

Procjena brojnosti divlje svinje (*Sus scrofa*) upotrebom senzornih kamera u državnom otvorenom lovištu III/29 "Prolom"

Prpić, Ana-Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:391862>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



PROCJENA BROJNOSTI DIVLJE SVINJE (*SUS SCROFA*) UPOTREBOM SENZORNIH KAMERA U DRŽAVNOM OTVORENOM LOVIŠTU III/29 „PROLOM“

DIPLOMSKI RAD

Ana Marija Prpić

Zagreb, srpanj, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Ribarstvo i lovstvo

**PROCJENA BROJNOSTI DIVLJE SVINJE (*SUS SCROFA*) UPOTREBOM SENZORNIH KAMERA
U DRŽAVNOM OTVORENOM LOVIŠTU III/29
„PROLOM“**

DIPLOMSKI RAD

Ana Marija Prpić

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Nikica Šprem

Zagreb, srpanj, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ana Marija Prpić** JMBAG 0269097722, rođen/a 14.7.1996. u Gospiću, izjavljujem
da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

PROCJENA BROJNOSTI DIVLJE SVINJE (*SUS SCROFA*) UPOTREBOM SENZORNIH KAMERA U DRŽAVNOM OTVORENOM LOVIŠTU III/29 „PROLOM“

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Ana Marija Prpić**, JMBAG 0269097722, naslova

PROCJENA BROJNOSTI DIVLJE SVINJE (*SUS SCROFA*) UPOTREBOM SENZORNIH KAMERA U DRŽAVNOM OTVORENOM LOVIŠTU III/29 „PROLOM“

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|--------------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv.prof.dr.sc. Nikica Šprem | mentor | _____ |
| 2. | doc.dr.sc. Toni Safner | član | _____ |
| 3. | doc.dr.sc. Nikolina Kelava Ugarković | član | _____ |

Zahvala

Zahvaljujem se svojoj obitelji: ocu, majci i sestrama na neizmjernoj podršci pruženoj tijekom cijelog studiranja te u konačnici izradi ovog rada. Također se zahvaljujem kolegama i prijateljima s diplomskog studija Ribarstvo i lovstvo, posebno kolegi Mihaelu Glavašu na pomoći pri obavljanju terenskog dijela rada. Veliko hvala izv.prof.dr.sc. Nikici Špremu na uključivanju u znanstvena istraživanja i prijenosu znanja te asistentu Krešimiru Kavčiću na pomoći prilikom obrade podataka.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Ciljevi istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Divlja svinja.....	3
2.1.1. Klasifikacija	3
2.1.2. Rasprostranjenost.....	3
2.1.3. Biologija	5
2.1.4. Stanište i način života	6
2.1.5. Prehrana.....	7
2.1.6. Razmnožavanje	7
2.1.7. Bolesti i neprijatelji	7
2.2. Stanje populacije divlje svinje u Hrvatskoj	8
2.3. Metode procjene	9
2.3.1. Senzorne kamere	10
2.3.2. Parametri populacije divlje svinje.....	11
2.3.3. Random Encounter Model (REM).....	12
2.3.4. Procjene populacije divlje svinje u Hrvatskoj	14
3. Materijali i metode	16
3.1. Područje istraživanja.....	16
3.2. Postavljanje senzornih kamera	17
3.3. Analiza podataka	19
4. Rezultati	22
5. Rasprava.....	26

6. Zaključak.....	29
7. Literatura.....	30
Životopis	39

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Ana Marija Prpić**, naslova

PROCJENA BROJNOSTI DIVLJE SVINJE (*SUS SCROFA*) UPOTREBOM SENZORNIH KAMERA U DRŽAVNOM OTVORENOM LOVIŠTU III/29 „PROLOM“

Posljednjih nekoliko desetljeća došlo je do značajnog porasta brojnosti populacije divlje svinje u Europi i Hrvatskoj. Iako ekonomski važna lovna vrsta, povećana brojnost ima mnoge negativne učinke na ekosustav općenito, stoga je sve važnija uloga preciznog određivanja populacijskih parametara na kojima bi se temeljilo održivo gospodarenje divljom svinjom. Cilj ovoga istraživanja bio je procijeniti brojnost i odrediti gustoću divlje svinje upotrebom senzornih kamera. Istraživanje je provedeno u razdoblju od siječnja do travnja 2020. na području lovišta III/29 „Prolom“. Primjenom REM modela dobivena je gustoća populacije divlje svinje od 18.66 jedinki/km² te brojnost od ca. 1400 jedinki u lovištu. Rezultati upućuju kako je gustoća populacije divlje svinje visoka što je rezultat povoljnih ekoloških i bioloških uvjeta. Ovo istraživanje dalo je prve rezultate primjene REM modela u procjeni brojnosti i gustoće divlje svinje u Hrvatskoj te naglašava efikasnost primjene senzornih kamera kao učinkovitog alata praćenja divljih životinja koji pridonosi kvalitetnijem gospodarenju.

Ključne riječi: divlja svinja, brojnost, procjena gustoće, senzorne kamere

Summary

Of the master's thesis - student **Ana Marija Prpić**, entitled

ESTIMATING WILD BOAR (*SUS SCROFA*) ABUNDANCE USING CAMERA TRAP DATA IN THE STATE HUNTING GROUND III/29 „PROLOM”

In the last few decades, there has been a significant growth of wild boar population in Europe and Croatia. Although an economically important game species, increased abundance has many negative effects on the ecosystem in general, so it is highly important to accurately determine the population parameters on which sustainable wild boar management could be based. The aim of this study was to estimate the abundance and determine the density of wild boar using camera trap data. The research was conducted in the period from January to April 2020 in the area of hunting ground III/29 „Prolom". Using the REM model, a wild boar population density in the hunting ground was 18.66 individuals/km² while abundance was approx. 1400 individuals. The results indicate that the wild boar population density is high as a result of favorable ecological and biological conditions. This research gave the first results of the application of the REM model in estimating abundance and density of wild boar in Croatia and emphasizes the efficiency of using camera traps as an effective tool for monitoring wild animals that contributes to better management.

Keywords: wild boar, abundance, density estimation, camera traps

1. Uvod

Mnogi kopneni ekosustavi karakterizirani su dinamikom dostupnosti resursa što se primarno ogleda u količini hrane i prikladnosti staništa, te imaju snažan utjecaj na vitalnost i dinamiku populacije primarnih i sekundarnih potrošača (Ostfeld i Keesing, 2000.). Nadalje, sve veća prisutnost čovjeka u staništu divljih životinja, utječe na njegovu izmjenu kao i na promjenu bioloških i ekoloških značajki životinja. Neke divlje životinje, ne samo da su se prilagodile antropogenim pritiscima, već imaju višestruke koristi od staništa nastalih pod utjecajem ljudskih aktivnosti. Takve vrste kontinuirano naseljavaju nova područja i postižu visoku gustoću populacije (Conover, 2001.).

Divlja svinja (*Sus scrofa* L.) savršen je primjer vrste koja je povoljne ekološke uvjete (obilje hrane, klimatske prilike i sl.) usmjerila u svoju teritorijalnu ekspanziju i povećanje brojnosti (Bieber i Ruf, 2005.). To potvrđuje činjenica da je divlja svinja prisutna na svim kontinentima osim Antarktike (Carpio i sur., 2016.) i jedna je od najraširenijih vrsta sisavaca u svijetu (Genov i Massei, 2004.). Međutim, to nosi određene učinke na ekosustav i odnos s čovjekom, a očituje se u štetama na poljoprivrednim površinama, prirodnim staništima, u prijenosu bolesti i sl. (Fattebert i sur., 2017.). Iako lovna vrsta, čiju je brojnost moguće regulirati odstrelom, smanjeni intenzitet lovnog pritiska uvelike dovodi do širenja populacija divljih svinja posljednjih nekoliko desetljeća u cijeloj Europi (Merli i Meriggi, 2006.). Konzistentno povećanje brojnosti prisutno je i u Hrvatskoj (Massei i sur., 2015.) gdje gotovo nema lovišta u kojem divlja svinja ne obitava jer je naselila područja na kojima prije nije bila prisutna, uključujući Jadranske otoke (Tončić i sur., 2006.; Šprem i sur., 2011.).

U vidu smanjenja negativnih učinaka velike brojnosti divlje svinje potrebni su pouzdani podaci o stanju populacije (Pfeffer, 2016.). Međutim, niska točnost podataka kao i neujednačenost metoda procjene gustoće životinja, djelomično ograničava napore za smanjenje populacije divljih svinja (Merli i Meriggi, 2006.; Ferreti i sur. 2016.). Stoga bi, bez obzira na temeljne razloge povećanja gustoće populacije, strategije upravljanja trebale biti prilagodljive kratkotrajnim promjenama u staništu (Bieber i Ruf, 2005.) te se temeljiti na poboljšanim metodama određivanja gustoće, koje su prema nekim autorima, ključ u gospodarenju ovom vrstom (Engeman i sur. 2013.; Plhal i sur. 2014.; Pfeffer, 2016.).

1.1. Ciljevi istraživanja

Ovo istraživanje ima za cilj istražiti efikasnost senzornih kamera u praćenju populacija divlje svinje prema kojima će se odrediti brojnost i gustoća populacije divlje svinje u lovištu III/29, „Prolom“ te dobivene rezultate usporediti s dosadašnjim procjenama temeljenim na direktnom prebrojavanju jedinki.

2. Pregled literature

2.1. Divlja svinja

2.1.1. Klasifikacija

Divlja svinja je prema znanstvenoj klasifikaciji (Borm i Garms, 1981.) sistematizirana na sljedeći način:

Razred: SISAVCI (*Mammalia*)

Podrazred: PRAVI SISAVCI (*Theria*)

Nadred: PLODVAŠI (*Eutheria*)

Red: DVOPAPKARI (*Artiodactyla*)

Podred: NEPREŽIVAČI (*Nonruminantia*)

Porodica: SVINJE (*Suidae*)

Rod: SVINJE (*Sus*)

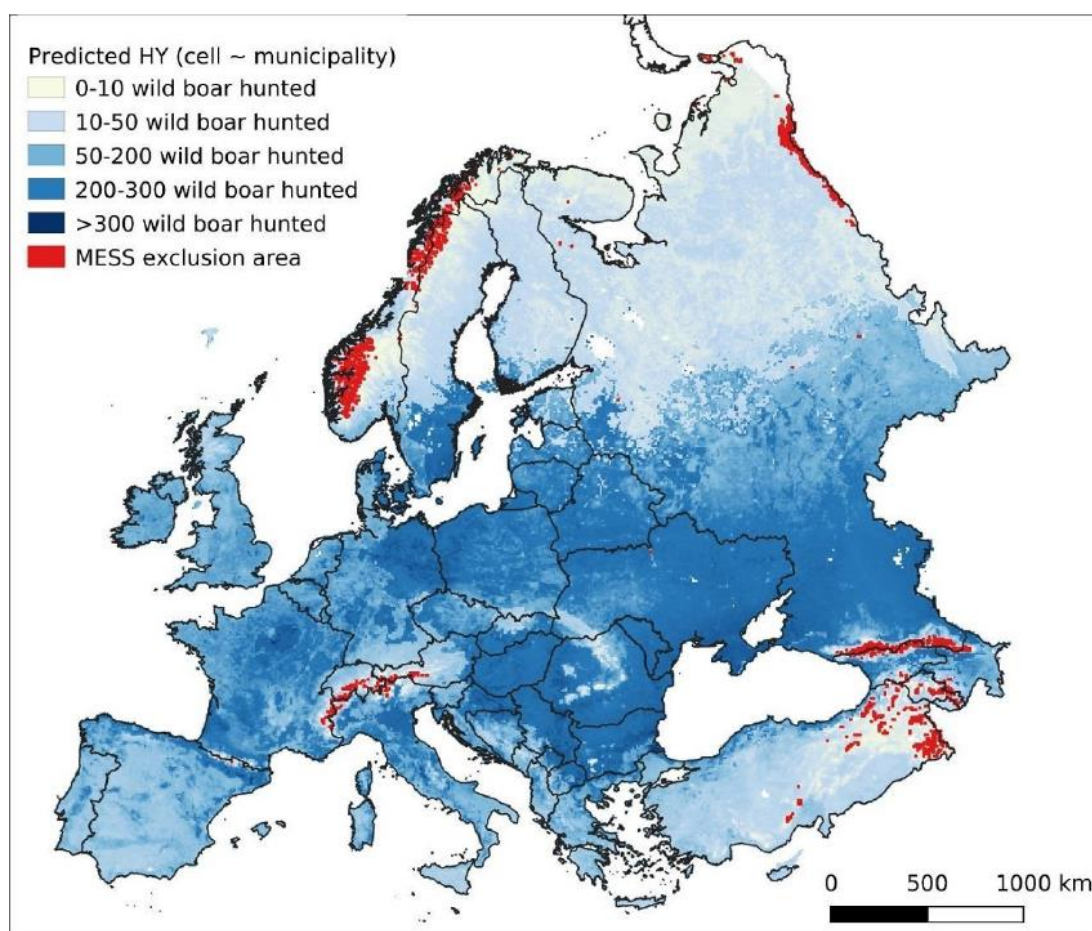
Vrsta: DIVLJA SVINJA (*Sus scrofa* Linne)

Bayesian filogenetska analiza otkrila je kako sve populacije divlje svinje s područja kontinentalnog Balkana pripadaju prethodno opisanoj E1 kladi europskih divljih i domaćih svinja te kako na tom relativno malom geografskom području postoji velika genetska raznolikost kao i broj jedinstvenih haplotipova (Giuffra i sur., 2000.; Alexandri i sur., 2012.). Na području Hrvatske ne može se govoriti o zasebnoj podvrsti divlje svinje jer je tijekom desetljeća dolazilo do kontakta divljih i domaćih svinja kao i divljih s unesenim podvrstama što je utjecalo na autohtonu genetičku strukturu (Tončić i sur., 2006.; Šprem i sur., 2011.).

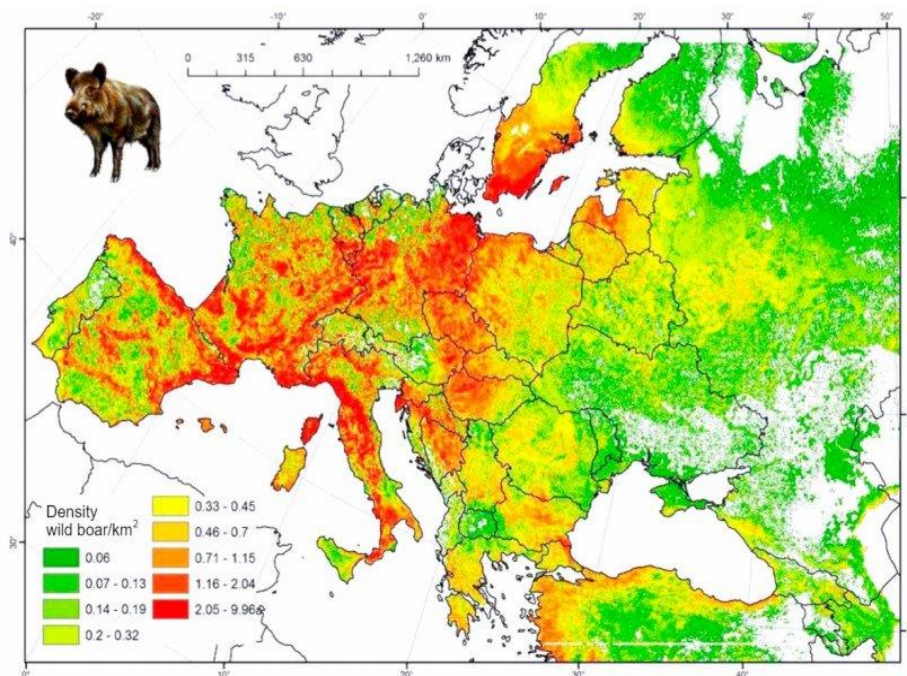
2.1.2. Rasprostranjenost

Divlja svinja jedna je od najraširenijih vrsta sisavaca u Europi (Acevedo i sur., 2014.; Bozzuto i Geisser, 2019.), čiju je relativnu brojnost po jedinicama lokalne samouprave (području 10 x 10 km) moguće vidjeti na Slici 1. (ENETWILD consortium i sur., 2020.). Osim kopna, sada nastanjuje i mnoge oceanske otoke (Long, 2003.). Divlja svinja pripada najstarije zabilježenim namjerno unesenim vrstama, prvenstveno zbog mesa, dok je današnje unošenje vrste na nova područja uglavnom motivirano komercijalnim lovom (Courchamp i sur., 2003.).

Izvorno potječe iz Europe, Azije i sjevera Afrike (Scandura i sur., 2011.), a područje prirodne rasprostranjenosti obuhvaća prostor od zapada Europe i Mediteranskog bazena do istoka Rusije, Japana i jugoistočne Azije (Massei i sur., 2015.). Naseljava geografski široka područja, uključujući široki raspon vrsta staništa, tipova vegetacije i klime (Pittiglio i sur., 2018.). Neki od razloga široke rasprostranjenosti u Europi su povećana sposobnost zauzimanja ekoloških niša, visoka reprodukcija, obilje hrane i dostupnost skloništa, koji su posljedica napuštanja ruralnih područja i poljoprivrednih površina (Merli i Merrigi, 2006.; Acevedo, 2014.).



Slika 1. Procjena relativne brojnosti divlje svinje na području Europe primjenom pojednostavljenog modela na rešetki veličine 10 x 10 km (izvor: ENETWILD consortium i sur., 2020.)



Slika 2. Gustoća divljih svinja u Europi i Aziji temeljena na podacima o izlovljenim divljim svinjama za razdoblje 2000-2010. (izvor: FAO/ASFORCE, 2015.)

2.1.3. Biologija

Divlja svinja naša je autohtona vrsta divljači koja je prema građi probavnog sustava jedini papkar nepreživač (Konjević, 2005.). Morfološki je vrlo slična domaćoj svinji, ali razlike su ipak značajne budući da je divlja svinja viša i uža, osjetno kraćeg tijela s dugom klinastom glavom. Divlju svinju karakterizira snažno i zbijeno tijelo koje je u grebenu visoko 90 – 110 cm, a duljina tijela od vrha njuške do repa iznosi 155 cm (Darabuš i Jakelić, 1996.). Donja vilica je ojačana i pokretljiva što divljoj svinji omogućuje lako rovanje, a u njoj su smješteni donji očnjaci-sjekači. U gornjoj vilici nalaze se brusači koji se sa sjekačima nazivaju kljove. Očnjaci krmače slabije su izraženi i nazivaju se klice. Tijelo je prekriveno čekinjama, tvrdom dlakom koja se na svojem kraju redovito grana u dva ili tri dijela, a ispod njih se nalazi sloj guste vunaste poddlake (malje) koji zimi osigurava dodatnu termoizolaciju (Vratarić, 2004.; Konjević, 2005.). Tjelesna težina kreće se od 35 do 230 kg, pri čemu su jedinke manje tjelesne mase svojstvenije Mediteranskom području, a veće mase sjevernijim dijelovima prirodnog areala divlje svinje (Sjarmidi i Gerard, 1988.) Nerijetko mužjaci mogu dosegnuti i do 300 kg (Vratarić, 2004.). Mužjaka nazivamo vepar, ženku krmača, mladunčad prasad, a godišnjake (do navršene druge godine života) nazimad (Konjević, 2005.).



Slika 3. Divlja svinja (izvor: <https://www.shutterstock.com/image-photo/wild-boar-sus-scrofa-czech-republic-586786886>)

2.1.4. Stanište i način života

Divlja svinja prilagodljiva je vrsta i naseljava mnoge vrste staništa, ali preferira ona koja nude veliku količinu hrane i zaštitu od predatora (Genov i Massei, 2004.). Geisser i Reyer (2005.) navode šumsko stanište kao primarno, međutim nalazimo je u rasponu od borealnih šuma i grmova do tropskih kišnih šuma i polupustinja (Keuling i sur., 2017.). U vegetacijskom razdoblju često se zadržava na poljoprivrednim površinama gdje pronalazi hranu i zaklon (Keuling i sur., 2009.). Prema socijalnoj organizaciji, divlje svinje su društvene životinje, s iznimkom starijih veprova (Konjević, 2005.). Strogo određena socijalna organizacija temelji se na skupinama koje predvode odrasle krmače i mogu uključivati nekoliko generacija odraslih i juvenilnih jedinki (Poteaux i sur., 2009.). Mladi mužjaci bivaju istjerani iz krda pa formiraju vlastite manje skupine. Odrasli veprovi žive samotnjački i priključuju se krdima tek u sezoni parenja kada redovito dolazi do borbi za pravo parenja (Konjević, 2005.).

Divlja svinja je po načinu ponašanja i dnevnoj aktivnosti diurnalna vrsta, no djelovanjem vanjskih antropoloških čimbenika (lov, uznemiravanje), svoju aktivnost intenzivira tijekom noći (Fabijanić i sur., 2013.) kada se odvija glavna aktivnost kao i štete koje pričinjava svojim rovanjem (Thurfjell i sur., 2009.).

2.1.5. Prehrana

Divlja svinja monogastrična je životinja koja se primarno hrani biljnom, a potom hranom životinjskog porijekla (Gimenez-Anaya i sur., 2008.; Schley i sur., 2008.). Važno je napomenuti kako se prehrana divlje svinje uvelike razlikuje s obzirom na geografska područja pa samim time i na dostupnost pojedinih vrsta hrane (Schley i Roper, 2003.). Udio biljnih komponenti u prehrani povećava se sa starošću, a udio hrane životinjskog porijekla veći je u juvenilnih jedinki (Dardaillon, 1989.). U potrazi za hranom, osobito rovanjem, provodi puno vremena (Genov i Massei, 2004.), te zavisno o kvaliteti staništa i sezoni, prelazi velike udaljenosti (Keuling i sur., 2008.). Zbog hranidbe poljoprivrednim usjevima, te navedenog načina uzimanja hrane, pričinja znatne štete na usjevima, uzrokujući velike ekonomske gubitke (Schley i sur. 2008.).

2.1.6. Razmnožavanje

Pored ostalih papkara, divlja svinja ima najveću stopu reprodukcije čemu pridonose rani ulazak u spolnu zrelost, visoka fertilnost i relativno kratak period gestacije (Servanty i sur., 2009.). Parenje divljih svinja odvija se od sredine jeseni pa do prosinca i naziva se bucanje. To je razdoblje u kojem se odrasli mužjaci priključuju krdima i bore za pravo parenja pri čemu mogu biti vrlo agresivni (Janicki i sur., 2007.). Ono što je kod divlje svinje također dokazano je višeočinstvo, odnosno pojava da se ženka pari s više mužjaka. Inače, višeočinstvo javlja se kod sisavaca koji imaju više potomaka, a doprinos svakog mužjaka ogleda se u utjecaju na spolnu selekciju i genetsku strukturu (Delgado i sur., 2008.). Nakon prosječno 117 dana, krmača u skrivenom gnijezdu na tlu oprasi 4 – 12 praščića (Konjević, 2005.). Istraživanje Šprem i sur. (2016.) pokazalo je kako je broj plodova u bređim krmačama varirao od 2 do 11, a srednja vrijednost iznosila je 6.02 plodova.

2.1.7. Bolesti i neprijatelji

Iako su divlje svinje u pravilu vrlo otporne životinje, mogu oboljeti od raznih bolesti, a još je važnija njihova uloga kao rezervoara velikog broja bolesti koje se prenose na domaće životinje i ljude (Meng i sur., 2009.). Neke od najvažnijih su trihineloz, bruceloza, klasična svinjska kuga (Janicki i sur., 2007.) i afrička svinjska kuga koja trenutno predstavlja najveću prijetnju domaćim i divljim svinjama diljem Europe (Blome i sur., 2012.; Chenais i sur., 2019.). Uviđena je velika uloga ljudi u prijenosu ove bolesti, a s obzirom na veliku brojnost divljih

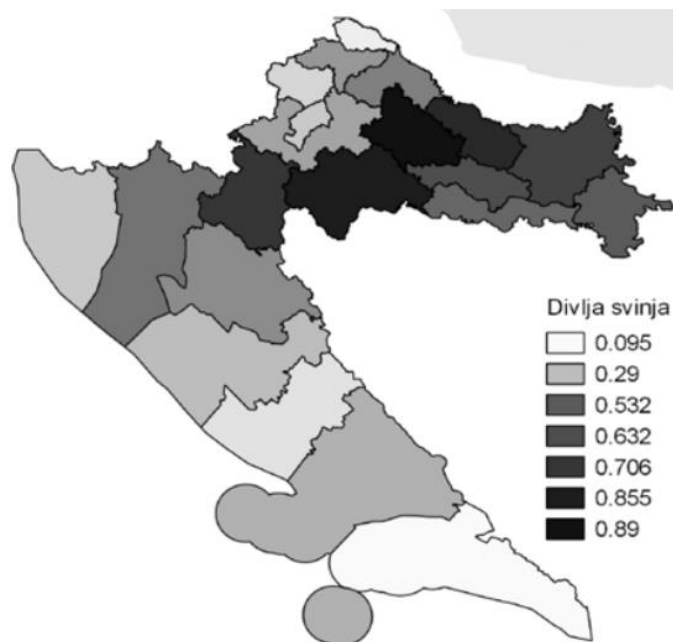
svinja širom Europe, među kojima bi se bolest brzo proširila, iznimno je važno uključivanje znanosti u cilju prevencije, kontrole ili eradikacije afričke svinjske kuge (Chenais i sur., 2019.).

Od klimatskih nepogoda, za svinju je opasna golomrazica pri čemu je gornji sloj zemlje smrznut što joj onemogućava rovanje. Prirodni neprijatelj joj je vuk, a ris, medvjed i lisica predstavljaju opasnost za prasad (Janicki i sur., 2007.).

2.2. Stanje populacije divlje svinje u Hrvatskoj

Divlja svinja autohtona je divljač Republike Hrvatske čiji se broj u proteklih nekoliko desetljeća značajno povećao (Šprem i sur., 2011.). Usporedbe radi, nakon Drugog svjetskog rata, brojnost divljih svinja na teritoriju Hrvatske procjenjivala se na oko 300-tinjak komada (Darabuš i Jakelić, 1996.), a danas se redovito odstreljuje 40 000 jedinki (Šprem i sur., 2016.) uz napomenu da je i taj broj vrlo vjerojatno podcijenjen za otprilike 30% (Massei i sur., 2015.). Prema službenim podacima iz elektronske baze Ministarstva poljoprivrede odnosno Središnje lovne evidencije, najveća gustoća populacije je u središnjoj i istočnoj Hrvatskoj odnosno Bjelovarsko-bilogorskoj i Sisačko-moslavačkoj županiji (Bagarić, 2018.). Posljedica visoke brojnosti su mnoge ekonomske štete, naleti na vozila kao i napadi na ljude (Šprem i sur., 2014.).

Nekoliko je osnovnih razloga velikog broja divljih svinja u Hrvatskoj, a to je prvenstveno pozitivan prirodni trend populacije, obilna dodatna prihrana, promjena genetske strukture te neadekvatni zakonski propisi (Šprem i sur., 2007.). Obilna prihrana u lovištima utječe na povećanje brojnosti populacije tako da sprječava ugibanje najslabijih u leglu (Massei i sur., 2015.), a dodatno i povećanje srednje temperature zraka, budući da se pokazalo kako visoke temperature i niski snježni pokrivač pozitivno utječu na godišnje povećanje populacije (Bieber i Ruf, 2005.). Ostali čimbenici uključuju iskorijenjenost klasične svinjske kuge kao i činjenica da divlja svinja u većini staništa praktički nema prirodnog neprijatelja jer je područje njihove rasprostranjenosti u Hrvatskoj znatno manje (Konjević, 2005.).



Slika 4. Gustoća populacije divljih svinja u Hrvatskoj po županijama izraženo u broju jedinki po hektaru (izvor: Bagarić, 2018.)

Osnovni problem populacije divljih svinja u Hrvatskoj je križanje s domaćim svinjama, uključujući i ugrožene autohtone pasmine, čiji se intenzitet povećao nakon Domovinskog rata (Šprem, 2009.). Posljedica neželjenog križanja je promjena fenotipskih karakteristika životinja te negativan utjecaj na genetski integritet (Šprem i sur., 2011.; Šprem i sur., 2014.).

Dodatno, a s obzirom na reguliranje brojnosti, potrebno je vršiti pravilni odstrel. Konjević (2005.) navodi kako je neredovit i nepravilni odstrel jedan od razloga eksplozije populacije svinja, budući da bi za održavanje pravilne strukture odstrel trebao obuhvatiti 70% prasadi i nazimad te maksimalno štedjeti odrasla grla (Janicki i sur., 2007.).

2.3. Metode procjene

Iako danas postoji znatna količina znanja o biologiji i ekologiji divlje svinje, čini se da to samo djelomično pomaže u gospodarenju brzorastuće populacije (Bozzuto i Geisser, 2019.). Nekoliko razloga doprinosi ograničenju gospodarenja, a to su prije svega nedovoljne procjene gustoće i baziranje gospodarenja i odstrela na lovnostatističkim podacima koji mogu pogrešno procijeniti dinamiku populacije (Imperio i sur., 2010.). Primjer toga su slučajevi kada količina hrane u staništu negativno utječe na lov, a pozitivno na populaciju. Naime, lovnostatistički podaci će tada prikazati smanjeni rast populacije i brojnost svinja iako to nije pravi prikaz stanja

populacije (Bozzuto i Geisser, 2019.). Dodatno, s obzirom na biologiju divlje svinje i njezinu visoku prilagodljivost uvjetima staništa, može se reći da je procjena brojnosti populacije na regionalnom nivou prilično neprecizna. Gospodarenje i kontrola populacije zahtijeva točne i detaljne podatke o prostornoj raspodjeli i brojnosti vrste (Pittiglio i sur., 2018.) pri čemu je potreban dobar izbor metode. Ipak, za napomenuti je kako ne postoji univerzalna metoda koja može pokriti sada vrlo širok areal rasprostranjenosti ove vrste (ENETWILD consortium i sur., 2018.).

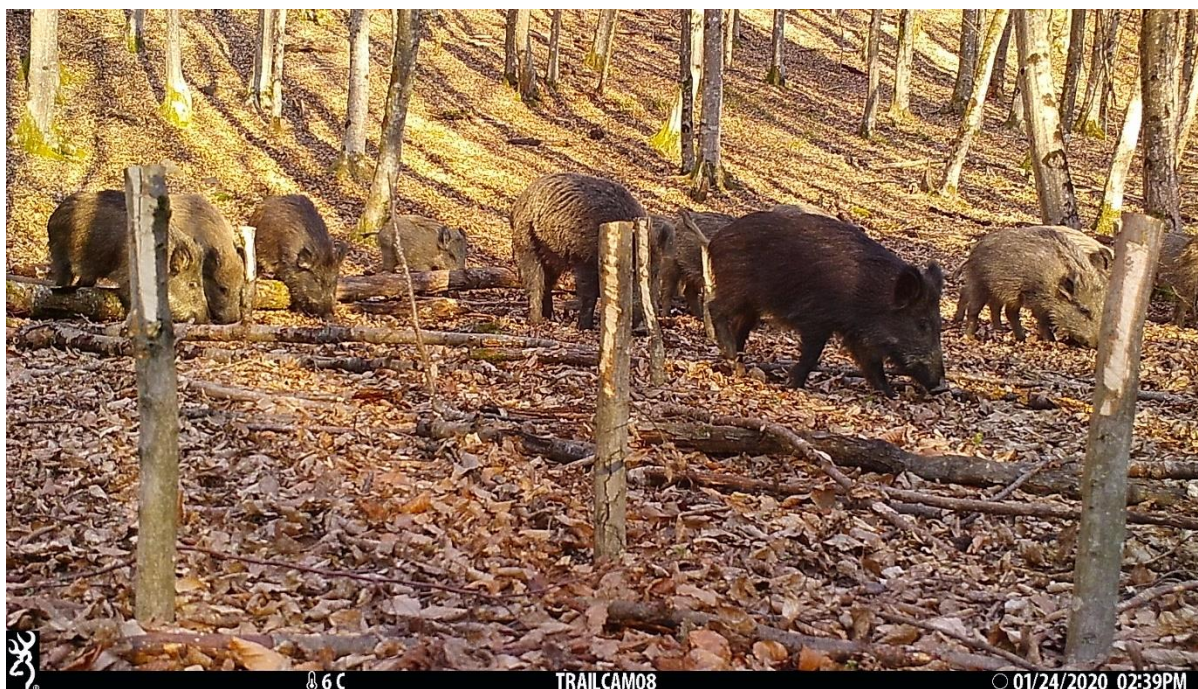
Do danas je razvijen širok spektar direktnih i indirektnih metoda procjena brojnosti i gustoće populacije, a odabir ponajprije ovisi o vrsti i karakteristikama terena (Engeman i sur., 2013.). Neke od direktnih metoda uključuju: lovnostatističke podatke, izravno brojanje po transektima, brojanje na hranilicama, zračne snimke, „capture-recapture“ metodu i senzorne kamere. U indirektnu metode spadaju: prebrojavanje izmeta, promatranje tragova u snijegu, genetska analiza izmeta, genetska analiza odstrela, praćenje utjecaja na stanište i znakova prisutnosti i dr. (ENETWILD consortium i sur., 2018.). Svakako, odabir metode trebao bi pratiti sljedeća načela: (1) metoda mora biti praktična na terenu, (2) mora se oslanjati na minimalan broj pretpostavki koje je lako donijeti, (3) dovoljno osjetljiva da prikaže istraživane promjene i (4) mora biti povezana sa statističkom metodologijom koja omogućuje usporedne analize (Engeman i sur. 2013.).

2.3.1. Senzorne kamere

Posljednjih nekoliko desetljeća, senzorne kamere postale su sveobuhvatan i nezaobilazan alat ekoloških istraživanja i praćenja divljih životinja (Noss i sur., 2012.; Wearn i Glover-Kapfer, 2019.). Metoda praćenja isključuje potrebu prisutnosti istraživača te bilo kakvo uznemiravanje životinja pri čemu uz minimalnu invazivnost nudi pouzdane vizualne podatke o životu divljih životinja (Caravaggi i sur., 2017.). Tako je uporaba senzornih kamera omogućila praćenje rijetkih, noćno aktivnih i ugroženih vrsta koje je klasičnim metodama teško pratiti (Belda i sur., 2020.).

Senzorne kamere funkcioniraju na principu detekcije pokreta putem infracrvenog senzora (Rowcliffe i sur., 2008.). Kamera potom snima fotografiju ili video zapis (Green i sur., 2020.) te tako prikuplja znatnu količinu podataka o istraživanim ili slučajno snimljenim vrstama. Takvi dodatni podaci mogu otkriti bitne informacije različite primjene poput istraživanja bioraznolikosti ili snimanja vrsta za koje se misli da na nekom području više ne obitavaju (Belda i sur., 2020.). Samo neke od prednosti istraživanja senzornim kamerama

uključuju: postavljanje alata za praćenje *in situ*, mogućnost praćenja 24 sata dnevno, neovisnost o vremenskim uvjetima i karakteristikama staništa, zahtjeva znatno manji terenski rad i sl. (Carravagi i sur., 2017.; Belda i sur., 2020.; Moore i sur., 2020.).



Slika 5. Divlje svinje snimljene senzornom kamerom u lovištu „Prolom“.

Pomoću fotografija dobivenih senzornim kamerama, moguće je istražiti biologiju, ponašanje životinja, uzorke aktivnosti, korištenje staništa kao i gustoću populacije (Rovero i Marshall, 2009.; Pfeffer, 2016.), a Plhal i sur. (2011.) navode kako su podaci dobiveni senzornim kamerama jedni od najrelevantnijih. Stoga se njihovo korištenje vidi i u određivanju gustoće životinja budući da broj snimljenih fotografija po jedinici vremena, zapravo sadrži informaciju o gustoći neke vrste (Rowcliffe i sur., 2008.). Važno je napomenuti kako je određivanje gustoće senzornim kamerama većim dijelom vezano za vrste koje se mogu individualno prepoznati, poput nekih vrsta divljih mačaka. Međutim, razvojem nekih modela procjene, kao što je Random Encounter Model, omogućeno je određivanje gustoće upotrebom senzornih kamera bez potrebe za individualnim prepoznavanjem jedinki (Rowcliffe i sur., 2008.; Pfeffer i sur., 2016.).

2.3.2. Parametri populacije divlje svinje

Smatra se kako je procjena veličine populacije divlje svinje djelomično zahtjevna, a problem predstavlja noćni način života i vrlo varijabilna prostorna raspodjela. Za pravilno

određivanje brojnosti i gustoće populacije, prema ENETWILD consortium i sur., (2018.) postoji nekoliko osnovnih parametara koji se određuju:

Veličina populacije ili apsolutna brojnost (N): može biti određeni ili procijenjeni broj veličine populacije izražen u broju jedinki. Povezan s jedinicom površine, daje podatak o apsolutnoj gustoći populacije.

Gustoća populacije (apsolutna) (d): izračun veličine populacije po jedinici površine, npr. kvocijent veličine populacije i ukupne površine područja. Apsolutna gustoća najčešće se izražava u broju jedinki na 100 ha ili km².

Relativna brojnost ili indeks brojnosti: odnosi se na relativni prikaz vrste u nekom ekosustavu. Relativna brojnost odražava vremenske i prostorne promjene veličine (N) i gustoće (d) populacije, ali ih ne procjenjuje direktno. Budući da se relativna brojnost povećava paralelno s gustoćom populacije, korisna je za praćenje populacije kroz vrijeme pa se često koristi za strategije upravljanja divljim vrstama i za praćenje populacijskih trendova.

Pojavnost: ukazuje na prisutnost ili odsutnost vrste na određenom području.

2.3.3. Random Encounter Model (REM)

Gustoća populacije jedna je od ključnih varijabli u ekologiji i zaštiti pojedinih vrsta i ima važne implikacije u gospodarenju kao što je na primjer određivanje rizika opstanka neke vrste (Rowcliffe i sur., 2014.). Praćenje populacija mijenja se zajedno s promjenama u okolišu na koje u najvećoj mjeri utječe čovjek (Lucas i sur., 2015.). Trenutne metode procjene gustoće populacije senzornim kamerama često zahtijevaju dodatne informacije pa tako na primjer „capture-recapture“ metoda zahtijeva individualno prepoznavanje jedinke (Harris i sur., 2013.) što kod nekih vrsta zapravo nije moguće.

Zbog toga, sve češće se koristi REM koji predstavlja modifikaciju modela idealnog plina i koji omogućuje određivanje gustoće populacija bez potrebe za individualnim prepoznavanjem jedinki, uz poznatu brzinu kretanja i parametre detekcije životinja (Rowcliffe i sur., 2008.; Lucas i sur., 2015.). Nekoliko je osnovnih prednosti procjene populacije REM modelom korištenjem senzornih kamera te uključuju: mogućnost računanja kolonizacije i stope izumiranja neke vrste, metoda je jeftina i isplativa, procjena populacije i gustoće populacije vrši se bez individualnog prepoznavanja životinja, korisna je za istraživanje rijetkih vrsta i onih koje

je teško snimiti, daje vrlo točne podatke čak i onda kada je ponašanje životinja drukčije od donesenih pretpostavki. Dodatna prednost je i nasumično postavljanje kamera koje ne ovisi o području obitavanja neke vrste te tako doprinosi reprezentativnosti/nezavisnosti uzorka (Rowcliffe i sur., 2008.).

Neke od pretpostavki REM modela su sljedeće (ENETWILD consortium i sur., 2018.):

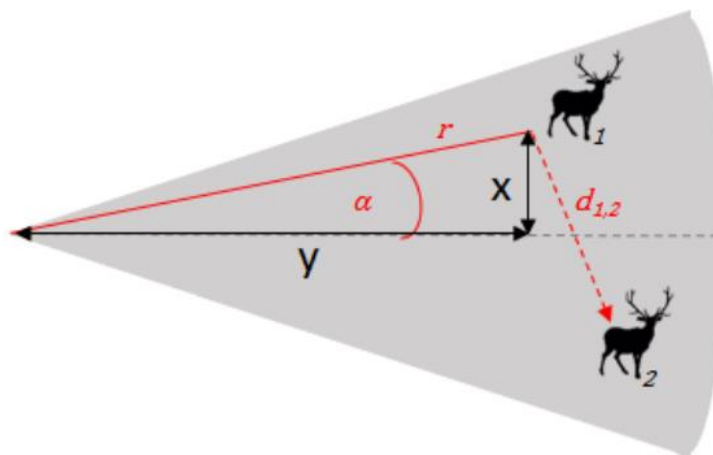
- senzorne kamere mogu snimiti životinje u bilo kojem smjeru, a signali životinja mogu se detektirati iz bilo kojeg smjera
- životinje se nalaze u homogenom staništu i kreću se pravocrtno u slučajnom smjeru s određenom brzinom
- senzorne kamere mogu snimiti životinje na udaljenosti detekcije r , a ako se životinje kreću u zoni detekcije, njihova vjerojatnost snimanja jednaka je 1

Istraživanja populacijskih parametara divlje svinje koristeći REM model relativno su nov pristup, a već su primijenjena u nekim europskim državama. REM model prvotno je testiran na zatvorenim populacijama s poznatim brojem životinja (Rowcliffe i sur., 2008.), a kasnije i na više vrsta životinja u prirodi. Ovo je jedina metoda koja je uspješno testirana na divljoj svinji (Chauvenet i sur., 2017.; Massei i sur., 2017.; Palencia i sur., 2019.) te uspješno primijenjena u procjeni gustoće životinja korištenjem senzornih kamera (Rowcliffe i sur., 2014.).

REM model računa gustoću neke vrste kombiniranjem više parametara (Slika 5.) dobivenih iz podataka svake fotografije za svaki slučaj snimanja životinje prema formuli (Rowcliffe i sur., 2008.):

$$D = \frac{y}{t} * \frac{\pi}{v * r * (2 + \alpha)}$$

pri čemu je D gustoća, y broj slučajeva snimanja, t ukupno vrijeme snimanja u danima, v srednje dnevno kretanje životinje, r srednja udaljenost između kamere i snimanih životinja i α srednja vrijednost kuta detekcije (Pfffer, 2016.).



Slika 6. Područje snimanja senzorne kamere s prikazanim parametrima kuta prve detekcije životinje, udaljenosti životinje i kamere, udaljenosti koju je životinja prešla između dvije fotografije te horizontalnom i vertikalnom udaljenosti detektirane životinje i kamere (izvor: Pffefer, 2016.).

Prvo istraživanje gustoće divlje svinje upotrebom senzornih kamera koristeći REM model napravili su Massei i suradnici (2017.). Rezultati njihovog istraživanja u Ujedinjenom Kraljevstvu iznose veliko podudaranje vrijednosti gustoće s ostalim metodama te daje korisne upute za daljnje korištenje ove metode. Jedna od njih je utjecaj broja postavljenih kamera na rezultate gustoće. Naime, iznose kako povećanje broja kamera s 9/km² na više, ne utječe na smanjenje preciznosti u procjeni gustoće (Massei i sur., 2017.). Podaci poput dnevnog kretanja neophodan su parametar za procjenu gustoće REM modelom. Budući da se pomoću senzornih kamera lako dolazi do preciznih podataka o kretanju životinja, Palencia i sur. (2019.) ističu korisnost REM modela kao ključnog alata u monitoringu divlje svinje. Ipak, neka istraživanja naglašavaju potrebu za maksimalnim izbjegavanjem utjecaja istraživanja na rezultate što bi se postiglo kvalitetnijim postavljanjem istraživanja u pogledu odabira lokacija i broja kamera (Chauvenet i sur., 2017.).

2.3.4. Procjene populacije divlje svinje u Hrvatskoj

Osim što je praćenje populacija važno za dobivanje ključnih spoznaja o vrsti, ono ima svoju ulogu u njezinom gospodarenju. Procjenom populacije divlje svinje dobivaju se podaci na kojima se temelji gospodarenje i poboljšavaju strategije gospodarenja (ENETWILD consortium i sur., 2018.). Dodatno, prema Zakonu o lovstvu (Anonymous, 2018.), svi lovoovlaštenici u Republici Hrvatskoj dužni su vršiti redovita prebrojavanja divljači koje

obitavaju ili se povremeno nalaze u lovištu. Za takve procjene u lovištu se najčešće koriste metode koje uključuju direktno osmatranje divljači, međutim, zbog pretežne noćne aktivnosti divlje svinje takva procjena je često ograničena i može dati krive podatke (Fabijanić i sur., 2013.; ENETWILD consortium i sur., 2018.).

Brojnost i gustoća populacije divlje svinje najveća je u kontinentalnoj Hrvatskoj, uključujući Sisačko-moslavačku županiju. To potvrđuju podaci Središnje lovne evidencije prema kojima brojnost divlje svinje u toj županiji iznosi $>0,85$ grla po hektaru (Bagarić, 2018.). Kao metoda procjene, u upotrebi je i brojanje izmeta, ali je njezino korištenje zahtjevno u pogledu terenskog rada kao i potrebe za dodatnim parametrima poput izračunavanja stope defekacije (ENETWILD consortium i sur., 2018.). Inicijalno istraživanje provedeno u lovištu Sisačko-moslavačke županije koje je bazirano na prebrojavanju izmeta divlje svinje pokazuje kako je gustoća iznimno velika te iznosi $43,1$ grlo/km² (Prpić i sur., 2020.).

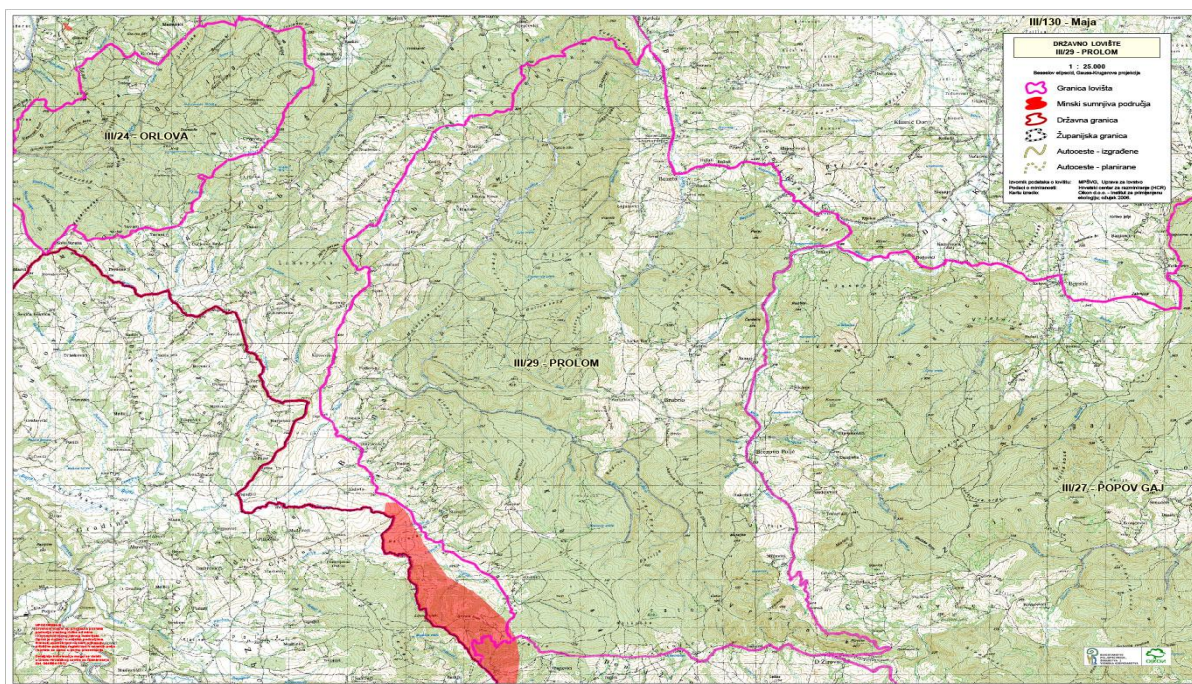
Ipak, danas se sve više koriste metode procjene koje uključuju korištenje tehnoloških pomagala. Tako su Tomljanović i sur. (2018.) vršili istraživanje brojnog stanja divlje svinje na području Sisačko-moslavačke županije pomoću bespilotne letjelice te dobili $1,26 \pm 0,18$ grla divlje svinje po hektaru. Možda i najčešće korištena metoda je procjena populacijskih parametara pomoću senzornih kamera. Istraživanje Fabijanić i sur. (2013.), također na području Sisačko-moslavačke županije, zasnovano je na postavljanju senzornih kamera unutar lovišta. Rezultati pokazuju kako gustoća populacije divlje svinje iznosi $16,38$ grla/km² i navode kako su tako dobiveni podaci vrlo pouzdani te tako doprinose kvalitetnijem gospodarenju s divljači.

Iz navedenog je vidljivo kako različite metode daju različite rezultate pa je i regionalna procjena brojnosti divlje svinje prilično teška (Keuling i sur. 2018.). Uzimajući u obzir prednosti i nedostatke poznatih metoda procjene gustoće, REM model navodi se kao jedan od najrelevantnijih budući da osigurava pouzdane podatke koje je moguće uspoređivati kroz cijelo područje rasprostranjenosti divlje svinje (ENETWILD consortium i sur., 2018.).

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno na znanstveno-nastavnom poligonu „ban Josip Jelačić“ na području državnog otvorenog lovišta III/29 „Prolom“ kojim gospodari Sveučilištu u Zagrebu, Agronomski fakultet. Lovište je smješteno u Sisačko-moslavačkoj županiji, južno od grada Gline i proteže se u smjeru sjever-jug između $45^{\circ}08'$ i $45^{\circ}17'$ sjeverne geografske širine i $16^{\circ}01'$ i $16^{\circ}09'$ istočne geografske dužine. Obuhvaća krajnje zapadne obronke i dijelove masiva Zrinske gore, a ime je dobilo po šumskom kompleksu Prolom. Na jugozapadnom dijelu, granica lovišta nalazi se neposredno uz državnu granicu Republike Hrvatske s Bosnom i Hercegovinom. Lovište je brdskog tipa i ukupne površine 7709 ha, od čega je najveći dio pod šumskom vegetacijom (Anonimous, 2008.).



Slika 7. Područje istraživanja – državno otvoreno lovište III/29 „Prolom“ (izvor:

<http://www.agr.unizg.hr/photogallery/.jpg>).

Šumski kompleksi zauzimaju površinu od ~7500 ha te se viša područja lovišta nalaze u pojasu acidofilnih bukovih šuma u svezi *Luzulo–Fagion* (Lohm. et Tx., 1954.) i ilirskih bukovih šuma sveze *Aremonio–Fagion* (Ht., 1938.). Niži dijelovi lovišta u pojasu su klimazonalnih šuma običnog graba u svezi *CarpinIion betuli* (Isll., 1932.). Vodne površine lovišta obuhvaćaju nešto više od 40 ha, a uključuju potoke koji pogoduju obitavanju i zadržavanju divljih životinja.

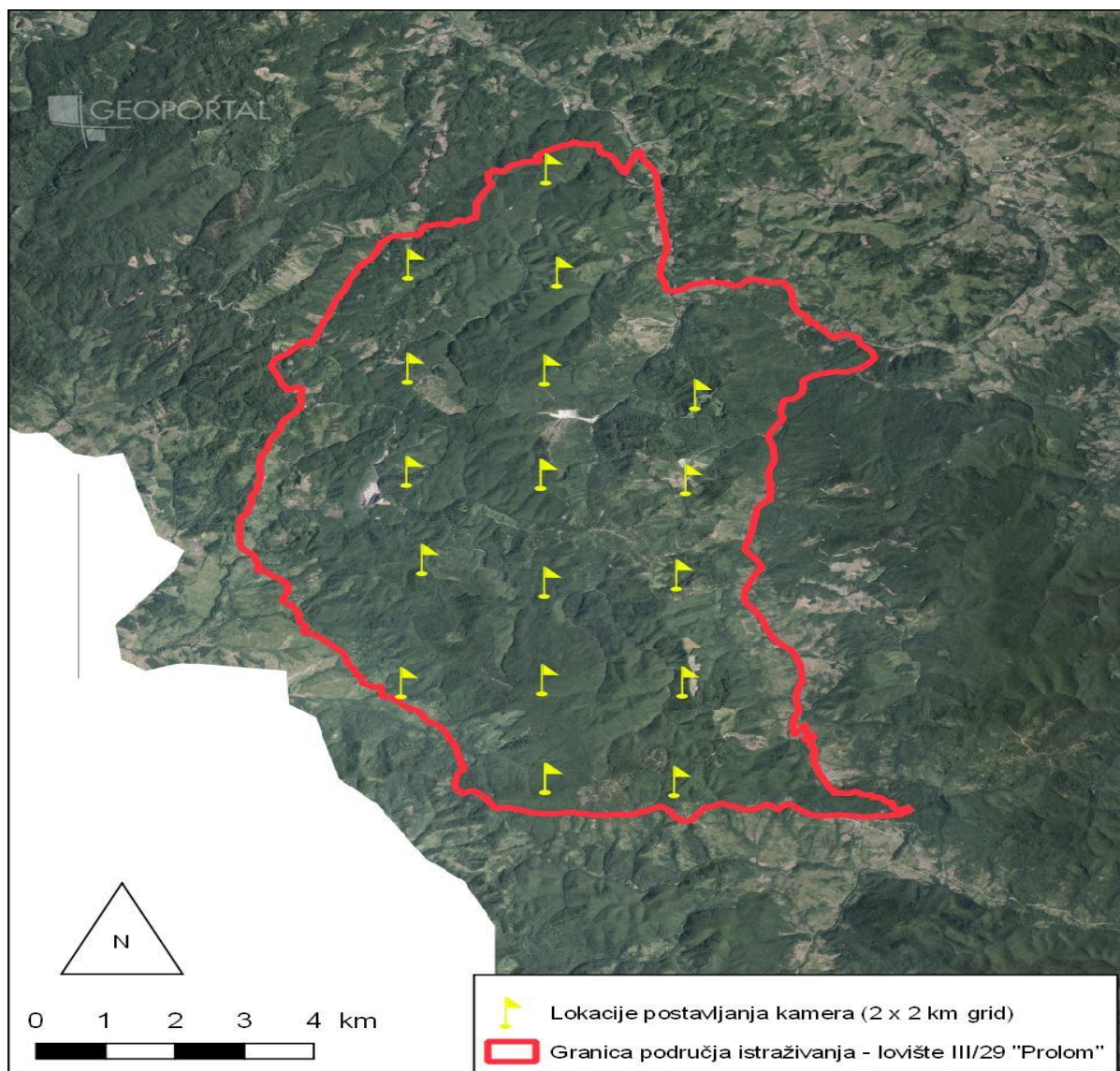
Ostatak lovišta čine nešumske površine, a to su zapuštene oranice, livade i pašnjaci (Anonymous, 2006.; Prđun, 2016.).

Lovište je stanište većem broju krupne i sitne divljači s najvećom gustoćom divlje svinje uz koju su prisutne i ostale vrste papkara, a to su: jelen obični (*Cervus elaphus* L.), jelen lopatar (*Dama dama* L.) i srna obična (*Capreolus capreolus* L.). U lovištu su prisutne i velike zvijeri odnosno sivi vuk (*Canis lupus* L.) i povremeno smeđi medvjed (*Ursus arctos* L.) (Prđun, 2016.).

3.2. Postavljanje senzornih kamera

Senzorne kamere postavljene su u razdoblju od 17. siječnja 2020. do 16. travnja 2020. Korišteno je ukupno 17 kamera marke Browning (model Command Ops Pro, Browning Trail Cameras), rezolucije 16 megapiksela (MP), dometa senzora 21.3 metra te kuta snimanja 55°. Kamere su opremljene infracrvenom bljeskalicom što omogućuje snimanje noćnih fotografija pa je snimanje životinja bilo omogućeno na 24 sata dnevno. Svaka kamera bilježila je datum i vrijeme, temperaturu zraka, mjesečeve mijene i svoju oznaku. Između dva okidanja nije postavljen vremenski razmak, a za svaki slučaj detekcije životinje kamera je snimila jednu JPEG fotografiju.

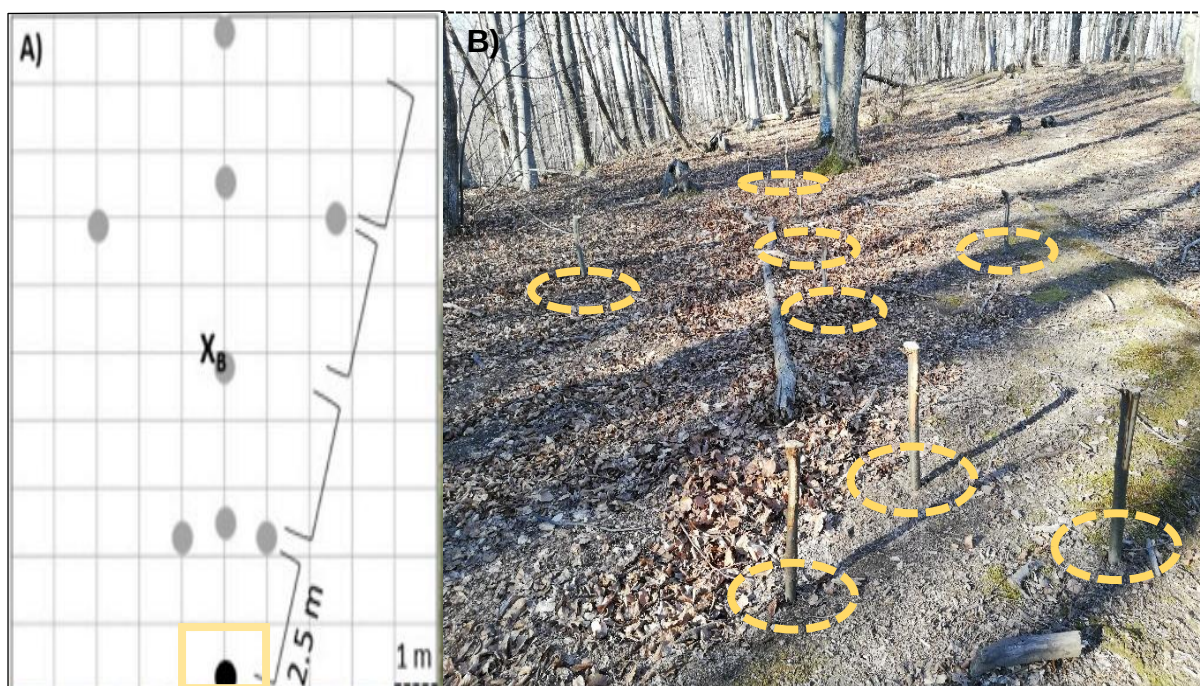
Kamere su postavljene na prethodno određene lokacije prateći ravnomjernu prostornu raspodjelu u obliku rešetke (2 x 2 km) (Slika 6.). Prema ENETWILD consortium i sur., (2020.) ovakvom raspodjelom kamera dobivaju se precizniji podaci u usporedbi s procjenama u kojem su udaljenosti između točaka rešetke veće. Na taj način je kamerama pokriveno cijelo područje istraživanja, a sve lokacije kamera nalazile su se u šumskom staništu. Kamere su postavljane na stablu otprilike 50 cm iznad tla senzorom usmjerenim prema sjeveru kako bi se izbjegli problemi uslijed djelovanja sunca poput izloženosti prevelikom osvjetljenju. U slučaju prepreka koje blokiraju područje detekcije, kamere su okrenute što sjevernije, a da se istovremeno ne smanjuje područje snimanja i omogućuju jasne fotografije. Nisu korišteni vidni, slušni ili mirisni atraktanti koji bi utjecali na pojavljivanje i snimanje životinja. Postavljanjem kamera nasumično, proporcionalno s obzirom na površinu istraživanja i bez atraktanata, uvelike se ispunjavaju pretpostavke REM modela (Rowcliffe i sur., 2013.). Istraživanje je započelo 17. siječnja 2020. te su nakon 31 dan uzorkovanja (17. veljače 2020.), zbog potrebnog minimalnog broja kamera (45), prebačene na drugu lokaciju ~100 m od početne. Isti postupak ponovljen je i nakon 29 dana (16. ožujka 2020.) nakon čega su kamere bile aktivne do kraja istraživanja odnosno 16. travnja 2020.



Slika 8. Prikaz lokacija postavljenih kamera prateći ravnomjernu raspodjelu prema rešetki veličine 2 x 2 km na području lovišta III/29 „Prolom“

Ispred kamera formiran je poligon (Slika 9.) koji služi kasnijem određivanju parametara potrebnih za izračun gustoće populacije (vrijednost kuta detekcije, udaljenost između životinje i kamere, udaljenost koju je životinja unutar poligona prešla). Za obilježavanje poligona ispred svake kamere korišteno je 8 drvenih stupova koji su u tlo učvršćeni pomoću čekića.

Prvi drveni stup nalazi se 2.5 metra ispred kamere, drugi na 5 m, treći na 7.5 m te četvrti na 10 m. Bočni stupovi nalaze se na 2.5 m i 7.5 m od kamere sa svake strane. Za izračun gustoće uzimane su isključivo životinje koje bi se nalazile i/ili kretale unutar opisanog poligona.



Slika 9. Prikaz sheme postavljanja drvenih oznaka (A) (izvor: ENETWILD consortium i sur., 2018.) i postavljeni poligon (B). Kvadrat na Slici 9.a označava smještaj kamere u odnosu na područje snimanja i postavljene oznake.

3.3. Analiza podataka

Podaci sa senzornih kamera uneseni su u Microsoft Excel program (Microsoft Corporation, 2018.), vidljivo na Slici 10. Uneseni podaci uključivali su: oznaku kamere, snimljenu vrstu, broj životinja u grupi, datum, vrijeme kada je životinja prvi put snimljena u poligonu, vrijeme kada je životinja zadnji put snimljena u poligonu, vrijeme koje je životinja provela unutar poligona, udaljenost između kamere i životinje, udaljenost koju je životinja prešla unutar poligona, kut detekcije životinje, ponašanje životinje, vrsta staništa, razdoblje dana (dan/noć) te godišnje doba.

Point_ID	Sp	G_size	Date	H_first	H_last	T	T.s	Dist.m	Speed.m.s	Interval.min	Dist_det	Ang_det	Behaviour	Cross_midline	Notes
1	1														
2	2	Wild boar	9	18.1.2020	14:06:32	14:06:48	0:00:16	16	13	0,81	1	0,7	Moving		
3	2	Wild boar		18.1.2020	14:06:36	14:06:46	0:00:10	10	4,7	0,47	1	2,7	Moving		
4	2	Wild boar		18.1.2020	14:06:38	14:06:48	0:00:10	10	6,5	0,65	1	0,8	Moving		
5	2	Wild boar	3	20.1.2020	8:40:38	8:41:06	0:00:28	28	3,7	0,13	2	5	Moving		
6	2	Wild boar		20.1.2020	8:40:58	8:42:16	0:01:18	78	7,8	0,10	3	6,2	Moving		
7	2	Wild boar		20.1.2020	8:40:58	8:41:16	0:00:18	18	3,5	0,19	3	5,7	Moving		
8	2	Wild boar		28.1.2020	17:36:28	17:36:32	0:00:04	4	1,3	0,33	3	5,5	Moving		
9	2	Wild boar		28.1.2020	17:36:34	17:36:40	0:00:06	6	1,5	0,25	3	5,4	Moving		
10	2	Wild boar		28.1.2020	17:36:40	17:36:42	0:00:02	2	0,4	0,20	3	5,1	Moving		
11	2	Wild boar	9	10.2.2020	18:00:46	18:01:02	0:00:16	16	3,3	0,21	3	7	Moving		
12	2	Wild boar		10.2.2020	18:01:00	18:01:56	0:00:56	56	8	0,14	4	7,5	Feeding		
13	2	Wild boar		10.2.2020	18:01:42	18:01:56	0:00:14	14	5	0,36	4	7,5	Moving		
14	2	Wild boar		10.2.2020	18:02:04	18:02:20	0:00:16	16	2,2	0,14	4	4,5	Moving		
15	2	Wild boar		10.2.2020	18:02:56	18:03:32	0:00:36	36	3,6	0,10	4	7,6	Moving		
16	2	Wild boar		10.2.2020	18:03:22	18:04:22	0:01:00	60	4	0,07	4	7,5	Feeding		
17	2	Wild boar	8	16.2.2020	7:41:28	7:41:34	0:00:06	6	3,2	0,53	2	3	Feeding		
18	2	Wild boar		16.2.2020	7:41:34	7:41:40	0:00:06	6	4,4	0,73	2	3,4	Moving		
19	2	Wild boar		16.2.2020	7:41:34	7:41:36	0:00:02	2	2,2	1,10	3	6,9	Moving		
20	2	Wild boar		16.2.2020	7:41:34	7:41:40	0:00:06	6	3,5	0,58	2	3,7	Moving		
21	2	Wild boar		16.2.2020	7:41:34	7:41:40	0:00:06	6	3,5	0,58	2	3,7	Moving		

Slika 10. Primjer dokumenta s unesenim podacima dobivenih senzornim kamerama za istraživanu vrstu

Na temelju varijabli, vrijeme koje je životinja provela u poligonu dobiveno je kao razlika vremena zadnje i prve fotografije snimanja životinje. Nadalje, pomoću oznaka unutar poligona određena je udaljenost koju je životinja prešla između prve i zadnje fotografije. Prema tome je izračunata srednja brzina kretanja kao kvocijent pređene udaljenosti i vremena provedenog u poligonu. Vrijednost kuta detekcije određena je utvrđivanjem položaja snimljene životinje u odnosu na kameru.

Zatim, za potrebe izračunavanja gustoće tj. brojnosti populacije korištena je procjena učestalosti susreta dobivena kroz podatke senzornih kamera prema gore spomenutoj metodologiji (Rowcliffe i sur., 2008.):

$$D = \frac{y}{t} \frac{\pi}{v r (2 + \alpha)}$$

Formula zahtijeva podatke o stopi snimanja za traženu vrstu (y/t), dnevno kretanje (v) i parametre detekcije životinje odnosno radijus (r) i kut snimanja (α).

Dnevno kretanje odnosno udaljenost koju je jedinka prešla tijekom dana procijenjena je koristeći metodologiju predloženu od Palencia i sur., (2018.). Prema njima, za vrste koje izražavaju neki obrazac ponašanja, važno je procijeniti brzinu kretanja i aktivnost posebno za

svako ponašanje (npr. kretanje i hranjenje) kako bi se moglo izračunati dnevno kretanje jedinke. Uz to, jedinkama koje su obraćale pozornost na kamere, dodijeljen je status „interesiranje“.

Dnevno kretanje jedinki tijekom razdoblja istraživanja dobiveno je koristeći „activity“ paket (Rowcliffe i sur., 2014.) za procjenu aktivnosti koristeći podatke senzorne tehnologije, u ovom slučaju senzornih kamera.

Stopa snimanja broj je nezavisnih slučajeva snimanja podijeljen s brojem dana snimanja i izračunat je za svaku kameru. Standardna pogreška stope snimanja za svaku lokaciju procijenjena je neparametrijskim bootstrap poduzorkovanjem. Lokacije kamera poduzorkovane su sa zamjenama 10 000 puta (Zero i sur., 2013.; Cusack i sur., 2015.).

Statističke analize odrađene su u R 3.6.0 programu (R Core Team 2019.).

4. Rezultati

Nakon 91 dan istraživanja, analizirani su podaci s 51 lokacije. Divlja svinja snimljena je na 34 lokacije s ukupno 460 slučajeva snimanja (Tablica 1.). Ukupni efektivni napor (kamera/dan) iznosio je 3570 aktivnih dana, sa srednjom stopom bilježenja od 7.76 (SE=3.42) fotografija po lokaciji. Senzornim kamerama snimljene su i sljedeće vrste: jelen obični, srna obična, europski jazavac (*Meles meles*), crvena lisica (*Vulpes vulpes*), sivi vuk, kuna zlatica (*Martes martes*), divlja mačka (*Felis silvestris*), europski zec (*Lepus europaeus*) te nekoliko vrsta domaćih životinja. Prije analiza, sve jedinice koje su imale status „interesiranje“ izbačene su iz analiza kako bi se izbjegle nelogičnosti prilikom analize podataka.

Tablica 1. Deskriptivna statistika podataka o lokaciji kamera te broju snimljenih fotografija divlje svinje u lovištu „Prolom“ tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja. GPS koordinate kamera 18 – 51 nisu unošene budući da su se nalazile u krugu od 100 metara od prvotno postavljenih kamera

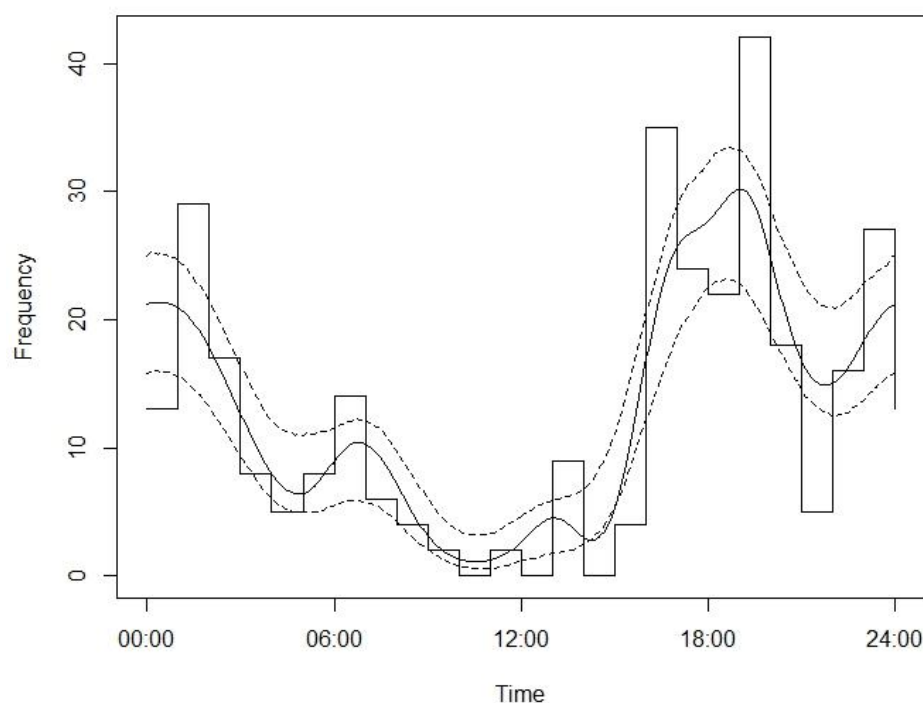
ID kamere	GPS_širina	GPS_dužina	Trajanje snimanja (dan)	Broj fotografija	Stopa snimanja (%)
Kamera 1	45°15'54.8"N	16°05'28.3"E	31	0	0
Kamera 2	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	23	74,2
Kamera 3	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	6	19,4
Kamera 4	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	17	54,8
Kamera 5	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	0	0
Kamera 6	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	9	29
Kamera 7	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	10	32,3
Kamera 8	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	18	58,1
Kamera 9	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	17	54,8
Kamera 10	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	12	38,7
Kamera 11	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	7	22,6
Kamera 12	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	3	9,7
Kamera 13	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	13	41,9
Kamera 14	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	55	177,4
Kamera 15	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	2	6,5
Kamera 16	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	3	9,7

Kamera 17	16°05'28.3"E	16°05'28.3"E	31	12	38,7
Kamera 18			29	0	0
Kamera 19			29	18	62,1
Kamera 20			29	0	0
Kamera 21			29	1	3,4
Kamera 22			29	2	6,9
Kamera 23			29	0	0
Kamera 24			29	10	34,5
Kamera 25			29	1	3,4
Kamera 26			29	43	148,3
Kamera 27			29	20	69
Kamera 28			29	30	103,4
Kamera 29			29	0	0
Kamera 30			29	0	0
Kamera 31			29	10	34,5
Kamera 32			29	0	0
Kamera 33			29	0	0
Kamera 34			29	13	44,8
Kamera 35			31	0	0
Kamera 36			31	34	109,7
Kamera 37			31	0	0
Kamera 38			31	0	0
Kamera 39			31	1	3,2
Kamera 40			31	1	3,2
Kamera 41			31	0	0
Kamera 42			31	0	0
Kamera 43			31	10	32,3
Kamera 44			31	8	25,8
Kamera 45			31	11	35,5
Kamera 46			31	0	0
Kamera 47			31	15	48,4
Kamera 48			31	9	29

Kamera 49	31	0	0
Kamera 50	31	0	0
Kamera 51	31	16	51,6

Na temelju podataka, dobivena je dnevna brzina kretanja divlje svinje tijekom tromjesečnog razdoblja istraživanja. Brzina kretanja iznosila je 0.058 m/s (SE = 0.006) za jedinke tijekom hranjenja, dok je brzina prilikom kretanja iznosila 0.113 m/s (SE = 0.009). Srednja vrijednost dnevnog raspona kretanja iznosila je 3.405 km/dan/jedinki (SE = 0.34).

Vrhunac dnevne aktivnosti tijekom perioda istraživanja zabilježen je između 18:00 i 22:00 sata pa se može zaključiti da se radi o jednoobraznom uzorku aktivnosti (jedan vrhunac aktivnosti u kasnim večernjim satima) (Slika 11.).



Slika 11. Grafički prikaz procjene uzorka dnevne aktivnosti divlje svinje za cjelokupno razdoblje istraživanja (3 mjeseca)

Na temelju navedenih podataka izračunata je gustoća jedinki divlje svinje od 18.66 jedinki/km² (SE = 5.96). Ako se uzme u obzir površina područja istraživanja (7700 ha = 77

km²), rezultati sugeriraju ukupnu brojnost populacija od ca. 1400 jedinki s mogućnosti pogreške od $\pm$ ca. 460 jedinki.

5. Rasprava

U pogledu gospodarenja divljom svinjom općenito te sve znatnijoj epidemiološkoj ulozi, sve je veća potreba za pouzdanim procjenama gustoće populacija na regionalnoj razini, a sve u cilju uspostavljanja osnova na kojima bi se temeljile održive metode gospodarenja vrstom i mogućim izbijanjem bolesti istovremeno (Ostfeld i sur., 2005.). Poznato je kako složena socijalna struktura, noćna aktivnost i preferencija guste vegetacije znatno otežavaju procjenu populacije divlje svinje (Thurfjell i sur., 2009.), stoga su se indirektna metode (bez izravnog prebrojavanja jedinki) za ovu vrstu značajno razvile i sve se više koriste (Acevedo i sur., 2014.).

Gustoća i brojnost populacije divlje svinje u lovištu III/29 „Prolom“ procijenjena je koristeći indirektnu metodu upotrebe senzornih kamera. Glavna prednost ove metode je njezina neinvazivnost, široka primjena podataka i rezultata te mogućnost snimanja velikog broja vrsta, uključujući one koje se ne mogu promatrati direktno ili biti označene (Acevedo i sur., 2014.; Belda i sur., 2020.). Nadalje, kamerama je moguće vršiti istraživanja na mnogo većem broju jedinki. Divlja svinja snimljena je na 34 lokacije s ukupno 460 slučajeva snimanja. Rowcliffe i sur. (2008.) navode kako je za dobivanje preciznih rezultata potrebno minimalno 10 slučajeva snimanja po lokaciji. U ovom istraživanju srednja stopa bilježenja iznosi 7.76 fotografija po lokaciji što ne mora nužno upućivati na nedovoljan uzorak budući da je u istraživanju korišten velik broj kamera te je postavljanjem kamera pokriveno cijelo područje lovišta. Dakle, procjene dobivene koristeći podatke senzornih kamera najčešće su bazirane na velikom uzorku i tako nude uvid u stanje na razini cijele populacije. Suprotno tome, istraživanja s označenim jedinkama (npr. metoda GPS telemetrije) najčešće su odrađena na malom uzorku odnosno broju jedinki i slijedom toga možda ne predstavlja stanje šire populacije (Acevedo i sur., 2014.). Stoga se, zbog jednostavnosti i široke mogućnosti korištenja, senzorne kamere vide kao pouzdan izvor prikupljanja podataka (Kays i sur., 2011.).

Srednja vrijednost dnevnog kretanja divlje svinje iznosi 3.405 km/dan/jedinki te se dobiveni rezultati podudaraju se s ostalim istraživanjima. U istraživanju Jánoska i sur. (2018.). srednje dnevno kretanje divlje svinje varira između 2.9 i 3.1 km/dan/jedinki u nizinskim staništima te nešto većim kretanjem od 3.6 do 4.9 km/dan/jedinki u staništima veće nadmorske visine. Raspon dnevnog kretanja od 2.5 – 16.4 km/dan dobili su Podgórski i sur. (2013.), ali je važno napomenuti kako se različitim metodama dobivaju različiti rezultati. Naime, određivanje predene udaljenosti GPS telemetrijom dobiva se zbrajanjem udaljenosti ravnih linija između lokacija. Međutim ovakva procjena podcjenjuje kretanje životinja budući da ono u pravilu nije

pravocrtno (Rowcliffe i sur., 2012.). Zbog toga se navodi kako procjene kretanja pregledom fotografija senzornih kamera, na kojima se mogu uočiti i mikro-kretanja životinje, daju nešto veće srednje vrijednosti dnevnog kretanja. Precizno određivanje kretanja životinja na fotografijama iziskuje dosta vremena (Rowcliffe i sur., 2012.) što je bio slučaj i u ovome istraživanju. Inače, precizna procjena dnevnog kretanja vrlo je važna jer uvelike utječe na rezultat procjene gustoće REM metodom (Rowcliffe i sur., 2012.; Pfeffer i sur., 2017).

Također, za procjenu je važno što preciznije određivanje udaljenosti između kamere i životinje prilikom detekcije koja se postiže postavljanjem oznaka ispred kamere. Srednja udaljenost detekcije divlje svinje u ovom istraživanju iznosila je 4.73 m. U cilju usavršavanja metode, preporuke autora su korištenje što više horizontalnih i vertikalnih oznaka udaljenosti (u ovom istraživanju drvenih stupova) unutar područja snimanja kako bi se na svakoj fotografiji mogla što bolje odrediti efektivna udaljenost između životinje i kamere (Pfeffer, 2016.).



Slika 12. Fotografija senzorne kamere u lovištu s jasnom vidljivim oznakama pomoću kojih je određeno kretanje divlje svinje

Prema rezultatima istraživanja, divlja svinja imala je jednoobrazan uzorak dnevne aktivnosti s vrhuncem između 18:00 i 22:00 sata. Od ukupno 460 slučajeva snimanja preko 83% ih je zabilježeno tijekom noći. Rezultati se podudaraju s ostalim istraživanjima koja govore kako je divlja svinja pretežno noćna vrsta (Russo i sur., 1997.; Fabijanić i sur., 2013.). Najviše je bila aktivna na lokacijama s gustom vegetacijom (branjevinom) budući da je na

takvim lokacijama zabilježen najveći broj fotografija. To odgovara preferenciji odabira gustiša i sličnih staništa za odmaranje i hranjenje (Spitz i Janeau, 1995.; Thurfjell i sur., 2009.).

Gustoća divlje svinje u lovištu III/29 „Prolom“ u ovom istraživanju iznosi 18.66 jedinki/km² s brojnosti od ca. 1400 jedinki. Prema Pittiglio i sur., (2018.) gustoća divlje svinje u Europi kreće se od 0.01 do 43 jedinke/km² povećavajući se od istoka prema zapadu pokazujući visoku godišnju varijabilnost zbog velikog reproduktivnog potencijala. U usporedbi s rezultatima iz pojedinih europskih zemalja (Španjolska 6.08 ± 4.8 jedinki/km² prema Minuartia, 2010.; Italija 11.6 ± 2.0 jedinki/km² prema Cutini i sur., 2013.) može se reći da je gustoća populacije u lovištu visoka. Važno je napomenuti kako spomenuta visoka reproduktivna moć uvelike ovisi o količini hrane i uvjetima staništa (Geisser i Reyer, 2005.). Naime, udio reproduktivnih ženki može dosegnuti i do 90% u godinama s dobrim urodom žireva u usporedbi s 20-30% u godinama kada je hrane malo (Massei i sur., 1996.). Može se povući zaključak o izrazitoj prikladnosti staništa i dostupnosti hrane koji pozitivno utječu na kretanje populacije divlje svinje u lovištu. Također, istraživanja su pokazala kako je gustoća populacije divljih svinja u pozitivnoj korelaciji sa srednjom temperaturom zraka što će u narednim godinama dovesti do povećanja gustoće i geografskog širenja divlje svinje prema sjeveru. Navode i kako klimatski faktor značajno više utječe na gustoću populacije nego li utjecaj predatora (Jędrzejewska i Jędrzejewski, 2005.; Melis i sur., 2006.).

Već je navedeno kako različite metode rezultiraju drugačijim procjenama brojnosti i gustoće te kako ne postoji univerzalna metoda (Keuling i sur., 2018.). Rezultati o gustoći donekle se podudaraju s prethodnim istraživanjima na divljoj svinji na ovom području, a najslikniji su istraživanju Fabijanić i sur., (2013.) koji su pomoću senzornih kamera na području lovišta III/29 „Prolom“ dobili gustoću populacije divlje svinje od 16,38 grla/km².

Pravilno formiranje istraživanja (dovoljan broj kamera, ravnomjerna raspodjela kamera na području istraživanja, precizna procjena parametara potrebnih za izračun) omogućila je dobivanje vrlo relevantnih podataka o gustoći i brojnosti populacije divlje svinje u lovištu. Preporuke za iduća istraživanja uključuju korištenje većeg broja kamera kao i smanjenje udaljenosti između pojedinih lokacija (Triguero-Ocaña i sur., 2020.) pa bi se tako postavljenim istraživanjem mogli dobiti još precizniji podaci o stanju populacije u lovištu što bi svakako unaprijedilo gospodarenje.

6. Zaključak

Provedeno istraživanje dalo je prve rezultate procjene gustoće i brojnosti divlje svinje primjenom REM modela u Hrvatskoj.

Rezultati su pokazali kako je gustoća divlje svinje u lovištu III/29 „Prolom“ visoka i iznosi 18.66 jedinki/km².

S obzirom na dobivenu gustoću i ukupnu površinu lovišta, brojnost divlje svinje iznosi ca. 1400 jedinki.

REM model uspješno je testiran na divljoj svinji budući da se dobiveni rezultati podudaraju s rezultatima znanstvene i stručne literature.

Utvrđena je efikasnost korištenja senzornih kamera kao alata istraživanja i praćenja divljih životinja koje u kombinaciji s naprednim statističkim metodama omogućuju detaljniji uvid u stanje populacije te tako pridonose kvalitetnijem gospodarenju ovom vrstom.

7. Literatura

1. Acevedo, P., Quirós-Fernández, F., Casal, J., Vicente, J. (2014). Spatial distribution of wild boar population abundance: Basic information for spatial epidemiology and wildlife management. *Ecological Indicators*, 36, 594-600.
2. Alexandri, P., Triantafyllidis, A., Papakostas, S., Chatzinikos, E., Platis, P., Papageorgiou, N., Larson, G., Abatzopoulos, T. J., Triantaphyllidis, C. (2012). The Balkans and the colonization of Europe: the post-glacial range expansion of the wild boar, *Sus scrofa*. *Journal of Biogeography*, 39(4), 713-723.
3. Anonymous (2006.) <https://sle.mps.hr/LovistaPublic/Details/34> Pristupljeno 17. lipanj 2020.
4. Anonymous (2008). Revizija lovno-gospodarske osnove za državno lovište III/29 Prolom za razdoblje gospodarenja: 01. travnja 2008. – 31. ožujka 2016. godine. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
5. Anonymous (2018). Zakon o lovstvu. Narodne novine d.d. 99/2018.
6. Bagarić, M. Z. (2018). Brojnost i rasprostranjenost divljih papkara u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:681666>
7. Belda, A., Oltra-Crespo, S., Miró-Martínez, P., Zaragoza, B. (2020). Can spatial distribution of ungulates be predicted by modeling camera trap data related to landscape indices? A case study in a fragmented Mediterranean landscape. *Caldasia*, 42(1).
8. Bieber, C., Ruf, T. (2005). Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *Journal of Applied Ecology*, 42(6), 1203-1213.
9. Blome, S., Gabriel, C., Dietze, K., Breithaupt, A., Beer, M. (2012). High virulence of African swine fever virus caucasus isolate in European wild boars of all ages. *Emerging Infectious Diseases*, 18(4), 708.
10. Borm L., Garms H. (1981.). Fauna Evrope, Mladinska knjiga, Ljubljana, 67-69.
11. Bozzuto C, Geisser H (2019). A new perspective on the management of wild boar populations, based on a state-space model. Technical report Wildlife Analysis GmbH, Zurich, Switzerland.
12. Caravaggi, A., Banks, P.B., Burton, A.C., Finlay, C.M.V.V., Haswell, P.M., Hayward, M.W., Rowcliffe, M.J., Wood, M.D. (2017). A review of camera trapping for

- conservation behaviour research. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3), 109-122.
13. Carpio, A. J., Hillström, L., Tortosa, F. S. (2016). Effects of wild boar predation on nests of wading birds in various Swedish habitats. *European Journal of Wildlife Research*, 62(4), 423–430.
 14. Chauvenet, A. L., Gill, R. M., Smith, G. C., Ward, A. I., Massei, G. (2017). Quantifying the bias in density estimated from distance sampling and camera trapping of unmarked individuals. *Ecological Modelling*, 350, 79-86.
 15. Chenais, E., Depner, K., Guberti, V., Dietze, K., Viltrop, A., Ståhl, K. (2019). Epidemiological considerations on African swine fever in Europe 2014–2018. *Porcine health management*, 5(1), 1-10.
 16. Conover, M. R. (2001). *Resolving Human-Wildlife Conflicts: The Science of Wildlife Damage Management*. CRC Press.
 17. Courchamp, F., Chapuis, J.L., Pascal, M. (2003). Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Reviews*, 78, 347–383.
 18. Cusack, J.J., Swanson, A., Coulson, T., Packer, C., Carbone, C., Dickman, A.J., Kosmala, M., Lintott, C. Rowcliffe, J.M. (2015). Applying a random encounter model to estimate lion density from camera traps in Serengeti National Park, Tanzania. *J. Journal of wildlife management*, 79, 1014–1021.
 19. Cutini, A., Chianucci, F., Chirichella, R., Donaggio, E., Mattioli, L., Apollonio, M. (2013). Mast seeding in deciduous forests of the northern Apennines (Italy) and its influence on wild boar population dynamics. *Annals of forest science*, 70(5), 493-502.
 20. Darabuš, S., I. Z. Jakelić (1996): *Osnove lovstva I izdanje*. Hrvatski lovački savez, Zagreb, 97-100.
 21. Dardaillon, M. (1989). Age-class influences on feeding choices of free-ranging wild boars (*Sus scrofa*). *Canadian Journal of Zoology*, 67, 2792 – 2796.
 22. Delgado, R., Fernandez-Llario, P., Azevedo, M., Beja-Pereira, A., Santos, P. (2008). Paternity assessment in free-ranging wild boar (*Sus scrofa*)—Are littermates full-sibs?. *Mammalian Biology*, 73(3), 169-176.
 23. ENETWILD consortium, Keuling, O., Sange, M., Acevedo, P., Podgórski, T., Smith, G., Scandura, M., Appolonio, M., Ferroglio, E. Vicente, J. (2018). Guidance on estimation of wild boar population abundance and density: methods, challenges, possibilities. *EFSA Supporting Publications*, 15(7), 1449E.

24. ENETWILD consortium, Acevedo, P., Croft, S., Smith, G. C., Blanco-Aguilar, O. A., Fernandez-Lopez, J., Scandura, M., Appolonio, M., Ferroglio, E., Keuling, O., Sange, M., Zanet, S., Brivio, F., Podgórski, T., Petrović, K., Soriguer, R., Vicente, J. (2020). Validation and inference of high-resolution information (downscaling) of ENETwild abundance model for wild boar. *EFSA Supporting Publications*, 17(1), 1787E.
25. Engeman, R. M., Massei, G., Sage, M., Gentle, M. N. (2013). Monitoring wild pig populations: a review of methods. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(11), 8077-8091.
26. Fabijanić, N., T. Dumić, H. Novosel, N. Šprem. (2013). Primjena senzornih infracrvenih kamera i prostornog modela u procjeni populacije divljači u lovištu III/29 „Prolom“, Zbornik radova, 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Hrvatska, 657-661.
27. Fattebert, J., Baubet, E., Slotow, R., Fischer, C. (2017). Landscape effects on wild boar home range size under contrasting harvest regimes in a human-dominated agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research*, 63(2), 32.
28. Ferretti, F., Fattorini, L., Sforzi, A., Pisani, C. (2016). The use of faeces counts to estimate relative densities of wild boar in a Mediterranean area. *Population ecology*, 58(2), 329-334.
29. Geisser, H., Reyer, H. U. (2005). The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). *Journal of Zoology*, 267(1), 89-96.
30. Genov, P. V., Massei, G. (2004). The environmental impact of wild boar. *Galemys*, 16, 135–145.
31. Giménez-Anaya, A., Herrero, J., Rosell, C., Couto, S., García-Serrano, A. (2008). Food habits of wild boars (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal wetland. *Wetlands*, 28(1), 197-203.
32. Giuffra, E. J. M. H., Kijas, J. M. H., Amarger, V., Carlborg, Ö., Jeon, J. T., Andersson, L. (2000). The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. *Genetics*, 154(4), 1785-1791.
33. Green, S. E., Rees, J. P., Stephens, P. A., Hill, R. A., Giordano, A. J. (2020). Innovations in Camera Trapping Technology and Approaches: The Integration of Citizen Science and Artificial Intelligence. *Animals*, 10(1), 132.

34. Harris, D., Matias, L., Thomas, L., Harwood, J. Geissler, W.H. (2013). Applying distance sampling to fin whale calls recorded by single seismic instruments in the northeast Atlantic. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134, 3522–3535.
35. Imperio, S., Ferrante, M., Grignetti, A., Santini, G., Focardi, S. (2010). Investigating population dynamics in ungulates: Do hunting statistics make up a good index of population abundance? *Wildlife Biology*, 16(2), 205–214.
36. Janicki, Z., Slavica, A., Konjević, D., Severin, K. (2007). *Zoologija divljači*. Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači. 60-61.
37. Jánoska, F., Farkas, A., Marosán, M., Fodor, J. T. (2018). Wild boar (*Sus scrofa*) home range and habitat use in two Romanian habitats. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 14(1), 51-63.
38. Jędrzejewska, B., Jędrzejewski, W. (2005). Large carnivores and ungulates in European temperate forest ecosystems: bottom-up and top-down control. In: *Large carnivores and biodiversity conservation* (Ray, J.C., Redford, K.H., Steneck, R.S., Berger, J. Ur.). Island Press, Washington, DC. 230–246.
39. Kays, R., Tilak, S., Kranstauber, B., Jansen, P.A., Carbone, C., Rowcliffe, M., Fountain, T., Eggert, J., He, Z. (2011). Camera Traps as Sensor Networks for Monitoring Animal Communities. *International Journal of Research and Reviews in Wireless Sensor Networks* 1(2), 19-29.
40. Keuling, O., Stier, N., Roth, M. (2008). Annual and seasonal space use of different age classes of female wild boar *Sus scrofa* L. *European Journal of Wildlife Research*, 54(3), 403-412.
41. Keuling, O., Stier, N., Roth, M. (2009). Commuting, shifting or remaining? Different spatial usage patterns of wild boar *Sus scrofa* L. in forest and field crops during summer. *Mammals Biology*, 74 (2), 145-152.
42. Keuling, O., Podgórski, T., Monaco, A., Melletti, M., Merta, D., Albrycht, M., Genov, P.V., Gethöffer, F., Vetter, S.G., Jori, F., Scalera, R., Gongora, J. (2017). Eurasian Wild Boar *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758). In: *Ecology, Conservation and Management of Wild Pigs and Peccaries* (Melletti, M., Meijaard, E. Ur.). Cambridge University Press. Cambridge, 202-233.
43. Konjević, D. (2005). Divlja svinja (*Sus scrofa* L.) – od biologije do kuhinje. *Meso*, 7(6): 49 – 52.

44. Long, J.L. (2003). Introduced mammals of the world: Their History, Distribution and Influence. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
45. Lucas, T. C., Moorcroft, E. A., Freeman, R., Rowcliffe, J. M., Jones, K. E. (2015). A generalised random encounter model for estimating animal density with remote sensor data. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(5), 500-509.
46. Massei, G., Genov, P. V., Staines, B. W. (1996). Diet, food availability and reproduction of wild boar in a Mediterranean coastal area. *Acta Theriologica*, 41, 307-320.
47. Massei, G., Coats, J., Lambert, M. S., Pietravalle, S., Gill, R., Cowan, D. (2017). Camera traps and activity signs to estimate wild boar density and derive abundance indices. *Pest Management Science*, 74(4), 853–860.
48. Massei, G., J. Kindberg, A. Licoppe, D. Gačić, N. Šprem, J. Kamler, E. Baubet, U. Hohmann, A. Monaco, J. Ozolinš, S. Cellina, T. Podgórski, C. Fonseca, N. Markov, B. Pokorný, B., Rosell, C., Náhlik, A. (2015). Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review trends and implications for Europe. *Pest Management Science*, 71, 492–500
49. Melis, C., Szafrńska, P. A., Jędrzejewska, B., Bartoń, K. (2006). Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. *Journal of biogeography*, 33(5), 803-811.
50. Meng, X. J., Lindsay, D. S., Sriranganathan, N. (2009). Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1530), 2697-2707.
51. Merli, E., Meriggi, A. (2006). Using harvest data to predict habitat-population relationship of the wild boar *Sus scrofa* in Northern Italy. *Acta Theriologica*, 51(4), 383-394.
52. Minuartia. (2010). Monitoring program of populations of wild boar (*Sus scrofa*) in Catalonia (in Catalan). Executive summary to Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya. Unpublished report.
53. Moore, J. F., Pine, W. E., Mulindahabi, F., Niyigaba, P., Gatorano, G., Masozera, M. K., Beaudrot, L. (2020). Comparison of species richness and detection between line transects, ground camera traps, and arboreal camera traps. *Animal Conservation*, 12569.
54. Noss, A. J., Gardner, B., Maffei, L., Cuéllar, E., Montaña, R., Romero-Muñoz, A., Sollman, R., O'Connell, A. F. (2012). Comparison of density estimation methods for

- mammal populations with camera traps in the Kaa-Iya del Gran Chaco landscape. *Animal Conservation*, 15(5), 527-535.
55. Ostfeld, R.S. Keesing, F. (2000). Pulsed resources and community dynamics of consumers in terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 232–237.
 56. Ostfeld, R. S., Glass, G. E., Keesing, F. (2005). Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. *Trends in ecology & evolution*, 20(6), 328-336.
 57. Palencia, P., Vicente, J., Barroso, P., Barasona, J. A., Soriguer, R. C., Acevedo, P. (2019). Estimating day range from camera-trap data: the animals' behaviour as a key parameter. *Journal of Zoology*, 309(3), 182-190.
 58. Pfeffer, S. (2016). Comparison of three different indirect methods to evaluate ungulate population densities. Master degree thesis in Biology. Department of Wildlife, Fish, and Environmental studies, Swedish University of Agricultural Sciences.
 59. Pfeffer, S. E., Spitzer, R., Allen, A. M., Hofmeester, T. R., Ericsson, G., Widemo, F., Singh, N.J. Cromsigt, J. P. (2018). Pictures or pellets? Comparing camera trapping and dung counts as methods for estimating population densities of ungulates. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4(2), 173-183.
 60. Pittiglio, C., Khomenko, S., Beltran-Alcrudo, D. (2018). Wild boar mapping using population-density statistics: From polygons to high resolution raster maps. *PloS one*, 13(5), e0193295.
 61. Plhal, R., Kamler, J., Homolka, M., Adamec, Z. (2011). An assessment of the applicability of photo trapping to estimate wild boar population density in a forest environment. *Folia Zoologica*, 60(3), 237-247.
 62. Plhal, R., Kamler, J., Homolka, M. (2014). Faecal pellet group counting as a promising method of wild boar population density estimation. *Acta theriologica*, 59(4), 561-569.
 63. Podgórski, T., Baś, G., Jędrzejewska, B., Sönnichsen, L., Śnieżko, S., Jędrzejewski, W., Okarma, H. (2013). Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy*, 94(1), 109-119.
 64. Poteaux, C., Baubet, E., Kaminski, G., Brandt, S., Dobson, F. S., Baudoin, C. (2009). Socio-genetic structure and mating system of a wild boar population. *Journal of Zoology*, 278(2), 116-125.

65. Prđun S. (2016). Plan gospodarenja divljači za lovište III/29 "Prolom" za period od 01. travanja 2016. do 31. ožujka 2026. – Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
66. Prpić, A. M., Glavaš, M., Lisica, I., Maturanec, S. (2020). Procjena brojnosti populacije divlje svinje (*Sus scrofa* L.) pomoću FSC metode u državnom lovištu „Prolom“ III/29. Stručni projekt. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
67. Putman, R., Apollonio, M., Andersen, R. (2011). Ungulate Management in Europe: Problems and Practices. Cambridge University Press, Cambridge.
68. R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
69. Rovero, F., Marshall, A. R. (2009). Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of applied Ecology*, 46(5), 1011-1017.
70. Rowcliffe, J.M. Carbone, C. (2008). Surveys using camera traps: are we looking to a brighter future? *Animal Conservation*, 11, 185–186.
71. Rowcliffe, J., Carbone, C., Kays, R., Kranstauber, B., Jansen, P. A. (2012). Bias in estimating animal travel distance: the effect of sampling frequency. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(4), 653-662.
72. Rowcliffe, J. M., Kays, R., Carbone, C., Jansen, P. A. (2013). Clarifying assumptions behind the estimation of animal density from camera trap rates. *Journal of Wildlife Management*, 77, 876–876.
73. Rowcliffe, J. M., Carbone, C., Kays, R., Kranstauber, B., Jansen, P. A. (2014). Density estimation using camera trap surveys: the random encounter model. *Camera trapping: wildlife management and research*. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 317-324.
74. Rowcliffe, J. M., Kays, R., Kranstauber, B., Carbone, C., Jansen, P. A. (2014). Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(11), 1170-1179.
75. Scandura, M., Iacolina, L., Apollonio, M. (2011). Genetic diversity in the European wild boar *Sus scrofa*: phylogeography, population structure and wild×domestic hybridization. *Mammal review*, 41(2), 125-137.
76. Schley, L., Roper, T. J. (2003). Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal review*, 33(1), 43-56.

77. Schley, L., Dufrêne, M., Krier, A., Frantz, A. C. (2008). Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 589.
78. Servanty, S., