

Nagyléptékű ökoszisztéma szolgáltatás-térképezés a Hármashatár-hegyen az NRMH alkalmazásával

Bakó Gábor¹, Molnár Zsoltr¹, Stefán Fruzsina¹, Fehér Luca¹, Takács Noémi², Kiss Noémi², Demény Krisztina³, Káplár Luca³, Halászi Réka³

¹*Interspect Kft.*

²*Budapest Főpolgármesteri Hivatal Városigazgatóság Főosztály*

³*Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnök Kar, Környezetmérnöki Intézet*

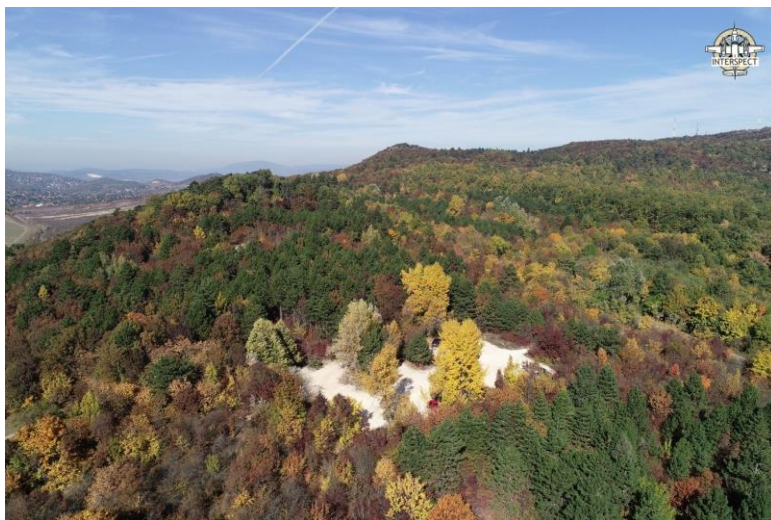
E-mail: bakogarbor@interspect.hu

2019 májusában az Interreg Duna Transznacional Program keretében megvalósuló (DTP2-018-2.2) *Urbfordan* című projektben is teszteltük az Interspect Kft. 2008 – 2018 időszakban kidolgozott NRMH (Nagyfelbontású Repülőgépes Monitoring Hálózat - *Ultra high spatial resolution aerial survey for the monitoring of ecosystem services*) módszertanát.

A módszer arra épül, hogy a vizsgált területekről először 0,5 cm – 5 cm terepi felbontású ortofotót és legalább 20 cm részletességű háromdimenziós térmodell (DFM és DTM pontfelhő mash és vektorgrafikus izovonalas szintvonal térkép) eredményező repülőgépes légi felmérést végzünk (Bakó 2019). Az így nyert teradatokat részletes terepbejárással kiegészített laboratóriumi elemzésnek vetjük alá, amely a korábbi élőhely térképezési, vegetáció térképezési, felszínborítás térképezési és területhasználat, valamint ökoszisztéma szolgáltatás és degradáció térképezési gyakorlatnál egzaktabb, objektív eredményt szolgáltat.

Bevezetés

A mintaterület a Hármashatár-hegy teljes területe volt, amely a főváros sűrűn lakott területei által közrefogott, természeti értékekben gazdag, de kirándulók által sűrűn látogatott, így antropogén hatásoknak erősen kitett, nagykiterjedésű erdőkkel borított terület. Inváziós növényfajok, taposás, szemetelés és számos anomália terheli.

