

SOPRONI EGYETEM, ERDŐMÉRNÖKI KAR,
FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI, ERDŐFELTÁRÁSI ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSI INTÉZET

JANKÓ SÁNDOR DÍJ KONFERENCIA
KONFERENCIAKIADVÁNY



Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Péterfalvi József,

Technikai szerkesztő: Horváth Tímea

2021. JÚNIUS 08.



Soproni Egyetem Kiadó
Sopron, 2021.

©Felelős Kiadó:

Prof. Dr. Fábrián Attila

a Soproni Egyetem rektora

Szerkesztők: Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Péterfalvi József

Lektorok: Czimmer Kornél, Király Géza, Gribovszki Zoltán, Horváth Tímea, Péterfalvi József

A konferencia helye: Sopron, Hungary

Ideje: 2021. június 08.

Szervezők: Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet (SoE)

Támogató: Jankó Péter

A konferencia kiadvány megjelenését támogatta az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt, valamint az Agrárminisztérium (EGF/103/2021) támogatása.

© Minden jog fenntartva

ISBN 978-963-334-397-5 (pdf)

Tartalom:

A Jankó Sándor Díjról	4
A konferencia menete	5
Az előadásokból készült konferenciaközlemények	5
HULLÁMTÉRI ÉS MENTETT OLDALI ERDŐK ÉS A VÍZVISZONYOK KAPCSOLATA	6
FELTÁRÓHÁLÓZAT TERVEZÉSE BAKONYERDŐ ZRT. BAKONYBÉLI ERDÉSZETÉNEK TERÜLETÉN A BÉCSI-ÁROK ÉS A KÖRIS-HEGY KÖRNYEZETÉNEK FELTÁRÓHÁLÓZAT TERVE	13
KÜLÖNBÖZŐ UAV FELVÉTELEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ÉS ERDÉSZETI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA A SOPRON 100 N ERDŐRÉSZLETBEN	19
LÉGI LÉZERES LETAPOGATÁSBÓL FAEGYEDEK FELISMERÉSE ÉS FAÁLLOMÁNY- JELLEMZŐK MEGHATÁROZÁSA	26
AZ AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREK HIDROLÓGIÁJÁNAK VIZSGÁLATA A FERTŐDI GYÜMÖLCSKUTATÓ INTÉZET TERÜLETÉN	32
VÍZMINŐSÉG ELEMZÉSEK A RÁBA FOLYÓN	38
HIDRO-METEOROLÓGIAI ADATOK ELEMZÉSE ÉS ELŐKÉSZÍTÉSE 2017-2020 KÖZÖTT A HIDEGVÍZ-VÖLGYI KÍSÉRLETI VÍZGYŰJTŐ TERÜLETEN	43
FAÁLLOMÁNY-JELLEMZŐK VIZSGÁLATA UAV-K SEGÍTSÉGÉVEL A SZOMBATHELYI ERDÉSZETI ZRT.-NÉL	47
HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK EGY FÁS LEGELŐN	53

FAÁLLOMÁNY-JELLEMZŐK VIZSGÁLATA UAV-K SEGÍTSÉGÉVEL A SZOMBATHELYI ERDÉSZETI ZRT.-NÉL

SZÁSZ BOTOND – KIRÁLY GÉZA

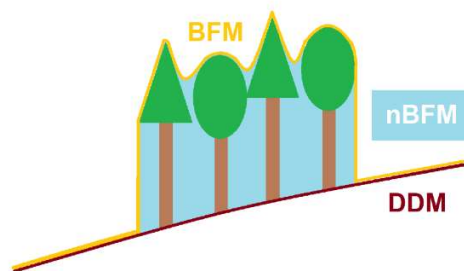
Földmérési, Térképészeti, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Soproni Egyetem,
szaszbotond@gmail.com

