

Az ortofotó-térképek, a légi fotogrammetriai felmérések bekerülési költsége 2015. évben

Mennyibe kerül Magyarországon a légi fotogrammetriai szolgáltatás

Novák Zsolt¹

¹ Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Geográfus MSc szak
novakzs@gmail.com

Abstract— Az ortofotó szolgáltatásként emlegetett mérőkamerás vagy egyéb digitális légi fényképezési tevékenységgel, terepi geodéziai felméréssel, fotogrammetriai képfeldolgozással készülő fotótérkép régóta nélkülözhetetlen a térképészeti, térinformatikai munkák során. Az ortofotó térkép, mint termék árazásáról azonban nagyon nehéz információt szerezni az interneten. Dolgozatomban megíráshoz megkerestem a patinás ortofotó szolgáltatókat és a fiatal cégeket is, amelyek termékskáláján szerepel ez a szolgáltatás. A tanulmány célja az elemzés eredményeinek rövid, összefoglaló bemutatása és, hogy rálátást biztosítson a légi felmérésből származó termékek reális értékére.

Index Terms: orthophoto, orthophoto-map, photogrammetry, orthophoto-mosaic, prices, costs

Kulcsszavak: Ortofotó, ortofotó-térkép, ortofotó mozaik, fotogrammetria, költség, mennyibe kerül

1. A légi felmérések típusai

A felmérésem célja az volt, hogy átfogó képet kaphassak a magyarországi légi fotogrammetriai szolgáltatások áairól. Mivel viszonylag nagy területekről van szó, ezért elsősorban a merevszárnyú repülőgépes felmérés jöhet szóba, ennek ellenére a pilóta nélküli repülő eszközökkel dolgozó cégektől is kértem árajánlatot, hiszen napjainkban egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek, ugyanakkor elsősorban kisebb (<2 km²) területek felmérése végezhető el velük gazdaságosan.

A pilóta által repült eszközök közül a forgószárnyas fotogrammetriai célú légi fényképezés visszaszorult, a szolgáltatók egy vagy kétmotoros általában light aircraft¹

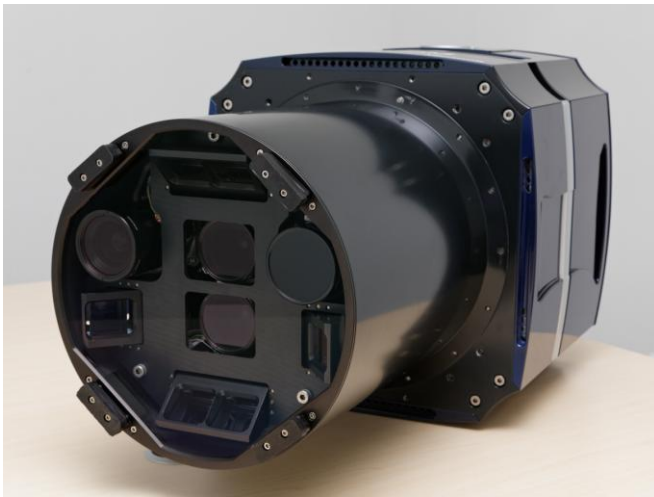
besorolású repülőgépekkel dolgoznak (1. ábra). Az érvényes jogszabályok értelmében csak saját, vagy tartósan bérelt, távérzékelési célokra alkalmas repülőgéppel rendelkező szolgáltató végezhet Magyarországon fotogrammetriai és egyéb távérzékelési légi feladatot. Így a szolgáltatók általában valamilyen légi szolgáltató cégtől bérelnek egy repülőgépet, két esetben pedig saját repülőgépparkkal rendelkeznek. Elmondásaik alapján reális, hogy ultrakönnyű, illetve kisrepülőgépekkel, vitorlázó repülőgépekkel a szolgáltatás egyszerűen lehetetlen, mert a lendületből repülő, ütemes fázisú repülés során nem lehet tartani a magasságot, az irányt és az oldalágást, elfordulást az aktív fényképezési szakaszokon. Ezen felül a mérőkamerákat (2. ábra) sem lehet a megfelelő előírások szerint elhelyezni bennük.



