

## Metoda štetja kupčkov iztrebkov kot optimalen način ocenjevanja relativnih gostot jelenjadi na lokalni ravni

*Pellet group counts as an optimal census method for estimating relative abundance of red deer (*Cervus elaphus*) on a local level*

Urša FLEŽAR<sup>1,2</sup>, Klemen JERINA<sup>1</sup>

### Izvleček:

Fležar U., Jerina K.: Metoda štetja kupčkov iztrebkov kot optimalen način ocenjevanja relativnih gostot jelenjadi na lokalni ravni; Gozdarski vestnik, 78/2020, št. 10. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 34. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Vedno boljše poznavanje pomena parkljarjev za ekosistem in človeka ter hkrati širjenje teh živalskih vrst v evropskem prostoru prinaša potrebo po nadgrajevanju in izpopolnjevanju načinov njihovega upravljanja. V Sloveniji se je v zadnjih letih zaradi stopnjevanja konfliktov interesov gozdarske, lovske in kmetijske stroke pojavila potreba po natančnejšem poznavanju številčnosti domorodnih vrst parkljarjev, še posebno jelenjadi (*Cervus elaphus*). V tem prispevku smo opredelili metodo štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem kot najbolj optimalno metodo za ugotavljanje lokalnih gostot jelenjadi in podrobno razložili metodološke korake za uspešno načrtovanje in izvedbo metode na terenu. Zaključili smo s primerom izvedbe metode v LPN Kompas Peskovci in predstavili rezultate gostot jelenjadi in srnjadi (*Capreolus capreolus*) na omenjenem območju, pridobljenimi z metodo štetja kupčkov iztrebkov.

**Ključne besede:** prostoživeči parkljarji, jelenjad, *Cervus elaphus*, srnjad, *Capreolus capreolus*, štetje kupčkov iztrebkov, upravljanje prostoživečih živali, monitoring, LPN Kompas Peskovci

### Abstract:

Fležar U., Jerina K.: Pellet group counts as an optimal census method for estimating relative abundance of red deer (*Cervus elaphus*) on a local level; Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 78/2020, vol. 10. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 34 Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

The improvement in knowledge about the importance of wild ungulates for the ecosystem and humans, as well as the increasing trend in wild ungulates distribution in Europe, calls for upgrades and optimizations in their management. The need for abundance data of autochthonous ungulates, especially red deer (*Cervus elaphus*) in Slovenia has arisen in recent years, mostly due to the human-wildlife conflict occurring in forestry, hunting and agricultural sectors. In this paper, we argue the pellet group counts with prior plot clearing are the most optimal census method for estimating local red deer abundance and describe all the methodological phases for successful planning and execution of the methods on the field. In the end, we give an example of a method implementation in hunting ground "LPN Kompas Peskovci" and report the abundance estimates based on the pellet group counts for roe deer (*Capreolus capreolus*) and red deer in the area.

**Key words:** wild ungulates, red deer, *Cervus elaphus*, roe deer, *Capreolus capreolus*, pellet group counts, wildlife management, monitoring, LPN Kompas Peskovci

<sup>1</sup> Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Zavod za gozdove Slovenije. Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

\* dopisni avtor: [ursa.flezar@bf.uni-lj.si](mailto:ursa.flezar@bf.uni-lj.si)

## 1 UVOD IN RAZISKOVALNI CILJI

### 1 INTRODUCTION AND MAIN GOALS OF THE STUDY

Parkljarji so ekološko in gospodarsko ena ključnih vrst prostoživečih živali in lahko prek številnih neposrednih in posrednih vzvodov vplivajo na svoje okolje in v njem živeče vrste, tudi na človeka. Evropske vrste parkljarjev (npr. srnjad *Capreolus capreolus*, jelenjad *Cervus elaphus* in divji prašič *Sus scrofa*) npr. vplivajo na kroženje hranil v gozdu, zlasti dušika (Hobbs, 1996), in z objedanjem grmovne in zeliščne plasti povečujejo količino svetlobe, ki doseže gozdna tla, kar lahko spreminja vrstno pestrost in zastopanost rastlin v podrasti (Boulanger in sod., 2018). Hkrati prinašajo mnogo izzivov in priložnosti za človeka kot uporabnika naravnih virov, zlasti v gozdnem prostoru. Povzročajo nekatere konflikte, npr. poškodbe in škodo na mladju, lupljenje drevja, škodo na kmetijskih površinah in trke z vozili. Po drugi strani pa so naše vrste prostoživečih parkljarjev pomemben naravni ekonomski vir (npr. lov, turizem, divjačina) ter človeku prinašajo tudi nematerialne koristi (npr. kulturni in estetski vidiki posameznih vrst, možnost lova v prostem času). Pomen in vloge populacij parkljarjev v evropskem prostoru so celovito analizirali Apollonio in sod. (2017), podobnosti in posebnosti v slovenskem prostoru pa so povzeli Pokorny in sod. (2017).

V Evropi so se v zadnjih desetletjih po dolgotemnem prelovi populacije prostoživečih parkljarjev zelo razširile in številčno okrepile, zato so se povečali tudi njihovi vplivi – želeni in neželeni (Apollonio in sod., 2010). Zato postaja ocenjevanje številčnosti parkljarjev pomembnejše za njihovo upravljanje v mnogih državah (Putman in sod., 2011), vključno s Slovenijo (Jerina in sod., 2013). Glavni mehanizem upravljanja z divjadjo je ravno uravnavanje gostot posameznih vrst. Trenutno so pri nas za spremljanje populacijskih gostot divjadi v rabi posredni kazalniki, kot jih predvideva kontrolna metoda (Simonič, 1982; Adamič in Jerina, 2010). Vendar so v domači raziskavi raziskovalci (Jerina in sod., 2013) ugotovili, da je uporaba kazalnikov pomembna zlasti z vidika presoje doseganja »lovskih« interesov in ekonomike upravljanja ter ožjih ciljev upravljanja

gozda, ne pa vselej oz. dovolj tudi z vidika ocenjevanja populacijskih gostot upravljanjih vrst, saj so kazalniki z gostotami pogosto povezani preohlapno. Poznavanje vplivov vrste na okolje in vrednotenje konfliktov s človekom, ki nastajajo zaradi omenjenih vplivov, v mnogo namenskem upravljanju in pogosto nasprotujočih si pogledov interesnih skupin ni vselej dovolj za dobro načrtovanje upravljanja. Glavno priporočilo za boljše poznavanje stanja populacij divjadi in s tem nadgradnjo sistema upravljanja z divjadjo je zato uvedba metod, ki omogočajo zanesljivo ocenjevanje absolutnih/relativnih populacijskih gostot prostoživečih parkljarjev in omogoča ažurno sledenje spremembam številčnosti vrst v času (Fležar in sod., 2018).

