

# Interspect

## Fotogrammetriai és térszkennelési hét

A kutatók éjszakája után olyan szakmai hét vette kezdetét, amelynek során a [Facebook oldalunkon](#) minden nap megosztottunk egy műhelytitkot, egy technológiát, oktató anyagokkal, videókkal, képekkel, rövid ismertetőkkal illusztrálva.



Légi távérzékeléssel felmért terület háromdimenziós pontfelhője

### A programnapok tematikája:

1. Digitális fotogrammetria, fotogrammetriai projektek tervezésének és lebonyolításának bemutatása egy korai háromdimenziós munkánkánkon keresztül: a szomolyai kaptárkövek természetvédelmi terület légi és terepi felmérése
2. Nyílt nap és repülési bemutató a Tököli repülőtéren, majd délután a repülőgépes és ember nélküli repülő eszközökkel történő felmérések összehasonlítása
3. A korábban bemutatott felmérési módszerek gyakorlati alkalmazása. Példák, betekintés közérdekű, természetvédelmi és egyéb feladatainkba
4. Lézerszkennelés a gyakorlatban
5. Árvíz és belvíz felmérések tapasztalatai, vízügyi távérzékelés

Jelen füzet egy kivonat a 2014.október 13 - 17 között megrendezett konferencia közzétett anyagaiból.

Minden fotogrammetriai projekt repüléstervezéssel kezdődik. A tervezés során nem csak a kamerát hordozó egység (repülőgép, UAV, kopter) pályáját tervezzük meg, hanem a jármű sebességét és a képkészítés sűrűségét is. Ezen paraméterek megadásával határozzuk meg a digitális felvételek közötti (földrajzi értelemben vett) haránt és bázis irányú átfedést. Minél nagyobb felbontásban dolgozunk, annál sűrűbb átfedéssel kell elkészíteni a felvételeket, és persze annál gyorsabb felvételezés szükséges. Tapasztalataink szerint, a precíz és részletgazdag modell generáláshoz nem elegendő a háromdimenziós kiértékelést már megengedő 60% átfedés.

Az engedélyeztetés egy sokszor elfelejtett és említés nélkül hagyott fontos gyakorlati teendő. Hazánkban minden légi fotogrammetriai tevékenység engedély köteles, így a megfelelő hatóságok jóváhagyása nélkül nem bonyolíthatóak le ilyen jellegű projektek. Ez mind a repülőgépes, a helikopteres, mind pedig a pilóta nélküli módszerekre igaz.

Az Interspect csoportnál nagy hangsúlyt fektetünk a biztonságos és szabályos munkavégzésre, így a repülés megtervezése után első dolgunk a szükséges engedélyek beszerzése.

A repülési tervet külön fotogrammetriai szempontú, külön repülésbiztonsági megközelítésű ellenőrzésnek vetjük alá. Előbbihez tartozik például a kiemelkedő (magas) objektumok megfelelő bázispontokkal történő rögzítése, vagy a terület túlfuttatása, míg az utóbbinál például a fel- és leszállóhelyek, korlátozott és tiltott légterek, magasságok ellenőrzése jellemző.

### A felmérés menete

A légi felmérést távérzékelési feladatok elvégzésére átalakított repülőgépek fedélzetére beépített, saját fejlesztésű MS IS 4 mérőkamerákkal hajtjuk végre. A hagyományos térképészeti célú, nagy területeket átfogó légi felmérések során a csatolt rendszer akár 60-400 megapixeles felvételezésre is képes a repülési idő, a repülési sorok számának és a képszám csökkentése érdekében. Mindez jelentősen gyorsítja a feldolgozást. A fényképezés is gyorsabban megvalósítható, erre azért van szükség, hogy az eredmény egyes területein hasonló megvilágítás, napszak legyen jellemző.

A speciális objektumok, jelenségek detektálásának megfelelően sok esetben egyedi, az alapszertől eltérő spektrális kalibrációt alkalmazunk. A rendszer részét képező járulékos berendezések és az eljárás egyedülállóan nagy terepi felbontást tesznek lehetővé.

A Fővárosi Állatkert számára készített ortofotónk 1,8 cm-es terepi felbontással készült 2009-ben IS 1 kísérleti mérőkamerával. [A 2009-es rekord - Zoomy](#), amelyről a linkre kattintva rövid videó összeállítás érhető el.

Idő közben az IS 3 és IS 4 rendszerekkel a fél centiméteres tartományt is megvalósítottuk:

- 2011 - fél cm részletességű sorozatfelvétel, [az első fél cm terepi felbontású teszt](#),

- 2012 - Az első fél cm terepi felbontású repülőgépes ortofotó-mozaik. [A 2012-es rekord - KEMPP](#) videó összeállítása.

Az érdeklődők figyelmébe ajánljuk az RSGIS folyóirat távérzékelési fogalomtárát.

[A konferencia online anyagaiban megtalálható szakkifejezések nagy részének értelmezése megtalálható itt.](#)

[Újabb rekordfelbontású magyar légi fotó készült - Origo, 2013. 01. 10.](#)

[Cégünk által alkalmazott repülőgépek](#)

[Interspect szenzor család - AERO Magazin, 2012. Február](#)

Az ortorektifikáció során a távérzékelte perspektivikus képet a perspektív- és domborzati-, valamint elfordulási- és műszertorzulásoktól mentes képpé alakítjuk át. A nyers felvételek ortorektifikálásához és koordináta rendszerbe illesztéséhez felszíni illesztő pontokat gyűjtünk terepi geodéziai felmérés során. A geodéziai felmérést minden esetben a légi felvételek elkészülte után végezzük, így jóval tervezhetőbb és gördülékenyebb lesz a munkafolyamat az által, hogy előre meghatározhatjuk és mérésre kijelölhetjük azokat az objektumokat, tereptárgyakat, amelyek jól azonosíthatóak és precízen meghatározhatóak az összes feldolgozandó felvételen. A felméréseinket rend szerint **RTK (Real Time Kinematics)** méréssel bonyolítjuk le, amennyiben ez nem lehetséges utófeldolgozós módszert alkalmazunk.

Már a repülőgépen koordinátát és kameraállás adatokat kap minden egyes felvétel, ezt direkt tájékozásnak hívjuk. Direkt tájékozással csak pár méteres pontosság biztosítható. Ahhoz, hogy ilyen nagy felbontásnál a felvételek pontosságát centiméterekben tegyük mérhetővé, továbbra is szükség van a kiegészítő terepi felmérésre. (Kivételt képeznek azok az esetek, amikor 2-3 m abszolút hiba megengedhető, és a fényképezett terület védelme érdekében nem szabad a terepen dolgozni, például költőtelepek felmérésekor a direkt tájékozással készült ortofotó-mozaikot használjuk.)

A módszer rövid ismertetése magyar nyelven a debreceni Térinformatikai konferencia és szakkiállítás kiadványában olvasható. [Nagysebességű repülőgépes távérzékelés és hozzá kapcsolódó adatfeldolgozási módszerek.](#)

### A Szomolyai Kaptárkövek Természetvédelmi Terület multispektrális légi felmérése és háromdimenziós rögzítése

A kaptárkövek riolittufa képződmények, melyekbe a régi kor embere ismeretlen célból fülkét faragott. A romló állapotú kultúrtörténeti emlékek és környezetük háromdimenziós megörökítése és állapotrögzítése céljából kombinált repülőgépes és terepi mérőkamerás fotogrammetriai eljárást dolgoztunk ki.

A szomolyai terület felmérése volt az egyik korai háromdimenziós munkánk, [amelyről a linkre kattintva rövid videó összeállítás érhető el.](#)

A területről multispektrális (RGB, NIR, UV) módszerrel rögzítettünk térképi vetületbe rektifikált felvételeket.



## Amit a felvételek bemutatnak

- A háromdimenziós lég felmérés eredménye bükkerdő esetében (a felvétel a Kékestetőnél készült). A felmérésben csak passzív optikai rendszer (Interspect IS4 mérőkamera) vett részt. A LiDAR-hoz hasonló pontfelhő részletessége 1 cm is lehet, de a növényzet alá kevésbé lát be
- A repülőgép előkészítése a felmérést megelőző napokon, a mérőkamera és a vezérlő monitor
- A repülés, a gép belülről és egy korai kameravezérlő szoftverünk
- Az ortofotó mozaikot kinyomtattuk, jelöltük az egyes ortofotók határait is. (Azért tudtunk egyből ortofotókat nyomtatni, mert a direkt tájékozási rendszer lehetővé teszi egy előzetes, pár méter pontosságú ortofotó-mozaik előállítását)
- Az összeragasztott térképen megterveztük a terepi geodéziai felmérést (GCP gyűjtést) és a kiegészítő terepi mérőkép készítését
- A digitális állomány feldolgozását négy fő végezte el, másfél hónapig tartott, mivel számos eljárást kipróbáltunk, sokat kísérleteztünk
- A végeredményt Shape, DXF, LAS, geoTIF, 3D Pdf fájlként realizáltuk



A felmérésnél a vegyes rögzítési módszereket választottuk, a levegőből repülőgépes mérőkamerás felmérést végeztünk, miután terepi mérőfényképes és lézerszkenneres felvételezést hajtottunk végre. Csak így volt biztosítható a sziklák felületeinek leképzése.

A légi felmérés nagyjából 200 km/h repülési sebességgel, a téli lombmentes időszakban ment végbe, miután a Bükki Nemzeti Park kitisztította az invazív bozóttakarót a kaptárkövek tövéből.

A felmérés során színes (RGB), közeli infravörös (Nir 1, Nir2, Nir3) és ultrabolya (UV1) tartományokban készítettünk ortofotó-mozaikot, 2 cm terepi részletességgel (1:240 nyomtatási méretarány 300 dpi esetén). A felmérést Pa-32 egymotoros repülőgéppel, Interspect IS4 MS mérőkamerával végeztük.

A terepi mérőképeket kalibrált kézi mérőkamerákkal készítettük el, egyes mikro-felületi elemeket a Molnár Zsolt által összeállított kézi lézerszkennerral vettünk fel.

A felvételek feldolgozása több blokkban ment végbe. Először a légi felmérés felvételeit dolgoztuk föl sugárnyalábkiegyenlítéses ortorektifikációval, majd az ebből levezetett térmodell részletességét növeltük az alsó részeken a terepi állományok kidolgozásával.

A tesztfeldolgozás két kaptár és egy szikla háromdimenziós modelljét és textúráját eredményezte.

A projekt befejezése finanszírozásra vár, és az egyeztetés szerint a TT kaptárköveinek teljes állapotrögzítését eredményezheti.

A felmérés menete a Professional Surveyor magazinban megtekinthető: ["Hungarian Hive" - Aerial Mapping, Fall 2013](#) valamint magyar nyelven a Zöld Horizontban olvashat róla:

["A szomolyai kaptárkövek multispektrális légi felmérése és háromdimenziós állapotrögzítése"](#) - Zöld Horizont, 2013/1-2.

Összefoglaló, a felmérés részleteit nem tárgyaló anyag az origo-n jelent meg:

["Örök életet kap a kis magyar Kappadókia"](#) - Origo, 2014.10.10.





## Nyílt nap és bemutató repülés a Tököli repülőtéren

A Tököli repülőtéren folytatódott a program, ahol kis létszámú, de annál kíváncsibb csapat verődött össze.

Arday András, Bakó Gábor és Molnár Zsolt választ az érdeklődőknek, majd rövid előkészítés után a levegőbe is emelkedett a Piper.



## Légi felmérések repülőgéppel

A táj háromdimenziós leképezésének módszerét szemléltető videó a színes pontfelhő elkészítéséig ad betekintést a folyamat fontosabb elemeibe:

- Repülőgép és mérőkamera bemérése, alkalmassá tétele

- Előkészítés

- Légi felmérés

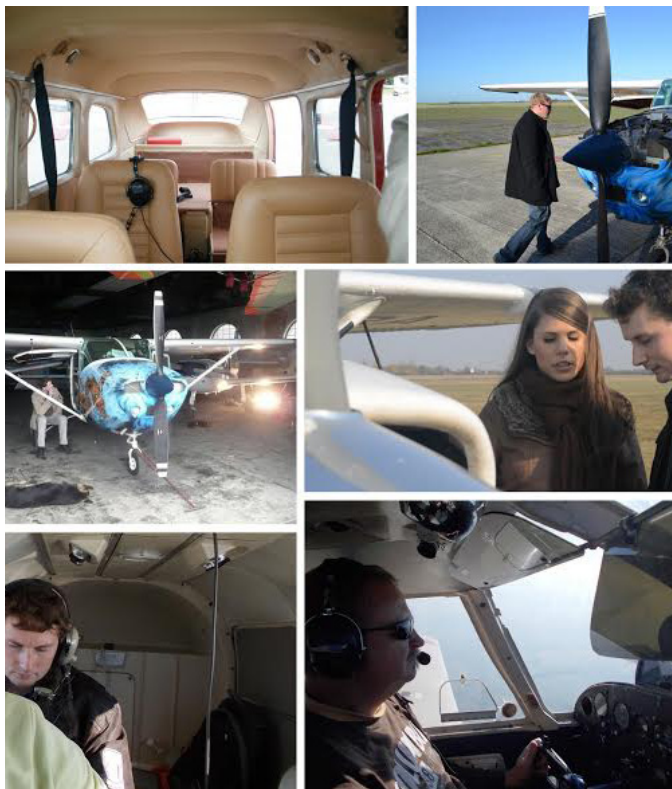
- Terepi geodéziai felmérés

Fotogrammetriai feldolgozás és az eredmények:

- Ortofotó online rendszerben

- Interaktív helyszíni információs monitoron

- Vektorgrafikus 3D térkép



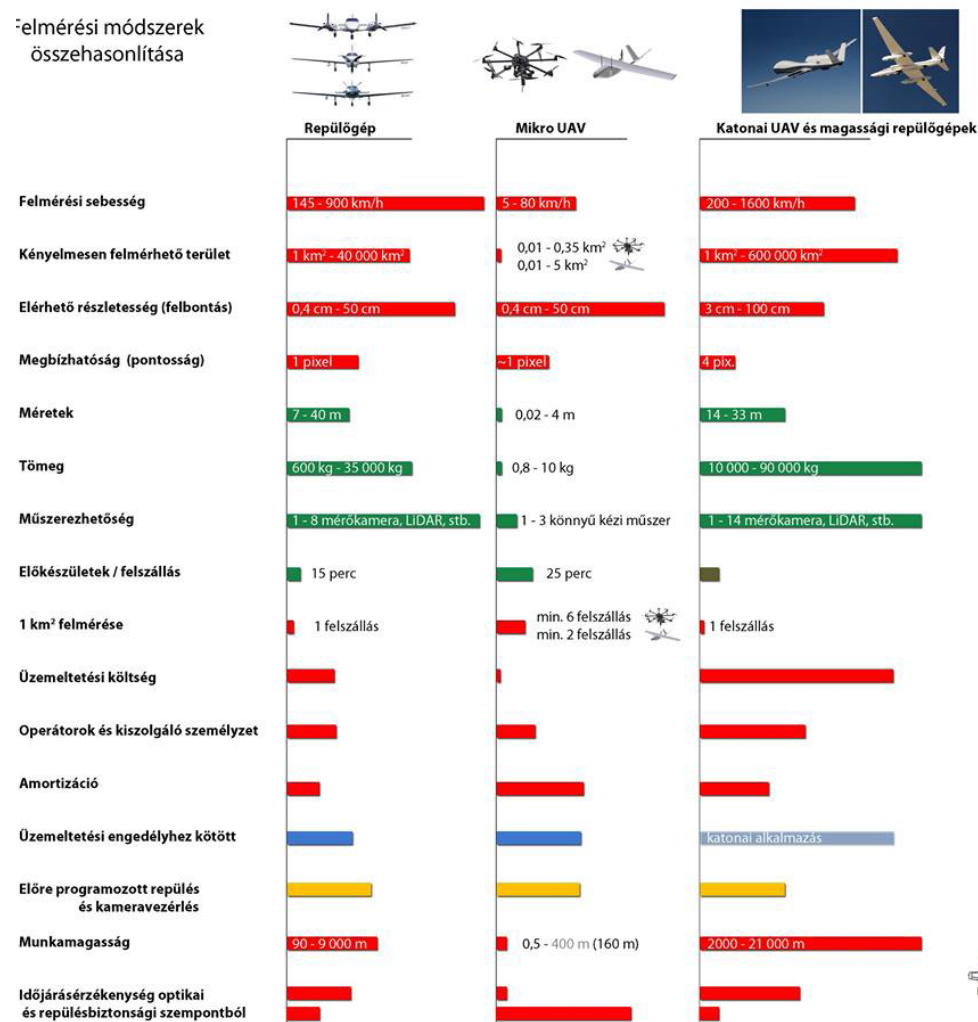
## Repülőgép vagy UAV?