1. ábra Fotogrammetriai célokra használt repülőgép (Forrás: <http://www.geoair.net/inicio.html>).

Érdekes, hogy ennek ellenére a sárkányrepülővel dolgozó szolgáltatók képesek kivitelezni a lefelé tekintő légi fényképezést kézi kamerákkal, igaz csak kis területekre, és nem a könnyű repülőgépekéhez hasonló folyamatos minőséggel. Így ennek a kategóriának a létjogosultsága megmaradt a kisebb, mérőkamerás pontossági garanciát nem igénylő feladatoknál.

¹ Az angolszász light aircraft besorolás alá azok a merevszárnyú repülőgépek tartoznak, amelyek maximum bruttó felszálló tömege nem haladja meg a 12.500 fontot (5670 kg).



2. ábra Nagyformátumú mérőkamera

(Forrás: <https://ultracam.wordpress.com/2013/03/26/microsoft-announces-ultracam-osprey-obliquenadir-digital-aerial-camera/>).

Ezzel szemben a paplanernyős, ballonos és helikopteres kezdeményezések sorra elhalnak amint a speciális odafigyeléssel végzett kísérleti fázisból egy rentábilis szolgáltatásba szeretnének átlépni velük.

Az UAV távérzékelés, avagy a fedélzeten személyzet nélküli repülő eszközök térhódítása 2015 januárjától érzékelhető a magyar fotogrammetriai piacon. Korábban csupán légi fényképezésre alkalmaztak sikerrel a pilóta nélküli eszközöket, mostanra viszont megjelentek az első komoly (szaktudással, műszaki felszereltséggel és szoftveres kapacitással rendelkező) szolgáltatók. Ez az értékes referenciák létrehozásának időszaka, mivel nagyjából az első jelentős munkák előtt állnak. Bizonyítaniuk kell a potenciális megrendelők felé az UAV (3. ábra) fotogrammetria létjogosultságát a nagy repülőgépes felmérők megbízható, bevezetett termékeihez képest, de nem kétséges, hogy az előre programozott eszközök térhódítása várható (Manyoki et al. 2011). 2014 végére már több, mint 600 regisztrált gyártó állított elő pilóta nélküli repülő eszközöket világszerte (Szilágyi 2014). Magyarországon a legtöbb UAV-okat és RPAS-t alkalmazó cég a forgószárnyasok felé orientálódott ez idáig, pedig a termelékeny eljárásokat a nagy méretű merevszárnyú UAV repülőgépek teszik lehetővé. Eddig a legnagyobb megvalósult felmérés pár hektárt érint, ráadásul ez esetben a felbontás a hagyományos repülőgéppel könnyen elérhető terepi felbontási tartományban mozog (Mayr 2011). Mindennek ellenére az UAV fotogrammetria fejlődése, térhódítása várható. Az élvonalbeli fotogrammetriai, repüléstervező (4 - 5. ábrák) és egyéb szoftverek egyaránt kezelik az UAV és a klasszikus repülőgépes felméréseket. Ahogyan minden légi felvételezési tevékenységet, az UAV repüléseket engedélyeztetni kell a Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatalánál (NKH honlap 2015).



3. ábra Fotogrammetriai célokra használt professzionális UAV (Forrás: <http://www.positionpartners.asia/news/at-work/mine-surveyors-take-off-with-uas/>).