Bevezetés

Rohanó világunkban az erdészeti szakmának is tartania kell a lépést a rendkívül gyors fejlődéssel. Ennek egyik legjobb módszere a 21. század technikai vívmányainak egyre szélesebb körű bevonása a különböző erdészeti, illetve az azzal kapcsolatos tevékenységek elvégzésébe, bizonyos kérdések, problémák megoldásába. Ilyen szakmai innováció például az utóbbi időben igencsak nagy népszerűsége tevő UAV-k (*Unmanned Aerial Vehicle* – pilóta nélküli repülőeszköz), illetve az általuk készített légifelvétel alkalmazása, amely több szempontból is megkönnyítheti az erdészetek dolgát. Segítségükkel meghatározható az egyes erdőrészek törzsszáma, záródása, az egyes fák koronavetületeinek nagysága, illetve magassága, a növtér, ezekből pedig következtetni lehet a fakészletre, körlapra, átmérőre, és egyéb állományjellemzőkre.

A légifelvételből felületmodelleket, úgynevezett borított felszínmodelleket (BFM) állítunk elő, amely magába foglalja a terepen található objektumokat, a növényzetet, tehát lényegében azt mutatja be, amit felülről látunk. Raszter típusú adatmodellként pixelekből tevődik össze, amelyek a természetes és mesterséges tereptárgyak tengerszint feletti magasságát tartalmazzák. A BFM mellett egy másik felületmodell a digitális domborzatmodell (DDM), amely a földfelszín magasságát tárolja, minden egyéb tereptárgyat figyelmen kívül hagyva. A fent említett paraméterek vizsgálatához azonban egy normalizált borított felszínmodellre (nBFM) van szükség, amely a BFM-mel ellentétben a terepi objektumok abszolút magasságát írja le. Ezt a BFM, valamint a DDM egymásból való kivonásával kapjuk meg. Ezt a modellt famagasságmodellnek is hívjuk, mivel a pixelek a vizsgált erdőrészlet faegyedeinek magasságát tartalmazzák (KIRÁLY ÉS MTSAL, 2017).

A különböző felületmodelleket az 1. ábra mutatja be.



2. ábra: A különböző felületmodellek

A felületmodellek előállításához egymással átfedő légifényképekre van szükség. Ez különböző képegyeztetési módszerekkel készíthető el. Ilyen képegyeztető módszer például a *Structure from Motion* algoritmus, mely egy olyan eljárás, amely a tájékozás külső és belső paramétereit egyszerre számolja egy előzetes térbeli pontfelhő előállításával mellett (VERHOEVEN ÉS MTSAL, 2012). A módszer azonosítja az átfedő képek jellemző vonásait, vizuálisan megfeleltethető pixeleket keres, melyek képi koordinátáit eltárolja. Az

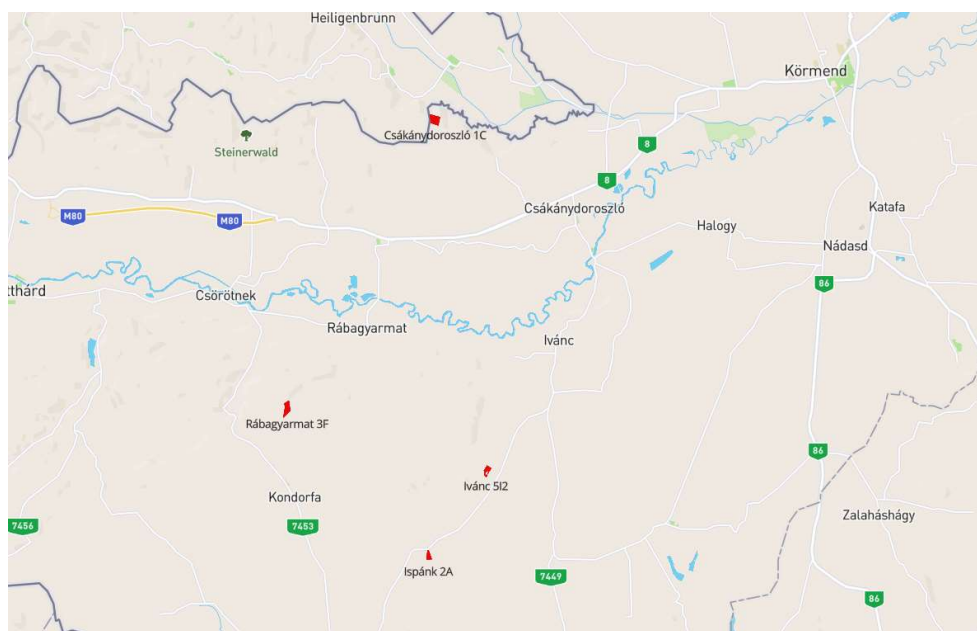
egymásnak megfelelő pixelek alapján számolt térbeli pontok alkotják az előzetes pontfelhőt (WESTOBY ÉS MTSAI, 2012).

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatba összesen négy erdőrészlet került bevonásba (2. ábra), melyek a következők (zárójelben a repülés ideje):

- Csákánydoroszló (CSDO) 1C (2018. október 3.)
- Ivánc (IVA) 5I2 (2019. október 20.)
- Rábagyarmat (RAGY) 3F (2020. június 19.)
- Ispánk (ISP) 2A (2020. június 19.)

Szerkezetüket tekintve a csákánydoroszlói, a rábagyarmati, illetve az ivánci erdőrészlet egyszintes, előbbi kettő esetében a bükk közel 50%-os arányban van jelen, amely mellett az erdeifenyő, a kocsánytalan tölgy, valamint a gyertyán alkotja a faállományokat. Mindkét erdőrészlet véghasználati időszak alatt állt a vizsgálat időpontjában, a bontóvágások hatására a törzsszám erősen lecsökkent. Az ivánci erdőrészlet nagy elegyarányban bükkös, míg az ispánki vizsgált faállomány többszintes, a felső szintet 100 év körüli erdeifenyő-egyedek uralják, míg a második lombkoronaszintet 30-35 évvel fiatalabb bükkök, illetve gyertyánok alkotják.



3. ábra: Vizsgált erdőrészletek elhelyezkedése

A repülések, illetve a légifényképezések kivitelezése egy *DJI Phantom 4 Pro* UAV-val történt. Az eszköz maximális repülési ideje 30 perc, melynek köszönhetően a legnagyobb kiterjedésű, 6,5 hektár nagyságú csákánydoroszlói erdőrészlet is gond nélkül lerepülhető volt egyetlen felszállással. A repülőeszközre szerelt 1 inch nagyságú, CMOS érzékelő 20 megapixel (5472x3648) felbontású fényképek készítésére képes.

A képegyeztetést az *Agisoft Metashape* (korábban *Agisoft Photoscan*) nevű szoftverrel végeztem, ahogyan a borított felszínmodell generálását is. Utóbbi minősége függ a pontfelhő minőségétől, ezért a képegyeztetés beállításainak megválasztásakor törekedni kellett arra, hogy a célnak legmegfelelőbbeket válasszuk ki. További fontos szempont a felületmodell

felbontása. Minden esetben megfelelő sűrűségű volt a pontfelhő, ez pedig 10 cm/pixelnél nagyobb felbontást eredményezett, ami már elégséges a vizsgálatok elvégzéséhez.

A normalizáláshoz szükséges domborzatmodellek a *Metashape* beépített talajpontosztályozási funkciójának segítségével lettek elkészítve.

A faegyedek azonosítása a famagasságmodell lokális maximumpontjainak azonosításával történik. Az elv az, hogy ahol a magasságmodellnek maximuma van, ott helyezkedik el egy faegyed (MOHAN ÉS MTSAI, 2017). A feldolgozási eljárás első körben egy előre megadott oldalhosszúságú négyzethálóra osztja a rasztert, majd minden négyzeten belül megjelöli a legmagasabb értékkel rendelkező pixelt (rögzített keresés). Ezután a program végigfut a megjelölt pixeleken, azok köré szintén egy megadott oldalhosszúságú négyzetet von oly módon, hogy az előzetes maximumpont a négyzet közepébe kerüljön, ezután pedig a négyzeten belüli maximumot jelöli meg, minden más korábbi megjelölést pedig töröl (simító keresés). A feldolgozás során több ablakméret kombinációját is kipróbáltam (jellemzően 2 és 5 méter között, méterenként haladva). Az így azonosított lokális maximum értéke adja a faegyed magasságát. A módszert a 3. ábra szemlélteti.

