

NAGYFELBONTÁSÚ FELMÉRŐHÁLÓZAT  
A LEVEGŐBŐL

# Repülőgépes adatgyűjtés a fenntartható jövőért

A távérzékelés, a levegőből való adatgyűjtés hatalmas fejlődésen esett át az utóbbi évtizedben. Azt gondolnánk, a kis méretű drónok vették át itt is az uralmat – de ez nem így van. A repülőgépes, nagyfelbontású adatgyűjtés olyan lehetőségeket kínál, amelyekről pár éve még csak álmodni lehetett. Cikkünk szerzői ilyen módszerek kidolgozásával, lehetőségeik feltárásával foglalkoznak.

A természetes élőhelyek és tájrészletek állapotának dokumentálhatósága, a biológiai sokféleség megőrzése, és az ezeket veszélyeztető tényezők észlelése érdekében olyan módszerre van szükség, ami a közös jövőre kiható és gazdasági fenntarthatóságot megalapozó döntéseket támogatja [1]. Erre a célra az utóbbi években egy összetett kutatássorozat kereste a megoldást, amelyet a nagyfelbontású repülőgépes légi adatgyűjtés, az ellenőrző és kiegészítő terepi felmérések, illetve a komplex eljárásrend alapján végbemenő adatbányászat útján talált meg, az ökoszisztéma-szolgáltatások feltérképezése és az élőhelyek ökológiai funkcióinak minőségellenőrzése érdekében. [2]

Az Interspect Csoport munkatársai által kidolgozott monitoringhálózati módszertan elsősorban a természeti értékek védelméhez, illetve a természeti erőforrás-gazdálkodás folyamatainak vizsgálatához, a gyakorlatban felmerülő kérdések megválaszolásához nyújt segítséget, ugyanakkor előre jelezhetők vele bizonyos környezeti degradációk, és az élőhelycsökkenésből fakadó negatív hatások [3].

A mintaterületekre és azok periodikus légi felmérésére épülő monitoringhálózattal a kiemelt fontosságú kutatási mintaterületeken idejekorán kimutathatók az esetlegesen jelentkező anomáliák. Gazdasági szempontból mindez azért nagyon lényeges, mert a vizsgálati helyszínekről szerzett lokális információk nagyobb léptékben is kiterjeszthetők, paramétereik beépíthetők a kontinens és a tagállami szintű távérzékelési adatok [4] mellé.



A vizsgálat Bakó Gábor 2008 és 2012 között folytatott kutatásán alapul, amely az extrém nagyfelbontású színes, multispektrális és hiperspektrális ortofotókban rejlő környezetvédelmi lehetőségeket tárta fel. A fél centiméteres részletek biztonságos és költséghatékony leképezése 2012-től épült be a repülőgépes felmérések gyakorlatába [5], így Magyarországon ekkortól érhetők el gyakorlati felmérési anyagok és a munkánk nagyban épít ezek tapasztalataira. Az államigazgatás, minisztériumi háttérintézmények, önkormányzatok, természetvédelmi civil szervezetek és a kutatóintézetek számára készült téradatok a fenntartható településfejlesztést, tájtervezést, tájrekonstrukciót, és a minél kevesebb járulékos károkozással végbemenő beruházások megtervezésén túl a természetvédelem hatékonyságát elősegítő vizsgálatokat támogatták [6].

## Huszonöt mintaterület

A sokrétű projektek nagy száma, és a kiterjedt ismeretanyag megalapozta a nagyléptékű monitoringeljárások módszertanának kidolgozását, amelyben számos ökológus és természetvédelmi ór részt vesz [7]. A kutatóintézetek igényeihez és a nemzetközi irodalom és joggyakorlat szempontjából kiemelkedőnek ítélt vizsgálati

szempontokhoz igazított módszertan körvonalazódik. A hálózat kiépítése 2018-ban kezdődött el, tizenöt mintaterülettel, amelyek erdőrezervátumokon, vizes élőhelyeken, sziklagyepeken, antropogén hatásokkal terhelt zónákon és különböző mértékben beépített településrészekben belül található. Az aktívan vizsgált mintaterületek száma 2019. szeptemberére 25-re nőtt. A hálózat mintaterületeinek optimális száma kapcsán a 2018-as vizsgálatokat koordináló szakemberek nagyjából 800 éves szinten térképezett, 250 negyedéves felmérésű mintavételi helyszínt javasolnak országszerte, de ez a szám a finanszírozási lehetőségek alapján alakulhat. Míg az elemzők szempontjából a felmérés folyamatosága, fenntarthatósága prioritást élvez a helyszínek számához képest, a terepi felmérők a mintavételi helyszínek számának növelésében érdekeltek [8].

### Magyarországon próbálták ki először

A monitoringhálózat tesztelése 2018-ban 15 felmérési helyszínnel vette kezdetét. Az Európai Unió forrásokat biztosít a biodiverzitás megőrzésével kapcsolatos kutatásokra, tudásbázisok kiépítésére és a természetben tapasztalható állapotok nyomon követésére. Irányelvei alapján az előírányozott tudásbázisokat, a felmérési anyagokat és azok elemeit, térképeket és statisztikákat egyaránt elérhetővé kell tenni az állampolgárok és a politikai döntéshozók számára [9]. A monitoringhálózat alapját jelentő felvételeknek és adatbázisoknak tehát szabad hozzáférésű, nyílt és ingyenes adatoknak és termékeknek kell lenniük.

A monitoringhálózat esetében igényvezérelt megközelítést érdemes érvényesíteni, mert ez segíti elő a környezet- és természetvédelmi célokat, a tudományos eredmények gyakorlati hasznosulását [10]. Fontos, hogy a lehető legszélesebb kör számára szabadon elérhetőek legyenek az eredmények, felvételek és köztes adatok, alapot teremtve a valódi interdiszciplináris kutatómunkákhoz. A szabad hozzáférhetőség miatt a releváns adatok mind az állami, mind a magán erőforrás-gazdálkodók számára – a rendszer tervezett kiértékelési menetén túl is – felhasználhatók, illetve ellenőrizhetők, kiegészíthetők. A monitoringrendszer alapját képező távérzékelési eljárás további előnye, sőt alapelve, hogy nem okoz kimutatható zavarást a vizsgált élőhelyeken, ezért a nagy felbontású, szabatos ortofotók készítése minimum 800 méter terepfeletti magasságból történhet [11].

A hazai mintaterületekről készült felvételész részletessége, geometriai pontossága, valamint a felvételezés gyakorisága olyan újítás bevezetését jelentené, amely később

például szolgálhatna akár a kontinensléptékben érvényesíthető új monitoringszisztéma kialakításának, illetve műholdfelvételek elemzésénél, a felvételeken tapasztalható jelek értelmezéséhez is megfelelő hálózatot jelenthet kellően sűrű időbeli mintavételezés esetén.

### Hány mintaterülettel jellemezhetők az élőhelyek?

Egy monitoringhálózat sikere erősen függ attól, hogy a mintavételi helyszínek mennyire reprezentatívak. A hazai tájtypusok jellemzése nem lehetséges a mintapontok térségek és közigazgatási egységek alapján történő felosztásával. A kisvízgyűjtők és tájrészletek jellemzése azonban hozzásegítheti a szakembereket a táj klímaválásainak megértéséhez és az emberi beavatkozások hatásait is modellezhetővé teszi. Ez esetben azt kell megvizsgálnunk, milyen mennyiségű, és milyen elrendeződésű mintavételi helyszín elégíti ki a vizsgálatokat, illetve fedi le a tájkaraktereket. Az elsődleges kérdés általában az, hogy az adott tájrészlet hasonló kitettségű, hasonló természeti adottságokkal rendelkező foltjai hogyan reagálnak egy adott kezelésre, beavatkozásra, vagy globális folyamatokból következő környezeti hatásra. Ilyen elvek mentén megvizsgáltuk, hogy a nemzetközileg számon tartott (Protected Planet 2019, [12]) védett területeink (élőhelyek, tájak, kultúrtörténeti jelentőségű helyszínek, hotspotok) miként mintázhatók. Az azonos klímaterületen és talajadottságok mellett (legkisebb térképezett talajfoltméret 250 méter), hasonló domborzati adottságokkal rendelkező, hasonló értékekkel jegyzett területek összevonása, valamint a nagykiterjedésű, egy mintaterülettel nem jellemezhető területek felosztása után generáltunk egy automatikus (random) mintavételi ponttérképet, hogy érzékelhessük a hálózat repülőgépes és UAV-kapacitás-igényét. A hálózatot a területi szakembereknek kellene majd kialakítani a