2. Minőségi elvárások

A XX. század első felében tökélyre fejlesztett analóg fotogrammetria (6. ábra) a század második felében újabb szabványosításokon, a multispektrális ortofotók tökéletesítésén keresztül újabb és újabb berendezések elterjedésén ment át. Az 1970-es években készült EOTR kataszteri térképek zöme légi fotogrammetriai eljárással készült (Gross et al. 2010). Nemzeti és nemzetközi szabályok születtek. Az ezredfordulón már csak színes, jó minőségű, egységes képi világú fotó-mozaikot fogadtak el az önkormányzatok, 2005 környékén az egymásra dőlő épületek, a 2010-es években a centrális vetítés durva hibái a kisebb mozaikolási hibák is durva elégtelenségnek számítottak. A légi fotogrammetria sík-fotogrammetriai ágazata teljesen eltűnt, hiszen térrészek eltűnését, más területek duplikálását eredményezheti.

Az ezredfordulón részben digitálissá vált eljárás napjainkra teljesen digitális, a képkészítéstől (beleértve a járulékos, pl. direkt tájékozási adatok rögzítését) a feldolgozásig. Jellemzi a piacépes európai termékeket, hogy a pontosság 4 pixelértéken belüli, a fotogrammetriai munkálatok sugárnyaláb kiegyenlítéssel mehetnek végbe, alternatív módszereket a megrendelők nem fogadnak el. A felmérési és feldolgozási módszerek is ehhez alkalmazkodtak, hatalmas fejlődésen mentek keresztül (7. ábra). A felbontásra vonatkozó igény és fizetőképes kereslet a lokális munkák esetén 3 - 20 cm, míg a nagy területeket fedő légi felméréseknél 5 - 40 cm.

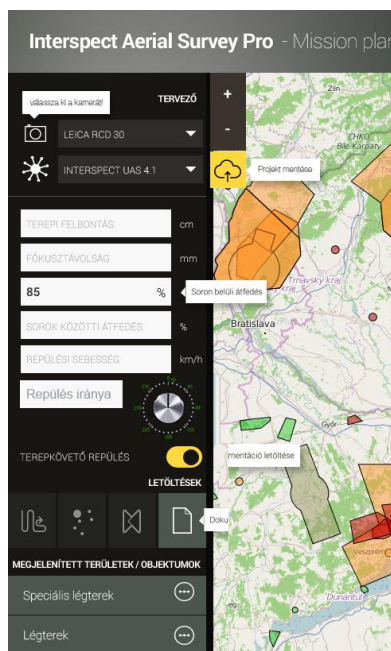
Radiometriai szempontból általában csatornánként 8 vagy 16 bites felvételek készülnek, de ezek valódi árnyalatgazdagsága a felmérő műszer és a felmérési körülmények miatt változó (Bakó et al. 2014). A megrendelők a homogén megvilágítású, nagy pontosságú és ennek következményeként hibátlanul mozaikolt, részletes ortofotó-térképeket várnak el a szolgáltatóktól. Európai tendereknél viszont az is lényeges elvárás szokott lenni, hogy a völgyalji területek részletessége ne veszítse el a célfelbontás 10 %-át.



4.ábra Népszerű, pilóta nélküli repülő eszközök repülési tervét elkészítő szoftver (Forrás: http://www.aeromao.com/aeromapper_uav).

Az árajánlatok kérésekor a minőségi követelményeim a következők voltak:

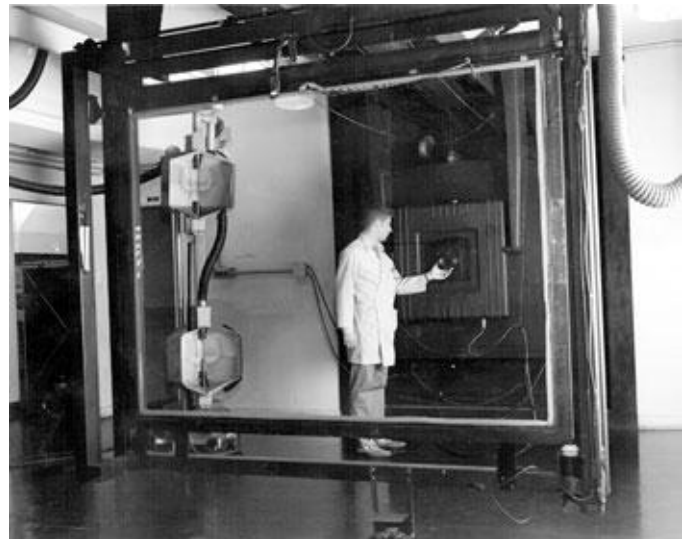
- A domborzattal rektifikált ortofotók alapjául szolgáló légifelvétel digitális kamerával, soron belül legalább 80%-os, sorok között legalább 40%-os, átfedéssel készüljenek
- A terepi felbontás domborzati eltérése maximálisan 1 cm lehet.
- A felvételeknek képvándorítás, hó borítás, illetve felhőárnyék-mentesnek kell lenniük.



5.ábra Professzionális, ember vezette és pilóta nélküli repülő eszközök repülési, illetve felmérési tervét elkészítő szoftver (Forrás: www.interspect.hu, www.uavmissions.com)

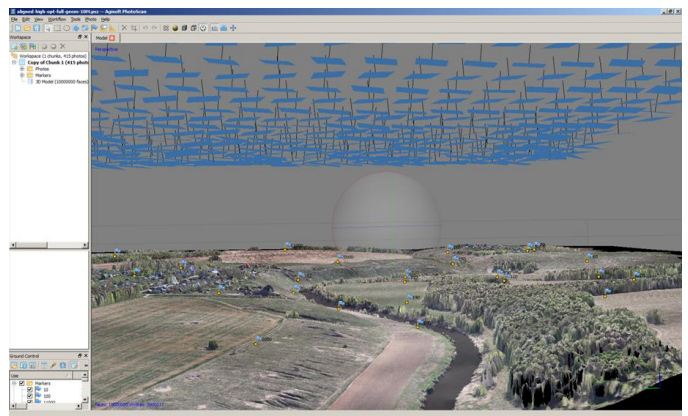
3. Az ortofotó szolgáltatás költség vonzata

A légi felmérés költségei a repülő eszköz fenntartásának (amortizációjának, tárolásának stb.), üzemeltetésének, üzemanyag költségének, az engedélyeztetés költségeinek és a terepi geodézia, valamint a labormunka költségeiből tevődnek össze. A különböző szolgáltatók különböző technológiai válaszokat adnak az adott feladat megoldására, így árak is eltérőek lehetnek.



6.ábra Képkidolgozás és fotogrammetriai termék reprodukció az 1960-as években

(Forrás: http://online.wr.usgs.gov/ngpo/doq/doq_history.html)



7.ábra Ortofotó kidolgozás sugárnyaláb kiegyenlítéssel 2015-ben

(Forrás: <http://www.geoscan.aero/en/photoscan-program>)

Egy **90 km²** területű település légi felmérése **5 cm** részletességgel **5 - 12,5 millió Ft nettó** árértékben valósítható meg.

A legfrissebb árinformációkhoz a szolgáltatók megnevezése nélkül közlötteszem az eredményt annak az esetnek, amikor 2015 májusában kértem ajánlatot egy pályázati felmérési tervet kapcsán. Az egyik felmérendő terület mérete **280 km²**, egy alföldi nagyváros teljes közigazgatási területéről van szó. 18 szolgáltatótól kértem be ajánlatot, amelyek közül csupán öt tudott értékelhető ajánlatot tenni. Az öt ortofotó készítési ajánlat mellett - a minőségi ortofotó ajánlatoknál jellemzően fajlagosan magasabb áron - három az ajánlatkérésnek nem megfelelő árajánlat is beérkezett. Ezek közül az egyik nem képes nagytelepülés méretű területről elkészíteni a terméket (mikro UAV-val dolgoznak), egy másik olyan technológiát vázolt fel, amellyel lehetetlen minőségi terméket létrehozni (lásd minőségi elvárások fejezet), egy pedig csupán 40 cm terepi felbontású, és négy évvel korábban készült felvételre tett ajánlatot, amely a felbontást arányítva a többi szolgáltató által megadott ár felének felelne meg még négy év elmúltával is, ráadásul itt a felhasználást öt évben maximalizálják. A felhasználás korlátozására más esetben nem volt példa. Az áfa nélküli árakat az 1. táblázat tartalmazza.