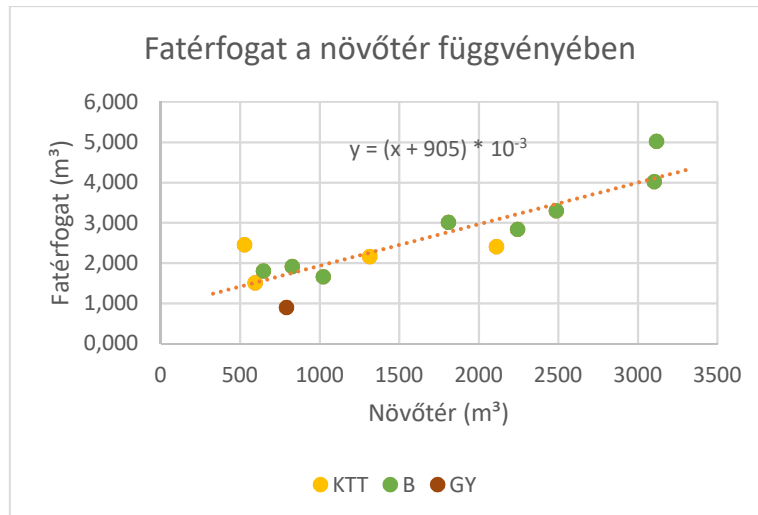
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	
2	3	2	1	2	1	1	0	0	1	2	1	2	2	3	2	1	2	1	1	0	0	1	2	1	2	
3	4	3	2	2	2	1	0	0	1	2	2	3	3	4	3	2	2	2	1	0	0	1	2	2	3	
4	3	4	3	2	1	0	0	0	0	1	1	2	4	3	4	3	2	1	0	0	0	0	1	1	2	
5	3	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1	5	3	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1	
6	3	2	2	3	3	3	2	1	1	0	1	2	6	3	2	2	3	3	2	1	1	0	1	2		
7	2	1	2	3	4	3	2	1	2	1	1	2	7	2	1	2	3	4	3	2	1	2	1	1	2	
8	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	8	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	
9	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	9	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	
10	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	1	2	10	0	0	0	0	1	0	1	1	2	2	1	2	
11	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	11	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2

4. ábra: A rögzített és simító keresés szemléltetése (piros: rögzített keresés során megjelölt maximumok; zöld: simító keresés során eltávolított maximumok)

A fakészletre való következtetéshez szükséges koronavetületek lehatárolása a famagasságmodell szegmentálásával történik, amely művelet a már azonosított lokális maximumokból indul ki, és lépcsőzetesen lefelé haladva rendeli hozzá a magasságmodell pixeleit egy-egy faegyedhez.

Mindezen eljárásokat egy saját készítésű, C# programozási nyelven kifejlesztett alkalmazással végeztem.

A fakészletre való következtetéshez minden állományban felvételre került 10-15 faegyed (az átmérő átlalóval, a famagasság TruPulse 360B lézeres famagasságmérővel), melyek fafajmegoszlása az állományra jellemző elegyarány szerinti, méreteit tekintve pedig megfelelően reprezentálják a faállományt (kivéve az ivánci erdőrészletnél, ahol az átlagnál nagyobb méretű faegyedeket mértem be). A mintafák helyzetét GPS segítségével rögzítettem, így a famagasságmodellen is beazonosíthatók lettek, fatömegüket pedig a Király-féle fatérfogat-függvénnyel határoztam meg. Az így kapott fatömeget összevettem a mintafák növtérével (a magasság és a koronavetület szorzata), és egy növtér-fatömeg grafikonon ábrázoltam. Az ábrázolt pontok között lineáris összefüggést feltételezve, minden erdőrészletre kaptam egy-egy függvényt, amely megadja az egyesfák fatömegét a növtér függvényében (erre egy példa a 4. ábra, amely a Csákánydoroszló 1C erdőrészlet mintafái alapján megalkotott függvényt mutatja be).

