

## ŐZEK ÁLLOMÁNYSÚRÚSÉG-BECSLÉSI MÓDSZEREINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

TÓTH Gergely, KATONA Krisztián

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet, Vadbiológiai és  
Vadgazdálkodási Tanszék  
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., e-mail: tothgergely0148@gmail.com; katona.krisztian@uni-mate.hu

**Kulcsszavak:** európai őz, *Capreolus capreolus*, állománybecslés, nappali sávtranszekt, reflektor, hőkamera

**Összefoglalás:** Az európai őz (*Capreolus capreolus*) állománya Európában és hazánkban is folyamatosan növekszik. A fajjal történő eredményes vadgazdálkodás és az őzhöz kapcsolódó konfliktusok (vadkár, vadelütés) mérséklése érdekében fontos, hogy minél pontosabban ismerjük az állománysűrűség változásainak mértékét. A bioindikátorokra alapozott, alkalmazkodó őzgazdálkodás elvei nagyban segíthetnek az alföldi vadászatra jogosultak munkáját, ehhez azonban megfelelő módszerekkel gyűjtött adatok szükségesek. A vadgazdálkodásban megjelenő új eszközök, mint pl. a hőkamera, új lehetőségeket jelenthetnek az őzállományok tudományos alapon végzett pontosabb felmérésében. A bemutatott vizsgálatban a nappali sávtranszektben (0–500 m) és éjszakai reflektoros sávtranszektben (0–250 m) történő teljes számlálás, valamint a hőkamerával, megfigyelési pontokról két eltérő távolságra végzett mintaterületes teljes számlálás eredményeit hasonlítottuk össze őz esetében három - a 101. Tiszazugi Vadgazdálkodási Tájégségben található - apróvadás, alacsony erdőszűlségű, sík vadászterületen. A hőkamera reflektornál nagyobb megfigyelési távolságon történő használhatóságát a 0–250 m és a 250–500 m távolsági osztályok összevetésével vizsgáltuk. A becslési eljárásokat öt napon keresztül végeztük el. A négy becslési eljárás közül az éjszakai reflektoros sávtranszekt módszer (18,7 egyed/100 ha;  $s=5,2$ ;  $n=5$ ) adta a legmagasabb, míg a nappali sávtranszekt módszer (11,5 egyed/100 ha;  $s=3,6$ ;  $n=5$ ) a legalacsonyabb egyedsűrűség értéket. A hőkamerás becslési értékek a kettő között helyezkedtek el (0–250 m-en: 17,7 egyed/100 ha;  $s=6,3$ ;  $n=5$ ; 0–500 m-en: 11,6 egyed/100 ha;  $s=6,4$ ;  $n=5$ ). Az utólagos páronkénti összehasonlító tesztek alapján a becslési módszerek között statisztikailag nem volt szignifikáns különbség. A hőkamerás eljárás esetében a 250–500 m távolsági osztályban kevesebb, mint a fele (8,7 egyed/100 ha;  $s=13,9$ ) volt az észlelt egyedsűrűség a 0–250 m távolsági osztályhoz képest; azaz a hőkamerával látott egyedek száma jelentősen csökkent a reflektor hatótávolságán túl. A legkisebb szórást a nappali sávtranszekt eljárás adatai mutatták, de ez a módszer az őz nappali inaktivitása és táplálkozási szokásai miatt alulbecslést eredményezhet. A vadászatra jogosultak számára a minimum állománysűrűség meghatározására az éjszakai reflektoros eljárás és a hőkamerás eljárás 0–250 m között egyaránt javasolható. Humán erőforrás- és időigényük hasonló, elsősorban a hőkamera magas bekerülési költsége mérlegelendő szempont.

### Bevezetés

Az európai őz (*Capreolus capreolus*) a leggyakrabban előforduló és legelterjedtebb szarvasféle Európában (Burbaite és Csányi 2010). Az őz Magyarországon is a legnépesebb állományú nagyvad faj, aminek vizsgálatát indokolja az utóbbi évtizedekben jelentősen megnőtt elterjedési területe és populációsűrűsége (Ernhaf 1996). A magyarországi őzállomány nagysága gazdasági és vadászati szempontból is figyelemre méltó, mivel az egyetlen olyan trófeás nagyvad fajunk, amely a legtöbb magyar vadász számára elérhető (Csányi és Szidnai 1994). A magyar őzállomány hivatalos létszámát a vadászatra jogosultak által becsült létszám adja, ami az elfogadott létszámbecslési eljárások alkalmazásának hiánya miatt erősen megkérdőjelezhető (Majzinger 2009). Marcon et al. (2019) szerint az állomány nagyságának pontos becslése kiemelten fontos a hatékony őzgazdálkodás érdekében. Az állomány nagyságát csak független becslések elvégzésével lehetne megfelelően meghatározni (Csányi és Szidnai 1994). A jelöletlen egyedekből álló vadállományok csupán megfigyelésen alapuló becslése mindig alulbecslést fog eredményezni (Andersen 1953, Strandgaard 1967).

A hazai vadászatra jogosultak nagy része nem végez tudományosan megalapozott becslést az őzállományra vonatkozóan. Az éves vadgazdálkodási becslés és terv elkészítése során

jelentett létszámok gyakran vélekedésen alapulnak vagy a pénzügyi terv alapján határozzák meg. Az állomány nagyságok pontosabb ismerete viszont szükséges lenne a különböző vadgazdálkodási tervezési szinteken a fajjal történő eredményes gazdálkodás és az özhöz kapcsolódó konfliktusok (vadkár, vadelütés) mérséklése érdekében. A bioindikátorokra alapozott, alkalmazkodó őzgazdálkodás elvei (Csányi és Majzinger 2018, Morellet et al. 2007) nagyban segíthetnék az alföldi vadászatra jogosultak munkáját, ehhez azonban megfelelő módszerekkel gyűjtött adatok szükségesek.

