

ŐZ ÁLLOMÁNYOK LÉGI LÉTSZÁMBECSLÉSÉNEK TAPASZTALATAI MEZEI ÉLŐHELYEN

Tari, T.¹, Czimmer, K.², Faragó, S.¹, Heffenträger³, G., Kalmár, S.¹, Kovács, Gy.¹, Sándor, Gy.¹ & Náhlik, A.¹

¹ Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, H-9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.
University of Sopron, Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology

² Soproni Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, H-9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.
University of Sopron, Institute of Geomatics and Civil Engineering

³ Őrségi Nemzeti Park, H-9941Őriszentpéter, Városszer 57, Őrség National Park
e-mail: nahlik.andras@uni-sopron.hu

ABSTRACT

TARI, T., CZIMBER, K., HEFFENTRÄGER, G., FARAGÓ, S., KALMÁR, S., KOVÁCS, GY., SÁNDOR, GY. & NÁHLIK, A. (2019): FIRST EXPERIENCES ON THE AERIAL ESTIMATION OF ROE DEER POPULATION NUMBERS IN OPEN AGRICULTURAL HABITATS. *Hungarian Small Game Bulletin* **14**: 123–130. <http://dx.doi.org/10.17243/mavk.2019.123>

We performed our investigation on the territory of “LAJTA Project” (Győr-Moson-Sopron County). In the area a long term small game research has been carried out for 30 years. In the course of our research, we used aerial method to estimate the density of roe deer (*Capreolus capreolus*). We used a microlight aircraft and flew 400 meters above ground level, with 150 km/hour speed. The flight was organized in the end of winter at daylight. Two different cameras were used. One of them was a high-resolution thermal camera, while the other one was a DSLR camera with wide-angle lens. The camera position was vertical and they worked automatically. The investigated territory was 1000 ha. We performed total counts using 13 transects of 200 meter width. During the evaluation of the thermal images we used objected based picture analysis and classification. By this means we evaluated the locations of the animals. Thereafter we checked the pictures of the SLR camera and identified the species. During our research, we counted 213 roe deer on the total territory, while the density was 0,213 individual/ha. To validate our results we organized a ground survey using car and binocular. The result of the ground survey was 0,214 individual/ha. We concluded that the aerial survey method with the combination of thermal and DSLR camera worked fine, and it was appropriate to estimate the density of roe deer in a non-forested flat area.

KULCSZAVAK: hőkamera, állománybecslés, légi felvételezés, mezei élőhely

KEY WORDS: thermal camera, population estimation, aerial survey, agricultural habitat

1. BEVEZETÉS

A különböző vadfajok egyedszámának, sűrűségének meghatározására számos módszer ismert és alkalmazott a vadbiológiában. Ezen becslési módszerek alapulhatnak a lelövési adatok elemzésein (ROSEBERRY & WOOLF 1991), direkt- (egyedszám számlálás) (LOISON *et al.* 2006) vagy indirekt egyedszám (STEPHENS *et al.* 2006) megállapításokon, vagy a jelölés-visszafogás eljárásán (GAREL *et al.* 2010). A fent említett módszerek használhatóságát és hatékonyságát számos tényező befolyásolhatja, ezek lehetnek a vizsgált terület élőhelyi adottságai (domborzat, növényborítás), a vizsgált fajok méretei és viselkedési szokásaik, területi diszperziójuk stb.

A tervszerű vadgazdálkodás folytatásához elengedhetetlen a pontos kiindulási adatok ismerete, különösen a 2018-ban megjelent „Tájegységi terv rendeletek” ismeretében, amelyek konkrét darabszámmal meghatározott állomány nagyságot írnak le, illetve elő a „fenntartandó legkisebb szabadterületi létszám” és az „élőhelyet nem veszélyeztető legmagasabb szabadterületi