Azt, hogy a légi felmérést milyen eszközzel hajtjuk végre, alapvetően a távérzékelési feladat jellege határozza meg. Amennyiben térképezés céljából készítjük a felvételeket, úgy a térképezendő terület mérete és a felvételezés kívánt terepi felbontása határozza meg, hogy milyen eszközt választunk a feladat elvégzésére.

Különböző feladatok különböző eszközök használatával hajthatók végre sikeresen. Repülőgéppel települési és regionális léptékű munkáinkat végezzük, mikro UAV az ennél kisebb területet lefedő felméréseink és 3D-s felület modelleink készítésénél kerül alkalmazásra.

Alábbi táblázatunk a különböző eszközök paramétereit hasonlítja össze.

Felmérési módszerek összehasonlítása



## Légi felmérés pilóta nélküli eszközzel

Drónos háromdimenziós légi felmérés és egyéb alkalmazások tesztelése.  
[Videó összefoglaló az UAV tesztekéről.](#)

### Előnyök:

- Olcsó szállítás
- Akár függőleges, akár vízszintes felmérési üzemmódban is alkalmazható (pl. falfelületek felméréséhez)
- Állítható kameratengely
- Előre programozott feladatvégzés
- Jelvestés esetén automatikus visszatérés
- Élő kép is lehetséges

### Hátrányok:

- Kis terület felmérése lehetséges hosszas előkészítéssel
- Nagy tartalék akkumulátor igény
- Kis munkamagasság
- Nem bír el minden kameratípust, ezért hozzá kellett alakítani a fényképezőgépeket és mérőműszereket kellett terveznünk és előállítanunk
- Magas beszerzési költségek

### Arányok:

- Repülőgépes felmérés:

150 - 800 km / h 1 - 30.000 Km<sup>2</sup> felmérése egy nap alatt

- Drónos felmérés:

Merev szárnyú esetén 0,1 - 4 km<sup>2</sup> míg kopterek esetében 0,1 - 0,2 Km<sup>2</sup> mérhető fel egy nap alatt (egy repülő eszközre és kezelőszemélyzetre számított reális lehetőségek)



## Madárkolóniák felmérése a magasból

Az extrém nagyfelbontású mérőkamera számos területen bizonyított, de volt olyan megoldás is, amit más eszközzel nem is lehetne megvalósítani. Ilyen például a költőtelepek zavarásmentes felmérése, amelyről az alábbiakban lehet olvasni:  
["Minden madarat becserkész a magyar szuperkamera" - Origo, 2014. 08. 10.](#)



Az egyik tudományos szakfolyóiratban ismertetett módszer:

["Introduction and Testing of a Monitoring and Colony-Mapping Method for Waterbird Populations That Uses High-Speed and Ultra-Detailed Aerial Remote Sensing" - MDPI Sensors, Published: 18 July 2014](#)



Számos vízügyi és szennyezés detektálási megoldást támogat a felmérési módszer. Nagy részletességű üzemmódban a legkisebb szennyvízforrás is észlelhető. Minderről az alábbiakban lehet olvasni:

“Rapid Aerial Mapping Methods for Water Management” - Geoinformatics, January/February 2014

Egy konferencia absztraktja:

“Távérzékelés az ökoszisztéma szolgáltatások és a környezetterhelés értékelésében” - Bakó Gábor – Szent István Egyetem, Növénytani és Ökofiziológiai Intézet, Interspect Kutatócsoport

Korábban elérhetetlen pontosságú vizsgálatokat lehet elvégezni a magyar fejlesztésű, nagyfelbontású mérőkamerával. A rögzített képeken megkülönböztethetők a növények, de még a rejtett vízszennyezést is észleli.