Nincs olyan univerzális állománybecslési módszer, amely olcsón elvégezhető, minden élőhelyi körülmény esetén használható, valamint megfelelő pontosságot és megbízhatóságot is ad. A választható állománybecslési módszert a körülmények, a környezet jellege, a lehetséges költségek és az állománybecsléstől elvárt pontosság mértéke határozza meg (Čečko 2016). A populáció rekonstrukció (Ratcliffe és Mayle 1992, Csányi és Tóth 2000, Csányi 2002, Majzinger 2009) és a jelölés-visszafogás (Petersen 1986, Lincoln 1930, Andersen 1961, Strandgaard 1967, Spitz 1977) elfogadott és célravezető módszerek lehetnek, de a jelölés-visszafogás alkalmazásakor az állomány 2/3-át meg kellene jelölni ahhoz, hogy az őzállomány becslése pontos legyen (Strandgaard 1967, 1974). Természetesen a vadászatra jogosultak rendelkezésére álló erősen korlátozott erőforrások nem teszik lehetővé ennek a módszernek az alkalmazását. A hajtással történő számlálás (Andersen 1953, Meriggi et al. 2008, Borkowski et al. 2011, Marcon et al. 2019) népszerű becslési módszer kérődző vadfajok sűrűségének meghatározására, de a módszer megbízhatóságának és pontosságának megítélése megosztja a szakembereket. A kameracsapdával történő becslés relatív költsége magas (Marcon et al. 2019) és nyílt területeken nem alkalmas az őzállomány becslésére a kamera kihelyezésre alkalmas kevés tereptárgy, elsősorban a fák hiánya miatt (ENETWILD Consortium, Grignolio et al. 2020). A hullatékszámolás túl nagy szórást mutatott Marcon et al. (2019) vizsgálata alapján. A reflektort (Focardi et al. 2001, Frylestam 1981, Kovács és Heltay 1985), az infravörös kamerát (Focardi et al. 2001) és a hőkamerát (Morelle et al. 2012) is alkalmazták vadfajok állományainak becslésére, de a vadfaj mérete, szőrzete, a terep felszínborítása eltérő módon befolyásolhatja az eredményt. Waltert et al. (2020) szerint a vonal transzekt nem megfelelő módszer őzállományok becslésére. Munkájukban a véletlenszerű találkozás modelljét (REM) hasonlították össze a vonal transzekt módszerével őz esetében, és a vonal transzekt 81–86%-os alulbecslést eredményezett a REM-hez képest az őzek meneküléséből, helyváltoztatásából eredő torzítások miatt. A sávtranszektben történő számlálás megfelelő módszer lehet, és mezei nyúlra - ami az alföldi területeken az őzzel közös élőhelyeket foglal el - sikeresen alkalmazták (Pielowski 1969, Kovács és Heltay 1985, Demeter és Kovács 1991).

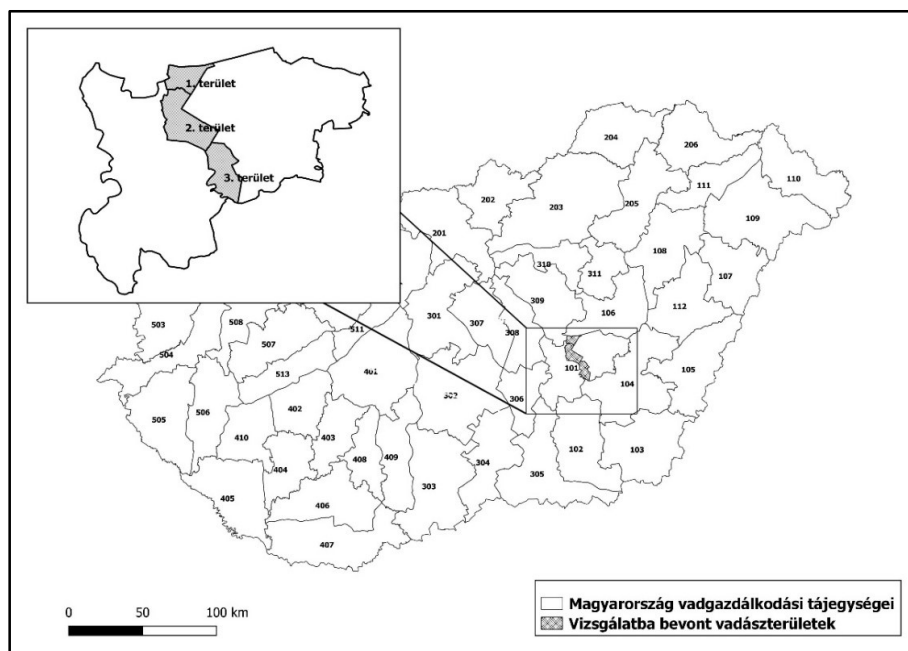
Meriggi et al. (2008) módszertani áttekintése szerint Európában igen változatos megoldásokat használnak az őzek populációméretének becslésére. Egyértelmű, hogy inkább az olcsóbb, könnyen végrehajtható megoldások kerülnek be és maradnak meg a mindennapi gyakorlatban. Terepjáró autó, nappali megfigyelésre alkalmas távcső, ill. éjszakai felmérésekhez megfelelő nagy teljesítményű reflektor minden hazai vadászatra jogosultnál rendelkezésre áll. A hőkamera is egyre elterjedtebb eszköz a vadászatban, de a vadásztól eltérő célra kevesen használják. Így vizsgálatunkban négy valószínűleg könnyebben elvégezhető becslési eljárást hasonlítottunk össze: 1) a nappali, sávtranszektben történő teljes számlálást 0–500 m között, 2) az éjszakai, reflektorral, sávtranszektben történő teljes számlálást 0–250 m között, ill. 3.a) és b) az éjszakai, hőkamerával, megfigyelési pontokról végzett mintaterületen számlálást két eltérő távolsági intervallumban, 0–250 m és 0–500 m között.

Kutatási kérdésünk az volt, hogy alföldi, alacsony erdősültségű, jól belátható sík területeken melyik módszer lehet a legmegfelelőbb széles körben történő alkalmazásra őzek állomány sűrűség-becslésére. Előzetesen a hőkamerás módszerektől vártuk a legmagasabb és a nappali módszertől a legalacsonyabb egyedsűrűség értékeket.

## Anyag és módszer

### Vizsgálati területek

A becslési eljárások összehasonlítását három vadászterületen végeztük el. Mindhárom terület Jász-Nagykun-Szolnok megyében, azon belül a 101. Tiszazugi Vadgazdálkodási Tájégségben (1. ábra) helyezkedik el.



1. ábra: A vizsgálati területek elhelyezkedése Magyarországon

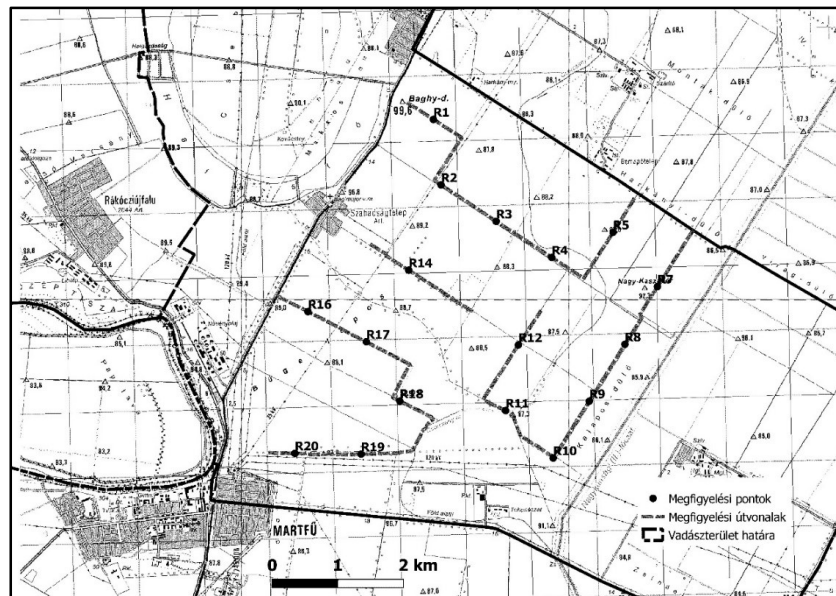
Figure 1: Locations of the study areas in Hungary

A három terület alföldi, apróvadas jellegű, őzes-mezei nyulas vadászterület, nagyon alacsony, 4% alatti erdősültséggel.

- Az 1. terület vadgazdálkodásra alkalmas területe 3800 ha. Ezen a vadászterületen három napon keresztül végeztük el mindhárom becslési eljárást. A területre jellemző az intenzíven művelt mezőgazdasági terület, melyet mezővédő erdősávok és néhány hektárnyi erdőfolt szakít meg. Természetes és mesterséges vízfolyás nem található, így vízellátottsága gyenge.
- A 2. terület mérete 3400 ha. Ez a helyszín szintén intenzív mezőgazdasági művelésű, néhány mezővédő erdősávval és erdőfolttal. Nagymértékben meliorált, így nagyszámú öntözőcsatorna tagolja, vízellátottsága tájegységi viszonyok között kiváló. Itt egy napon végeztük el a becsléseket.
- A 3. terület 5900 ha kiterjedésű. Ennek is egy részét öntözőcsatornákkal tagolt, intenzíven kezelt mezőgazdasági kultúra jellemzi. Azonban a gyengébb talajadottságú részekben kevésbé intenzív a művelés, kisebbek a parcellaméretetek, illetve a Hármas-Körös folyó, mint területhatár több kilométeren keresztül szegélyezi, ezzel hullámtéri területeket is biztosítva. Ezen a területen szintén csak egy napon végeztük el a becslési eljárásokat.

A felmérési útvonalakat térképen előre megterveztük a területen illetékes hivatásos vadászokkal. Vadászterületenként eltérő számú, 4–6 útvonalat rögzítettünk. Az útvonalak kijelölése a közlekedési viszonyok és lehetőségek alapján történt, az őzállományok vélt sűrűsége és a területen való eloszlása nem befolyásolta a kijelölést. Figyelembe vettük azt is, hogy a legszélesebb, nappali sávtranszekt esetében se fedjenek át egymással az útvonalak. Az

útvonalakat minden alkalommal az adott területen történt első nappali becslés során rögzítettük Garmin 64 S típusú kézi GPS készülékkel, EOVS koordinátában. A nappali és éjszakai reflektoros eljárás útvonalai megegyeztek. Az útvonalak együttes hossza az 1. számú területen 17 517 m, a 2. számú területen 21 227 m, a 3. számú területen pedig 30 444 m volt. A hőkamerás megfigyelési pontokat az első nappali becslés alkalmával az útvonal felvétele során rögzítettük EOVS koordinátában. Figyelembe vettük, hogy légvonalban legalább 1 km legyen a pontok között az 500 m sugarú megfigyelési körök átfedésének elkerülése érdekében. A 1. területen négy útvonal és 15 megfigyelési pont, a 2. területen négy útvonal és 16 megfigyelési pont (2. ábra), a 3. területen hat útvonal és 26 megfigyelési pont került rögzítésre.



2. ábra: A 2. számú terület megfigyelési pontjai és útvonalai  
Figure 2: Observation points and routes in study area No. 2

A négy becslési eljárásban területenként a kijelölt útvonalak hosszát, a megfigyelési pontok számát, az egyes eljárások mintaterületeinek nagyságát és vadászterülethez viszonyított arányát az 1. táblázat mutatja. Jól látható, hogy az összes vizsgálati területen a vizsgálatba bevont területek aránya meghaladta a Pielowski (1969) által javasolt minimum 5%-os értéket mindkét sávtranszektben történő becslési eljárás és a hőkamerás eljárások esetében is.

1. táblázat: A kijelölt útvonalak hossza, megfigyelési pontok száma, az egyes eljárások mintaterületeinek nagysága és vadászterülethez viszonyított aránya

Table 1: Length of designated routes, number of observation points, size of sample areas for each procedure and ratio to hunting area

Megnevezés		1. terület	2. terület	3. terület
Vadászterület mérete (ha)		3800	3400	5900
Nappali eljárás	Útvonalak együttes hossza (m)	17 517	21 227	30 444
	Mintaterület mérete (ha)	1 683	2 070	2 583
	Mintaterület a vadászterület %-ában	44,3	60,9	43,8
Éjszakai reflektoros eljárás	Útvonalak együttes hossza (m)	17 517	21 227	30 444
	Mintaterület mérete (ha)	785	1 035	1 317
	Mintaterület a vadászterület %-ában	20,7	30,4	22,3
Éjszakai hőkamerás eljárás 0–250 m	Megfigyelési pontok száma (db)	15	16	26
	Mintaterület mérete (ha)	265	309	417
	Mintaterület a vadászterület %-ában	7,0	9,1	7,1
Éjszakai hőkamerás eljárás 0–500 m	Megfigyelési pontok száma (db)	15	16	26
	Mintaterület mérete (ha)	981	1308	1617
	Mintaterület a vadászterület %-ában	25,8	38,5	27,4

A becslésekre egy nap kivételével február hónap végén és március első felében került sor, kivéve a 3. számú vadászterületet, ahol az útviszonyok ebben az időszakban nem tették lehetővé a kijelölt útvonalakon terepjárával történő mozgást. Az 1. számú területen 2020. február 27-én, március 10-én és március 13-án (3 nap), a 2. számú területen 2020. március 12-én (1 nap), a 3. számú területen március 19-én (1 nap) végeztük el a felmérést. A területenként elvégezhető becslési napok számát a terepi közlekedés nehézségei és a hivatásos vadász és terepjárójának rendelkezésre állása határozta meg, a különbségek ebből adódtak. Az összes vizsgálati napon mind a négy eljárást alkalmaztuk, tehát napközben elvégeztük a nappali és még aznap este a reflektoros és hőkamerás becsléseket. Az összes kutatási napon szélmentes vagy enyhén szeles, csapadék- és ködmentes idő volt nappal és éjszaka egyaránt, naplemente után enyhe fagygal.

### Terepi adatgyűjtések módszerei

Mindegyik eljárást a területeken Tóth G. végezte az illetékes hivatásos vadász segítségével. A terepjárást a hivatásos vadász vezette. A nappali eljárás során teljes számlálást végeztünk sávtranszektekben (Demeter és Kovács 1991). Az eljárás során az előzetesen térképen rögzített útvonalakat terepjárával jártuk be 5–10 km/h sebességgel. Az útvonalak bejárása a területenkénti összes útvonal hosszától függően 3–5 órát vett igénybe. Az útvonal mentén jobbra és balra 500 m-es távolságon belül és az úton látható egyedeket számoltuk, így 1 km széles sávot kaptunk a becsléshez. A megfigyelési távolság meghatározásánál döntő szerepe volt a dűlők hosszának, mely Magyarországon az ekés művelésből természetesen kialakuló mérték, és a XVIII. században már 600-700 m körül volt (Hudi 2002). Az Alföldön ez az érték 550–600 m lett (a gőzeke drótkötélpálya hossza miatt). A dűlők találkozásánál jellegzetes mezővédő erdősávokat telepítettek, amelyek a mi esetünkben akadályozták volna a dűlőhossznál nagyobb távolságra történő megfigyelést. Az 500 m-es távolság így biztosította, hogy az esetleges elszántások, egyéb emberi tevékenység miatt lerövidült dűlőhossz esetén se akadályozza vonalas létesítmény, erdősáv, nádas csatorna az őzek észlelését nappali körülmények között. Mindenki a saját, a haladási iránynak megfelelő oldalán számolta az őzeket, rövid megállásokkal a távolság méréséhez és az ivar megállapításához, mert mozgó járműből nem lehetett a távolságmérő eszközt és a spektívet használni. Az őzek egyértelmű azonosítására Leica Geovid 8x56 R és Leica Trinovid 8x42 HD keresőtávcsövet használtunk. A Leica Geovid 8x56 R lézeres távolságmérő keresőtávcső lézeres távmérő funkciójának (350 m távolsáig +/- 1 m, 350 m-től 700 m-ig +/- 2 m mérési pontosság) segítségével kontrolláltuk, mely őzek tartózkodnak az útvonaltól 500 m-en belül, és csak ezeket az egyedeket számoltuk. Ahol a számlálást valamilyen tereptárgy akadályozta vagy a helyszín nem volt alkalmas számlálásra (nem átlátható, sűrű erdősáv, erdő, tanyahely, halastó stb.), azt a szakaszt - a takarás szempontjából releváns oldal szerint - a transzekt területének számításakor nem vettük figyelembe. A nem belátható szakaszok területét QGIS 3.4.12 térinformatikai szoftver segítségével georeferált Google Satellite ortofotós raszter alapon számítottuk ki.

Az éjszakai reflektoros eljárás során teljes számlálást végeztünk sávtranszektekben (Demeter és Kovács 1991). Az éjszakai sávtranszekt becslést a nappal felvett útvonalak mentén kézi, autó szivargyújtóról üzemelő AVIDE Entac típusú 1200 lm fényerejű led-reflektorral, illetve egy házi készítésű, autó fényszóró foncsorból készített autó akkumulátorral üzemelő „Andó-féle” (Andó László hivatásos vadász tervei alapján készült) kézi reflektorral végeztük, 5–10 km/h haladási sebességgel, rövid megállásokkal a távolság megállapításához. A max. 250 m-es megfigyelési távolságot az első felmérés során a reflektor használatakor tapasztalt - a hivatásos vadással egyetemlegesen megállapított - őz észlelési távolság adta. A két reflektor hatótávolsága megegyezett, mindkét eszközzel jól felismerhetőek voltak az őzek 250 m-ig. Az útvonalak bejárása a területenkénti összes útvonal hosszától függően 3–5 órát vett igénybe. Ebben az esetben is a területen illetékes hivatásos vadász és Tóth G. voltak jelen. Az útvonalon

látható és az útvonaltól jobbra és balra 250 m távolságon belüli őzeket számoltuk, ezen távolságok összege adta az éjszakai sávtranszekt szélességét, amely így 500 m volt. Mindenki a saját, haladási iránynak megfelelő oldalán szabad szemmel számolta az észlelt őzeket, melyet papíron rögzítettünk. A járművezető az alacsony sebesség miatt ugyanolyan jól tudta számolni az őzeket, mint a másik oldalon ülő személy. Ahol indokolt volt a pontos számolás érdekében, ott rövid időre megállította a járművet. A reflektor hatótávolságát (250 m) - amely távolságig szabad szemmel egyértelműen azonosítani tudtuk a látott állatról, hogy őz - Pulsar XQ38 Accolade LRF hőkamera lézeres távolságmérő funkciójával (1000 m távolságig +/- 1 m mérési pontosság) állapítottuk meg. A látott őzek útvonaltól való távolságát folyamatosan ellenőriztük. A nappali eljárástól eltérően itt több volt a be nem látható szakasz, mert az útvonal mentén található mezővédő erdősávok eltérő sűrűsége miatt a reflektor nem világított át minden olyan erdősávot (illetve a növényzetről visszaverődött a fény), amelyen keresztül az őzek nappal könnyedén észlelhetőek voltak szabad szemmel is. A be nem látható szakaszok területét itt is a fent említett térinformatikai szoftver segítségével számoltuk ki, amelyeket ebben az esetben is kivontunk a transzekt teljes területéből.

A hőkamerás eljárást kvadrátokban történő teljes számlálás elve szerint végeztük (Demeter és Kovács 1991), azzal a különbséggel, hogy nem kvadrátok, hanem körök adták a mintaterületet. A hőkamerás eljárás az éjszakai reflektoros eljárással egy időben, szintén ketten vettünk részt a területen illetékes hivatásos vadással. A megfigyelési ponttól való vizsgálati távolság megállapítására hőkamerás láthatósági vizsgálatot végeztünk. Egy ember 0 m-től a láthatóság felső határáig gyalogolt tőlünk elfelé egyenes vonalban. 50 m-enként megállt (0–2 m magasság) majd leguggolt (0–1 m magasság), mi pedig a hőkamera képrögzítő funkciójával felvételt készítettünk róla mindkét testhelyzetben. Öt különböző felszínborításon végeztük el a vizsgálatot: őszi káposztarepcén, őszi gabonavetésen, elmunkált talajon, őszi mélyszántáson és gyepen. A vizsgálat alapján 500 m távolságig csak az őszi káposztarepcében guggoló emberalak nem volt egyértelműen felismerhető (450 m-ig lehetett azonosítani). 550 m-től már több felszínborításon felismerhetetlen volt az álló és a guggoló emberalak is, ezért 500 m-ben határoztuk meg a hőkamera vizsgálati távolságát.

Ennél az eljárásnál a nappali útvonalrögzítés során az útvonallal egyidejűleg előzetesen rögzített megfigyelési pontokon kiszállva, a terepjárótól néhány méterre ellépve az éjszakai reflektoros eljárásnál távolságmérésre is használt hőkamerával 360 fokban körbenézve, a távolságmérő funkció „SCAN” módjában folyamatosan mérve a távolságot mondtuk be a látott őzek (3. ábra) számát a hivatásos vadásznak, aki az adatokat feljegyezte papírra.