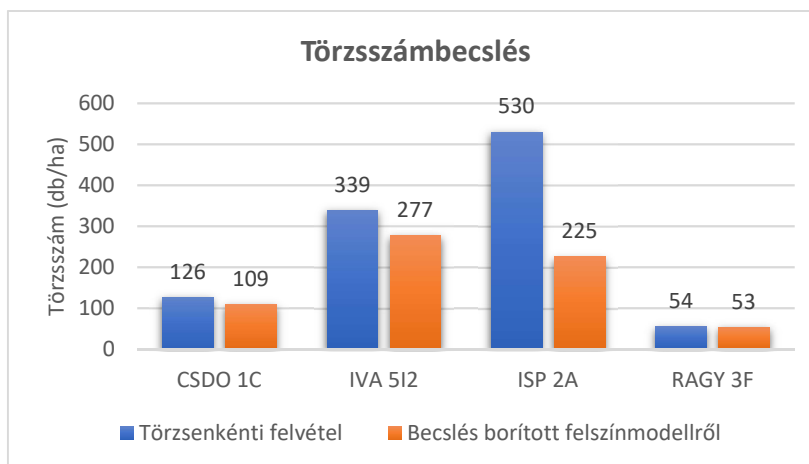


5. ábra: Fatérfogat a növtér függvényében (CSDO 1C)

A vizsgált állományparaméterek ellenőrzéséhez törzsenkénti felvétel révén elkészített becslési jegyzőkönyv szolgáltatotta a referencia-adatokat.

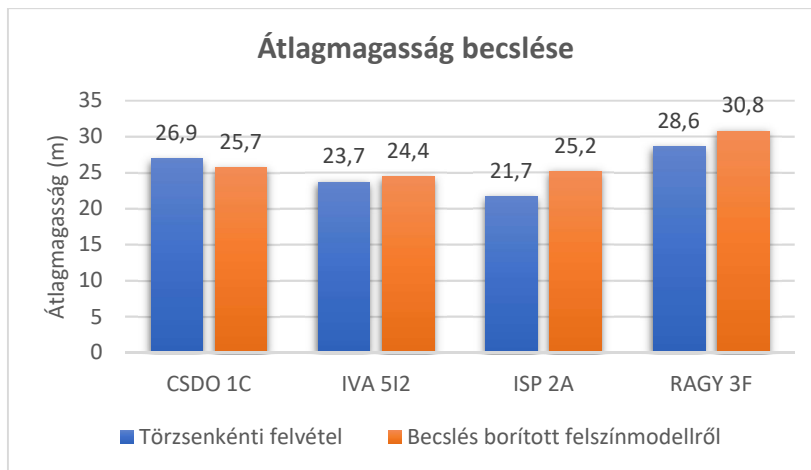
Vizsgálati eredmények

A törzsszám tekintetében a csákánydoroszlói, illetve a rábagyarmati erdőrészen elvégzett becslés hozott a referenciaadathoz képest 10% körüli különbséget, viszont az ispánki esetében olyannyira jelentős az eltérés, hogy a valós egyedszám kevesebb, mint 50%-át sikerült azonosítania az algoritmusnak (5. ábra).