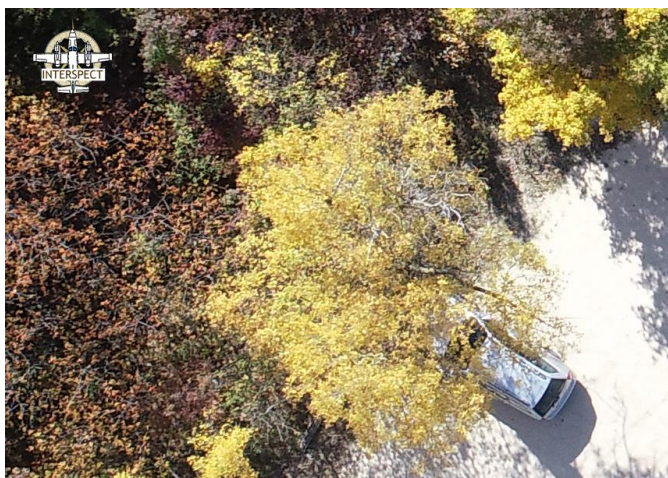


1. ábra A mintaterület 2019 őszén (Burai Csaba felvétele)

A módszer elvét az Interspect Kft. munkatársai dolgozták ki 2018-ig bezárólag, amelynek lényege, hogy a felső lombkoronaszintű ortogonális lombkorona kontúrok, illetve gyepek esetén a foltdinamikai határvonalak mentén szegmentáljuk a munkaterületet, teljes területfedésű, átfedés és hézagmentes folttérképpé. A térképen minden szabad térállású fás szárú egyed, illetve minden homogén facsoport külön foltban képződik le. A különböző szempontrendszerek szerint felvett tulajdonságok (szolgáltatások, sérülések, talajviszonyok, élőhely típusok, domináns fajok, kísérőfajok/védett, inváziós, holtfa állomány, termőréteg vastagsága és még számos attribútum) ezeknek a foltoknak a megfelelő attribútum oszlopaiban kerülnek felvételre, ezért a térkép minden szempontból konzisztens, statisztikailag jól értékelhető marad és sokkal részletesebb a hagyományos erdészeti, ökológiai szemléletű vegetáció és élőhely térképeknél. További előny, hogy az ilyen adatstruktúrában jól tudnak olvasni a mesterséges intelligenciára alapozott algoritmusok, így big data elemzésre is kiválóan alkalmasak.



2. **Ábra a felszínborítás vektorgrafikus fedvénye a téli aszpektusban készült nagyfelbontású ortofotó-mozaikon (Bakó-Molnár)**



3. **ábra Az ortofotó teljes részletessége az őszi aszpektusú légi felmérésből**

A módszer korábban nem volt elérhető, mert azokat a rajzolatokat és jeleket, amelyeket a térképezés alapul az 5 cm terepi felbontásúnál kisebb részletességű távérzékelési anyagok nem képesek feloldani, illetve terepen állva képtelenség ilyen pontos borításbecslést végezni.

A tudományos célú és a joghatású térképek esetében a szubjektív hatások csökkentése alapvető fontosságú, és a következőkkel érhető el:

- Az alapadatok terepi felbontásának növelésével
- Az alapadatok geometriai pontosságának növelésével
- A kiértékelési módszerek szabványosításával
- Megfelelő validálási rendszer kialakításával

Módszerünk egyik jellegzetessége, hogy az ortogonális vetítéssel leképződő lombkorona kontúrok és egyéb diszkrét természetes határvonalak (pl. vízfolyások, sziklák, gyepfoltok fajösszetétel menti változása) képezik a fizikai folthatárokat. Minden más tulajdonság térképei ezeknek a foltoknak a besorolásából állnak elő. Az adott élőhelyet képező fajok lombkoronáiból és erdő lékeiből tevődik össze az élőhely folt, a szomszédos geometriák (poligonok) megfelelő attribútum oszlop egyezése esetén. Mivel a természetesség foka, vagy például a talajtípus, koreloszlás foltonként eltérően is adódhat, ezek a tulajdonságok más halmazát fogják össze a poligonoknak, így az adott attribútum oszlopokon múlik a térkép színezése. Sokkal lényegesebb előny azonban, hogy a szabálytalan formákat is megengedő foltmorfológia ellenére minden elemzési szempont egységei tökéletes fedésben vannak egymással. Szintén nagyon fontos szempont, hogy a folthatárok megrajzolása nem kisléptékű felvételen, több szempontot egyszerre mérlegelve, nagy szabadságot megengedő szabadkézi rajzzal megy végbe, hanem a részletes (faji szintű) vegetáció térkép kontúrjain. A szabad térállású magányos faegyedek, illetve a más fafajokkal körülvevett lombkoronák egyesével szerepelnek a térképen, míg a homogén összetételű facsoportok egy-egy poligont alkotnak. Nem elkülöníthető felső lombkoronaszintű fajok esetén a vegyes facsoport is ábrázolható, de például özönnövények, vagy védett, ritka fajok esetében a egyedenként történő azonosítás és lokalizálás célszerű.

A fotogrammetriai labormunkát tehát a teljes területfedésű, hézag és átfedés mentes vektorgrafikus foltlehatárolás (vizuális interpretáció) követi, majd az így létrejött folttérkép poligonjait a terepbejárás során töltjük fel adatokkal.

A légifelvételen lehatárolt foltokba a terepen bele kell menni, nem elég a folt széléről meghatározni annak növényzetét. A mobil eszközön a haladási nyomvonalat rögzíteni kell, mert azt átnézve észlelhető, amennyiben egy foltot nem vizsgáltunk a terepen kellő részletességgel.

Eredmények

Az attribútum táblák komplex olvasása révén számos céltérkép készíthető. Amennyiben ismerjük az adott szolgáltatást befolyásoló tényezőket, úgy a térinformatikai adatbázis környezeti adottságokra vonatkozó paramétereit kiolvastatva a következő ökoszisztéma főkategóriákra érhető el a tájak felületeit rangsoroló térbeli információ:

Támogató szolgáltatások

- Tápanyag-ciklus
- Elsődleges produkció
- Talajképződés
- Élőhelyek biztosítása
- Természeti víz tisztító képesség
- ...

Ellátó szolgáltatások

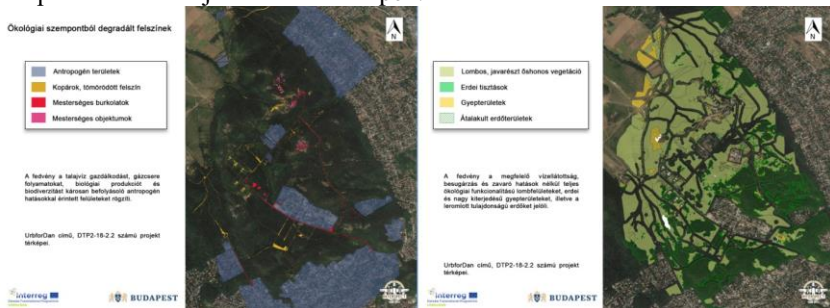
- Élelmiszerek, alapanyagok
- Genetikai források
- Ivóvíz
- Ásványok
- Gyógyászati lehetőségek
- Energia
- Kulturális értékek
- ...

Szabályozó szolgáltatások

- Szén megkötés
- Éghajlat-szabályozás
- Ragadozók populáció szabályzó hatása
- Hulladék lebontás és szennyezések pufferelése
- Víz és a levegő tisztítása
- Kártevők és betegségek elleni küzdelem
- ...

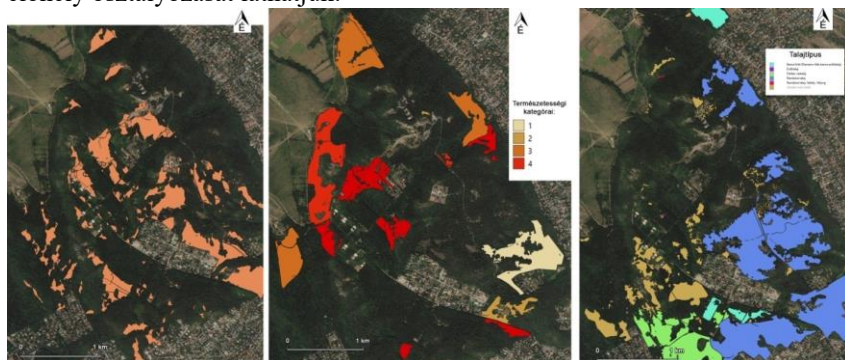
A felsorolás természetesen nem teljes körű. A vizsgálati szempontok közül jelen tanulmányban csak néhányat szemléltettünk. Az 4. ábra a

degradációval (taposás, tájsebek, hulladékterhelés, szociális problémák, hajléktalan tanyák, szennyezések és zajterhelés) érintett felszíneket jeleníti meg a bal oldali lekérdezési térképen, valamint a természetközeli állapotot értékeli a jobb oldali térképen.



4. ábra A mintaterület degradált, illetve természetközeli területeinek értékelése

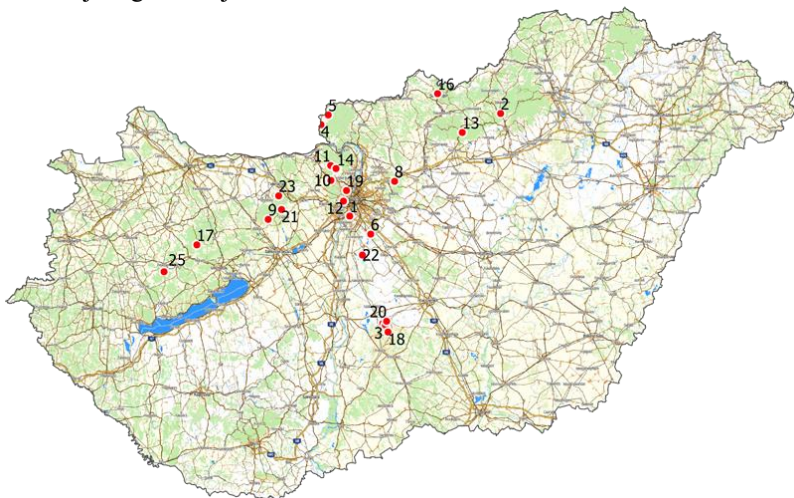
A 5. ábrán néhány vizsgált gombafaj számára potenciálisan megfelelő élőhely osztályozását láthatjuk.



5. ábra Néhány vizsgált gombafaj számára potenciálisan megfelelő terület geoinformatikai leválogatása: nyári vargánya (*Boletus reticulatus*); ízletes kucsomagomba (*Morchella esculenta*); fenyőpereszke (*Tricholoma terreum*)

A módszert jelenleg huszonöt területen alkalmazzuk Magyarországon (6.

ábra) és a vizsgálatok befejeztével az így kialakuló monitoring hálózat kiterjesztését javasoljuk, mert 800 1 km² helyszínnel mintázni lehetne hazánk jellegzetes tájrészleteit.



6. ábra A monitoring hálózat 2018-óta vizsgált mintaterületei

Köszönetnyilvánítás:

Az Interspect Kft. a monitoring hálózat bővítéséhez Budapest Főváros Önkormányzatától, valamint a FŐKERT Nonprofit Zrt. partnerként, az Interreg Duna Transznacionális Program keretében az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával, valamint az Európai Unió és a Magyar Állam társfinanszírozásával megvalósuló, DTP2-018.2.2 azonosítószámú, URBforDAN című projekten keresztül kapott támogatást, melynek célja a városi erdők hosszútávú és fenntartható kezelése. A 30 hónapos projekt 2018. júniusában kezdődött, a partnerségben 7 Duna-menti városon kívül 3 követő város is részt vesz. Az URBforDAN keretében Budapest Főváros a városi erdőkre vonatkozó Fenntartható Kezelési Terv elkészítésén kívül egy mintabeavatkozást is meg kíván valósítani, melynek fókuszterülete a Hármashatár-hegyen, azon belül a Szépvölgyi út végén található.