3. ábra: Hőkamerával észlelt és SCAN üzemmódban megmért távolságban lévő őzek  
 Figure 3: Roe deer with distance indication, detected by a thermal camera and measured in SCAN mode

A megfigyelési ponttól 250 m távolságon belül és 250–500 m távolság között észlelt összes őz számát külön rögzítettük. Így két becslési távolságot (0–250 és 0–500 m) kaptunk, melyeket külön módszerként értékeltünk, illetve vizsgáltuk a két távolsági intervallum különbségéből adódó külső körgyűrűben észlelt egyedsűrűséget (250–500 m közötti távolság) is. Az őzek megfigyelési ponttól való távolságát szintén a hőkamera „SCAN” módjában a távolságot folyamatosan mérve állapítottuk meg.

A megfigyelési körök be nem látható részeit szintén QGIS 3.4.12 térinformatika szoftver segítségével georeferált Google Satellite ortofotós raszter alapon számítottuk ki.

### **Adatok elemzése**

A papíron feljegyzett egyedszámokat és a térinformatikai program segítségével számolt területadatokat Microsoft Excel táblázatkezelő programban rögzítettük. A nappali és éjszakai reflektoros módszer esetében a sávtranszsektek korigált, belátható területét, a hőkamerás módszerek esetében a körök korigált, belátható területét vadászterületenként összeadtuk, így megkaptuk az adott vadászterületen belüli adott eljárással vizsgált mintaterület nagyságát. Az így kapott területmért és a benne megszámlolt egyedek adatai alapján külön-külön minden vadászterületre, minden napra és becslési eljárásra egyed/100 ha-ban kifejezett sűrűséget számoltunk. A hőkamerás megfigyelési pontok esetében az egy vadászterületen rögzített 250 m sugarú körök egyenkénti és összterületére és az 500 m sugarú körök egyenkénti és összterületére vonatkozó egyedsűrűségét is kiszámoltuk. A 250 m és 500 m sugarú körök közötti körgyűrű egyedsűrűségét az ugyanazon a megfigyelési ponton 500 m sugarú körön belül és a 250 m sugarú körön belül észlelt egyedek értékeinek különbségei alapján számoltuk ki. A távolsági osztályok összehasonlításánál az adott intervallum összes megfigyelési ponthoz tartozó értékeit vettük figyelembe.

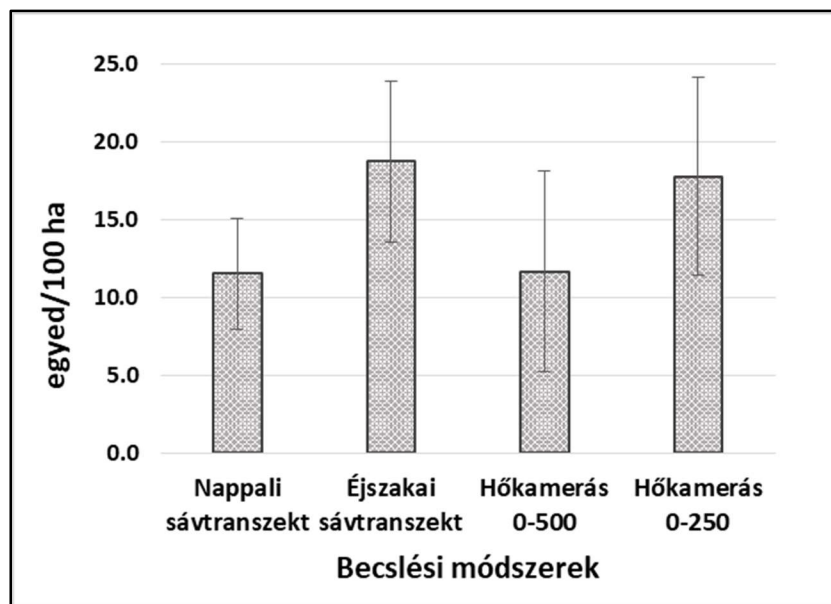
A transzekt módszereknél az útvonalak adták az adatpontokat, a hőkamerás módszereknél pedig a megfigyelési pontok. A naponkénti nappali és éjszakai sávtranszsekt, ill. a hőkamerás eljárásokkal kapott egyedsűrűség értékek normál eloszlását Kolmogorov-Szmirnov teszttel vizsgáltuk, majd ismételt méréses ANOVA-teszttel hasonlítottuk össze a négy becslési módszer adatsorait.

Az éjszakai hőkamerás módszer esetén a 250 m sugarú körön belüli egyedsűrűségek és a 250 m és 500 m közötti körgyűrűn belüli egyedsűrűségek egy megfigyelési ponthoz tartozó értékeinek összehasonlítása páros Wilcoxon-teszttel történt.

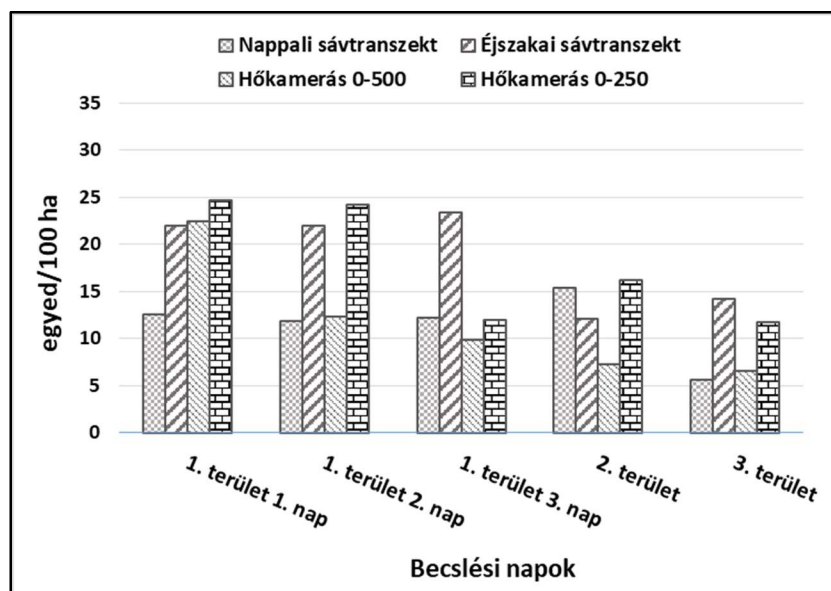
A statisztikai számításokat GraphPad InStat 3.05 statisztikai szoftverrel végeztük.