Metodologij, ki omogočajo ocenjevanje številčnosti prostoživečih vrst, je veliko, poleg tega se njihov nabor in tudi razumevanje njihovih značilnosti še povečuje (npr. Pfeffer, 2016; Flajšman in sod., 2019). V Evropi je tako za monitoring parkljarjev v rabi najmanj 18 različnih metod (Morellet in sod., 2010). Katero metodologijo bomo izbrali, je v prvi vrsti odvisno od upravljaljskega ali raziskovalnega cilja, hkrati pa mora odločitev upoštevati prednosti in omejitve izvedbe metode, ki so primerne za dani čas in prostor. Izbor in način izvedbe najustrenejše metode sta odvisna tudi od vrste živali in njenih bioloških ter ekoloških značilnosti. V Sloveniji se je v zadnjih letih za namen učinkovitega upravljanja prostoživečih parkljarjev pojavila potreba po boljših podatkih o lokalnih gostotah jelenjadi, predvsem za območja z večjimi gostotami vrste (Stergar in sod., 2009), kjer nastajajo ponavljajoči se konflikti v interesih med gozdarsko, lovsko in kmetijsko stroko (Hafner in sod., 2016; Jerina, 2017; Jerina in sod., 2017).

Upoštevajoč trenutne potrebe v lovnogospodarskem načrtovanju smo v tem prispevku (1) utemeljili izbor optimalne metode za namen ocenjevanja gostot jelenjadi na lokalni ravni (t.j. na ravni lovskoupravljaljskega območja), t.j. metoda štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev; (2) natančno smo opredelili korake v načrtovanju vzorčenja, ki bodo za potencialne uporabnike izhodišče za vpeljavo metode na zelenem območju; (3) opozorili smo

na nekatere težave izvajanja metode na terenu s predlogi za njihovo premostitev; (4) povzeli smo rezultate ocen gostot jelenjadi in srnjadi, ki smo jih z izbrano metodo pridobili na testnem območju v LPN Kompas - Peskovci.

## 2 METODA ŠTETJA KUPČKOV IZTREBKOV S PREDHODNIM ČIŠČENJEM PLOSKEV

### 2 PELLET GROUP COUNTS USING FAECAL ACCUMULATION RATE APPROACH

Metoda štetja kupčkov iztrebkov je v svetu prepoznana kot zanesljiva metoda za ocenjevanje lokalnih gostot parkljarjev (Campbellin sod., 2004; Cromsigt in sod., 2009; Alves in sod., 2013; Amos in sod., 2014; Soofi in sod., 2017). Metoda je enostavna, robustna in praktična ter omogoča pridobivanje podatkov o absolutnih ali relativnih gostotah populacije izbrane vrste. Metoda je priljubljena in je pogosto v uporabi za monitoring številčnosti srnjadi v baltskih državah (Latvija, Estonija); za enak namen jo izvajajo tudi na Portugalskem in Švedskem, za monitoring jelenjadi tudi na Škotskem (Morellet in sod., 2010). Kot alternativo tej metodi navajajo štetje iz zraka, kilometrski indeks in daljinsko vzorčenje (Putman in sod., 2011; Amos in sod., 2014; Flajšman in sod., 2019). Pogoj za uspešno izvedbo katerekoli od alternativnih metod, ki vključuje neposredno opazovanje živali, je dobra vidljivost oziroma visoka stopnja zaznavnosti na danem območju (Amos in sod., 2014). V dinarskem prostoru, kjer je velika potreba po podatkih o relativnih gostotah jelenjadi, tega pogoja ne moremo izpolniti v dobri meri, saj je kraški teren izjemno topografsko razgiban, gozdat in vključuje elemente, ki zmanjšujejo zaznavnost živali na majhnih razdaljah (predvsem skale). Poleg tega so našte metode primernejše za izjemno velike gostote jelenjadi (npr. 25–30 osebkov/km<sup>2</sup>), pri nas pa se gostote od 1.7 do 5.0 osebkov/km<sup>2</sup>) (Jerina, 2009; Amos in sod., 2014). Zato ima metoda štetja kupčkov iztrebkov v našem okolju marsikatero prednost pred drugimi metodami (Flajšman in sod., 2019).

V osnovi lahko metodo štetja kupčkov iztrebkov izvajamo na transektih ali na ploskvah. Načeloma velja, da je štetje na ploskvah primernejša izbira za ocenjevanje številčnosti parkljarjev v okoljih, kjer pričakujemo večje gostote, transekti pa so primernejši za ocenjevanje številčnosti parkljarjev v območjih z manjšimi pričakovanimi gostotami (Alves in sod., 2013). Za slovenske razmere, v katerih se trenutno pojavlja potreba po podatkih o gostotah jelenjadi, je izvedba metode na ploskvah primernejša izbira (Kavčič in sod., 2010; Fležar in sod., 2018). Iztrebki jelenjadi so lažje zaznavni kot iztrebki srnjadi (Lioy in sod., 2015), vendar je metodo na območjih, kjer se vrsti pojavljata skupaj, smotrno uporabiti za ocenjevanje številčnosti obeh vrst, saj je napor za izvedbo metode za eno ali obe vrsti praktično enak (na isti ploskvi lahko štejemo kupčke srnjadi in jelenjadi).

Metodo štetja kupčkov iztrebkov na ploskvah lahko izvajamo s predhodnim čiščenjem ploskev ali brez le-tega (ob vzorčenju na transektih lahko izvajamo le metodo brez predhodnega čiščenja ob uporabi načel »vzorčenja na daljavo« – distance sampling). Pri metodi brez predhodnega čiščenja ploskev moramo imeti natančne podatke o stopnji razgradnje iztrebkov, ki pa je zaradi pestrosti mikrohabitatov, vremenskih razmer, sprememb med letnimi časi, prehrane živali ipd. lahko zelo spremenljiva. Stopnjo razgradnje lahko zanesljivo izračunamo le z dejanskimi meritvami, kar pa terja veliko dodatnega dela in izniči vse prednosti metode. Po drugi strani metoda s predhodnim čiščenjem ploskev kot vhodni podatek namesto stopnje razgradnje iztrebkov uporabi čas kopičenja iztrebkov na ploskvah, ki je enostavno merljiv. Zato kot ustrežnejši način izvedbe metode štetja kupčkov za potrebe ocenjevanja lokalne številčnosti jelenjadi prepoznavamo način s predhodnim čiščenjem ploskev (Acevedo in sod., 2008; Alves in sod., 2013; Fležar in sod., 2018).

Ustreznost metode za potrebe ocenjevanja številčnosti srnjadi in jelenjadi v Sloveniji so preverili že v več domačih raziskavah (Hiršelj, 2011; Jerina in sod., 2013; Kavčič in sod., 2010; Paulinič, 2015; Stergar in sod., 2012) in se je izkazala za zelo obetavno. Hkrati so zaradi neposrednih izkušenj izvedbe metode v različnih okoljih že izpostavili njeno občutljivost za različne vire napak, ki izvirajo

iz neenakomerne razporejenosti živali v okolju, razlik v iztrebljanju v različnih habitatih, razlik v premikanju živali glede na okoljske dejavnike (motnje, medvrstni odnosi, letni čas), uspešnosti zaznavanja ali iprepoznave iztrebkov in razlik v stopnji njihove razgradnje (Kavčič in sod., 2010; Stergar in sod., 2012). Vendar je take napake mogoče omiliti z dobro načrtovanim vzorčenjem, predvsem z določanjem ustrezne velikosti vzorca in prostorske razporeditve vzorčnih ploskev. Poleg tega lahko ocene gostot parkljarjev, pridobljene z uporabo metode štetja kupčkov iztrebkov, znatno izboljšamo naknadno – s kombinirano metodo s podatki o odvzemu (Stergar in sod., 2012). Metoda je zato po naši oceni zelo primerna izbira za monitoring relativne številčnosti jelenjadi in srnjadi na lokalni ravni v Sloveniji.

## 2.1 Načrtovanje vzorčenja za izvedbo metode štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev na izbranem območju

### 2.1 Sampling design for the implementation of the pellet group counts with prior plot clearing

Prvi korak uporabe metode štetja kupčkov iztrebkov je določanje intenzivnosti vzorčenja (števila in velikosti vzorčnih ploskev), ki bo omogočila želeno natančnost ocene številčnosti. Natančnost ocene je boljša, ko je njen interval zaupanja ožji, kar dosežemo z večjo intenzivnostjo vzorčenja. Natančnost ocene je pogojena tudi s homogenostjo okolja, na katero sicer ne moremo vplivati, lahko pa v večji heterogenosti okolja z vzorčnim pristopom (stratifikacija) izboljšamo natančnost ocene. Z drugimi besedami: napaka ocene se zmanjšuje z večanjem števila vzorčnih ploskev in manjšo razliko ocenjenih gostot med ploskvami. V teoriji bi torej želeli štetje kupčkov iztrebkov opraviti na čim več čim večjih vzorčnih ploskvah, da bi bile ocene gostot srnjadi in jelenjadi čim bližje dejanskim (pravi) gostotam.

Vendar pa smo v praksi velikokrat omejeni s časom in sredstvi, zato je treba metodo optimizirati in izbrati ravno prav velik vzorec, da omogoča izračun še zadovoljivo kakovostne ocene gostot. Prav tako a-priori niso znane variabilnosti gostot med ploskvami. Za omenjene podatke bi

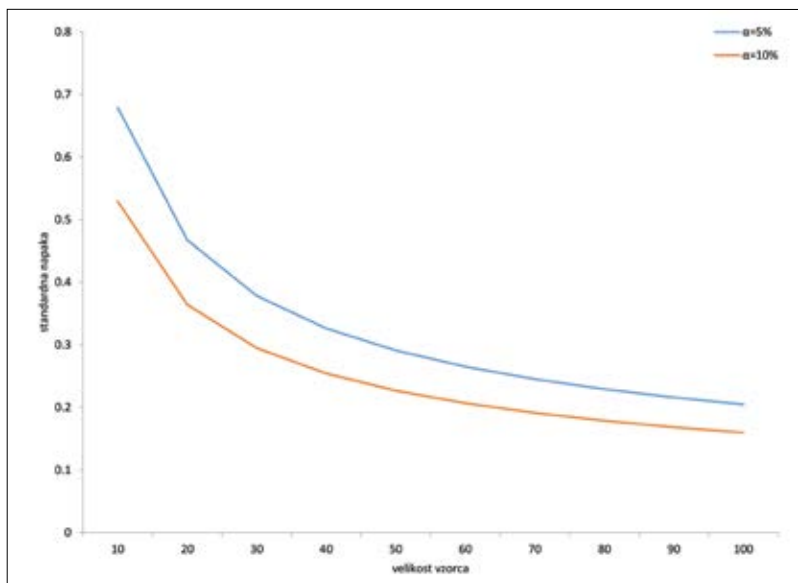
bilo pred vzorčenjem potrebno preliminarno (testno) vzorčenje (Neff, 1968; Alves in sod., 2013; Amos in sod. 2014), s katerim bi določili napako ocene povprečnih vrednosti, na podlagi tega pa prilagodili velikost vzorca, s katerim bi dosegli dovolj dobro oceno povprečja populacije. Lahko uporabimo tudi že obstoječe podatke o lokalnih gostotah, če so za izbrano območje na voljo (npr. rekonstrukcije velikosti populacij na osnovi odvzema (npr. Jerina in sod., 2013)).

V pričujoči raziskavi smo imeli recentne podatke o lokalnih gostotah jelenjadi, pridobljenimi z metodo štetja kupčkov iztrebkov, ki so bili zbrani na območju lovišča s posebnim namenom Kompas - Peskovci (LPN Kompas) (Paulinič, 2015). LPN Kompas obsega mozaično kmetijsko-gozdnato krajino na skrajnem SV delu Slovenije. Hkrati smo imeli na voljo podatke o gostotah jelenjadi z bolj strnjenih gozdnatih območij (Kočevska, Snežnik, Pohorje) (Stergar in sod., 2012). Ker so gostote jelenjadi v LPN Kompas ene izmed največjih v Sloveniji in ker je veliko tudi trenj glede višine odstrela, je bilo območje zaradi zanimanja za relativne gostote jelenjadi in pestrosti okolja primerna izbira za izvajanje metode štetja kupčkov iztrebkov. Na podlagi že obstoječih podatkov smo preverili: i) kako določimo optimalno velikost vzorca, ii) ali je ocena populacijske gostote na različnih območjih odvisna od prostorske razgibanosti ali od velikosti vzorca in iii) razlike v načrtovanju vzorčenja v enotnem ali razgibanem okolju.

#### 2.1.1 Določanje velikosti vzorca

##### 2.1.1 Determining sample size

Najprej smo na podlagi obstoječih podatkov o lokalnih gostotah jelenjadi (Stergar in sod., 2012; Paulinič, 2015) preverili, kako se natančnost ocene gostot jelenjadi spreminja z velikostjo vzorca (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 in 100 vzorčnih ploskev). Velikost vzorca smo spreminjali z metodo ponovnega vzorčenja s ponavljanjem (ang. »bootstrap«) in izračunali posamezne vrednosti standardne napake aritmetične sredine za različno velike vzorce pri dveh različnih stopnjah tveganja;  $\alpha = 5\%$  in  $\alpha = 10\%$ . Z večjo velikostjo vzorca se večja natančnost ocene gostote, s tem da je pri večji stopnji tveganja in enaki velikosti vzorca manjša napaka ocene (Slika 1).



Slika 1: Vpliv velikosti vzorca (števila vzorčnih ploskev) na relativno »točnost« ocen (t.j. standardna napaka aritmetične sredine) gostot jelenjadi pri različnih stopnjah tveganja ( $\alpha = 5\%$  in  $\alpha = 10\%$ )

Figure 1: The effect of sample size (the number of sampling plots) on relative »accuracy« of red deer density estimate (the standard error of the mean) at different risk levels ( $\alpha=5\%$  in  $\alpha=10\%$ )

Intenzivnost vzorčenja med monitoringom lahko sproti prilagajamo glede na definirane upravljalvske cilje in rezultate analiz predhodnih vzorčenj, vendar moramo ustrezno ohranjati iste lokacije vzorčnih ploskev med leti. Slika 1 lahko pomaga oceniti, koliko vzorčnih ploskev potrebujemo za želeno natančnost ocene. V primeru spreminjanja števila vzorčnih ploskev moramo biti pazljivi na interpretacijo podatkov in primerjavo ocen med leti. Natančneje, zanesljivo lahko primerjamo ocene gostot, pridobljene z različno velikimi vzorci, upoštevajoč njihovo napako, ki jo izraža standardna napaka ali širina intervala zaupanja.