1. ábra. A hálózat sematikus elve



legjellemzőbb egy négyzetkilométeres területek kijelölésével, de ez az előzetes minta jó alkalmat teremt a gazdasági és megvalósíthatósági számítások elvégzéséhez (4. ábra).

### UAV és repülőgép a légi felmérésekben 2020-ban

A kisméretű (négy méteres fesztávolságnál kisebb) UAV-platformok nagyarányú alkalmazását kizárni látszik az a tény, hogy nagysebességű (300 - 750 km/h) merevszárnyú repülőgéppel a 800 helyszínről 1 km<sup>2</sup> multispektrális ortofotót és háromdimenziós pontfelhőt eredményező repülési feladat pár nap leforgása alatt teljesíthető, így akár négy évszakos mintavételt is lehetővé téve. A nagy volumenű felvételt készítés feldolgozási oldalán is problémát jelentene, amennyiben a nagyobb tömegű, helymeghatározási utófeldolgozást [13] lehetővé tevő berendezéseket nem bírná el a repülő platform. Így azonban a leszállás után 48 órán belül a biológusokhoz, ökológusokhoz, területi tervezőkhöz kerülhetnek a légi távérzékelés, fotogrammetriai feldolgozáson átment termékek.

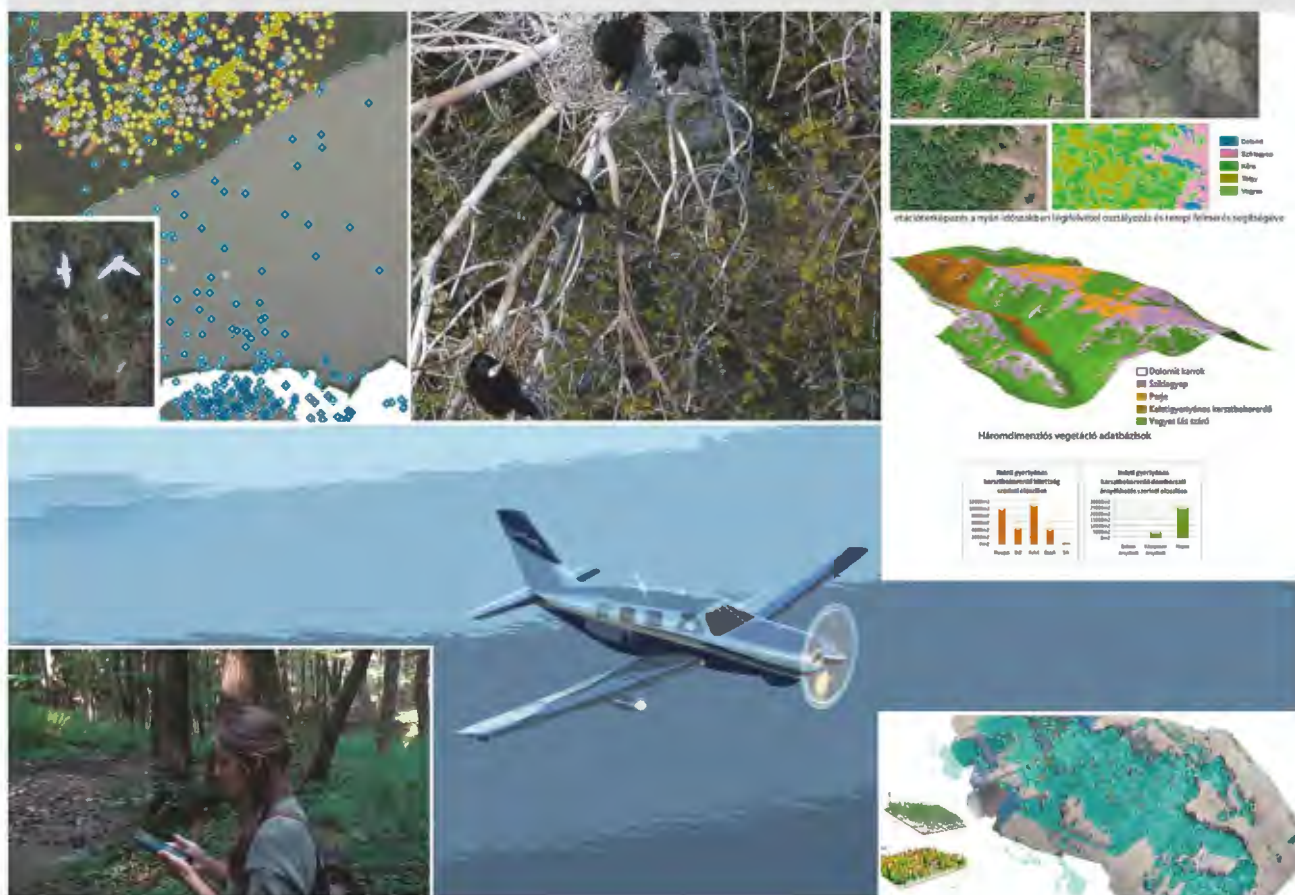
A kisméretű helikopterek, kvadro és oktokopterek alkalmazását az a probléma is nehezíti, hogy a gimbalok (független fényképezést biztosító pozicionáló egységek) túlszabályozása miatt a repülési soron belül pár tized fokot vegyesen előre és hátra tekintő felvételek lassítják a fotogrammetriai képfeldolgozást és a térmodell is pontatlanabbá válik. A kis