### Eredmények és megvitatásuk

A négy különböző módszerrel kapott egyedsűrűségek szignifikánsan különböztek egymástól (ismételt méréses ANOVA:  $F(3,16)=3,24$ ;  $P=0,025$ ). Az éjjel végzett sávtranszekt módszer napok közötti átlaga adta a legmagasabb értéket (18,7 egyed/100 ha;  $s=5,2$ ;  $n=5$ ), míg a nappal végzett sávtranszekt módszer napok közötti átlaga a legalacsonyabbat (11,5 egyed/100 ha;  $s=3,6$ ;  $n=5$ ). A hőkamerás 0–250 m-es eljárás napok közötti átlaga 17,7 egyed/100 ha ( $s=6,3$ ;  $n=5$ ), a hőkamerás 0–500 m-es eljárás napok közötti átlaga pedig 11,6 egyed/100 ha ( $s=6,4$ ;  $n=5$ ) volt (4. ábra).



4. ábra: A négy beclési módszer alapján számolt özsűrűség napok közötti átlaga és szórása  
Figure 4: Daily mean and standard deviation of roe deer densities by four estimation methods



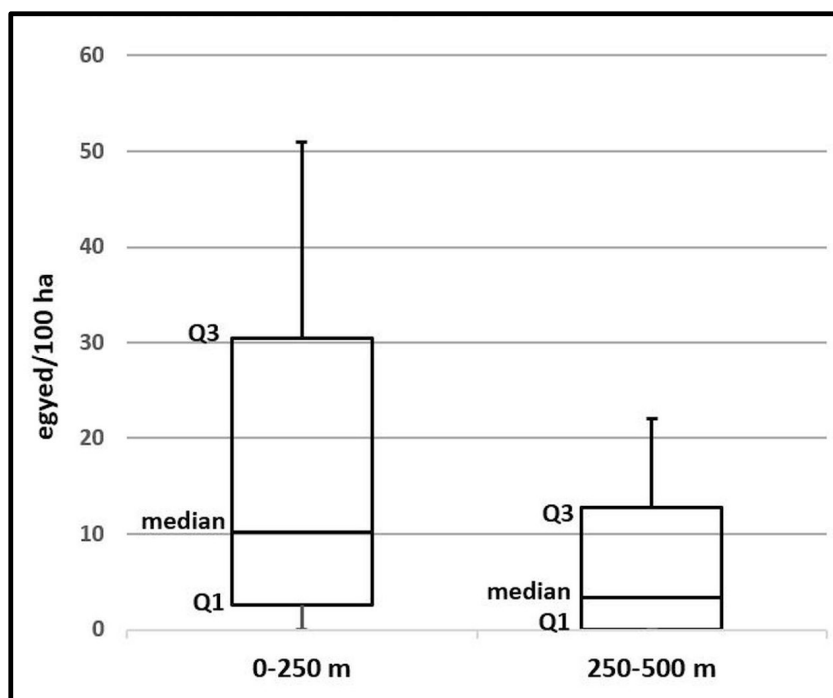
5. ábra: A négy beclési módszerrel kapott naponkénti özsűrűség értékek  
Figure 5: Daily roe deer population densities by four estimation methods

Az öt naphból három napon a 0–250 m-es hőkamerás módszer (1. nap 24,6 egyed/100 ha; 2. nap 24,2 egyed/100 ha; 4. nap 16,2 egyed/100 ha), kettő napon (3. nap 23,4 egyed/100 ha; 5.



nap 14,2 egyed/100 ha) pedig az éjszakai sávtranszekt módszer adta a legmagasabb értéket (5. ábra). Az utólagos többszörös összehasonlító Tukey-Kramer teszt eredménye alapján a becslési módszerek páronkénti összehasonlításakor a módszerek között nem volt statisztikailag szignifikáns különbség ( $p > 0,05$ ).

A hőkamerás eljárás során a 0–250 m és a 250–500 m közötti távolsági osztályokban mért egyedsűrűség értékek egymástól erősen szignifikánsan különböztek (páros Wilcoxon-teszt:  $W=1513$ ,  $p < 0.0001$ ). A 250–500 m közötti körgyűrűben kapott egyedsűrűségek átlaga (8,7 egyed/100 ha;  $s=13,9$ ;  $n=87$ ) a fele volt a 0–250 m-es körben számolt (17,2 egyed/100 ha;  $s=19,8$ ;  $n=87$ ) egyedsűrűségek átlagának (6. ábra).



6. ábra: A hőkamerás becsléssel két távolsági kategóriában kapott őz egyedsűrűség értékek mediánjai és kvartilisei

Figure 6: Medians and quartiles of the roe deer population densities in two different distance categories obtained using thermal camera

A hőkamerás 0–250 m-es sávban kapott egyedsűrűség értékek és az éjszakai sávtranszekttekkel kapott értékek között nem volt statisztikai eltérés - a reflektor észlelési távolságán belül a hőkamera hasonló értékeket adott, mint a reflektor. A hőkamerával a 250 m feletti távolságon kapott jóval alacsonyabb egyedsűrűség értékek, ill. magas bekerülési költsége miatt 250 m-nél nagyobb távolságra nem indokolt a hőkamera elsődleges használata az őzállományok becslésére. Az előzetes várakozásunk, hogy a hőkamera használatával kapjuk majd a legmagasabb egyedsűrűség értékeket, nem igazolódott. Focardi et al. (2001) az infravörös kamera és a reflektor használata során észlelt vadfajok létszámának összehasonlításakor nem találtak szignifikáns eltérést a két eszköz használatával kapott eredmények között vörös róka és dámszarvas esetében. A fényszórával történő becslést ugyanúgy februárban végezték, mint mi a jelen vizsgálatunkban. A vaddisznó az infravörös kamera által jobban detektálható volt, mint reflektorral. A gímszarvas esetében is - a téli időszak kivételével - mindig nagyobb értéket adott az infravörös kamera.

Vizsgálatunkban az öt éjszaka során felmért összesen 87 hőkamerás megfigyelési pont értékei alapján, a 250 m-en belüli egyedsűrűség átlagosan több mint kétszerese volt a 250–500 m közötti körgyűrűben kapott egyedsűrűségnek. Ez arra enged következtetni, hogy a hőkamera esetében 250 m fölötti távolságon jelentősen csökkent az őzek láthatósága és/vagy tényleges

egyedsűrűsége. Véleményünk szerint a reflektoros eljárás nem befolyásolta negatívan a hőkamerás megfigyelési pontokon észlelt őzek számát, mert a 250–500 m közötti távolsági osztályban számolt egyedsűrűség nem volt több mint a 250 m-en belül észlelt egyedsűrűség. Ha a módszereink erősen riasztó hatást gyakoroltak volna az őzekre, akkor távolabbra növekedni kellett volna az egyedsűrűségnek. Egy módosított vizsgálat tárgyát képezheti, hogy ennek az esetleges zavaró hatásnak a kizárására nem azonos napon kellene elvégezni a reflektoros és a hőkamerás eljárást.