### 2.1.2 Načrtovanje vzorčenja v homogenih ali heterogenih okoljih

#### 2.1.2 Sampling planning in homogeneous and heterogeneous environments

Pomemben vidik načrtovanja vzorčenja je tudi pestrost okolja, v katerem načrtujemo vzorčenje. Pestrost okolja se lahko izraža v razporeditvi živali v prostoru, mejah lovišč, topografiji ali drugih spremenljivk (Neff, 1968). Ker imamo za Slovenijo dobre lovne statistike, je primerna

spremenljivka tudi količina odvzema jelenjadi (iz Osrednjega Slovenskega registra velike lovne divjadi in velikih zveri) ali modelne gostote jelenjadi (Stergar in sod., 2009a; 2012), saj obe oceni dobro sovpadata z dejanskimi gostotami. Če vzorčenje načrtujemo v nepestrih razmerah, lahko lokacije vzorčnih ploskev izberemo naključno na celotnem območju. V nasprotnem primeru je smiselno upoštevati učinek pestrosti na razlike v rabi prostora živali in območje razdeliti na stratume, ploskve pa naključno izbirati znotraj vsakega stratuma posebej, pri čemer kot spremenljivko za stratificiranje uporabimo preliminarne ocene gostot ciljne vrste monitoringa. S takim načinom vzorčenja moramo za izračun povprečnih vrednosti za celotno območje odstraniti učinke stratifikacije. To naredimo z uporabo regresijske funkcije, ki omogoča napoved vrednosti odvisne spremenljivke – v našem primeru gostote iz kupčkov iztrebkov, iz dane vrednosti neodvisne spremenljivke – izbrane spremenljivke. Definicija stratumov je odvisna od spremenljivke, ki jo določimo za merilo stratificiranega vzorčenja. V primeru stratifikacije v različnih habitatnih tipih je vsak habitatni tip svoj stratum, medtem ko za



stratifikacijo na podlagi podatkov o odvzemu lahko izvedemo na 2–10 stratumih (Stergar in sod., 2012; Paulinič, 2015; Fležar in sod., 2018).

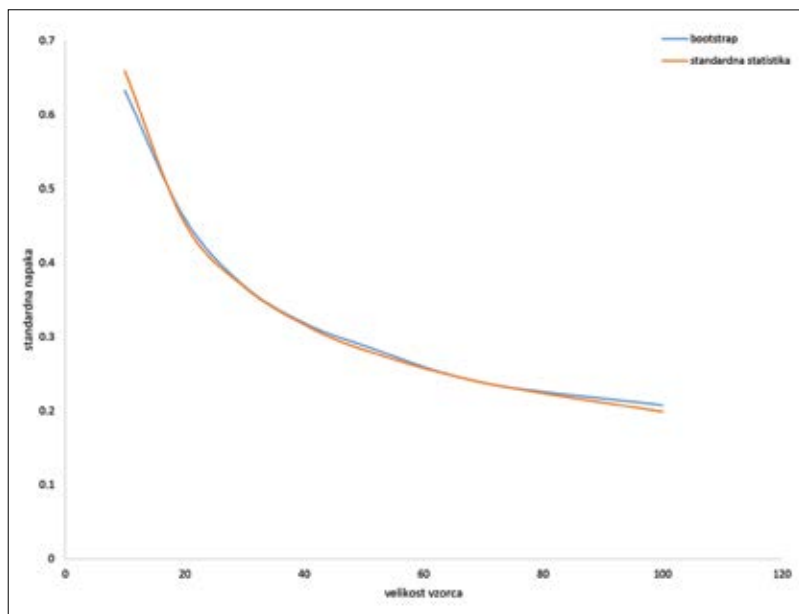
### 2.1.3 Odvisnost velikosti vzorca od razlik v prostoru

#### 2.1.3 Dependence of the sample size on the spatial variability

Zaradi razlik v prostoru in (posledično) lokalnih gostotah jelenjadi na območjih prejšnjih raziskav nas je zanimalo, ali je od razlik odvisna tudi optimalna velikost vzorca. Razlike v prostoru pomeni večjo spremenljivost v številu prešteti kupčkov med ploskvami, torej večjo standardno napako aritmetične sredine ocene gostot. Pričakovali smo, da bo na območjih z večjimi gostotami potreben manjši vzorec za enako natančnost ocene. Odvisnost ocene gostot z razlikami v prostoru smo opredelili na podlagi regresijske analize. Vendar pa so se z naraščajočo gostoto jelenjadi med območji zelo počasi zmanjševale napake ocene gostote. Gostota tako pojasni le majhen delež (3 %) variacije v standardni napaki aritmetične

sredine ( $R^2 = 0,033$  in  $p = 0,819$ ). »Lokalna« gostota populacije zato ni bila najprimernejše merilo za ocenjevanje ustrezne velikosti vzorca. Notranja raznolikost območij je velika, zato vzorčnih populacij jelenjadi ne smemo obravnavati pod predpostavko homogenih lokalnih gostot.

Ker bi lahko na zanesljivost ocen lokalnih gostot divjadi vplivala tudi sama izbira statistične metode za ocenjevanje gostot, smo preverili še razliko v zanesljivosti ocen z izračuni z uporabo klasične statistike in metode »bootstrap«. Slednja je teoretično ustrežnejša (saj nima predpostavk), je pa zahtevnejša in zato manj primerna za rabo v praksi. V primeru »nenormalne« porazdelitve podatkov iz meritev klasična statistika namreč ne daje nujno zanesljivih ocen (razlika se manjša z velikostjo vzorca). Med dvema metodama skoraj ni razlik (Slika 2), kar pomeni, da že z enostavnejšo klasično statistiko lahko dosežemo dovolj zanesljive ocene lokalnih gostot in drugih populacijskih parametrov. Ugotovitve so skladne z izsledki drugih raziskovalcev (npr. Amos in sod., 2014).



Slika 2: Zanesljivost ocene gostote jelenjadi v Sloveniji (izražena s standardno napako ocene aritmetične sredine za  $\alpha = 5\%$ ) pri različno velikih vzorcih z uporabo dveh različnih metod – klasične statistike in »bootstrappinga«  
Figure 2: The reliability of the density estimate for red deer in Slovenia (shown as the standard error with  $\alpha = 5\%$ ) at different sample sizes using two different approaches; the statistical analysis of existing data and bootstrapping.

## 2.2 Priporočila za optimalno rabo metode na terenu

### 2.2 Recommendations for the optimal method use in the field

Praviloma metodo štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev izvajamo v zimskem obdobju, ko je čas kopičenja iztrebkov lahko najdaljši (zaradi počasnerazgradnje), na dveh ploskvah znotraj vzorčnega kvadranta v velikosti 1 x 1 km<sup>2</sup> v vnaprej določeno lokacijo, medsebojno oddaljenostjo in velikostjo (za opis podrobnosti glej Stergar in sod., 2012; Fležar in sod., 2018). Z vidika statistične obdelave podatkov je vzorčenje na dveh ploskvah na kvadrant natančnejše in omogoča povprečno oceno znotraj vzorčnega kvadranta z manjšo standardno napako. Prav tako je smiselno za izračun relativnih populacijskih gostot za dano območje uporabiti povprečne vrednosti za vzorčni kvadrant (Preglednica 1).

Pred izvedbo metode na terenu moramo predhodno preveriti, da izbrane ploskve niso na neprimernih lokacijah. Za preverjanje uporabljamo čim novejšo posnetke DOF (»digital ortofoto«), ki omogočajo natančne ažurne prostorske podatke o krajini. Kot neprimerne lokacije štejemo prostor, v katerem bi se živali lahko zadrževale, vendar ne bi zaznali njihovih iztrebkov (npr. ceste, vlaka, naselja, košen travnik ali obdelovalna njiva) ali prostor, kjer se kupčki čezmerno kopičijo

**Preglednica 1:** Standardna napaka ocene aritmetične sredine gostot jelenjadi pri 10 % stopnji tveganja in enaki velikosti vzorca (50 vzorčnih kvadrantov) za vzorčenje na dveh ali na eni vzorčni ploskvi znotraj kvadranta in za uporabo povprečnih vrednosti na nivoju vzorčne ploskve ali kvadranta

*Table 1: Standard error of the arithmetic mean for deer density estimates at 10% risk level at a fixed sample size (50 sampling quadrants) for sampling on two or one sample plot within the quadrant and for using mean values at the level of sampling plot or sampling quadrant.*

	Napaka ocene aritmetične sredine
dve vzorčni ploskvi na kvadrant	0,213
ena vzorčna ploskev na kvadrant	0,238
povprečje na ploskev	0,363
povprečje na kvadrant	0,295

(npr. krmišče). Take ploskve vnaprej izločimo in nadomestimo z drugimi znotraj istega ali drugega kvadranta. Če šele na terenu ugotovimo, da je ploskev na neprimerni lokaciji, jo a) premaknemo na čim bližje primerno mesto, npr. ob cesto, b) nadomestimo z rezervno, npr. če je na krmišču ali c) zrcalimo čez gozdni rob, npr. če je zunaj gozdnega prostora (Stergar in sod., 2012). Na odprtih površinah namreč že v fazi zakoličevanja naletimo na težavo, saj je klasično trajno označevanje oglišč ploskve z železnimi količki, ki ga uporabljamo v gozdnem prostoru, na odprtem neprimeren način označevanja. Količki bi namreč lahko povzročili poškodbe mehanizacije za obdelovanje površin. Zato jih lahko zvijemo ob tla, kar pa otežuje najdbo ploskev ob spomladanski vrnitvi, saj so zaviti količki praktično neopazni. Vse ploskve, ki so bile v naših raziskavah (Fležar in sod., 2018) v odprti krajini, so bile na površinah, ki so bile jasno namenjene obdelovanju; košeni travniki, orane njive ali zasajena polja. V času nastajanja kupčkov so kljub majhni kmetijski dejavnosti na ploskvah v zimskem času potekala dela; sajenje, oranje, do neke mere je do pomladi tudi zrasla vegetacija (trava, ozimno žito, poljščine). Zaradi takih težav predlagamo, da se metodo izvaja izključno v gozdnem prostoru. Tako si olajšamo vzorčenje in se izognemo morebitnim konfliktom, hkrati pa ne zmanjšamo kakovosti podatkov, saj domači telemetrijski podatki kažejo, da je raba prostora jelenjadi v 100-metrskem pasu na obeh straneh gozdnega roba okvirno zrcalna (Jerina, 2012).

Pomemben korak izvedbe metode je tudi določitev velikosti in oblike vzorčne ploskve. Večja kot je ploskev, več časa porabimo za njen pregled, vendar se z velikostjo večja tudi število na njej najdenih kupčkov. Kot najboljši kompromis med porabo časa in »vrednostjo« ugotovljenih podatkov so se izkazale ploskve v velikosti 10 x 20 metrov. Če je ploskev na primerni, vendar nepregledni lokaciji, npr. robidovje ali gošča, jo lahko zmanjšamo, vendar na najmanj 10 x 10 m. Tak teren namreč ne preprečuje dostopa parkljarjem, kar potrjuje tudi relativno veliko zaznanih kupčkov na ploskvah v robidovju, še posebno od srnjadi. Ko ploskev pred začetkom vegetacijske sezone zakoličimo, jo očistimo kupčkov iztrebkov (jih pohodimo in uničimo), oglišča pa trajno ozna-

čimo. Tekom zime bodo živali prečkale ploskev in se na njej iztrebljale, kupčki iztrebkov pa se kopičili in se v nizkih temperaturah ohranili do pomladi, ko jih bomo na ploskve prišli prešteti. Pred štetjem kupčkov moramo določiti, kaj je kupček iztrebkov, in merilo standardizirati med vsemi izvajalci metode. Acevedo in sod., 2008, priporočajo omejitve kupčka na najmanj 20 bobice za največjo natančnost relativne ocene populacijske gostote, medtem ko Laing in sod., 2003, definirajo kupček, ko vsebuje šest ali več bobice. Slednje smo uporabili za merilo kupčka tudi optimizacijo metode, izvedene v sklopu pričujoče raziskave (Fležar in sod., 2018). Iz prešteti kupčkov s poznavanjem stopnje iztrebljanja (20 kupčkov na dan za srnjad in 25 za jelenjad (Kavčič in sod., 2010)) lahko po enostavni enačbi (Eberhardt in Etten, 1956) izračunamo relativno gostoto jelenjadi oz. srnjadi na izbranem območju.

Preštevanje kupčkov moramo brezpogojno omejiti na vnaprej določene vzorčne ploskve. Celoten postopek določanja števila in razporenosti vzorčnih ploskev je namenjen temu, da uporabimo čim bolj reprezentativen vzorec, ki bo dejansko odseval stanje v populaciji. Zato ne smemo odstopati od načrta vzorčenja, ki si ga postavimo, in si ne smemo dopustiti, da v primeru zahtevnega terena, mikrolokacijskih posebnosti ali našega počutja vzorčenje priredimo in tako zberemo pristranske podatke.

### 3 POVZETEK REZULTATOV ŠTETJA KUPČKOV IZTREBKOV JELENJADI IN SRNJADI V LPN KOMPAS - PESKOVCI

### 3 A SUMMARY OF THE RESULTS OF RED DEER AND ROE DEER PELLET GROUP COUNTS IN HUNTING GROUND »KOMPAS PESKOVCI«

Z uporabo opisane metode štetja kupčkov iztrebkov, ki smo jo v sezoni 2017-2018 izvajali na območju LPN Kompas, smo ocenili gostoto

jelenjadi in srnjadi na tamkajšnjem območju. S poznavanjem časa akumulacije iztrebkov na vzorčnih ploskvah (število dni od postavitve oziroma »čiščenja« vzorčnih ploskev do štetja nakopičenih kupčkov iztrebkov) in privzeti stopnji iztrebljanja obeh vrst (Kavčič in sod., 2010) smo lahko preko enostavne enačbe [1] pridobili oceno gostote v vzorčnih kvadrantih.

Le-te smo prek regresijske enačbe (glej poglavje 3. b), ki je omogočala »odstranitev« učinkov prostorske stratifikacije pri načrtovanju vzorčenja, »ekstrapolirali« tudi v kvadrante brez vzorčnih ploskev (Fležar in sod., 2018). Na koncu smo izračunali povprečne gostote jelenjadi in srnjadi na celotnem območju LPN Kompas (Slika 3).

Gostote smo primerjali z gostotami, ki so bile ocenjene na osnovi odvzema teh vrst v istem obdobju, in ugotovili, da so gostote populacij obeh vrst v primeru uporabe podatkov iz odvzema podcenjene (Preglednica 2). To pomeni, da samo iz podatkov o odvzemu ni mogoče vselej neposredno sklepati o dejanskih gostotah populacij jelenjadi ali srnjadi.

**Preglednica 2:** Povprečne gostote jelenjadi in srnjadi z uporabo metode štetja kupčkov iztrebkov l. 2017 in uporabe podatkov iz odvzema s pripadajočimi intervali zaupanja. Povzeto po Fležar in sod. (2018).

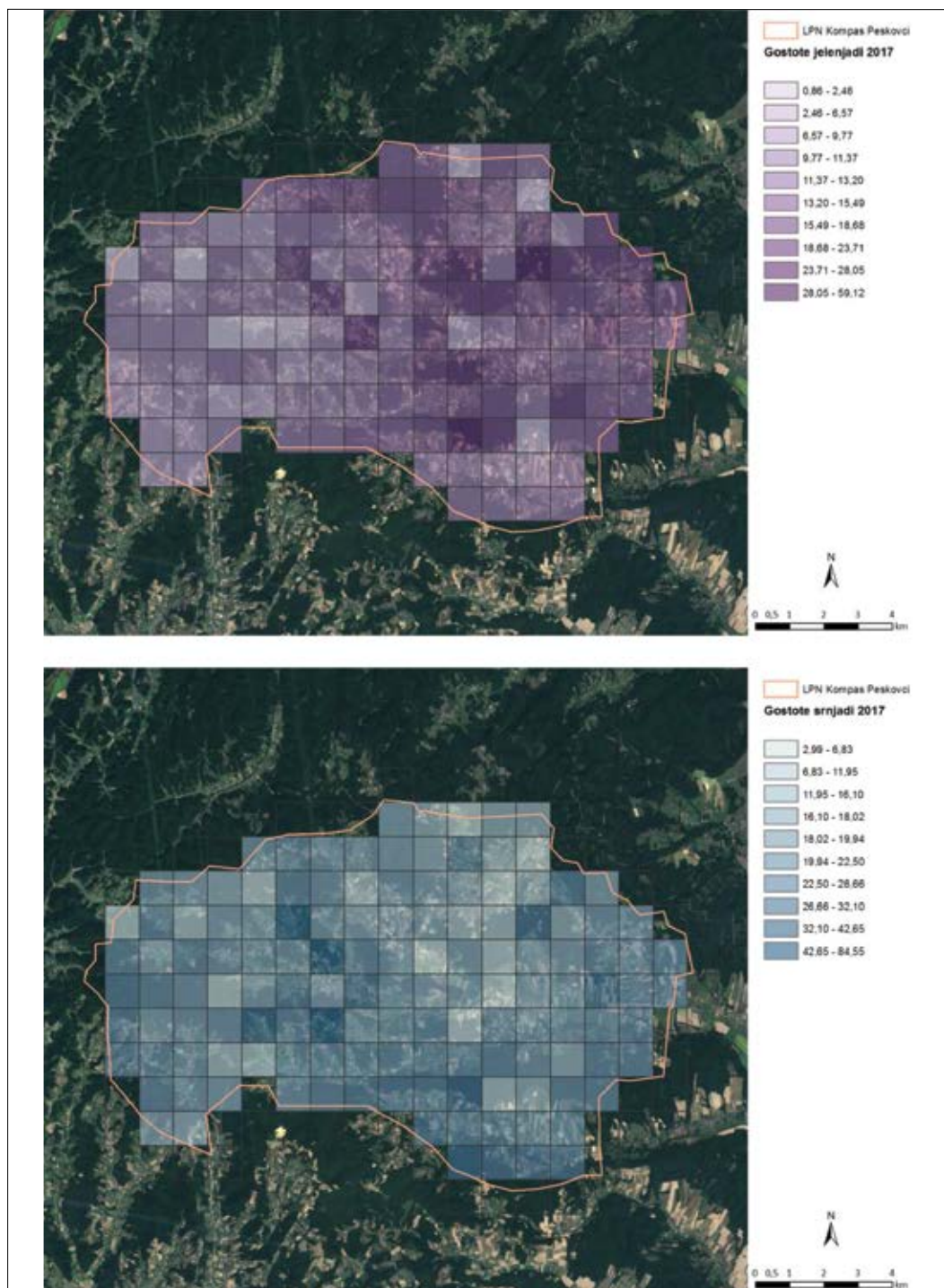
*Table 2: The mean density estimates with confidence intervals for red deer and roe deer in 2017 using pellet group counts combined with data on hunting bags. Extracted from Fležar et al. (2018).*

Vrsta	Vir podatkov	Gostota z intervalom zaupanja
Jelenjad	odvzem	6,54 ± 0,77
	štetje kupčkov iztrebkov	14,07 ± 1,13
Srnjad	odvzem	3,24 ± 0,24
	štetje kupčkov iztrebkov	19,94 ± 1,62

Enačba [1]  
Equation [1]

$$\text{Gostota} = \frac{\text{št.kupčkov}}{\text{velikost ploskve} \left[ \frac{1}{\text{km}^2} \right] * \text{stopnja defekacije} \left[ \frac{\text{št.kupčkov}}{\text{dan}} \right] * \text{dnevi akumulacije} [\text{dan}]}$$





Slika 3: Gostote jelenjadi (zgoraj) in srnjadi (spodaj) na območju LPN Kompas Peskovci, pridobljene z metodo štetja kupčkov iztrebkov. Obe karti prikazujeta gostote, stratificirane v deset razredov. Povzeto po Fležar et al. (2018).  
Figure 3: Red deer (above) and roe deer (below) densities in the hunting ground LPN Kompas Peskovci, calculated from pellet group counts. The densities for both species are stratified in 10 classes. Extracted from Fležar et al. (2018).

## 4 ZAKLJUČKI

### 4 CONCLUSIONS

Metoda štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev omogoča dovolj zanesljivo ocenjevanje gostot jelenjadi na lokalni ravni. Čeprav nekatere predpostavke ostajajo nepreverjene, npr. stopnja iztrebljanja je privzeta po literaturi, ugotavljamo, da podatki o številu kupčkov iztrebkov dovolj natančno odsevajo dejansko relativno gostoto vrste. S primernim številom in razporejenostjo vzorčnih ploskev zato lahko na izbranem območju z relativno majhnimi sredstvi dosežemo rezultate, ki bistveno izboljšajo naše trenutno poznavanje številčnosti populacij divjadi. Vpeljavo metode štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev prepoznavamo kot potencialno pomemben dodatek v kontrolni metodi ter ključno dopolnilo obstoječim kazalnikom in s tem načrtovanja upravlja s populacijami jelenjadi.

## 5 POVZETEK

Parkljarji so ekološko in gospodarsko ena ključnih vrst prostoživečih živali in lahko prek številnih neposrednih in posrednih vzvodov vplivajo na svoje okolje in v njem živeče vrste, tudi na človeka.

