, 1990, 1995 és 2011) készült légifelvételek képtartalmának tematikus elemzésével értékeltem ki. A térképeken 11 kategória került elkülönítésre.

A vizsgálatok alapjául szolgáló 1990-es és 1995-as felvételeket az ARGOS Stúdió munkatársai készítették, amelyek 1:50 000 felvételi méretarányban, GPS technikával navigált,

fotogrammetriai célra átalakított merevszárnyú repülőgépekről készültek.

A területhasználati térképek alapja a Szigetköz EOVSzelvényezésű, 1:10 000 méretarányának megfelelő részletességű, vektorgrafikus térképe. A különféle kategóriákhoz tartozó felületek a légifelvételek vizuális interpretációjával lehatárolt felszínborítási kategóriák raszteres állományából vektorizálással készültek.

A terület 1973. március 23. napi állapotát megörökítő kémföld felvételt a KH-9 (BYEMAN HEXAGON) kamerájából származik. A georeferált állományát az Interspect Kft bocsájította rendelkezésemre.

A felvételek osztályozását Quantum-GIS, ingyenesen használható térinformatikai szoftverrel végeztem el. Az ARGOS Stúdió felméréseinél alkalmazott területhasználati kategóriák elemzésére törekedtem, szintén hézagmentes, teljes területfedéses poligon alapú vektorizálással.

Dunakiliti térségének felszínállapotát megörökítő 2011-es felvétel a Google Earth-ről származó műholdfelvétel, amelynek elemzését a már ismertetett módon végeztem el.

## Dunakiliti területén végbemenő tájszerkezeti változások

A légifelvételek és a belőlük elkészített tematikus térképek segítségével jól szemléltethető mindaz, amit a Szigetköz sorsáról írt korábbi tanulmányok állítanak. A légifelvételeken jól láthatók az évek során Dunakiliti környékén végbement változások.

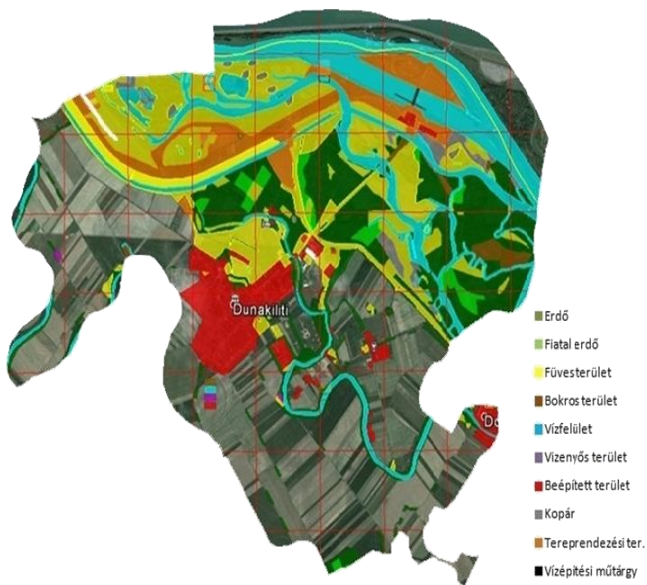
A munkám során feldolgozott első légifelvétel 1973-ból származik. Ebben az időben nem kezdődtek meg a vízlépcsőrendszerrel kapcsolatos beavatkozások, a táj a folyamszabályozások óta kialakult képét mutatta. Az 1973-ban készült felvétel a Szigetköz ezen állapotát tükrözi (1. ábra).



1. ábra: Dunakiliti 1973-as felvétele és felszínborítása

Ebben az időben az erdők a vizsgált terület 20 %-át tették ki. A cserjés, helyenként gyomos területek akkoriban csak kis mértékben képviselték magukat, csupán a terület 5 %-ában voltak jelen. A rétek és legelők aránya is kedvező volt, több mint 400 hektár területet fedtek le, amit legeltetési állattartással hasznosítottak. A szántók akkori területe 1662 ha volt, ami a feldolgozott terület 50 %-a. Az ábrán jól látható, hogy még nem volt elterjedt a folyóparti üdülőtelepek kialakítása. A beépített területek a közigazgatási terület 5 %-át tették ki.

A második időpont 1990. Ebből az évből származó tematikus térképen szembetűnőek a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer építése kapcsán bekövetkezett változások. Ekkora Magyarország leállította az építkezést, azonban a létesítmények többsége már elkészült. A kanyarátvágással létesített ágban megépítették a Dunakiliti duzzasztóművet. Ennek eredményeként Dunakiliti környezete jelentős átalakításon ment keresztül.



2. ábra: Dunakiliti 1990-es felvétele és felszínborítása

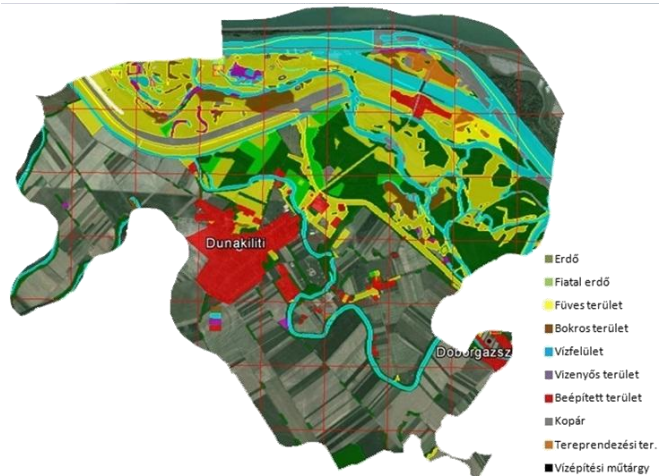
Az építkezések kezdetekor Dunakiliti és az országhatár között az ártér egész területén kivágták az erdőt. A Helenai-gát környékén egy anyagnyerő helyet hoztak létre, ami a dunakiliti tározó, a

zsilip és a többi vízügyi műtárgy megépítéséhez volt szükséges. A tározótér kialakításának következtében a Jánosi-erdő jelentős része is áldozatul esett.

A következő időpontként 1995-ös évet választottam, mivel ebben az évben volt Szigetköz a legrosszabb állapotban. Ekkorra a szlovák oldalon már megépült az ún. „C” variáns, a Duna vizét elterelték, és a bósi erőművet is üzembe helyezték. Az elterelés után bekövetkezett az „ökológiai katasztrófa”.

A vízpótlásra alkalmazott „szivattyús megoldás”, valamint a szlovák féllel a vízmegosztás ügyében folytatott tárgyalások nem mutatkoztak elegendőnek, ezért hatékonyabb beavatkozásra volt szükség. 1995 júniusában elkészült a Tejfalusi-kapunál az Öreg-Duna ágban a fenékküszöb, ami a hullámtéri mellékágrendszer vízpótlását segíti.

A 3. ábrán szembetűnik az Öreg-Duna duzzasztott vízszintje és a mellékágrendszer megnyitott felső végei, amin át a főmeder felduzzasztott vize a mellékágakba áramlik. Azonban az is megfigyelhető, hogy a fenékküszöb alvízi oldalán az ártéri mellékágak a főmedertől el vannak zárva. Ez azzal magyarázható, hogy a fenékküszöb működése után az ártéri mellékágak vízszintje magasabban áll, mint a főmeder víztükre. Ha csapadékosabb az időjárás, akkor akár 4 méter is lehet a különbség.



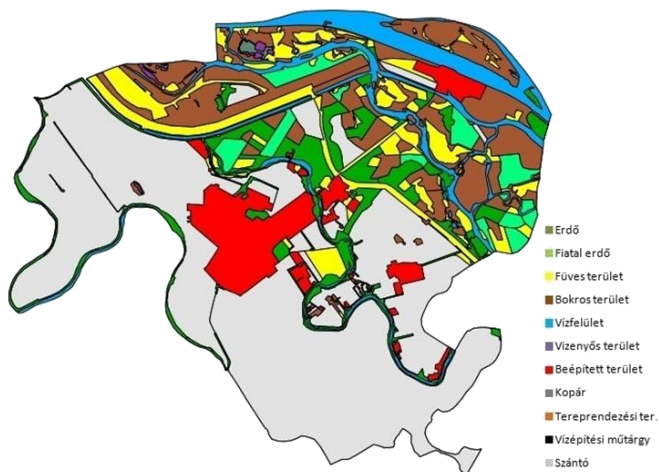
3. ábra: Dunakiliti 1995-ös felvétele és felszínborítása

Az 1995-ben készült felvételen szembetűnő, hogy a növényzet kezdi visszahódítani az egykori építkezési területeket. Sajnos, ez csak kis mértékben jelent pozitív változást, mivel az újraterlepedő állomány nem őshonos, nem a területre egykor jellemző fajokból tevődik össze, hanem például az invazív akác, a bálványfa és a zöld juhar egyediből.

Az adatok kiértékelése során megállapítottam, hogy a tereprendezési területek nagysága közel 190 hektárról 27 hektárra szorult vissza. A kopár területek azonban jelentősen gyarapodtak. Míg 1990-ben a terület csupán 1 %-át érintette, ez az arány 1995-ben 4 % volt.

Munkám utolsó vizsgált időpontjául a 2011-es Google Earth-es felvételek szolgálnak. Az általam készített területhasználati térképen jól látható a bokros-cserjés területek térhódítása, főként a tervezett tározótér területén. Az 1995-től eltelt 6 év alatt arányuk 14 %-kal nőtt, ami igen nagy mértékű változás. A füves területek esetében jelentős csökkenés tapasztalható. Ez azzal magyarázható, hogy az élőhelyeknél ún. szárazodás figyelhető meg.





4. ábra: Dunakiliti 2011-es felszínborítás-térképe

A térképen jól látható, hogy a tározótér területét a növényzet már teljesen elborította. 2011-re némi visszarendeződés is tapasztalható a Duna elterelése előtti állapotok irányába. Az 1995-ben létesült fenékküszöb hatására a kopár területek csaknem teljesen visszaszorultak. Úgy vélem, Dunakiliti térsége a szigetközi területeknek azon kisebb részébe tartozik, ahol a mellékágak vízellátása (a végrehajtott vízpótló beavatkozások következtében) többnyire megfelelőnek mutatkozik.

## Irodalomjegyzék

Bakó G. (2011): Távérzékelési, fotogrammetriai és térinformatikai fogalomtár - Távérzékeléstechnológiák és térinformatika online, 93-111 p.

Ijjas I., Kern K., Kovács Gy. (2010): Feasibility Study: The Rehabilitation of the Szigetköz Reach of the Danube. – Report, Ministry of Environment and Water, Budapest, 326 p.

Szabó M. (2003): A Duna környezetformáló szerepe a Szigetközben. In: Frisnyák S., Tóth J. (szerk.): A Dunántúl és a Kisalföld történeti földrajza. Nyíregyháza-Pécs, 119-125. p.

# Légi fotogrammetria az 1930-as években

## Légi fotogrammetria Magyarországon III.

**Bakó Gábor**<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Interspect Csoport

**Index Terms:** Aerial photogrammetry history, Story of Aerial Remote Sensing, hungary

**Kulcsszavak:** Légi fotogrammetria, légi távérzékelés történet, Magyarország

### 1. Légi fotogrammetria a harmincas évek lejjén Magyarországon

Keksz Edgár és Buday Lajos új tekercsfilmes felvevőgépes kísérletei nem voltak hiábavalók, 1930-tól megkezdődött a filmtekercses légifényképezés Magyarországon. A rendszeresített kamerák száma egyre nőtt, az évtized végére meghaladta a kétszáz darabot.

Az 1930 július-augusztusában végzett légifényképezések kimutatása fennmaradt:

Keksz Edgár ff.	1 repülés	4 m filmtekercs
Neogrády Sándor fea.	17 repülés	1178 lemezfilm
Gálffy Béla fea.	16 repülés	40 m filmtekercs
Gersi István fea.	11 repülés	400 m filmtekercs

Neogrády Sándor ekkor már egy, a repülőgépbe szerelt 13 x 18 cm nagyságú lemezes, 21 cm gyújtótávolságú Zeiss mérőkamerával és egy Heyde kézi mérőkamerával dolgozott a legjobban bevált Putz-special repülőlemezekre. A többiek már a tekercsfilmes sorozatfelvevő mérőkamerát alkalmazták.