Az elvégzett vizsgálat alapján az éjszakai sávtranszekt becslési eljárás adta abszolút értékben a legnagyobb egyedsűrűség értékeket. Feltételezve, hogy a feljegyzett egyedek mind őzek voltak (a fajtévesztésből adódó hiba elenyésző volt), és azt, hogy nem veszünk észre mindig minden állatot a célfajból a vizsgált észlelési távolságtartományon belül, megállapíthatjuk, hogy a reflektoros becslés volt a legpontosabb, azaz a legkisebb alulbecslés itt fordulhat elő. Ezen elsődleges szempontunk, illetve az alacsonyabb költsége alapján ez a leginkább javasolt módszer az őz állománysűrűség becslésére, de a hőkamera alkalmazása is várhatóan hasonló egyedsűrűség értékeket fog eredményezni.

Ennek a két eljárásnak (éjszakai sávtranszekt és hőkamerás 0–250 m-es) az ember- és időigénye hasonlóan kedvező lehet és bármely vadászatra jogosult képes megfelelően elvégezni mindkét becslési eljárást. Ha szükséges, a hőkamerás eljárást egy személy is el tudja végezni a megfigyelési pontokon az autóból kiszállva, így a munkaerő igénye akár kisebb is lehet a reflektorozásnál. A járműigényük megegyezik, de rendkívül magas a megfelelő minőségű hőkamera bekerülési költsége (1,000,000 Ft felett). A nagyobb távolsági intervallumban kapott alacsonyabb egyedsűrűség értékek miatt max. 500 m-re történő megfigyelési távolság alkalmazása esetén az őzállomány becslésére elsődleges módszerként nem javasoljuk, de megfelelő alternatívája lehet a reflektoros eljárásnak az intenzíven reflektorozott területeken - ahol a reflektortól menekülnek az őzek -, ha a megfigyelési távolság nem több 250 m-nél. Más típusú, nagyobb felbontású és nagyobb észlelési távolságú hőkamera alkalmazása eredményesebb lehet, de szükséges a különböző minőségű és árú eszközök megfelelő összehasonlítása. Különböző hőkamerák minősége, ill. az, hogy hogyan befolyásolja a légyszárú vegetáció (őszi vetések) magasságának növekedése a vizsgált vadfajok láthatóságát, egy későbbi vizsgálat tárgyát képezheti. Focardi et al. (2001) által végzett összehasonlító vizsgálat során az infravörös kamerával és reflektorral észlelt egyedsűrűségek között nem volt szignifikáns különbség az általuk meghatározott ugyanazon fűmagassági osztályokban, a két eszköz használatakor a távolsági osztályok alapján 51–100 m közötti sávban mutatkozott a legnagyobb különbség.

Az őzek nappal kevesebbet mozognak, ha van rá lehetőségük, akkor rejtőzködnek, szélvédett helyre húzódnak, ezért a nappali sávtranszektben történő számlálás az őz napi aktivitásából adódóan jelentősebb alulbecslést eredményezhet még a rendkívül alacsonyan erdősült sík területeken is.

A vizsgálatunk során kapott egyedsűrűség értékek a vadászatra jogosultak kötelező adatszolgáltatása során, az éves vadgazdálkodási becslésben jelentett őzállomány nagyságok alapján számolt egyedsűrűség értékekhez képest lényegesen nagyobb őzsűrűségről tanúskodnak (2. táblázat). Az adott területen legmagasabb egyedsűrűség értéket adó módszerrel kapott értékek jól szemléltetik a hivatalosan jelentett állomány nagyságok pontatlanságát és a tudományos alapú, megfelelő módszertannal elvégzett állománybecslések elvégzésének fontosságát. Az 1. terület esetében a három nap átlaga adta a 2. táblázatban szereplő értéket.

2. táblázat: A jelentett őzállományok sűrűsége és a vizsgálat eredményeként kapott egyedsűrűségek  
 Table 2: The reported roe deer population sizes and the individual densities as a result of the study

	Nettó vadászterület (ha)	Jelentett őzállomány sűrűsége (egyed/100 ha)	Vizsgálat során becsült állománysűrűség (egyed/100 ha)
1. terület	3800	6,6	22,4 +/- 0,9
2. terület	3400	8,5	16,2
3. terület	5900	6,7	14,2

Az őzállományok becslését precízen és lelkiismeretesen el kell végezni, de nem szabad elfelejteni, hogy bármelyik eljárással kapott értékek is minimumbecslések (nem vehetünk észre mindig minden egyedet), így alulbecslést eredményezhetnek. Egy megfelelő módszerrel elvégzett állománysűrűség becslés eredménye - egyéb adatok mellett - megfelelő kiindulópontja lehet a bioindikátorokra alapozott gazdálkodásnak, mely során már akár létszám- és sűrűségbecslési eljárások nélkül is nyomon tudjuk követni az őzállomány minőségét, állapotát, környezetre gyakorolt hatásait, az ezekben bekövetkező kedvező vagy kedvezőtlen változásokat. A változások iránya visszajelzés a vadgazda számára állománykezelésének helyességéről. A visszajelzés megfelelő értelmezése esetén módosítható az állománykezelés, amely eredményeként a mezőgazdasági és erdei vadkár konfliktusok, vadgépjármű ütközések csökkenthetőek, és akár alacsonyabb állománysűrűség mellett is jövedelmezőbb őzgazdálkodás folytatható.

#### Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk megköszönni a vizsgálatban résztvevő három vadászatra jogosult hivatásos vadászainak és mindhárom vadászatra jogosult vezetőségének, hogy a vadászterületen való mozgást lehetővé tették számunkra és terepjárával, személyes segítségükkel, helyismeretükkel hozzájárultak a vizsgálat elvégzéséhez. Köszönjük Prof. Dr. Csányi Sándornak az irodalmazásban, Dr. Schally Gergelynek a térinformatikai program használatában, Csókás Adriennek a kézirat formai megjelenítésében nyújtott segítségét. Köszönjük az Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskola támogatását.

#### Irodalomjegyzék

- Andersen, J. 1953: Analysis of the Danish roe deer population based on the extermination of the total stock. Danish Review. Game Biology 2: 127–155.
- Andersen, J. 1961: Biology and management of roe-deer in Denmark. Game biology station Kaló. La Terre et La Vie 1: 41–53.
- Borkowski, J., Palmer, S.C.F., Borowski, Z. 2011: Drive counts as a method of estimating ungulate density in forests: mission impossible? Acta Theriologica 56: 239–253.
- Burbaite L., Csányi S. 2010: Az őzállomány nagyságának és hasznosításának változása Európában. Vadbiológia 13: 1–11.
- Chečko, E. 2016: Estimating forest ungulate populations: a review of methods. Forest Research Papers 72(3): 253–265.
- Csányi S., Szidnai L. 1994: Őzgazdálkodásunk helyzetének értékelése. Vadbiológia 4: 73–107.
- Csányi S., Tóth P. (2000): Populáció-rekonstrukció alkalmazása a hazai gímszarvas állomány létszámának meghatározására. Vadbiológia 7: 27–37.
- Csányi S. (2002): Populáció-rekonstrukció alkalmazása a muflonállomány létszámának meghatározására. Vadbiológia 9: 54–65.
- Csányi S., Majzinger I. 2018: Az őz: ökológiai és alkalmazkodó gazdálkodás. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, p. 39.
- Demeter A., Kovács Gy. 1991: Állatpopulációk nagyságának és sűrűségének becslése. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 272.
- ENETWILD consortium, Grignolio, S., Apollonio, M., Brivio, F., Vicente, J., Acevedo, P., Palencia, P., Petrovic, K., Keuling, O. 2020: Guidance on estimation of abundance and density data of wild ruminant population: methods, challenges, possibilities. EFSA supporting publication 2020: EN–1876. p. 54. doi:10.2903/sp.efsa.2020.EN–1876
- Ernhaf J. 1996: Összehasonlító populációgenetikai vizsgálatok magyarországi őzpopulációkban. Vadbiológia 5: 92–97.