létszám” tekintetében. E tervekben foglalt hosszútávú célok elérése érdekében a lehető legpontosabb alapadatok szükségesek. Ehhez a direkt módszerek által biztosított, számolt egyedszámok lehetnek a legmegfelelőbbek, de csak abban az esetben, ha azok legkisebb hibahatárral kerülnek meghatározásra. Az egyedszám meghatározása történhet a teljes területen, vagy mintaterületeken. A teljes vizsgált területre kiterjedő számlálásnak két nagy hátránya ismert, az egyik a magas költség, a másik pedig a pontatlanság (CAUGHLEY & SINCLAIR 1994). A pontatlanság egyenes arányban áll a terület nagyságával és fedettségével, ennek megfelelően kisebb területek felmérésére, jó észlelhetőségi viszonyok mellett használható a módszer. Nagyobb területek felmérésére elfogadott módszer a mintaterületeken történő állományfelmérés, amely során a vizsgált területre vonatkozó állománysűrűséget kaphatjuk meg, ami a teljes terület nagyságának ismeretében lehetőséget ad a teljes egyedszám becslésére. A módszerek előnyei, hogy kevesebb munkát kívánnak, csökken a kettős számlálás esélye, nem szükséges rövid időn belül elvégezni, kevésbé zavaró hatású (FARAGÓ & NÁHLIK 1997). A felmérés megtervezése és kivitelezése azonban nagy odafigyelést igényel, mivel a mintavétel nagyságának függvénye a statisztikai megbízhatóság (SVÁB 1981).

A levegőből történő állománybecslés már régóta alkalmazott eljárás, számos módszer és technika ismert. A nagy magasságból készült, nagy felbontású légi felvételeket (ortofotó) előszeretettel alkalmazzák nagy kiterjedésű nyílt élőhelyeken (pl. Afrika), mivel ott jó hatékonysággal alkalmazható (JACKSON *et al.* 2003). Ezen légifelvételek előnye, hogy egyidőben nagy területekről vehető minta, ugyanakkor magasabb növényborítású élőhelyeken csökken az alkalmazhatóság, az egyedek nehezebb észlelhetősége miatt (POTVIN & BRETON 2005). További hátrányuk ezeknek a felvételeknek, hogy csak nappali körülmények között készíthetők, amikor a vadfajok nagy része beállóhelyén – általában magas takarás mellett – tartózkodik, tovább csökkentve az észlelhetőséget. Hazai viszonylatban történő alkalmazhatósága nehezen elképzelhető, mivel az élőhelyek mozaikossága és a vadfajaink mérete nagyban nehezíti az észlelhetőséget, alacsonyabb repülési magasság esetén pedig a légi jármű zaja lép fel zavaró hatásként (TAKÁCS 2012). Az észlelhetőségi nehézségeknek volt köszönhető annak a légi felmérésnek a kudarca is, amit a 90-es években végeztek hazánkban annak érdekében, hogy meghatározható legyen a gímszarvas állomány (KOVÁCS *et al.* 1995). Az elvégzett felmérések eredményeinek értékelésére felkért szakértők a magas hibahatárok és az eloszlási görbék meredeksége miatt a módszert nem tartották megbízhatónak, ennek következtében annak országos léptékű bevezetésétől eltekintettek. A nappal készített felvételek további hátránya, hogy a képek kiértékelése magas élömunka igényű, ezért gyakran kombinálják a felmérések során a hagyományos kamerákat pl. infra(IR)-kamerákkal. Ekkor lehetőség van arra, hogy az IR-kamera által jelzett találat alapján a hagyományos fénykép kielemezhető legyen. Alkalmazása téli, hideg időben, hó borítás mellett a legoptimálisabb. A módszer jó hatékonysággal (akár 100%-os észlelés) volt alkalmazható nyílt élőhelyeken, de a borítási érték (fiatal fenyő) növekedésével az észlelhetőség 0%-ra csökkent (FRANKE *et al.* 2012).

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. VIZSGÁLATI TERÜLET

A vizsgálatot Magyarország észak-nyugati részén, Győr-Moson-Sopron megyében, a Mosonszolnok-Jánossomorja-Várbalog települések által határolt LAJTA Project kutatási területen végeztük, amely a Lajta-Hanság Mezőgazdasági Zrt. üzemi területén található. Teljes területe 3065 ha (FARAGÓ 2012), amiből a vizsgálatunkba 1000 ha került bevonásra (1. ábra).



1. ábra: Vizsgálati terület elhelyezkedése

Figure 1: Research area

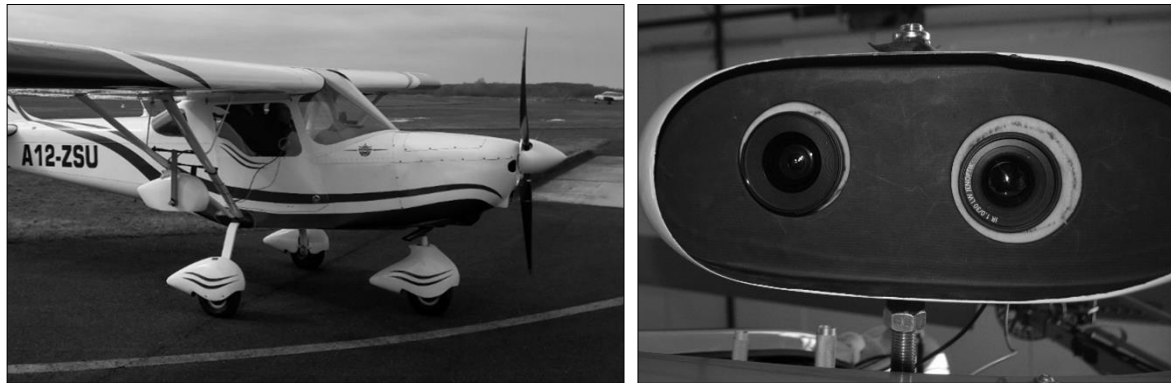
A terület éghajlatában a szubalpin és a kontinentális klíma hatásai érvényesülnek, az évi középhőmérséklet $9,9^{\circ}\text{C}$. A csapadék évi menetére egy júliusi fő maximum a jellemző, ugyanígy egy februári fő minimum és egy szeptemberi őszi minimum is kimutatható, az évi csapadékösszeg 615 mm körül alakul (FARAGÓ 2012). Jellemzők a területre a csernozjom fő típusba tartozó talajok, elsősorban öntés csernozjomok, előfordul még mészlepedékes csernozjom, illetve a többszörös elöntések hatására kialakult, eltemetett humuszos réteggel rendelkező öntés csernozjom kombináció (LÁSZLÓ & HEIL 2012). A szántóterületek aránya meghaladja a $91,7\%$ -ot, a fennmaradó területekből $2,4\%$ erdő (beleértve az erdőtelepítéseket), nagy jelentőségűek továbbá az erdősávok, amelyek területaránya $3,5\%$, a fennmaradó területeket egyéb vonalas tájelemek teszik ki (utak, árkok, fasorok, stb.). Az állományfelméréssel érintett területen összefüggő erdőterületek nincsenek, az erdősávok összesen $16,7\text{ km}$ hosszban jelen. A növénytermesztés a LAJTA Project céljainak megfelelően jellemzően kisparcellás művelés formájában történik, amely következtében a területen található vonalas élőhelyek (ökotonok) hossza – az utakat, erdősávokat és fasorokat, valamint a táblán belüli növényhatárokat figyelembe véve – meghaladja az $551\,571$ métert (FARAGÓ 2012).

A terület az Észak-dunántúli Vadgazdálkodási Táj, 501. számú Hanság-mosoni Vadgazdálkodási Tájegységébe tartozik. Az őznek a tájegységen belül nagy jelentősége van, a becsült és lejelentett létszám alapján a felső negyedben, és a terítéket tekintve is a felső negyedben helyezkedik el országos viszonylatban. Az állomány minősége a trófeabírálati adatok alapján a vadgazdálkodási tájegységek között az átlag alatti negyedben helyezkedik el, az agancsok érmes aránya rendszerint jó, de nem kiemelkedő, átlagos az állomány (12/2018. (VII. 3.) AM RENDELET 2018). A LAJTA Project területén elejtett őzek száma 2017-ben 98 példány volt (FARAGÓ *et al.* 2018).

2.2. FELMÉRÉS ÉS KIÉRTÉKELÉS MÓDSZEREI

A már említett 1000ha -os vizsgálati terület a LAJTA Project központi részén került kijelölésre. A vadállomány becslése repülőgépről történt, hőkamera és tükörreflexes fényképezőgép segítségével, amely eredményét gépjárműből, földi számlálással ellenőriztünk. A vizsgálati területen 13 egymással párhuzamos sáv került szisztematikusan kijelölésre, hosszuk a terület határvonalaihoz alkalmazkodva eltérő volt. $15\text{--}15\%$ -os átfedés mellett a sávok nettó 200 m szélesek voltak, így teljes felvételezés történt a területen. A vizsgálat során

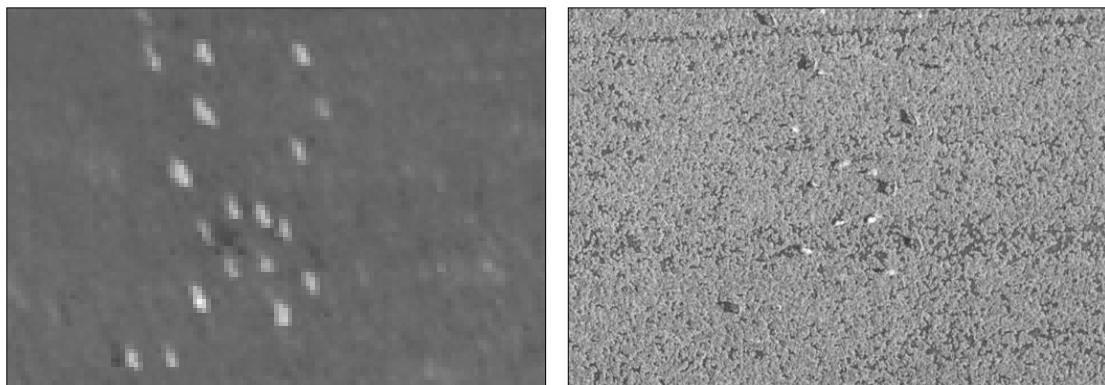
SILA 450C [egymotoros, felsőszárnyas, 2 üléses Ultra Light (UL)] típusú repülőgépet alkalmaztunk, a repüléseket a GPS-en rögzített sávok középvonalaéhoz igazítva végeztük, 150 km/h sebességgel haladva, 400 méteres domborzat feletti magasságban. A repülést **2019. március 1-én** végeztük, 8:00–10:00 között, tiszta égbolt és napsütés mellett, lombfakadás még nem indult meg a területen. A kamerák az erre a célra a jobb oldali szárnyon kialakított gondolában vertikálisan helyezkedtek el (**2. ábra**).



2. ábra: Felmérés során alkalmazott repülőgép és kamerák

Figure 2: The microlight aircraft with the vertical cameras

A képképzés során az állatok helyének meghatározására nagyfelbontású VarioCAM HD head 980/30 (JENOPTIK Carl Zeiss Jena GmbH) típusú hőkamerát alkalmaztunk, a rezgéscsillapítás céljából a gondolában elhelyezett habszivacs felfüggesztéssel. A hőkamera képképzője mikrobólóméter-mátrixdetektor 1024x768 képponttal, $-40\text{ }^{\circ}\text{C} - +1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ automatikus méréstartomány váltással, 0,1 szekundum képkivétel sebességgel, $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ termikus felbontással. A hőfoltok azonosítására és faji elkülönítésre Canon EOS 550D fényképezőgépet használtunk, Canon Ultrasonic EF 20 mm (1:2.8) objektívvel. Mindkét kamera esetében automata expozícióval történt a felvételek készítése, a sávon belül a képek között 40%-os átfedéssel. A hőképek kiértékelésének első lépéseként az IRBIS3 termográfiai programban történt a képek letöltése és megjelenítése, majd exportálást követően E-Cogniton program segítségével objektum alapú képértékelést és osztályozást végeztünk (CZIMBER 2009), amely segítségével meghatároztuk azon képek körét, amelyekben hőfoltok találhatóak. Ezek ismeretében, a szinkronizálva készült nappali képeken azonosítottuk a hőfoltok helyét és annak forrását, és amennyiben a vadfaj felismerhető volt, a találatot validáltuk (**3. ábra**).