1930-ban a zürichi Nemzetközi Fotogrammetriai konferencián és Kiállításon a magyar fotogramméterek igen nagy elismerést arattak. Magyarország a kiállításon fotótérképekkel, szintvonalas térképekkel, panoráma felvételekkel, különféle sztereoszkopikus műszerekkel kiértékelt szintvonalterképekkel, valamint földi, precíziós és sztereofotogrammetriai eljárással szerkesztett szintvonaltervek összehasonlításával szerepelt. Az eljárások kész térképekig terjedő fokozatos bemutatása különösen nagy érdeklődést keltett. A résztvevő 34 állam képviselője körében ilyen nagy és összefüggő területről légitérképet egyetlen résztvevő se tudott rajtuk kívül felmutatni. A Wild

autokartográfával és a Bauersfeld-Zeiss sztereoplanigráffal azonos területről készített térkép a két rangos cég megleggedésére nagyon jó minőségű, és jó egyezést mutató volt.

1930 decemberétől a Fotogrammetriai osztályt a Topográfiai csoportba osztották be Vörös József vezetésével, akit 1934 decemberétől 1935 augusztusáig Czékus Zoltán, őt pedig 1936 májusáig Csiszár Sándor váltotta fel. A légifényképezés vezetését 1934-ben Neográdytól Gersi István vette át.

A Magyar Fotogrammetriai Társaság 1931-ben gazdagon illusztrált évkönyvet indított útjára. Szerkesztője kezdetben Rédey majd Csiszár volt, de a tudományos folyóirat ötlete feltehetően Fasching Antaltól ered. (Az évkönyvből 1941-ig XI évfolyamban nyolc kötet jelent meg.) Rédey István 1932-re elkészítette a magyar fotogrammetriai terminológiát és szakszótárát.

A kedvező tapasztalatok eredményeként az intézet beszerzett egy új, 18 x 18 cm méretű tekercsfilmes sorozatfelvevő mérőkamerát, és 1932-től már inkább ezzel dolgoztak. Amíg a kazettás kamerákkal egy felszállással legfeljebb 72 felvételt készítettek, addig a filmes kamerákkal több százat is tudtak.

1932. szeptember 28-án a „Gustizia per l'Ungheria” gépről is fényképeztek, amelyet az olaszok adományoztak a Rómában lezuhant magyar óceánrepülő gép helyébe.

A párizsi kongresszuson 1934-ben a nemzetközi terminológia elkészítését bízták a magyarokra.

Neogrády Sándor 1934-ben kivált az intézetből és befejezte a hivatalos térképészeti légifelvétel készítését. Ettől kezdve a felvételek archeológiai hasznosítását kutatja (Tremmel 1991). Neogrády feladatkörét a légifényképezés vezetését Gersy István őrnagy vette át.

1935-ben a Légügyi Hivatal tizennyolc AFP 72 sorozatfelvevő automatikus mérőkamerát szerzett be az Ottico Meccanica Italia cégtől. A Nistri típus egy töltéssel akár 250 felvételt tudott készíteni, f=18 és 21 cm cserélhető objektívek tartoztak hozzá. 13 x 18 cm képmérettel rendelkezett. Más típusokból (AGR 61, AP 66) még 37 darabot vásároltak. Buday 1936-ban összeállította a légifényképező kamerák jegyzékét, amelyben összesen 132 meglévő és megrendelt Nistri, Zeiss és Heyde kamerát írt össze és véleményezett. Az új Zeiss RMK 18x18 cm-es sorozatfelvevő automatikus mérőkamerából (280 felvétel készülhet egy töltéssel, f=21 és 50 cm cserélhető objektívek tartoztak hozzá) 20 darabot rendeltek.

A harmincas években már nemcsak a ferde síkból adódó torzulások visszatörzítését (transzformálás) oldották meg, de a lemezen keletkezett centrális vetületet is igyekeztek ortogonális parallellé transzformálni, ami az ortofotó korszak kezdetét jelenti

hazánkban. A lefényképezett tereprészlet ortogonális vetületét két centrális perspektívából nyerjük, tehát átfedő képpárok segítségével egy új képet, úgynevezett ortofotót hozunk létre. Az ortofotók összeszerkesztésével nagyon pontos fotó-térképet nyerünk. Az Állami Térképészet a harmincas évek elején planigráffal és aerokartográffal is fel volt szerelve, így az orto eljárás tökéletesítése után a sík területről álló kameratengellyel készített felvételek egyszerű geometriai szerkesztéssel történő visszatranszformálása alárendeltté vált.

1937-ben a trianoni határ menti katonai erődrendszer légifényképezése is lezajlott.

1937-ben új Odenkrants-Wild képtranszformátort vásárolt az intézet. A légifényképezés 1938-ban még csak 18 x 18 cm filmméretű kamerával történt, de hamarosan beszereztek egy nagynyílászögű, 20 cm fókusz távolságú, 30 x 30 cm képméretű Zeiss mérőkamerát. A nagyteljesítményű filmtekerces sorozatfelvevő géppel 6000-7000 m magasságból nagy területek gyors fényképezése is lehetséges volt. A felvételek általában 30.000-35.000 méretarányban készültek, és az újonnan beszerzésre kerülő kiértékelő eszközökkel már óriási területek kiértékelését tették lehetővé. 1938-ban megkezdődtek a kiképzések, és év végén megalakult a Magyar Királyi Légierő. A Repülő Kísérleti Intézetnek volt Navigációs és Térképészeti alosztálya, ahol Érdy-Krausz György tartalékos hadnagy volt a szakmérnök. Új, modern, nagy magasságban működő felderítőgépek beszerzését tervezték ().

1938. július – szeptember időszakában 5800 – 7600 m terepfeletti magasságból készült légifényképekkel térképezték fel a határ menti kiserdőket Fülek, Rimaszombat, Aggtelek, Szin és Perkupa térségében.

1938-ra egyre több ország érdekelt nemzeti fotogrammetriai fejlesztésekben. Ezt támasztja alá Belgium, Csehszlovákia, Dánia, az Amerikai Egyesült Államok, Finnország, Franciaország, Kanada, Lengyelország, Lettország, Magyarország, Németalföld, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Svájc és Svédország (a Nemzetközi Fotogrammetriai Társaság tagjainak), és további három ország (Csile, Nagy Britannia, Francia Nyugat-Afrika) részvétele az V. nemzetközi fotogrammetriai kongresszuson.

Magyarország részéről itt, a Rómában megrendezett kongresszuson került nemzetközi ismertetésre a fotogrammetriai képzés módszertana és az egységes szakszótár is. A tudományterület szempontjából nagy jelentőséggel bír a fotogrammetriai terminológia és az egységes jelölések bevezetése. A terminológia tervezetét a német és francia szöveg teljes összhangba hozásával készítette el a magyar szakbizottság, és a svájci szakbizottság bírálta el. Az így előállt nemzetközi szak kifejezések jegyzékére alapozva az egyes országok összeállították a maguk fotogrammetriai szakszótárait.

Szintén az Oltay által vezetett magyar bizottság terjesztette fel a Rédey vezetésével összeállított egységes nemzetközi jelöléseket. Felszólalnak Dr. Schulz argentin tanár javaslat mellett egy nemzetközi légi fényképtár létesítéséért. Indítványozzák egy évente legalább négy alkalommal megjelenő nemzetközi fotogrammetriai szakfolyóirat indítását.

## 2. Kitekintés

Ahhoz, hogy Magyarország légi fotogrammetria területén elért eredményeit nemzetközi összehasonlításban értékelhessük, érdemes áttekintenünk a többi ország eszközparkját és fotogrammetriai munkálatait. Mindehhez az 1938. évi Térképészeti Közlönynt hívjuk segítségül, amely beszámol többek között az 1938-ban Rómában megrendezett fotogrammetriai világtalálkozóról is (Szűts 1938).

**Olaszországban** 1938-ra a tereprajzi térképezést teljesen fényképmérési alapokra helyezték. Az olasz gyártmányú fényképezési anyagot szintén olasz Santoni féle két és négylencsés mérőkamerával, Ca 97 és Ca 133 típusú repülőgépekről alkalmazták. Utóbbit a gyarmati légifotogrammetriai repülésekhez használták. 1934-1938 között Olaszország felét légifényképezték, és kb. 6300 km<sup>2</sup>-t dolgoztak fel térképpé Santoni féle sztereokartográffal, amelyből a katonai földrajzi intézet ez időben 10 példánnyal rendelkezett. A légifényképezést Olaszországban már kataszteri térképezésre is használták, a légi fotogrammetria pontosságát teljesen kielégítőnek találták. Helyenként még 1:500 méretarányú kataszteri térképeket is készítettek, magassági ábrázolással kiegészítve.

**Németországban** mind az 1:5000-es méretarányú gazdasági alaptérképek, mind pedig a 25.000-es méretarányú térképek elkészítéséhez és aktualizálására, térképhelyesbítésére alkalmaztak légi fényképmérést. A légifelvételezéssel és fényképméréssel foglalkozó magánvállalatokat 1933-ban a berlini központú Hansa-luftbild GMBH-ként egyesítették. Fiókvállalatai Bonnban, Münchenben is működtek. Az Aerotopograph GMBH és a Carl-Zeiss vállalatok Zeiss-Aerotopograph néven egyesültek, a műszerek és kiegészítő eszközök készítőiként. Légi fényképezéssel és méréssel a pénzügyminisztérium, a hamburgi építési hivatal és több magáncég is foglalkozott.

Légi fotogrammetriai felvételezéshez használták a háromféle objektívvel (13,5 cm, 21 cm, 50 cm gyújtótávolságú) szerelhető, 18 x 18 cm lemezméretű, vagy 55 m hosszú, 19 cm széles filmmel üzemelő (285 felvétel) önműködő Zeiss-Aerotopograph R. C./M. mérőkamerát. Ugyan erre a célra rendszeresítettek 18 x 24 cm lemezméretű mérőkamerákat (13,5 cm, 21 cm, 25 cm, 30 cm, vagy 51 cm gyújtótávolságú objektívvel), és egyéb fényképezőgépeket is. A finn kormány megrendelésére készült olyan Zeiss-Aerotopograph 18 x 18 cm lemezméretű kamera is, amely a repülésre merőlegesen láthatártól láthatárig fényképez. Németországi használatra készült két 30 °-os szöget bezáró kameratengelyű 21 cm gyújtótávolságú 18 x 18 cm lemezméretű fényképezőgép szilárd összeépítésével mérőkamera, valamint négykamerás rendszer is. Az utóbbi esetében minden kamerának külön filmorsója van, 12 x 12 cm felületen rögzítenek felvételeket, 13,5 cm gyújtótávolságú objektívvel.

A Hansa Luftbild társaság 1938-ig 400 km<sup>2</sup>-t mért fel 1:50.000, 298 km<sup>2</sup>-t 1:5.000, 39 km<sup>2</sup>-t 1:1.000 és 0,05 km<sup>2</sup>-t 1:500 méretarányban. A Reichsamt für Landesaufnahme 1:5.000-es alaptérképeinek és 1:25.000-es térképeinek készítésénél alkalmazott térfotogrammetriai eljárást.

**Dánia** geodéziai intézete 1934-óta Grönland, és 1937-óta Izland légi fotogrammetriai felmérését folytatja a londoni Williamson cég Eagle III. típusú egylencsés mérőkamerájával, 13 x 13 cm lemezméretű AGFA Aeropan filmre, 162 mm fókusz távolságú objektívvel. A felvételeket nagyjából 4000 m terepfeletti magasságból készítik, ferde kameratengellyel. A láthatár még lefényképezésre kerül. Ahogyan a német gyártmányú láthatártól láthatárig fényképező kameráknál, itt

is a dőlés és hajlítás meghatározása érdekében választották ezt a módszert.

Az intézet saját műszereivel végzi el a légi fényképek sztereoszkópikus kidolgozását. Végeredményben 1:200.000 méretarányú térkép készül Grönlandról, Izlandról pedig 1:100.000 léptékű. 1938-ig Grönland keleti partvidékétől kb. 100-130 km mélységben mértek fel 200.000 km<sup>2</sup>-t, Izlandból pedig nagyjából 3.500 km<sup>2</sup>-t térképeztek fel.

Alaszkát nem számítva az **Egyesült Államokban** 1937. év végéig 1.620.000 négyzetmérföldnyi felszín teljes területfedéses légifényképezésére került sor. Ezeket a felvételeket részben légi háromszögelés útján alakították síkrajzi térképekké, részben pedig földi magasságmérésekkel kiegészítve, szintvonalas tereprajzi térképek készültek. Gazdasági térképeket is előállítottak belőlük. Városfelmérésnél 1:360 méretarányú, 1 méteres szintvonalú térképek is készültek.

A légi fényképezést filmre fényképező négyoptikás Zeiss, lemezes Brock, önműködő Hugershoff, ötlencsés Bagley, Aero-Service K-3b vagy Zeiss P. M. K. 10 mérőkamerákkal végezték.

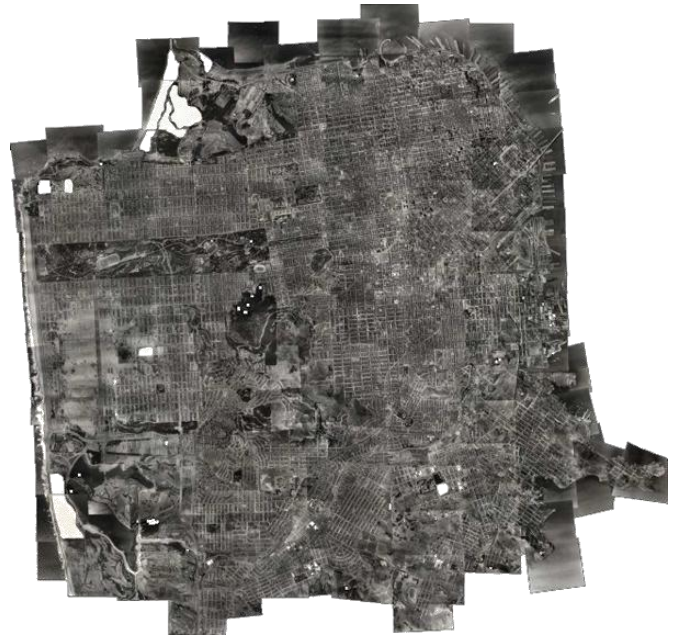
A légi felvételek sztereoszkópikus feldolgozását Zeiss-féle sztereoplanigráffal, Brocke-féle sztereométerrel, Hugershoff-féle aerokartográffal, vagy Zeiss Multiplexel végezték.

A légi terepfelmérést szabatosnak fogadják el, amennyiben az ellenőrzés céljából bemért pontok 90%-ának magassági hibája nem több a szintmagasságok felénél. Kivételt képeztek a meredek lejtők, ahol a szintvonalat helyesnek ismerték el, ha helyzeti hibája – a térkép méretarányában – 0,5 mm-nél nem több. A síkrajzi részletek 90%-ának pontosságát szintén 0,5 mm-ben szabták meg.

Az Egyesült Államokban 1938-ra nagyjából 30 légi térképező magánvállalat alakult, amelyek közül egy, a Fairchild Aerial Surveys sztereotopográfiai munkákat végez. Fairchild 71 repülőgépet és a Fairchild Aerial Camera Corporation által készített ötlencsés kettőskamerát használnak.

Az Aero Service Corporation 24 x 24 cm lemez méretű kamerát készít, amely egy 210 mm, 167 mm, vagy 150 mm fókusz távolságú objektívvel szerelhető.

Az M. S. Coast and Geodetic Survey Reading hadnagy által tervezett, a Fairchild Aerial Camera Corporation által legyártott kilenc lencsés kamerája 130° látónyílással rendelkezik. A kilenc 210 mm fókusz távolságú objektívvel keresztül a fényképezés egyetlen 58 cm széles filmszalagra történik. A filmszalag hossza 60 m. Mind a kilenc objektív függőleges elrendezésű, de a szélső nyolc tárgylencsébe a kép fémtükrök segítségével 38° szög alatt vetítődik. A ferdeirányú felvételek átvetítése után összeálló felvétel 90 x 90 cm, így akár 324 km<sup>2</sup> is lefényképezhető egyszerre, 1:20.000 méretarányban.