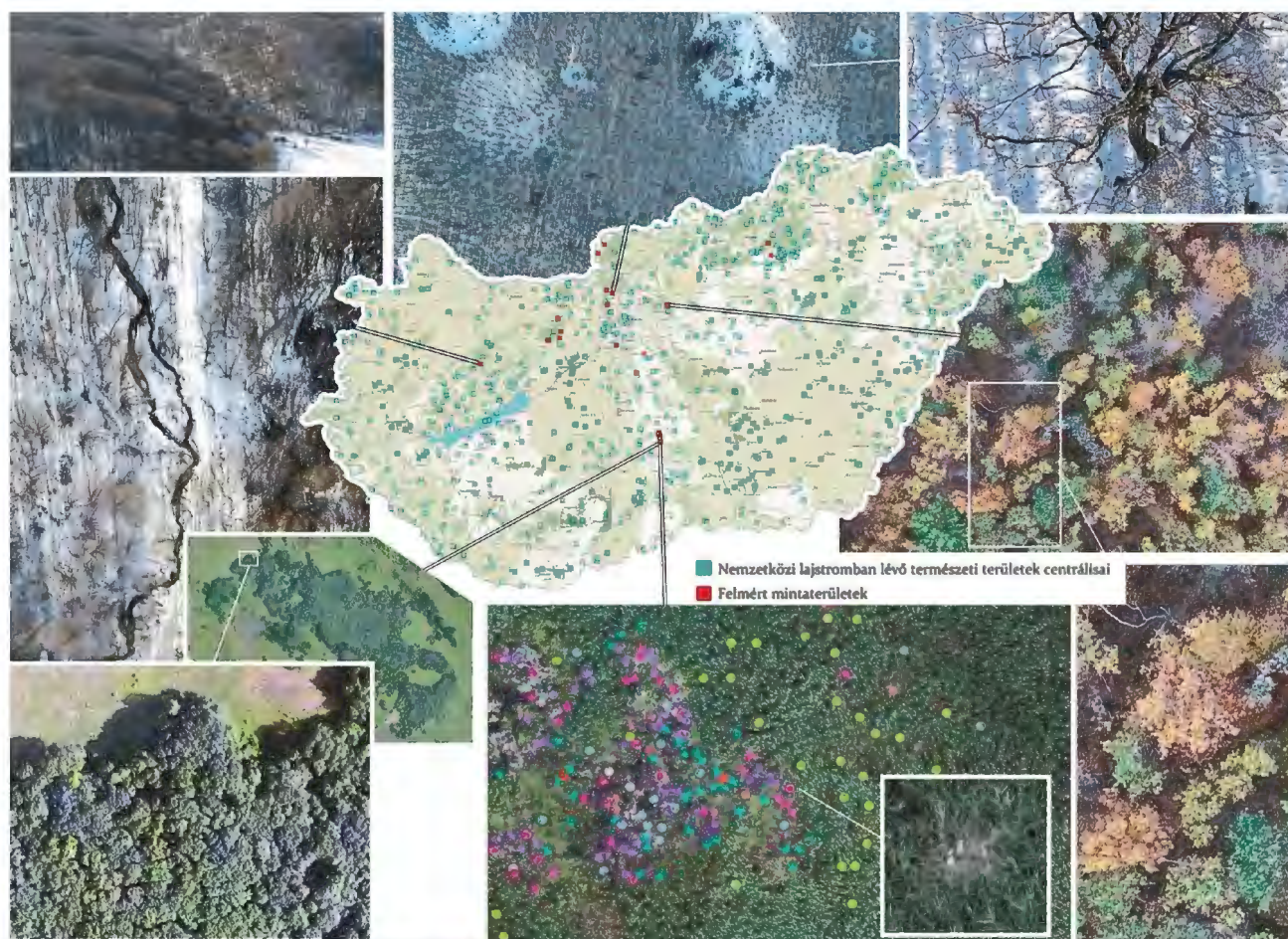
tömegű szenzoroknak általában nemcsak a felbontása korlátozott, ami miatt a kis méretű UAV-ok felvételei jóval több expozícióval fedik le a munkaterületeket, de a képek a színárnyalatokat is szegényesen adják vissza, ami az árnyékos erdőalji és a napsütötte ágrendszeri részek részlet-szegénnyé válását eredményezi a fotótérképeken. Mindemellett a drónok komoly zavaró hatását tapasztaltuk a kolóniák megfigyelésekor.