“Légifotó fedi fel a környezetszennyezést” - Origo, 2013. 01. 05.

A távérzékelési adatok szennyezett területek tervezési és döntéstámogató rendszereihez is jó kiinduló térképfedvényeket biztosít, de a monitoringot, az időszakos ellenőrzést is támogatja:

“Távérzékelési adatok elkészítése és értékelése szennyezett területek tervezési és döntéstámogató rendszereihez” Bakó Gábor – Szent István Egyetem, Interspect Kutatócsoport

## Vörösiszap-katasztrófa hatásterületének felmérése

A hirtelen bekövetkező, nagy környezeti katasztrófák azonnali beavatkozást, igen gyors szakértői döntéshozatalt követelnek. A védekezéshez és a kárelhárítás megtervezéséhez is nélkülözhetetlenek az azonnal és gazdaságosan beszerezhető, távérzékeléssel nyert adatok.

Csapatunk a vörösiszap-katasztrófa felmérésében is részt vett, erről közérthetően többek között az alábbi linken lehet olvasni: “Vöröslő terep fölött” - Bakó Gábor – Molnár Zsolt, Szent István Egyetem – Interspect Kft

Egy ökológiai rendszer elemeinek állapotát – különösen haváriák esetén – gyorsan és szakszerűen fel kell mérni, a változásokat dokumentálni kell, hogy következtetni tudjunk a hosszú távú hatásokra; minderről az alábbi linken tudhatnak meg többet:

“Hosszú távú környezeti hatások vizsgálata térben és időben a vörösiszap elöntötte területeken” Bakó Gábor, Interspect csoport

Egy konferencia absztraktja:

“Távérzékeléses adatgyűjtés komplex környezetinformatikai rendszerekhez, eszközök, rendszerek és a levezetett adatok megbízhatósága” Bakó Gábor, Szent István Egyetem, Interspect Kutatócsoport

A Balaton-felvidék óriás panorámájának elkészítéséről az alábbiakban lehet olvasni: Origo, 2012. 04. 11. és Origo, 2014. 09. 09.



## Tér- és tárgyszkenelés

Épületek, műemlékek, tárgyak geometriájának meghatározására, rögzítésére jól bevált módszer a lézerszkennelés, ami a radarhoz hasonlóan, de fény segítségével tapogatja le a felszíneket.

Készítettünk egy rövid videó összeállítást különböző témák háromdimenziós lézeres felvételéről.

Más típusú lézerszkennert használunk épületek, erdőrészek felmérésére, és laboratóriumi, valamint termék visszamérésre.

A meghatározó paraméterek: a kívánt részletesség és pontosság, valamint a tárgy mérete. Kis méretű tárgyak rögzítésekor nem az objektumot kerüjük meg, hanem azt mozgatjuk a tárgytérben.

Az egyik helyszíni háromdimenziós felmérési lehetőség a lézerszkennelés. A módszer épületek belső és külső részeinek rögzítésére, terek, utcák, városrészek felmérésére is alkalmas.

A kisebb tárgyak és termékek háromdimenziós digitalizálását laboratóriumi körülmények között érdemes elvégezni, erre mi is saját technológiát dolgoztunk ki.

A kültéri feladatoknál legtöbb esetben a FARO műszereit teszteltük.

Ezidáig sor került:

- Erdőrészlet
- Nádas
- Tanösvény
- Közlekedési csomópont
- Kastély
- Egyéb épületek digitális megörökítésére

- Magok, növényi részek
- Szenült maradványok, cseréptöredékek
- Használati tárgyak
- Fényképezőgépek és egyéb eszközök háromdimenziós leképezésére

A módszert alkalmaztuk a repülőgépek bemérésére is. Ekkor a fontosabb adatokat Topcon egyponos méréssel, míg a belső és külső geometriát FARO térszkennelőkkel határoztuk meg.