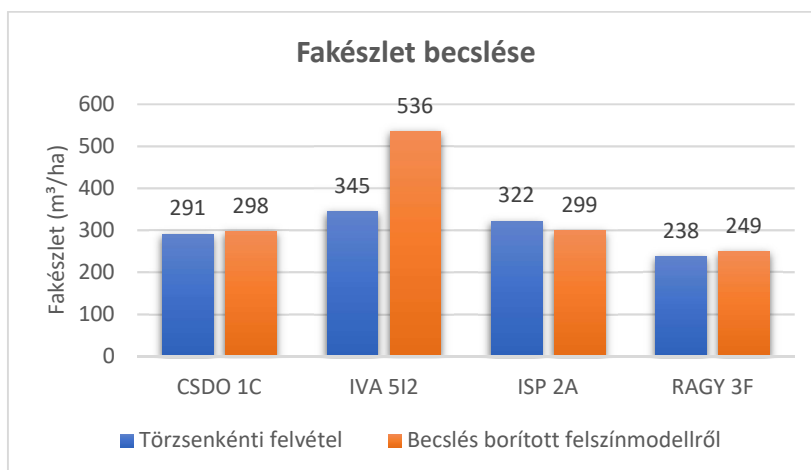
6. ábra: Törzsszámbecslés

Az átlagmagasság becslése során az ispánki vizsgált erdőrészen kivételével mindenhol a hibahatárt jelentő 10%-on belüli az eltérés a referenciaadatokhoz képest (6. ábra).



7. ábra: Átlagmagasság becslése

Annak ellenére, hogy a törzsszám, illetve az átlagmagasság becslése egyes erdőrészeknél nem hozott túlságosan jó eredményt, érdekes módon a fakészletre ezeknél az erdőrészeknél viszonylag pontosan tudtam következtetni (7. ábra). Egyedül az ivánci erdőrésznél lett az eltérés jelentős, több, mint 50%-os, azonban ez annak tudható be, hogy a mintafák nem feleltek meg a faállományra vonatkozó átlagnak, hanem jelentősen felülreprezentálták azt.



8. ábra: Fakészlet becslése

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A törzsszámbecslés ismertett módszerének hátrányát az ispánki erdőrészlet mutatja be a legjobban, miszerint a közbeszorult, alászorult faegyedek azonosítása nem kivitelezhető. Az ilyen jellegű állományokban az átlagmagasságot sem lehet pontosan meghatározni (ez látható volt a vonatkozó erdőrészlet becsült átlagmagasságánál is), a kapott érték minden esetben nagyobb lesz a valós magasságnál, pontosan azért, mert az alászorult faegyedek magasságai nem vesznek részt az átlagszámításban, ezért az így kapott magasságot nem átlagmagasságnak, hanem inkább felsőmagasságnak illendő titulálni.

Az ivánci törzsszám-alábecslés oka az őszi, már elszíneződött lombkoronákra vezethető vissza, ugyanis ennek köszönhetően a famagasság-modell kevésbé volt éles a vártnál. A fakészlet-becslés eredménye pedig jól mutatja, hogy a nem reprezentatív mintafák kiválasztása jelentős túlbecslést eredményez.

A rábagyarmati és a csákánydoroszlói vizsgált faállományok példája azonban már azt mutatja, hogy az egyszintes, idősebb faállományokban mindhárom állományjellemző becslése alkalmazható a gyakorlatban. Doktori kutatásom céljaként az ismertett becslési módszer további fejlesztését tűztem ki, hogy minél szélesebb körben alkalmazható legyen a jövőben.

Irodalomjegyzék

- KIRÁLY G. – BALLA CS. – BARTON I. – MÉSZÁROS GY. – PETRÁNYI B. – SZABÓ K. (2017): Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása. In: Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia (szerk.: Bidló A. – Facskó F.) 118-122. Soproni Egyetem Kiadó. Sopron.
- MOHAN, M. – SILVA, C.A. – KLAUBERG, C. – JAT, P. – CATTI, G. – CARDIL, A. – HUDAK, A.T. – DIA, M. (2017): Individual Tree Detection from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Derived Canopy Height Model in an Open Canopy Mixed Conifer Forest. *Forests* 8. 340.
- VERHOEVEN, G. – DONEUS, M. – BRIESE, C. – VERMEULEN, F. (2012): Mapping by matching: a computer vision-based approach to fast and accurate georeferencing of archaeological aerial photographs. *Journal of Archaeological Science* 39. 2060-2070.
- WESTOBY, M. – GLASSER, N. – HAMBREY, M. (2012): 'Structure-from-Motion photogrammetry': A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology* 179. 300-314.