Cég	Nettó ár 5 cm esetén	Nettó ár 10 cm esetén	Nettó ár 20 cm esetén
1	38 780 000 Ft	18 435 000 Ft	8 454 000 Ft
2	24 850 000 Ft	12 000 000 Ft	7 500 000 Ft
3	34 038 000 Ft	16 523 000 Ft	10 509 000 Ft
4	Nem tudják biztosítani az átfedést	5 616 800 Ft	3 650 920 Ft
5	Nem tudják biztosítani az átfedést	28 500 000 Ft	15 000 000 Ft

1.táblázat A 280 km²-es területre vonatkozó árajánlatok

A másik terület szintén az Alföldön található, a város közigazgatási területe **173 km²**. A követelmények ugyanazok voltak. Az áfa nélküli árakat a 2. táblázat tartalmazza.

Cég	Nettó ár 5 cm esetén	Nettó ár 10 cm esetén	Nettó ár 20 cm esetén
1	24 800 000 Ft	13 242 000 Ft	5 660 000 Ft
2	24 850 000 Ft	12 000 000 Ft	7 500 000 Ft
3	20 966 000 Ft	10 177 000 Ft	6 473 000 Ft
4	Nem tudják biztosítani az átfedést	3 477 800 Ft	2 265 570 Ft
5	Nem tudják biztosítani az átfedést	17 000 000 Ft	10 000 000 Ft

2.táblázat A 173 km²-es területre vonatkozó árajánlatok

Úgy tűnik minden szolgáltató felszállásonként felszámol alapdíjat, ami mintegy alapárként jelentkezik. Ez valószínűleg a repülőtéri költségekből, repülőgép, mérőkamera és a járulékos berendezések amortizációjából, engedélyeztetésből és munkadíjakból, szoftver licenszekből, működési költségekből adódik. A repülőtértől való távolság is sokat számít. 3 500 - 4 000 m tengerszint feletti magasság fölött oxigénpalackot használnak. Mindez befolyásolja a költségeket.

Nem áll rendelkezésre információ arról, hogy a szolgáltatók közül hányan vállalnak 1 km² alatti területméret esetén felmérést, de az egyértelműen látszik, hogy a repülőgépes felmérés 0,5 -1 km² felett éri meg a megrendelő számára.

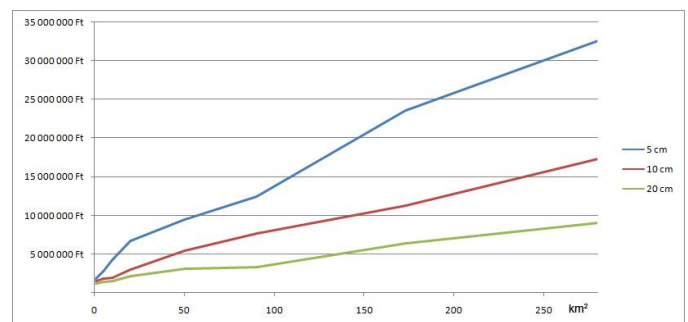
A felmérésekre általában 500 - 9 000 m terep feletti magasságból kerül sor. Minél magasabbról fényképeznek, annál kritikusabb az időjárás és a légkör állapota. Egy nap alatt akár 40 000 km² is befényképezhető.

A 3. táblázat tartalmazza a különböző területméretre vonatkozó átlagos nettó árakat.