3. ábra: Hőkamera- és nappali kamera felvételek

Figure 3: Group of roe deer on the pictures of thermal- and DSLR cameras

A felmérés során meghatározásra került az egész mintaterületre vonatkozó egyedszám, valamint a ha-ra vonatkoztatott egyedsűrűség érték. Emellett a mintaterületen történő felmérés eredményességét szimulálandó, a különböző sávokat felhasználva az 50%-os és 25%-os mintavételezés eredményeit is megjelenítettük. Továbbá rögzítettük az őzcsapatok számát és elhelyezkedését, valamint a szomszédos csapatok távolságát, ehhez a Google Earth Pro programot használtuk. A kontroll földi számlálás gépjárműből történt, a terület úthálózatán haladva, valamennyi mezőgazdasági tábla távcsővel történő szemlételezésével és az őz egyedszám megállapításával.

3. EREDMÉNYEK

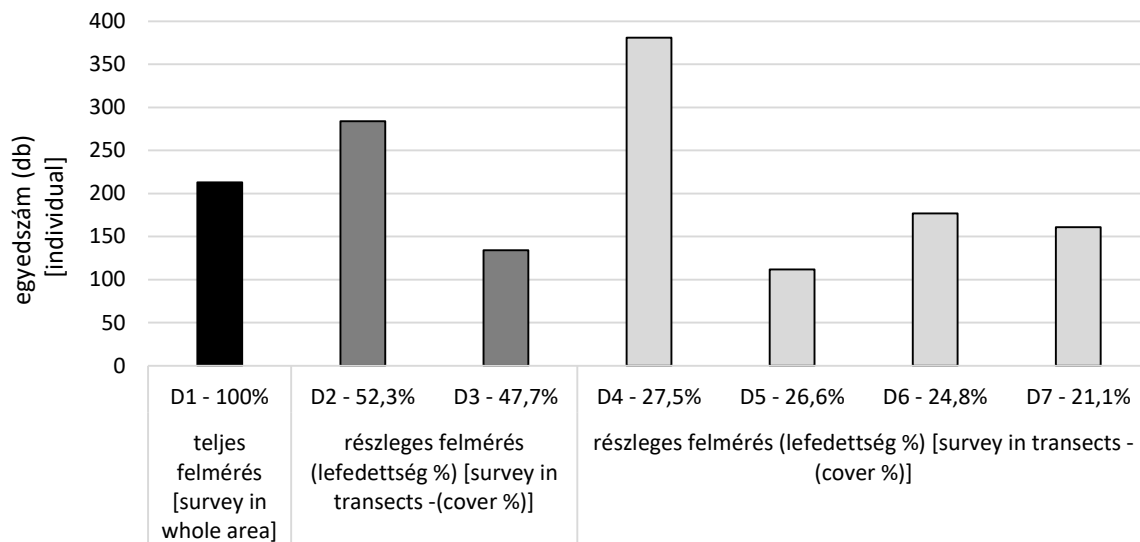
A felmérést a fertőszentmiklósi Meidl repülőtérrel indulva végeztük, az állománybecslésre fordított nettó felvételezési idő (fordulókkal együtt) 1 óra volt. A 13 sáv lerepülése – fordulók nélkül – összesen 50 km megtett távolságot jelentett. A felmérés során összesen 215 hófoltot azonosítottunk, amelyből a validálás során 213-ról állapítottuk meg, hogy őzről van szó, a fennmaradó 2 hófolt kóbor kutya volt. A meghatározott létszám 23 egymástól elkülöníthető csoportot jelentett (**1. táblázat**). A csoportok átlagos nagysága 9 egyed volt, 34 őz alkotta a legnagyobb csoportot, míg két esetben volt magányos egyed megfigyelhető. A csapatok átlagos távolsága 361 ± 192 méternek adódott.