A tárgyszkenelésnél hasznosnak bizonyult a különböző hullámhosszúságú lézerek alkalmazása.

Saját környezetet és berendezéseket alakítottunk ki, így az ezekkel történő méréseket kombinálni tudtuk.

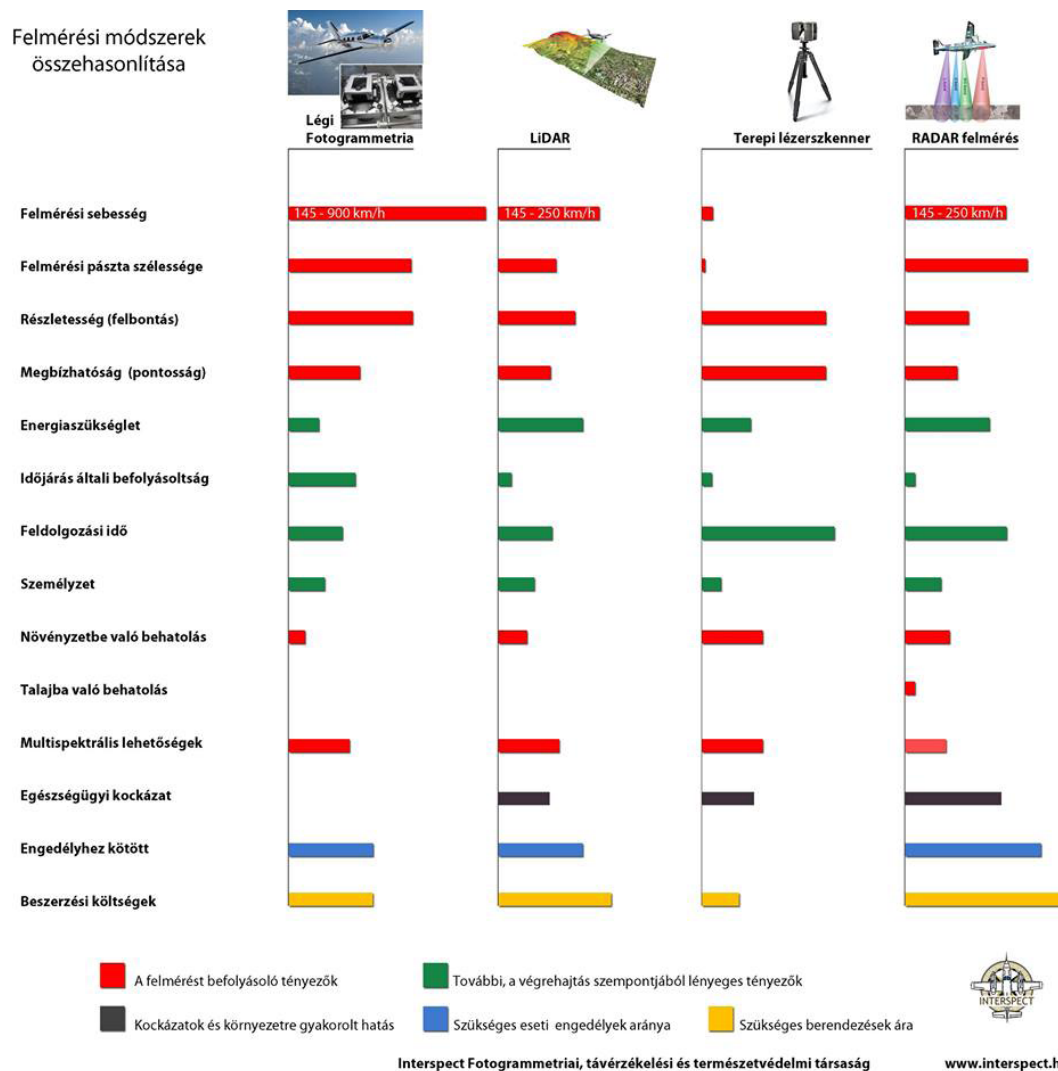
A kísérletek eredményeit cikkben publikáljuk, a videó ezeknek az írásoknak a kiegészítő anyagaként értelmezhető.

A Pál-völgyi-barlang néhány járatának lézerszkennelése, a nedves kőzetfelületek tartozó vizsgálat során különböző műszerek kerültek kipróbálásra.

A rövid szakaszok (három - öt lézerszkennelők álláspontnyi szakaszok) feltérképezése során ez a teszt vezetett a legjobb eredményhez.

Mikor érdemes terepi lézerszkennert, LiDAR, RADART, vagy fotogrammetriai megoldást alkalmazni háromdimenziós leképezéshez?

A módszerek összehasonlításával próbáljuk kibontani a lehetőségeket.





## Belvíz és árvíz felmérés

A Kárpát-medence adottságaiból fakadóan hazánkban komoly figyelmet kell fordítani a folyók áradásaiból eredő problémákra. Az előtér modellezésében és az árvízi helyzet dokumentálásában egyaránt fontos szerep jut a légi felméréseknek.

A modellezés során nagy pontosságú domborzat modellre és ortofotókra van szükség, hogy biztonságosan térképezhetőek legyenek a veszélyeztetett területek. Az árvíz levonulása alatt a légi felméréssel történő dokumentálás a leghatékonyabb módszer a valós helyzet felmérésére és a döntéshozók azonnali tájékoztatására.

Összefoglaló videó a Duna áradásáról.

Alkalmazott módszereinkről bővebb információk:

Rapid Aerial Mapping Methods for Water Management - GEO Informatics Vol.17 2014. Jan/Febr. p. 44-45 Molnár Zsolt, Bakó Gábor

Új eredmények a nagyfelbontású légifelvételek segítségével történő belvív- és árvízterképezésben - Bakó Gábor - Licskó Béla - Környezetvédelem Ökológiai, környezettechnológiai és környezetstratégiai szaklap XVIII./ 3. szám 2010. június 2, 14-15. p.

Az Interspect fél centiméteres részletességre képes légiterképezési kamerájával a dunai árvíz tetőzését örökítették meg.

Az óriásfelbontású felvétel segítségével a lehetséges szennyezések vizsgálata mellett pontosan meg lehet állapítani, mit árasztott el a víz.

“Magyar csúcskamerával fotózták az árvizet” - Origo, 2013. 06. 10.



A Fotogrammetriai és térszkennelési hét lezárult, de továbbra is megosztjuk érdekes felmérési tapasztalatainkat, remélve, hogy ezzel mi is hozzájárulunk a térinformatikai és főleg távérzékelésre nyitott szakmai érdeklődésű hallgatók és kollégák párbeszédéhez.

Az online felület iránt a programhét folyamán 3689-en érdeklődtek.

Ha szeretne értesülni további munkáinkról, iratkozzon fel.

Publikációink egy része nyilvánosan elérhető a [honlapunkon](#).

Az Interspect Csoport immár négy éve biztosít szakmai gyakorlati lehetőséget térképész, geoinformatikus, geográfus, környezetvédő, ökológus, botanikus és fényképész hallgatók számára. Eddig 18 sikeres egyetemi diplomadolgozat készült a nálunk elvégzett gyakorlat során.

Bővebb információ [itt](#) érhető el.

A konferencia védnökei:  
Molnár Zsolt, Bakó Gábor

A konferencia moderátora:  
Tolnai Márton

A konferencia műszaki lebonyolítása:  
Tolnai Márton, T- Futaki Csenge

A konferencia tiszteletbeli ellenőrei:  
Kardeván Péter

(Egyetemi tanár, hiperspektrális távérzékelés magyarországi nagykövete)

Kovács Gábor

(Az ELTE és az Interspect korábbi munkatársa, felmérési szakértő)

Licskó Béla

(A Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató intézet Távérzékelési Osztályának vezetője)

A füzet az Interspect Fotogrammetriai és térszkennelési hét (2014.október 13 - 17.) alkalmából készült.



Készítette az **INTERSPECT Kft.**

Tel.: 06 70 615 7223

E-mail: [info@interspect.hu](mailto:info@interspect.hu)

Web: [www.interspect.hu](http://www.interspect.hu)