Területméret	Nettó ár 5 cm esetén	Nettó ár 10 cm esetén	Nettó ár 20 cm esetén
280 km ²	32 556 000 Ft	17 269 000 Ft	9 023 000 Ft
173 km ²	23 538 000 Ft	11 240 000 Ft	6 356 000 Ft
90 km ²	12 480 000 Ft	7 655 000 Ft	3 345 000 Ft
50 km ²	9 491 000 Ft	5 420 000 Ft	3 083 000 Ft
20 km ²	6 655 000 Ft	2 966 000 Ft	2 118 000 Ft
10 km ²	4 303 000 Ft	1 909 000 Ft	1 470 000 Ft
5 km ²	2 786 000 Ft	1 789 000 Ft	1 370 000 Ft
1 km ²	1 870 000 Ft	1 487 000 Ft	1 200 000 Ft

3.táblázat A különböző méretű munkaterületre vonatkozó összesített nettó átlagárak

Az árak alakulását diagramon is ábrázoltam (1. diagram). Érdekes megfigyelés, hogy az UAV technológiával is elkészíthető kis területre az 5 cm terepi felbontású állományok árát már most leszorították az UAV-val dolgozó szolgáltatók.



1. diagram Az árak alakulása a területméret függvényében. Az 5 cm terepi felbontású felmérések (kékkel jelölve) árát az UAV-al berepülhető méretű felmérések esetében leszorították az ilyen technológiával dolgozó cégek ajánlatai, holott 2 - 10 km² berepülését még nem végezték el ilyen technológiával.

Az árak alakulását látva érdemesnek tartottam nagyon kis területekre (park, vadaspark, temető, parcellák) árinformációt kérni a magukat UAV fotogrammetriai szolgáltatóként hirdető cégektől.

Az UAV légi fotogrammetriai szolgáltatás árazása szélsőségesen változó, ennek miéértje számos internetes fórumon kérdésként merült fel (Aerial Mapping Forum 2012), így erre is megpróbálom megtalálni a választ.

Ezek a szolgáltatók nagyjából másfél km² méretű területnagyságig vállalják a felméréseket. A felméréendő terület 0,15 km² volt. A megkeresett tizenhat szolgáltatóból hatan engedélyeztetnék a felmérést, ezért a vállalási határidő viszonylag széles tartományban mozog. Akik hatósági engedéllyel végeznék a felmérést általában legalább harminc napos repülési határidőt kötnek ki, míg más szervezetek akár két napra vállalják a munkaterület lerepülését.

A 16 cég közül nyolc biztosan rendelkezik a feladat elvégzéséhez szükséges műszaki és szoftveres feltételekkel. A megkeresésekre nyolc cégtől nem érkezett válasz a megadott határidőre, a beérkezett válaszok azonban nyolc esetben felkészültséget sugallnak (4. táblázat). A **0,15 km²** terület felmérésére kapott árajánlatok átlaga **520 320 Ft + Áfa**.

Szolgáltató	Nettó ár 3 cm esetén	Termékek	Pontosság
1.	780 000 Ft	500 felvétel, ortofotó és modell	+/- 0,5 m
2.	800 000 Ft	600 felvétel, ortofotó és modell	+/- 0,2 m
3.	600 000 Ft	350 felvétel, ortofotó és modell	+/- 0,2 m
4.	655 000 Ft	50 mérőkép, ortofotó és modell	+/- 0,16 m
5.	450 000 Ft	46 mérőkép, ortofotó és modell	+/- 0,16 m
6.	100 000 Ft	650 felvétel, ortofotó és modell	?
7.	350 000 Ft	800 felvétel, ortofotó és modell	+/- 0,3 m
8.	427 561 Ft	71 felvétel, ortofotó és modell	?

4. táblázat egy 0,15 km² nagyságú nagyjából sík terület lerepülésének árai. Az ajánlatok átlaga 520 320 Ft + Áfa, egy reális felmérési költséget ad ki.

Ahogyan a 4. táblázatból is látható, az engedéllyel dolgozó, komoly műszaki felszereltséggel rendelkező, képzett munkaerőt fenntartó szolgáltatók árai jóval magasabbak az illegálisan dolgozó, változó minőséggel és rendelkezésre állással jellemezhető piaci résztvevőkénél. A legtöbb szolgáltatónál egy bizonyos területméret alatt nem csökken az ár, tehát a kiszállásnak, engedélyeztetésnek van egy minimális költsége, ami mindig beépül az árba. Ez a hatósági engedélyeztetés, a

biztosítások és az UAV, valamint a legalább háromfős biztosító személyzet helyszínre juttatásának, visszaszállításának költségeit mérlegelve nagyjából 80 000 Ft bekerülést ad ki feladatnaponként, nem számítva a légijármű amortizációját, ami gyorsabban amortizálódik a repülőgépekénél, a geodéziai eszközök amortizációját vagy bérleti díját, a munkabérek és a GNSS szolgáltatás, valamint több napi munkavégzés esetén a szállás költségeit. Érkezett 27 000 Ft bruttó árajánlat is, ami egyértelműen a jelentkező tájékozatlanságát jelzi és azt, hogy nincsen tapasztalata a munka elvégzésének bekerülési költségeit illetően. Ezzel szemben a meglepően alacsony árat megadó, ám a jelentkezés során a szakmai feltételekről megfelelően nyilatkozó szolgáltatók árstratégiája nem ismert, de feltételezhetően bevezető árakról van szó, ami azért különös és kizárólag a hazai piacra jellemző stratégia, mert egyre többen jelentkeznek hasonló szolgáltatással, és ilyen alapon mindig lesz a szolgáltatást bevezető áron produkáló, bizonytalan minőségű, de olcsó szolgáltatás. Összegzőként elmondható, hogy az UAV fotogrammetriai tevékenység témanapi önköltsége minimum 100 000 Ft, így az ilyen jellegű szolgáltatás reális ára 350 000 - 700 000 Ft / munkanap.

Irodalomjegyzék

A szövegben hivatkozott cikkek és internetes oldalak:

Aerial Mapping Forum of diydrones.com (2012): Aerial mapping - Why the price differences?, <http://diydrones.com/forum/topics/aerial-mapping-why-the-price-differences>

Bakó G., Molnár Zs., Góber E. (2014): Városi térinformatikai és döntéstámogató rendszerek raszter fedvényei - A legutóbbi időszak települési ortofotó felméréseinek tapasztalatai Magyarországon, Tájékológiai lapok 12 (2): 285-305. (2014)

Gross M., Oros L., Winkler P. (2010): Az ortofotótérképek alkalmazási lehetőségei a KÜVET/BEVET állomány minőségének ellenőrzésére és javítására, Geodézia és Kartográfia 2010/5 (62) p. 14-21

Manyoki M., Theiler P., Steudler D., Eisenbeiss H. (2011): Unmanned Aerial Vehicle in Cadastral Applications, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-1/C22, 2011 ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14-16 September 2011 Zurich, Switzerland

Mayr W. (2011): UAV Mapping - a user report, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-1/C22, 2011 ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14-16 September 2011 Zurich, Switzerland

NKH honlap (2015): A légügyi Hivatal honlapja: <http://www.nkh.gov.hu/web/legugyi-hivatal/pilota-nelkuli-legijarmuvek-uav/uas-uzemeltetese>

Szilágyi T. (2014): Hungarian experiences in UAS development, V4 UAS International Conference, Budapest, 2014. október 29.

A nyilatkozat: A beküldött kézirat a feltüntetett szerzők munkája, a benne szereplő, mástól átvett információk, ábrák és egyéb anyagok szerzői mindenhol meg lettek jelölve. A cikk jelen formájában nem jelent meg más folyóiratban. A cikk Távérzékelési technológiák és térinformatika szakfolyóiratban történő publikálásával minden szerző, közreműködő és támogató egyetért. A kézirat nem tartalmaz valótlan információt, a szerzőknek nincs tudomásuk összeférhetetlenségről és a kézirat feldolgozását, lektorálását, publikálását gátló tényezőről, továbbá hozzájárulnak, hogy az RS@GIS online fényképes szerzői adatbázisában szerepeljenek.

© 2015 by the authors; licensee RS&GIS, Hungary.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).