1. táblázat: Felvételezett sávok eredményei

Table 1: Results of the transects

Sáv száma <i>Number of transect</i>	Sáv hossza <i>Length of transect</i>	Sáv területe <i>Area of transect</i>	Számolt őzek száma (egyed) <i>Counted roe deer (ind.)</i>	Őz sűrűség (egyed/ha) <i>Roe density (ind./ha)</i>	Őz csapatok <i>roe deer groups</i>	
					Száma (db) <i>Number (pc.)</i>	Átlagos létszáma (egyed) <i>Average size (ind.)</i>
1.	4000 m	80 ha	0	0,000	-	-
2.	4700 m	94 ha	6	0,064	1	6
3.	5000 m	100 ha	14	0,140	2	7
4.	5000 m	100 ha	10	0,100	1	10
5.	4950 m	99 ha	68	0,687	6	11
6.	4900 m	98 ha	24	0,245	4	6
7.	4750 m	95 ha	30	0,316	2	15
8.	4600 m	92 ha	24	0,261	2	12
9.	4300 m	86 ha	37	0,430	5	7
10.	3700 m	74 ha	0	0,000	-	-
11.	2650 m	53 ha	0	0,000	-	-
12.	950 m	19 ha	0	0,000	-	-
13.	500 m	10 ha	0	0,000	-	-
Összesen [Σ]	50000 m	1000 ha	213	0,213	23	9

A vizsgált terület őzállományának sűrűségértéke teljes felméréssel $D_1:0,213$ egyed/ha volt, míg a részleges (sávos) számlálás 50%-hoz közeli mintavételezéssel történő szimulációjánál a páratlan sávok esetében $D_2:0,284$ egyed/ha, a páros sávok esetében pedig $D_3:0,134$ egyed/ha adódott. A részleges számlálás mintaterületét tovább csökkentve, 25%-hoz közelítő lefedettség esetén, a 4 mintavételezési lehetőség eredményei: $D_4: 0,382$ egyed/ha, $D_5: 0,113$ egyed/ha, $D_6: 0,112$ egyed/ha, $D_7: 0,161$ egyed/ha. Az egyedsűrűség-értékek felhasználásával meghatározott, a vizsgált területre vonatkozó becsült egyedszámokat a **4. ábra** szemlélteti.



4. ábra: Különböző mintavételezési lefedettséggel becsült egyedszámok alakulása

Figure 4: Calculated roe deer density with different sampling process

A kontroll földi számlálás során, a területen 214 őzet számoltunk, a meghatározott egyedsűrűség $0,214$ egyed/ha volt.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények alapján több, az alkalmazott technikára és módszerre vonatkozó megállapítás fogalmazható meg. A felvételezésekhez használt ultrakönnyű légi gépjármű a feladat végrehajtására megfelelőnek bizonyult. A repülési magasság nem jelentkező zavaró tényezőként, a sávokban tartózkodó őzek kimozdulása nem volt megfigyelhető. A repülőgép sebessége szintén megfelelt az elvárásoknak, egyrészt mindkét kamera értékelhető képeket készített a választott sebesség mellett, másrészt az 1000 ha felmérésére fordított idő is megfelelő. A repülőgép típusából adódóan annak üzemeltetési költsége jelentősen elmarad a helikopterek vagy magasabb kategóriájú repülőgépek üzemeltetési költségétől. A becslési költségek minél alacsonyabban tartása érdekében, ennek a típusnak a használatát tartjuk célravezetőnek légi létszámbecslések során.

