

Erdők felülnézetben

Phantom a Szombathelyi Erdészeti Zrt. szolgálatában

Farkas Rolf¹, Király Géza², Szabó Károly³

2018 júliusától dolgozunk egy DJI Phantom 4Pro típusú kvadrokopterrel a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén. Eddigi tapasztalataink szerint az erdőgazdálkodás területén széles körben alkalmazható az eszköz. A naprakész légifényképek kiértékelésével munkánk gyorsabbá, pontosabbá vált, a távérzékelte adatok feldolgozásával pedig – mind mezőgazdasági, mind erdőterületek esetén – egészen részletes információkhoz jutottunk.

A Szombathelyi Erdészeti Zrt. Szentgotthárdi Igazgatóságánál az európai bükk (*Fagus sylvatica*) foltokban, a lucfenyő (*Picea abies*) pedig szinte az összes előfordulási helyén pusztulásnak indult. A károsodások pontos felmérése, fahasználati tervezése, ütemezése rendkívül munkaigényes feladat.

A lucfenyő esetében előfordult, hogy egy-egy erdőrészt pár hónap alatt a teljes pusztulás sorsára jutott, ezért a felméréseket csak frissen készült légifényképek segítségével tudtuk elvégezni. 2018 júliusában került igazgatóságunkra egy DJI Phantom 4Pro típusú kvadrokopter (1. ábra), amivel rögtön meg is kezdtük a felvételek ké-



1. ábra. DJI Phantom 4Pro és a hozzá rendszeresített táblagép

szítését. Az első eredmények láttán hamar rá kellett jönnünk, hogy az így előállított, meglepően valóságghú digitális modellek számos további fontos információt tartogatnak számunkra.

¹ Szombathelyi Erdészeti Zrt.

² Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet

³ Vas Megyei Kormányhivatal SzjH AKF Erdészeti Osztály

A munkát a már említett száradó lucfenyvesek felett kezdtük meg. Első nagy kérdésként arra kerestük a választ, hogy melyik – telefonra vagy táblagépre tölthető – alkalmazást használjuk a repüléstervezéshez. Több ingyenes program között választhattunk.

A legtöbb ilyen programnak van webes, felhő alapú felhasználói felülete, melyre a készült képeket feltölthetjük kiértékelés céljából. A munkafolyamatok itt már korántsem ingyenesek, vagy korlátozva vannak, ezért ezzel a módszerrel csak kisebb képanyagokat tudunk feldolgozni.

Ilyen programok például DroneDeploy vagy a Precision Mapper, amelyekkel online kiértékeléseket készíthetünk (pl. magassági, egészségügyi osztályozás). Repüléseink során összesen hat repülésvezérlő programot teszteltünk.

Az alkalmazásokat folyamatosan fejlesztik, de eddig a Precision Flight volt az, ami legjobban megfelelt az általunk támasztott követelményeknek. Szinte minden paraméter egyszerűen és könnyen beállítható ebben az alkalmazásban, mind a kamera, mind a repüléstervezést illetően. A program teljes irányítása alá vonja gépünket, így a fel- és leszállást is automatikusan végzi.

Erdészeti alkalmazás lévén sokszor keskeny nyiladékon kell felszállni. Sajnos ebben az esetben a kvadrokopter nehezebben találja meg a műholdakat, így az előbb említett műveletek alatt a távirányító segítségével gyakran kell korrigálnunk.

Másik nagy előnye ezeknek a gépeknek, hogy olyan területeket is fel tudunk térképezni, mérni, melyek megközelítése a terepadottságok miatt meglehetősen problémás. Így egy esetlegesen száradásnak indult foltot még időben felfedezhetünk. A Phantom 4Pro kopterünk a felszállási helytől számítva 1800 m távolságban is dolgozott. Ekkora távok esetén megszűnhet a távirányí-

tó és a kvadrokopter közötti kapcsolat, azonban a repüléstervező elemi a repülési adatokat, így a madárkánk visszatál. Érdekes, hogy ez a távolság repülésirányító alkalmazásonként eltérő, legmesszebb a DroneDeploy-jal tudtuk elküldeni a Pro 4-esünket.

A képekből először a fent említett webes szoftverekkel, majd az Agisoft Photoscan (Metashape) asztali számítógépen futó program segítségével gyártottunk borított felszínmodelleket. A borított felszínmodell az adott területen található objektumokkal – pl. vegetáció, épületek – együtt írja le az adott terület



2. ábra. AgisoftPhotoscan (Metashape) által készített modell

magasságát, éppen ezért erdészeti jelentősége nagyon nagy (2. ábra).

Részben vagy teljesen automatizálható eljárások segítségével történő kiértékelésük lehetőséget nyújt a faállományok részletesebb vizsgálatára. Első körben, a borított felszínmodelleken felismerhető fakoronák elkülönítésével, minél pontosabb törzsszámot igyekeztünk kinyerni. Az erdőrésztetekben GNSS segítségével bemért mintaterületek törzsenkénti felvételét végeztük el, majd ezen ismert törzsszámú területekhez igazítottuk a fakorona-kereső algoritmusok paramétereit. Mind a topoXmap, mind a GRASS GIS térinformatikai szoftverekkel 2–4% pontossággal sikerült reprodukálnunk a mintaterületek törzsszámaikat (1. táblázat).

Ezután a digitalizált domborzatmodellhez normalizáltuk a magasságokat, így valós famagasságokkal dolgozhattunk tovább. A normalizált borított felszínmodellből származó törzsszám- és famagasságértékek, valamint a mintaterületek adataiból kinyert elegyarány és átlagos mellmagassági átmérő fel-

1. táblázat. Fakészletbecslés törzsszám, átlagfa alapján a Király-féle képlet alkalmazásával a Csákánydoroszló 9I-ben (9,25 ha)

Fafaj	Mintaterületekből		nBFM-ből		
	Elegyarány, %	D1_3 átlag, cm	H átlag, m	N, db	V_összesfa, m3
LF	73%	18,9	18,6	7173	2289
EF	23%	23,6	18,6	2260	1021
KTT	4%	22,3	18,6	393	159
				9826	3470



3. ábra. Csákánydoroszló 9I erdőrészlet ortofotóján feltüntetett mintaterületek

használásával, a Király-féle képlet segítségével megbecsültük az erdőrészlet bruttó fatérfogatát (3. ábra).

A biztató eredményeket látva az idősebb, végvágás korú erdőrészletek fölé irányítottuk multikopterünket. Besorolt végvágás lévén, mind a kettő erdőrészletről rendelkezünk törzsenkénti felvétellel. Ez esetben a topoXmap, és a GRASS GIS térinformatikai szoftverekkel 4-8% pontossággal sikerült reprodukálnunk törzsszámokat, a terepi felvételhez képest (2. táblázat).

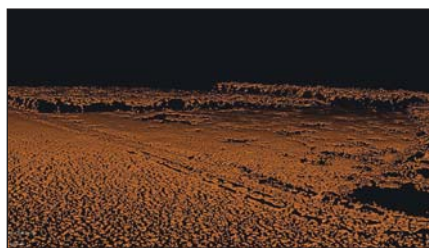
A Csörötnek 22 G3 erdőrészlet esetében újabb szoftvert és módszert teszteltünk. A LiDAR360 programcsomag alapvetően lézeres felmérésből származó pontfelhők feldolgozására készült, ezért joggal merült fel bennünk a kérdés: a speciális erdészeti modul a képegyeztetésből előállított pontfelhőkkel is elboldogul-e?

Próbálkozásunk nagy sikerrel járt: őszi repülésből létrehoztuk a digitális domborzatmodellt (4. ábra), nyári repülésből a fakoronamodellt (5. ábra), a kettő különbségéből reprodukáltuk a tényleges törzsszámot (eltérés: -3%) és a valós fmagasságokat.

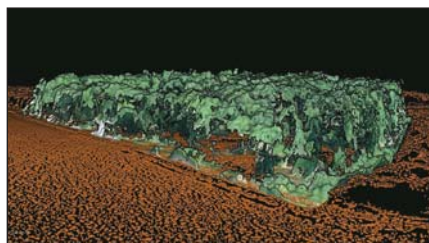
2. táblázat. Törzsszámbecslés a Csörötnek 22 G3 tanító paramétereivel a Csörötnek 22 G4-re fakorona-modell alapján

Eljárás	Csörötnek 22G3	Csörötnek 22G2	Eltérés (%)
	Törzsszám		
Törzsenkénti terepi felvétel	329	133	-
topoXmap IWS kísérleti modul	334	128	4
GRASS GIS r.geomorphon algoritmus	321	123	8

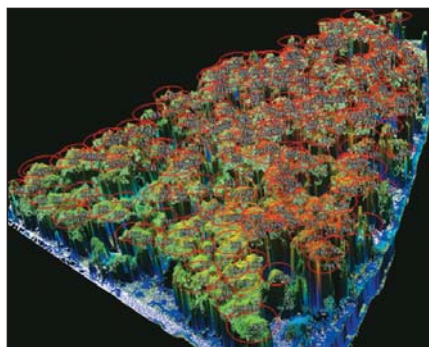
A lucfenyvesek esetén már alkalmazott átlagfás módszerrel kiszámoltuk az erdőrészlet fakészletét (3. táblázat). A LiDAR360 erdészeti modulja ráadásul a pontfelhőből számított koronaterületekkel és koronaátmérőkkel is megörvegendetett bennünket (6. ábra), így lehetőségünk nyílt egy speciális fakészletbecslő módszer tesztelésére.



4. ábra. Domborzatmodell a LiDAR360 programcsomaggal a Csörötnek 22 G3-ban



5. ábra. Fakoronamodell a LiDAR360 programcsomaggal a Csörötnek 22 G3-ban



6. ábra. Koronaátmérők a LiDAR360 programcsomaggal a Csörötnek 22 G3-ban

Fekete Lajos szerint (Erdőrendezés-tan, Selmeczbánya, 1903): „A tapasztalat állítólag azt mutatja, hogy a fa koronája által elfoglalt terület átmérője a fa mellmagassági átmérőjének 20-szorosát szokta kitenni...”

Az átlagfás fatérfogat-számításunknál alkalmaztuk ezt az egyszerűsített megközelítést, és meglepő módon nem kaptunk túl nagy eltérést az erdőrészlet teljes fakészletének vonatkozásában (4. táblázat). Lényeges, hogy ebben az esetben a fakészlet kiszámításához csak és kizárólag távérzékelt adatokat használtunk fel. Feltételezük, hogy a koronavetület és a mellmagassági átmérő viszonyszámának jövőbeni részletesebb vizsgálatával a becslőmódszer pontossága tovább növelhető.

Mire erre a pontra eljutottunk, már jó pár akkumulátort lemerítettünk a Phantomban, és mind a kamera beállításait, mind a repülés beállításait próbáltuk optimalizálni. A kamera beállításai a legtöbb fotós számára ismerősek lehetnek, hiszen itt is az érzékenységgel (ISO), a rekeszsel és a záridővel kell „játszani”.

Az igazán új kérdéskör a repülés tervezése, melynél minden mindennel összefügg. A legfontosabb tényező az energiaforrás, hiszen egy akkumulátorral 20-25 percet tudunk a levegőben tölteni. A képek közti átfedést érdemes 80-85%-ra állítani, a felszállási ponttól számított repülési magasságot 80 és 150 méter közé. Ezen kopterek sebessége elérheti a 20 m/s-ot is. Nekünk azonban, hogy képeink ne mosódjanak el, 9 m/s-nál nagyobb sebességet nem érdemes választani.

A nyári törzsszámbecslések után is akadt munkája Phantomunknak, hiszen az általunk kezelt területeken vadkárbecslésekhez hívtuk segítségül. Komoly támogatást nyújthat a kár megítélésében, hiszen egzakt képet kaptunk a kárról. A képeken ugyanis jól kivehetők a különböző káresetek, a vadkár mellett például megfigyelhetünk esetlegesen víznyomásos területeket, vagy ha netán gyommal fertőzött a terület, azt is könnyen le tudjuk határozni. Az ortofotó-mozaik előállítását után ezeknek a területrészeknek a nagyságát akár m² pontosan is meg lehet ítélni. Az ortofotók az alkalmazott modellre vetített felvételek, amelyek pontos méréseket tesznek lehetővé. Így reális képet kaphatunk a tábláról, és sok felesleges, kellemetlen dologtól megkímélhetjük magunkat.

3. táblázat. Fakészletbecslés törzsszám, átlagfa alapján a Király-féle képlet alkalmazásával a Csörötnek 22 G3-ban

Fafaj	Minaterületből		nBFM-ből			V_összesfa, m3	Törzsenkénti összesfa, m3
	Elegyarány, %	D1_3 átlag, cm	H átlag, m	N, db			
KTT	100%	43,1	22,2	321		649	757
				Eltérés:		-14%	

4. táblázat. Fakészletbecslés törzsszám, átlagfa alapján a Király-féle képlet alkalmazásával távérzékelt adatok alapján a Csörötnek 22 G3-ban

Fafaj	nBFM-ből			Viszonyszám (Fekete L.)	nBFM-ből			V_összesfa, m3	Törzsenkénti összesfa, m3
	Elegyarány, %	D_korona_átlag, m			D1_3 átlag, cm	H átlag, m	N, db		
KTT	100%	10,1		5%	50,5	22,2	321	915	757
							Eltérés:	+21%	

Sajnos az Igazgatóságunkon 2017 augusztusában bekövetkezett viharkárnak még tavaly ősszel is lett folytatása. A kis zárványterületek felmérésében nélkülözhetetlen légifényképeket is a Phantomunkkal csináltuk. A friss ortofotók nagymértékben megkönnyítik végső döntésünket a levágandó területen.

Tavaly, az év végéhez közeledve, aktuálissá vált a részterületes vég-használattal érintett erdőrészeket álmányrészeinek felmérése. Az eddigi GNSS-mérés helyett ezen a téren is bevetettük madarunkat. A feladatot töredék idő alatt sikerült teljesítenünk, hiszen a gép helyettünk járta be a területet. Ezzel a módszerrel egyszerre több legyet ütünk egy csapásra, hiszen megkapjuk a lejelentéshez szükséges adatokat, a terület legfrissebb ortofotóját, valamint domborzatmodell is készíthetünk a képek alapján.

A domborzatmodell fontosságát nem lehet eléggé hangsúlyozni, hiszen ennek alapján a QGIS ingyenes programban pár gombnyomással vízrende-

zést segítő kiértékelést készíthetünk (7. ábra). A későbbiekben, mikor az erdőnk növekedésnek indul, rendelkezésre állnak majd az „alapok”, így könnyen és precízen számolhatunk majd famagasságot, amiből a fakészletre is következtethetünk.

Kiszakadva a szakmai munkákból, sokszor használtuk kopterünket közjóléti tevékenységeink kapcsán. Vadászházak népszerűsítésén, kilátók tervezésén, egészen a konkrét munkafolyamatok megőrkítésén át számos területen bevetettük a Phantomot.

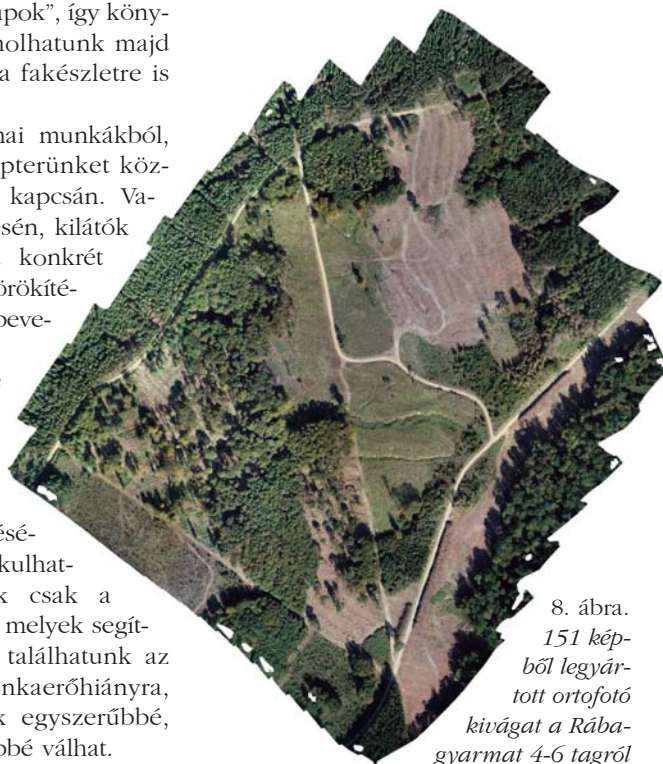
Mindent összegezve elmondható, hogy valóban sokoldalúan használhatók a kopterek az erdőgazdálkodás területén. A technika fejlődésével új technológiák alakulhatnak ki – gondoljunk csak a drónos permetezésre –, melyek segítségével megoldásokat találhatunk az ágazatokot érintő munkaerőhiányra, ezek mellett munkánk egyszerűbbé, naprakésszé és precízebbé válhat.

Rengeteg kérdés merült fel a munkánk közben, melyekre igyekeztünk megtalálni a válaszokat. Társaságunk, a Szombathelyi Erdészeti Zrt. ennek okán is szervez egy tapasztalatcserét, ez év május 16-ára.

Célunk, hogy precíziós módszerek alkalmazását teszteljük az erdőgazdálkodásban. Ezért meghívtunk több szakembert a Soproni Egyetemről, Magyarország legnagyobb DJI drón importőrére a MyActionCam Magyarország Kft.-t, valamint a precíziós mezőgazdaságban élen járó Agrolánc Kft.-t.

A cégek szakembereivel egyeztetve bemutatásra kerülnek különböző kategóriájú kopterek, permetező drónok, önműködő, és sorközépítő gépek, valamint különböző csávázási, illetve vegyszerezési eljárások is. Reméljük, a tapasztalatcsere eléri célját, és sok

hasznos információval leszünk gazdagabbak, amit kamatoztathatunk majd az erdőgazdálkodás területén.



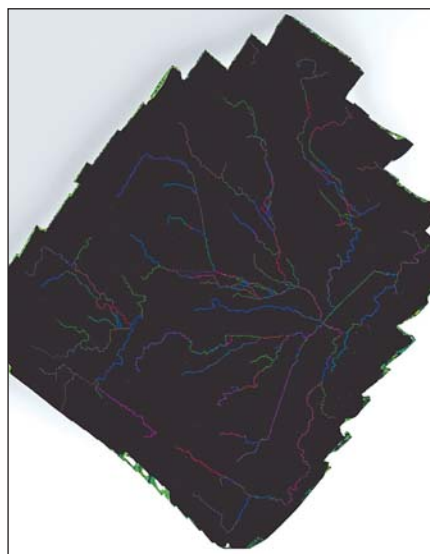
8. ábra. 151 képből legyártott ortofotó kivágat a Rábagyarmat 4-6 tagról

Irodalomjegyzék, hivatkozások

- 1.: Czimer Kornél – Király Géza – Brolly Gábor: Légi lézeres letapogatás adatfeldolgozó modul fejlesztése Digiterra Map szoftverhez (<https://docplayer.hu/23930441-V-kari-tudomanyos-konferencia.html>)
- 2.: Király László (1981): *Hazai fatömegeink függvényesítése*, Sopron.
- 3.: Fekete Lajos (1903): *Erdőrendezésstan*. Selmezbánya.

Az általunk használt szoftverek:

- GRASS GIS (r.geomorphon algoritmus) (<https://grass.osgeo.org/>)
- Quantum GIS (megjelenítés) (<https://qgis.org>)
- topoXmap (megjelenítés, IWS kísérleti modul) (<http://topolynx.hu/>)
- Agisoft Photoscan (Metashape) (<https://www.agisoft.com/>)
- LiDAR 360 (<https://greenvalleyintl.com>)



7. ábra. QGIS szoftverrel a vízgyűjtők elemzése a Rábagyarmat 4-6 tagban