Mivel a nagysebességű repülőgépes technológia nagyjából 85 százalékkal költséghatékonyabb és nagyjából hetvenszer gyorsabb, ráadásul a 32 kilogramm össztömegű fedélzeti berendezés hordozása miatt akár 800 méter terepfeletti magasságból is készíthetők fél centiméter részletességű, geometriailag pontos és nagy területeket hézagmentesen lefedő ortofotók, az UAV-technológia egyelőre főleg a felmérési periódusok között bekövetkező váratlan események kapcsán jut kiemelt szerephez, amikor viszonylag kis területeket kell azonnal felmérni. Azonban a jövőben a nagyméretű, lajstromozott, pilóta nélküli repülőgépek szerepe megkérdőjelezhetetlen. Amikor a légi közlekedésben teljes értékű légi járműként elfogadják a bevált berendezéseket a célsebesség-tartományban stabilan üzemeltető platformokat, az eljárás még olcsóbbá válik. Az már jelenleg is elmondható, hogy a nagyszámú felmérési helyszín együttes lerepülése esetén az egyes mintaterületek felmérésének fajlagos bekezdési költsége tizedére csökkent.

MOLNÁR ZSOLT – GÓBER ESZTER

2. ábra. A monitoring hálózat 2018-óta magába foglal védett erdőrezervátumokat, vizes élőhelyeket és gyepeket. A felmérés a levegőben, majd terepi adatgyűjtéssel történik.





3. ábra. A kék négyzetek jelölik a random mintavételi helyszíneket, amelyek segítségével modellezni lehetne a táj klímaváltozásra és beavatkozásokra adott válaszait. A képek azokról a mintaterületekről származnak, amelyek vizsgálata már 2018-óta folyamatban van.