**San Francisco légifotó-térképe 1938-ból. A mozaik 164 légifelvétel feldolgozásával készült.** (A felvétel forrása: <http://laughingsquid.com/composite-aerial-photo-map-of-san-francisco-in-1938/>)

Érdekesség, hogy 1938-ban **Nagy-Britanniában** egy magáncég kezdte meg a légi felderítést Aerofilms Ltd. néven, amelyből a később Németország felett kémkedő JARIC megalakulhatott a második világháború idején.



**Egy Spitfire gyorsfelderítő vadászgép kamerájának beszerelése**

## Magyarország légi felmérései a harmincas évek végén

Miközben a civil életben Radnai Lóránd az archeológiai alkalmazásokról publikál (Radnai 1939), Banner János pedig légifelvételek segítségével végezteti el a hódmezővásárhelyi Nagytatársánc ásati terület felmérését és a felvételekkel indokolja tudományos következtetéseit (Banner 1939), a katonai célú gyorsütemű térképkészítés egyre jobban lefoglalja a hivatásos légifényképészeinket. A Nagytatársáncot kifejezetten az ásati céljára fényképezte a szegedi repülőezred 1939. június 27-én.

Gersy István 1939-ben átadta a Légifényképész Alosztály vezetését Buday Lajos századosnak.

A háborús készülődés következtében előtérbe kerülnek a várható katonai tevékenységgel kapcsolatos feladatok. 1939 után sürgető feladattá vált a bécsi döntések értelmében magyar fennhatóság alá került felvidéki, kárpátaljai és erdélyi területek térképeinek felújítása.

1939-ben Fáji Fáy Ödön a Fotogrammetriai évkönyvben a Háborús térképezés és légifényképezés című tanulmányában a technikai újításokkal foglalkozott. Tárgyalja például az önműködő átfedés szabályozót, a mérőkamera függőlegessé állításához szükséges giroszkópot és fotocellás szervomotort, valamint a  $\pm 5$  méteren belüli repülési magasság tartást szabályozó statoszkópot, a képháromszögelést elősegítő filmre fényképezett jeleket és a személyzet feladatait.

Csiszár alezredes és Károssy őrnagy beszerzései során Wild-5 autográfal, három C-5 planigráffal, négy SEG és egy Wild képtranszformátorral, négy nagynyílásszögű hatkamerás képsorvetítővel (Aeroprojektor-multiplex) és három tükrös kézi sztereoszkóppal gazdagodott az eszközpark. Az új berendezéseket 1939 májusában állították be a kibővített munkaterembe. Az évi feldolgozás 15.000 km<sup>2</sup>-re nőtt.

## Irodalomjegyzék

Tremmel Ágoston (1991): A légi fényképezés a katonai térképezés szolgálatában 1945-1990, Geodézia és Kartográfia 1991/4, 286-292. p

Balla János – Hrenkó Pál (1991): A Magyar Katonai Térképészet története I., HM Térképész Szolgálat Főnökség, Budapest, 154. p)

Szűts Lajos (1938): Beszámoló az 1938. évi római fotogrammetriai kongresszusról és kiállításról, Térképészeti közlöny, M.Kir. honvéd Térképészeti Intézet Budapest, 8-37 p.



**MEGISMERNI A FELADATOT  
MEGTALÁNI AZ ESZKÖZT**



**FÖLDI  
FOTOGRAMMETRIA  
3D PONTFELHŐ  
EGY ESZKÖZBEN.**



**KÉPAJKOTÓ  
MÉROÁLLOMÁS**

[HTTP://WWW.NAVICOM.HU/TOPCON-IS.HTML](http://www.navicom.hu/topcon-is.html)



**TOPCON IP-S2**

**MODULÁRIS MOBILTÉRKÉPEZŐ**

**ALKALMAZÁSI TERÜLETEK:**

**3D UTCATÉRKÉPEZÉS**

**BIZTONSÁGTECHNIKAI TERVEZÉS**

**BURKOLAT HIBÁK VIZSGÁLATA**

**KATASZTRÓFA KÁRFELMÉRÉS**



**TOPCON SOKKIA**

[HTTP://WWW.NAVICOM.HU/TOPCON-MOBILTERKEPEZES.HTML](http://www.navicom.hu/topcon-mobilterkepezes.html)