Zato ocenjevanje številčnosti parkljarjev postaja pomembnejše za njihovo upravljanje v mnogih državah (Putman in sod., 2011), vključno s Slovenijo (Jerina in sod., 2013). Glavno priporočilo za boljšo nadgradnjo sistema upravljanja z divjadjo je zato uvedba metod, ki omogočajo zanesljivo ocenjevanje absolutnih/relativnih populacijskih gostot prostoživečih parkljarjev in ažurno sledenje spremembam številčnosti vrst v času.

Upoštevajoč trenutne potrebe v lovnogospodarskem načrtovanju zato v tem prispevku najprej utemeljimo izbor optimalne metode za namen ocenjevanja gostot jelenjadi na lokalni ravni (t.j. na ravni lovskoupravljavskega območja). Glede na razmere v Sloveniji in habitat, v katerem jelenjad živi, metodo štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev utemeljimo kot najustreznejšo. V prispevku nato natančno opredelimo korake v načrtovanju vzorčenja, ki bodo za potencialne uporabnike izhodišče za vpeljavo metode na zelenem območju. Na podlagi že obstoječih podatkov štetja kupčkov iztrebkov smo

pokazali, da lahko vnaprej določimo optimalno velikost vzorca glede na želeno točnost ocen gostot in sprejemljivo stopnjo tveganja. Pokazali smo tudi, če vzorčenje načrtujemo v enakomernih razmerah, lahko lokacije vzorčnih ploskev izberemo naključno na celotnem območju. Sicer je smiselno upoštevati učinek raznolikosti na razlike v rabi prostora živali in območje razdeliti na stratume, ploskve pa naključno izbirati znotraj vsakega stratuma posebej, pri čemer kot spremenljivko za stratificiranje uporabimo preliminarne ocene gostot ciljne vrste monitoringa. Potrdili smo tudi, da že z enostavnejšo klasično statistiko lahko dosežemo dovolj zanesljive ocene lokalnih gostot in drugih populacijskih parametrov.

Z vidika statistične obdelave podatkov lahko utemeljimo, da je vzorčenje na dveh ploskvah v velikosti 10 x 20 m na kvadrant v velikosti 1 x 1 km natančnejše in omogoča povprečno oceno znotraj vzorčnega kvadranta z manjšo standardno napako. Prav tako je smiselno za izračun relativnih populacijskih gostot za dano območje uporabiti povprečne vrednosti za vzorčni kvadrant. V prispevku smo opozorili tudi na nekatere težave izvajanja metode na terenu s predlogi za njihovo premostitev; izpostavili smo pomen vzorčenja pozimi, izogibanje odprtih površin za izbor lokacij, postavitve ploskev na vnaprej določenih lokacijah in usklajevanje med popisovalci, da bi metodo standardizirali.

Na koncu prispevka smo vse ugotovitve optimizacije načrtovanja in izvedbe metode ilustrirali še na praktičnem primeru. Povzeli smo rezultate ocen gostot jelenjadi in srnjadi, ki smo jih izračunali na podlagi podatkov, pridobljenih s štetjem kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev v zimskem obdobju na raznolikem območju v LPN Kompas - Peskovci v zimi 2017–18. Ugotovljene gostote smo primerjali z gostotami, ki so bile ocenjene na osnovi odvzema teh vrst v istem obdobju in ugotovili, da so gostote populacij obeh vrst v primeru uporabe podatkov iz odvzema podcenjene. S tem izračunom pokažemo, da metodo štetja kupčkov iztrebkov s predhodnim čiščenjem ploskev prepoznavamo kot potencialno pomemben dodatek v kontrolni metodi ter ključno dopolnilo obstoječim kazalnikom in s tem načrtovanja upravlja s populacijami jelenjadi.

## 5 SUMMARY

Ungulates are ecologically and economically one of the key species of wild animals and can affect their environment, the other wildlife and even human, through numerous direct and indirect levels.

Therefore, the abundance estimation of ungulates is becoming increasingly important for their management in numerous countries (Putman et al., 2011) including Slovenia. The main recommendation for a better upgrade of the game management system is, therefore, the introduction of methods which enable reliable estimation of the absolute or relative population densities of the wild ungulates and prompt following the changes of the species abundance in time.

Taking into account the current needs in the wildlife management, we first explain the selection of the optimal method for estimating red deer densities on the local level (i.e. on the level of a game management area). Considering the situation in Slovenia and the habitat the red deer inhabits, we first argue why the method of pellet group counts with the prior plot clearing is the most appropriate method. Furthermore, we describe the steps in the sampling design which represent the starting point for the potential users wishing to implement the method into a desired area. Based on the already existing data on pellet group counts, we show that one can determine the optimal sample size in advance by considering the required accuracy of the density estimations and acceptable error. We also show that sampling in homogenous conditions sampling plots should be distributed randomly over the entire area. On the other hand, it makes sense to consider the impact of heterogeneity on the differences in the spatial use of the animals and divide the area into strata and select the plots randomly within every stratum separately. In this case, the preliminary estimations of the target species density monitoring can serve as the variable used for stratifying. Finally, we show that traditional simple statistical tests allow us to achieve sufficiently reliable estimations of the local densities and other population parameters.

From a statistical aspect, sampling on two plots of 10 x 20 m per quadrant of 1 x 1 km enables us to use the mean values per sampling quadrant

rather than er sampling plot and produce a smaller standard error. It is also reasonable to apply mean values for the sampling quadrant for calculating relative population densities for the given area. Furthermore, we further point out some problems in implementing the method in the field and provide with propositions for overcoming them; we set out the significance of sampling in winter, avoiding open areas for selecting the locations, setting the plots on locations that are determined in advance, and coordinating the teams of observers to standardize the method.

At the end of our study, we illustrate all the findings for the method optimization and execution in a practical case. We summarize the results of red deer and roe deer density estimations based on the data, acquired through pellet group counts with the prior plot clearing in a heterogeneous area of LPN Kompas – Peskovci during winter 2017-18. We compared these densities with the densities estimated on the basis of hunting bags in the same period and we found that the population densities of both species are underestimated if hunting bags data was used. With this comparison we show that the method of pellet group counts with the prior plot clearing can be a potentially important addition for the adaptive wildlife management and a key supplement to the existing indexes used there and, thereby, to the red deer management as such.