A kamerák által készített felvételekről elmondható, hogy mindkét eszköz az alkalmazott beállításokkal alkalmasnak bizonyult az őzek levegőből történő becslésére. A hőkamera által készített képek esetében megemlítendő, hogy a vízfelületek, illetve egyéb napsütéssel érintett tereptárgyak felületének hőmérséklete kiemelkedik a környezetből, azonban azok kiterjedése és alakotani jellemzői lehetőséget biztosítanak a vadfajoktól történő elkülönítésre. Valamint ezeknek a megkérdőjelezhető találatoknak a kiszűrésére a nappali kamera képei megfelelően alkalmazhatók. A becslés hatékonyságát, illetve a képértékelés

hatékonyaságát a tapasztalatok alapján fejleszhetőnek tartjuk. Az egyik lehetőség a fényképezőgép optikájának optimalizálása, egyrészt az elérhető felbontás növelése, másrészt a gyengébb fényviszonyok (borult égbolt) közötti jobb használhatóság érdekében. Utóbbi csökkentheti a tereptárgyakat érő direkt napfény generálta hőfoltok előfordulását.

A repüléseket mindenképpen a lombkoronamentes időszakra kell időzíteni, mivel ekkor az erdősávokban is észlelhető a vad jelenléte, természetesen attól függően, hogy az milyen fafajokból áll és milyen áttörtségi jellemzőkkel rendelkezik. A tapasztalatok alapján az örökzöldek jelenléte jelentősen csökkenti az észlelhetőséget, míg a lombos állományok esetében ez korosztálytól függően változik. A repülés legoptimálisabb időszakának a délelőttöt tartjuk, mivel ekkor alacsony léghőmérséklet mellett, még direkt napsütés esetében is kellően kontúros hőképek készülnek, amelyek lehetővé teszik az elkülönítést. A hótakaró meglétét nem tartjuk elengedhetetlen tényezőnek, annak hiányában is kivitelezhető a vizsgálat. Az elkészült képek feldolgozása meglátásunk szerint teljes mértékben nem automatizálható, mindenképpen szükséges egy „kurátor”, aki ellenőrzi és jóváhagyja a találatokat.

A becslési módszer megválasztása kapcsán, figyelembe véve az őzek – mezei élőhelyen jellemző – csoportosuló viselkedését, mindenképpen a teljes állományfelmérést tartjuk alkalmazandó módszernek. A szimulált mintaterület felvételek esetében mind az 50%-os, mind pedig a 25%-os lefedettséghez köthető becslt egyedszámok különböztek a teljes számlálás adataitól. Mind a két esetben történt felülbecslés (33%-os, illetve 78%-os), valamint alul becslés (37%-os ill. 47%-os, 24%-os; 17%-os) is. Látható tehát, hogy egyik részleges mintavételezés sem került 10%-os hibahatáron belülre egy repülésen belül, a hiba csökkentését a mintavételezések számának emelésével érhetnénk el. Példának okáért, 25%-os mintavétel esetén a háromszoros ismétlés költségei – a helyszínre történő eljutásból adódóan – elérik a teljes felvételezés költségét, 50%-os mintavételezés esetén pedig meg is haladják azt. A kettős számlálásból adódó hibák a találatok térbeli elhelyezkedésének ismeretében, valamint a csapatok létszámának pontos meghatározása alapján minimálisra csökkenthető. Szintén csökkenthető a kettős számlálás, ha a sávok hossza optimálisan kerül kijelölésre, mivel a hosszú sávok növelhetik ennek a hibának az előfordulását. Szintén a kettős számlálásból adódó hibák minimális előfordulása feltételezhető a csapatok közötti távolságok alapján.