- Focardi, S., De Marinis, A.M., Rizzotto, M., Pucci A. 2001: Comparative evaluation of thermal infrared imaging and spotlighting to survey wildlife. *Wildlife Society Bulletin* 29 133–139.
- Frylestam, B. 1981: Estimating by spotlight the population density of the European hare. *Acta Theriologica* 28: 419–427.
- Hudi J. 2020. (szerk.) Dunántúli egyházleírások a XVIII. századból - A Pápai Református Gyűjtemények Kiadványai, Forrásközlések 5. Pápa
- Kovács Gy., Heltay I. 1985: A mezeinyúl. Ökológia, gazdálkodás, vadászat. Mezőgazdasági Kiadó. p. 176.
- Lincoln, F.C. 1930: Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. U.S. Department of Agriculture, Circular 118, p. 6.
- Majzinger I. 2009: A magyarországi őzállomány létszámának meghatározása populáció-rekonstrukcióval. *Vadbiológia* 13: 11–23.
- Marcon, A., Battocchio, D., Apollonio, M., Grignolio, S. 2019: Assessing precision and requirements of three methods to estimate roe deer density. *PLoS One* 14(10): e0222349.
- Meriggi, A., Sotti, F., Lamberti, P., Gilio, N. 2008: A review of the methods for monitoring roe deer European populations with particular reference to Italy. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy* 19(2): 103–120.
- Morellet, N., Gaillard, J-M., Hewison, A.J.M., Ballon, P., Boscardin, Y., Duncan, P., Klein, F., Maillard, D. 2007: Indicators of ecological change: New tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology* 44(3): 634–643.
- Morelle, K., Bouché, P., Lehaire, F., Leeman, V., Lejeune, P. 2012: Game species monitoring using road-based distance sampling in association with thermal imagers: a covariate analysis. *Animal Biodiversity and Conservation* 35.2: 253–265.
- Petersen, C.G.J. 1986: The yearly immigration of young plaice into the Limfjord from the German sea. *Report of the Danish Biological Station* 6: 1–48.
- Pielowski, Z. 1969: Studies on the European hare. XXIII. Belt assessment as a reliable method of determining the numbers of hares. *Acta Theriologica* 14: 133–140.
- Ratcliffe, P.R., Mayle, B.A. 1992: Roe deer biology and management. *Forestry Commission Bulletin* 105. p. 28
- Spitz, F. 1977: Problems of roe deer (*Capreolus capreolus*) counts. XIII. Congress of Game Biologists. Atlanta
- Strandgaard, H. (1967): Reliability of the Petersen method tested on a roe-deer population. *Journal of Wildlife Management* 31(4): 643–651.
- Strandgaard, H. 1974: The roe deer (*Capreolus capreolus*) population at Kalo and the factors regulating its size. *Danish Review of Game Biology* 7(1). p. 205.
- Waltert, M., Grammes, J., Schwenninger, J., Roig – Boixeda, P., Port, M. 2020: A case of underestimation of density by direct line transect sampling in a hunted roe deer (*Capreolus capreolus*) population. *Mammal Research* 65, 151–160.

## COMPARISON OF POPULATION DENSITY ESTIMATION METHODS FOR ROE DEER

G. TÓTH, K. KATONA

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute for Wildlife Management and Nature Conservation, Department of Wildlife Biology and Management  
2100 Gödöllő, Páter Károly street 1., e-mail: tothgergely0148@gmail.com; katona.krisztian@uni-mate.hu

**Key words:** *Capreolus capreolus*, population density estimation, daylight counting, spotlight, thermal camera, strip transect

**Abstract:** Populations of European roe deer (*Capreolus capreolus*) are steadily growing in Europe and in Hungary. In order to manage this game species efficiently and to reduce the conflicts related to deer (crop damage, car collisions), it is important to follow their density changes as accurately as possible. The principles of adaptive deer management based on bioindicators could greatly help the work of hunters in the Hungarian Great Plain, but this would require data collected using appropriate methods. New methods and equipment in wildlife management, such as the thermal camera, may offer a new opportunity to survey roe deer populations. In this study, we compared the results of counting roe deer from a car along transects by daylight (0–500 m) and by night with spotlight (0–250 m), as well as from observation points with a thermal camera (in both distance intervals). The investigations were conducted in three lowland small game hunting areas of low forest cover in the No. 101. Tiszazugi Wildlife Management Landscape Unit. We also examined the effectiveness of using a thermal camera at an observation distance greater than the reflector could be used, comparing the distance classes between 0 and 250 m and 250 and 500 m. We performed all three estimation methods for the same five days. There was a significant difference among the population densities determined by the four estimation procedures. The spotlight estimation method

gave the highest average value (18,7 individuals/100 ha; SD = 5,2), meanwhile the daylight transect estimation provided the lowest one (11,5 individuals / 100 ha; SD = 3,6). Method using thermal camera resulted in intermediate values between the two other methods (0–250 m: 17,7 individuals/100 ha; SD=6,3; n=5; 0–500 m: 11,6 individuals/100 ha; SD=6,4; n=5). However, post-hoc tests could not reveal any significant differences among the data from different methods. In the case of the thermal camera method, in the distance class between 250 and 500 m, the observed individual density was less than half (8,7 individuals/100 ha; SD=13,9) than in the distance class between 0 and 250 m. Therefore, the detected number of the deer individuals by thermal camera decreased significantly with increasing observation distance beyond the effective range of spotlight. The smallest variance was shown by the data from the daytime transect study, but this method results in an underestimation due to the decreased daytime activity of the roe deer. For the hunting units, the night spotlighting along transects is primarily recommended to determine the minimum population roe deer density, as we were able to detect the most roe deer using this method. Human resource, time and cost requirements of this method are also relatively low and results in the slightest underestimation. The efficiency, human and time costs of the thermal imager might reach a similar level to that when using for a range between 0–250 m. But its high price could be a limit for wide application.