## 6 ZAHVALA

### 6 ACKNOWLEDGEMENTS

Zahvala velja predvsem terenskemu kadru, brez katerega ta prispevek ne bi bil mogoč: Anamariji, Danijelu, Mihi, Veroniki, Anji, Meti, Zdenki, Gabrijeli, Jerneju in Lani. Hvala tudi zaposlenim v LPN Kompas - Peskovci za sodelovanje in napotke ter pomoč pri terenskemu delu. Prispevek je nastal v sklopu projekta Določitev najustreznejših metod za ocenjevanje številčnosti prostoživečih parkljarjev v Sloveniji in priprava podlag za njihovo vključitev v lovsko-upravljalvsko prakso (V4-1627), ki je potekal v okviru *Ciljnega raziskovalnega programa (CRP) Zagotovimo si hrano za jutri*, ki sta ga financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

## 7 VIRI

## 7 REFERENCES

- Acevedo P., Ruiz-Fons F., Vicente J., Reyes-Garcia A. R., Alzaga V., Gortzar C. 2008. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *J Zool* 276:37–47.
- Adamič M., Jerina K. 2010. Ungulates and their management in Slovenia. V: Apollonio M., Andersen R., Putman R.J. (ur.) *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge Cambridge University Press: 507–526.
- Alves J., Alves da Silva A., Soares AMVM, Fonseca C. 2013. Pellet group count methods to estimate red deer densities: Precision, potential accuracy and efficiency. *Mammalian Biology* 78:134–141.
- Amos M., Baxter G., Finch N., Lisle A., Murray P. 2014. I just want to count them! Considerations when choosing a deer population monitoring method. *Wildlife Biol* 20:362–370.
- Apollonio M., Andersen R., Putman R.J. 2010. *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Apollonio M., Belkin V., Borkowski J. et al. 2017. Challenges and science-based implications for modern management and conservation of European ungulate populations. *Mammal Res* 62:209–217.
- Boulanger V., Dupouey J., Archaux F. et al. 2018. Ungulates increase forest plant species richness to the benefit of non-forest specialists. *Glob Chang Biol* 24:e485–e495.
- Campbell D., Swanson G.M., Sales J., 2004. Comparing the precision and cost-effectiveness of faecal pellet group count methods. *J Appl Ecol* 41:1185–1196.
- Cromsigt J., van Rensburg, S.J., Etienne, R.S., Olff, H., 2009. Monitoring large herbivore diversity at different scales: comparing direct and indirect methods. *Biodivers Conserv* 18:1219–1231.
- Eberhardt L., Van Etten R.C. 1956. Evaluation of the Pellet Group Count as a Deer Census Method. *J Wildl Manage* 20:70.
- Flajšman K., Fležar U., Pokorny B., Jerina K. 2019. Pregled metod za določanje številčnosti prostoživečih parkljarjev. *Acta Silvae et Ligni* 118: 13–27.
- Fležar U., Bordjan D., Flajšman K., Jelenko Turinek I., Pokorny B., Jerina K. 2018. Določitev najustreznejših metod za ocenjevanje številčnosti prostoživečih parkljarjev v Sloveniji in priprava podlag za njihovo vključitev v lovsko-upravljaljsko prakso (CRP V4-1627): zaključno poročilo. Ljubljana.
- Hafner M., Černe B., Stergar M., Terglav P., Jonozovič M., Poljanec A. 2016. Analiza stanja poškodovanosti gozdnega mladja od rastlinojede parkljarje divjadi v letih 2010 in 2014. Ljubljana Zavod za gozdove Slovenije.
- Hobbs NT. 1996. Modification of Ecosystems by Ungulates. *J Wildl Manage* 60:695.
- Jerina K. 2017. Raziskovalni in razvojni izzivi pri upravljanju prostoživečih živali. In: Bordjan D (ed) *Preučevanje in upravljanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji: včeraj, danes, jutri: zbornik prispevkov posvetovanja XXXIV. Gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 21.-22. november 2017*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 135 str.
- Jerina K. 2009. How the estimates of home range size and composition are affected by diurnal, nocturnal and 24-hour sampling methods: example of the red deer (*Cervus elaphus*) in Slovenia. *Zbornik gozdarstva* 89:3–15.
- Jerina K. 2012. Roads and supplemental feeding affect home-range size of Slovenian red deer more than natural factors. *Journal of Mammalogy* 93:1139–1148.
- Jerina K., Stergar M., Pokorny B., Jelenko I., Miklavčič V., Bartol M., Marolt J. 2013. Določitev najbolj primernih kazalnikov za spremljanje stanja populacij divjadi in njihovega okolja pri adaptivnem upravljanju. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
- Jerina K., Verbič J., Zagorc B. et al. 2017. Škode na travinju zaradi paše velike rastlinojede divjadi (CRP V4-1432): ciljni raziskovalni program "Zagotovimo.si hrano za jutri" 2011–2020: zaključno poročilo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
- Kavčič I., Pokorny B., Jerina K. 2010. Pregled metod štetja kupčkov iztrebkov za ocenjevanje številčnosti rastlinojedih parkljarjev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 91:31–42.
- Laing SE, Buckland ST, Burn RW, Lambie D., Amphlett A. 2003. Dung and nest surveys: estimating decay rates. *J Appl Ecol* 40:1102–1111.
- Larcher W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3rd ed. Berlin, Springer: 506 str.
- Lioy S., Braghiroli S., Dematteis A., Meneguz PG, Tizzani P. 2015. Faecal pellet count method: some evaluations of dropping detectability for *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Cervidae), *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Cervidae) and *Lepus europaeus* Pallas, 1778 (Mammalia: Leporidae). *Italian Journal of Zoology* 82:231–237.
- Morellet N., Klein F., Solberg EJ, Andersen R. 2010 The census and management of populations of ungulates in Europe. V: Putman R, Apollonio M, Reidar A (ur.) *Ungulate Management in Europe. Problems and Practices*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Neff DJ. 1968. The Pellet-Group Count Technique for Big Game Trend, Census, and Distribution: A Review. *Journal of Wildlife Management* 32:597–614.



- Paulinič G. 2015. Preskus uporabnosti metode štetja kupčkov iztrebkov za ocenjevanje lokalnih gostot in habitatnega izbora jelenjadi in srnjadi na Goričkem. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Pfeffer S. 2016. Comparison of three different indirect methods to evaluate ungulate population densities. Master degree thesis in Biology at the Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies. Umea, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Pokorny B., Al Sayegh Petkovšek S., Flajšman K. 2017. Ekosistemska vloga, pomen in vplivi prostoživečih prežvekovalcev. *Gozdarski Vestnik* 75: 360–372.
- Putman R., Watson P., Langbein J. 2011. Assessing deer densities and impacts at the appropriate level for management: a review of methodologies for use beyond the site scale. *Mammal Review* 41:197–219.
- Putman RJ, Apollonio M., Reidar A. 2011. Ungulate management in Europe: problems and practices, I. Cambridge, Cambridge University Press.
- Simonič A. 1982. Kontrolna metoda v gospodarjenju z divjadjo. V: Accetto M (ur.) *Gozd - divjad*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani., str 161–213.
- Soofi M., Ghoddousi A., Hamidi AK et al. 2017. Precision and reliability of indirect population assessments for the Caspian red deer *Cervus elaphus maral*. *Wildlife Biology* 2017:wlb.00230.
- Stergar M., Borkovič D., Hiršelj J. et al. 2012. Ugotavljanje gostot prostoživečih parkljarjev s kombinirano metodo štetja kupčkov iztrebkov in podatkov o odvzemu. Priloga 1: zaključno poročilo projekta »Določitev najbolj primernih kazalnikov za spremljanje stanja populacij divjadi in njihovega okolja pri adaptivnem upravljanju«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
- Stergar M., Jonozovič M., Jerina K. 2009. Območja razširjenosti in relativne gostote avtohtonih vrst parkljarjev v Sloveniji. *Gozdarski Vestnik* 67: 367–380.