Az URBforDAN projektről bővebb információ a következő oldalon érhető el: <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/urbfordan>
AZ NRMH projektről bővebb információk a következő oldalon érhetők el: <https://www.interspect.hu/NRMH.html>

Irodalom

- Bakó G. (2019): Nagy terepi felbontású és frekvenciájú légi felmérésen alapuló monitoring-hálózat kiépítési módszertana - Tájökológiai Lapok 17 (1): 63-78.
- Bakó G. 2013: Nagysebességű repülőgépes távérzékelés és hozzá kapcsolódó adatfeldolgozási módszerek. In: Lóki J. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV. - Térinformatikai konferencia és szakkiállítás kiadványa, Debrecen. pp. 59–66.
- Bakó G. 2013b: Szuperfelbontású ökológiai vizsgálatok. Természettudományi Közlöny 144(10): 477–478.
- 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.
- Bakó G. 2014: Geoinformációs rendszerek és a távérzékelés szerepe a döntés előkészítésben In: JENEY L. - Hideg É., Tózsá I. (szerk.) (2014): Jövőföldrajz. A hazai gazdasági fejlődés területi és települési aspektusai a jelenben és a jövőben. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem Gazdaságföldrajz és Jövőkutatás Tanszék - Belügyminisztérium Önkormányzati Államtitkárság közös kiadványa. p. 87 - 98.
- Bakó G. (2014): Légi fényképezés a gazdálkodásban és a közszolgáltatásban - Aerial Photogrammetry in Economy and Public Services - E-Government Tanulmányok XL. - tankönyv Budapest: Corvinus Egyetem. 126 p.
- Bakó G., Kovács G, Molnár ZS., Kirisics J., Góber E., András A. (2015): The development of red mud flood environmental information system and the methodology for the spatial analysis of the degraded area, Acta Geographica Debrecina Landscape and Environment - Volume 9. Issue 1. 2015
- Bakó G. 2015: Az özönnövények feltérképezése a beavatkozás megtervezéséhez és precíziós kivitelezéséhez In: Csizsár Á., Korda M. (szerk.) (2015): Rosalia kézikönyvek 3 Budapest: Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság. p. 17-25.
- Bakó G. 2017: Környezet- és természetvédelmi vonatkozású változások nyomon követése nagyfelbontású légi távérzékeléssel. Doktori

- (PhD) disszertáció, Szent István Egyetem, Biológia Tudományi Doktori Iskola, Gödöllő. p. 176.
- Bakó G. 2018: Önkormányzati technológiák, térinformatika, légi-felvételek, légi-felmérés, (KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretén belül) Új Magyar Közigazgatás 2018. szeptember
- Bakó G. 2019: Nagy terepi felbontású és frekvenciájú légi felmérésen alapuló monitoring-hálózat kiépítési módszertana - Tájökológiai Lapok 17 (1): 63-78 (2019)
- Bakó G. 2019: Új eljárás a természetvédelem eszköztárában: Repülőgépes megfigyelőhálózat, Élet és Tudomány 74(8):242–244.
- Ábrám Ö., Bakó G., Biró Cs., Morvai E. 2019: Gémtelep felmérés a levegőből, mint fontos indikátor Két víz köze - Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság hírlevele · 2019. tavasz, p. 9.
- Bakó G. 2019: Komplex megfigyelési stratégia – Távérzékelés a természetvédelemben, TermészetBúvár 2019/03. szám pp. 38-41.
- Bakó G., Fehér L. 2019: Nagyfelbontású repülőgépes monitoring hálózat az erdőfelmérések szolgálatában (poszter)
- Bakó G., Stefán F. 2019: Mapping ecosystem services based on geoinformation data by high-resolution remote-sensing methods (Interreg project Danube Transnational Programme)
- Agrárminisztérium 2019: Nemzeti Ökoszisztéma-Szolgáltatások Térképezése és Értékelése Projektlem (NÖSZTÉP) Ökoszisztéma alaptérkép és adatmodell (KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001)
- Tanács E., Belényesi M., Lehoczki R., Pataki R., Petrik O., Standovár T., Pásztor L., Laborczy A., Szatmári G., Molnár Zs., Bede-Fazekas Á., Kisné Fodor L., Varga I., Zsembery Z., Maucha G. (2019): Országos, nagyfelbontású ökoszisztéma- alaptérkép: módszertan, validáció és felhasználási lehetőségek. Természetvédelmi közlemények. In press.