## IRODALOM

- [1] Simons, G.; Poortinga, A.; Bastiaanssen, W.; Saah, D.; Troy, D.; Hunink, J.; de Klerk, M.; Rutten, M.; Cutter, P.; Rebelo, Lisa-Maria; Ha, Lan Thanh; Hessels, T.; Vu, P. N.; Fenn, M.; Bean, B.; Ganz, D.; Droogers, P.; Erickson, T.; Clinton, N. 2017. On Spatially Distributed Hydrological Ecosystem Services: Bridging the Quantitative Information Gap using Remote Sensing and Hydrological Models. Wageningen, the Netherlands: FutureWater. 45p.
- [2] <http://www.interspect.hu/NRMH.html>
- [3] Kouziokas, G.N., & Perakis, K. (2017). Decision Support System Based on Artificial Intelligence, GIS and Remote Sensing for Sustainable Public and Judicial Management. European Journal of Sustainable Development, 6(3), 397. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n3p397>
- [4] Hedhli I, Moser G, Serpico S, Zerubia J. 2017: Classification of Multisensor and Multiresolution Remote Sensing Images through Hierarchical Markov Random Fields. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017, 14 (2), pp.2448-2452. [ff10.1109/LGRS.2017.2768398](https://doi.org/10.1109/LGRS.2017.2768398). [ffhal-01632907f](https://doi.org/10.1109/LGRS.2017.2768398)
- [5] Bakó G. (2012): Gyors térképészeti mérések a levegőből – Természetudományi Közlöny 143. évf. 10. sz., 2012. október 470-471 p.
- [6] Bakó G., Molnár Zs., Góber E. (2014): Városi térinformatikai és döntéstámogató rendszerek raszter fedvényei – A legutóbbi időszak települési ortofotó felméréseinek tapasztalatai Magyarországon – Tájökológiai lapok 12 (2): p. 285–305.
- [7] Bakó G. (2019): Nagy terepi felbontású és frekvenciájú légi felmérésen alapuló monitoring-hálózat kiépítési módszertana - Tájökológiai Lapok 17 (1): 63-78 (2019)
- [8] Bakó G., Fehér L (2019): Nagyfelbontású repülőgépes monitoring hálózat az erdőfelmérések szolgálatában (poszter), Az erdészeti monitoring 30 éve, Konferencia, Agrárminisztérium 2019. november 5.
- [9] 2020: A 2020-ig tartó időszakra szóló általános uniós környezetvédelmi cselekvési program (<http://ec.europa.eu/environment/action-programme>)
- [10] Mihók B., Pataki Gy., Kovács E., Balázs B., Ambrus A., Bartha D., Czirák Z., Csányi S., Csépanyi P., Csósz M., Dudás Gy., Egri Cs., Erős T., Góri Sz., Halnos G., Kopek A., Margóczy K., Miklay G., Milon L., Podmaniczky L., Sárvári J., Schmidt A., Sipos K., Siposs V., Standovár T., Szigetvári Cs., Szmethy L., Tóth B., Tóth L., Tóth P., Török K., Török P., Vadász Cs., Varga I., Báldi A. 2014: A magyarországi természetvédelem legfontosabb 50 kutatási kérdése a következő 5 évben. Természetvédelmi Közlemények 20: 1–23.
- [11] Bakó, G.; Tolnai, M.; Takács, Á. 2014: Introduction and Testing of a Monitoring and Colony-Mapping Method for Waterbird Populations That Uses High-Speed and Ultra-Detailed Aerial Remote Sensing. Sensors 2014, 14, 12828-12846.
- [12] Protected Planet (2019): [www.protectedplanet.net/country/HUN](http://www.protectedplanet.net/country/HUN)
- [13] Gabrlík P., Cour-Harbo A., Kalvodova P., Zalud I. és Janata P. (2018) Calibration and accuracy assessment in a direct georeferencing system for UAS photogrammetry, International Journal of Remote Sensing, 39: 15-16, 4931-4959, DOI: 10.1080/01431161.2018.1434331