Az elvégzett légi felmérés által kapott sűrűségadatok közel azonos értéket mutattak a földi kontroll értékekkel. Ezek alapján elmondható, hogy az általunk használt technika és eljárás alkalmas alacsonyán erdősült, mezei élőhelyek őzállományának becslésére. Nyilvánvalóan kisebb területek felmérése esetében a költségeit tekintve meghaladja a földi felmérését, de a terület növekedésével, az úthálózat és vonalas tájelemek generálta horizontális észlelhetőség-csökkenésből adódóan a légi létszámbecslés indokoltá válhat, költség- és idő hatékony, zavarásmentes és pontosabb eredményt is adhat. A kivitelezés során a kapott adatok megbízhatóak, a gazdálkodás számára felhasználhatók, természetesen abban az esetben, ha a környezeti tényezők (hőmérséklet, látási viszonyok, stb.) megfelelőek a technika működtetéséhez.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az NKFI alapból megvalósult AGRARKLÍMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034 projekt támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- 12/2018. (VII. 3.) AM rendelet (2018): Az Észak-dunántúli Vadgazdálkodási Táj vadgazdálkodási tájegységeinek vadgazdálkodási terve.
- CAUGHLEY, G. & SINCLAIR, A. R. E. (1994): *Wildlife ecology and management*. Blackwell Science
- CZIMBER K. (2009): Új, általános célú képosztályozó kifejlesztése nagyfelbontású, textúrával rendelkező digitális képek feldolgozására. *Geomatikai Közlemények* **12**: 249–258.
- FARAGÓ S. (2012): *A LAJTA Project – Egy tartamos mezei vad és ökoszisztéma vizsgálat 20 éve*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- FARAGÓ S., KOVÁCS GY. & LÁSZLÓ R. (2018): Apróvad populációk fenntartásának lehetőségei a LAJTA-Project agrárkörnyezetében, Kutatási jelentés, Sopron.
- FARAGÓ S. & NÁHLIK A. (1997): *A vadállomány szabályozása*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FRANKE, U., GOLL, B., HOHMANN, U. & HEURICH, M., (2012): Aerial ungulate surveys with a combination of infrared and high-resolution natural colour images. *Animal Biodiversity and Conservation* **35**(2): 285–293.
- GAREL, M., BONENFANT, C., HAMANN, J-L., KLEIN, F. & GAILLARD, J-M. (2010): Are abundance indices derived from spotlight counts reliable to monitor red deer *Cervus elaphus* populations? *Wildlife Biology* **16**(1): 77–84. <https://doi.org/10.2981/09-022>
- JACKSON, T. P., MOSOJANE, S., FERREIRA, S. M. & VAN AARDE, R. J. (2008): Solutions for elephants *Loxodonta africana* crop raiding in northern Botswana: moving away from symptomatic approaches. *Oryx* **42**(1): 83–91. <https://doi.org/10.1017/S0030605308001117>
- KOVÁCS GY., DEMETER A. & HELTAY I. (1995): Nagyvadpopulációk létszámbecslése légi felvételezéssel: adatszolgáltatás vadgazdálkodási körzettervekhez. II. Nagyvadpopulációk nagyságának és sűrűségének monitorozása légi felvételezéssel. Kutatási részjelentés. Budapest.
- LÁSZLÓ R. & HEIL B. (2012): A LAJTA Project talajviszonyai. In: FARAGÓ S.: *A LAJTA Project – Egy tartamos mezei vad és ökoszisztéma vizsgálat 20 éve*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 21–33.
- LOISON, A., APPOLINAIRE, J., JULLIEN, J-M. & DUBRAY, D. 2006: How reliable are total counts to detect trends in population size of chamois *Rupicapra rupicapra* and *R. pyrenaica*? *Wildlife Biology* **12**(1): 77–88. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[77:HRATCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[77:HRATCT]2.0.CO;2)
- POTVIN, F. & BRETON, L. (2005): From the field: Testing 2 aerial survey techniques on deer in fenced enclosures – visual double – counts and thermal infrared sensing. *Wildlife Society Bulletin* **33**(1): 317–325. [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2005\)33\[317:FTFTAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2005)33[317:FTFTAS]2.0.CO;2)
- ROSEBERRY, J. L. & WOOLF, A. (1991): A comparative evaluation of techniques for analyzing white-tailed deer harvest data. *Wildlife Monographs* **117**: 1–59.
- SVÁB J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- TAKÁCS Á. (2012): A vadszámlálás légi távérzékelési alapokra helyezésének lehetőségei, egy vizsgálat sorozat előkészítése. *RS&GIS* **2**(2):3–8.
- STEPHENS, P. A., ZAUMYSLOVA, O. Y., MIQUELLE, D. G., MYSLENKOV, A. I. & HAYWARD, G. D. (2006) Estimating population density from indirect sign: track counts and the Formozov–Malyshev–Pereleshin formula. *Animal Conservation* **9**: 339–348. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00044.x>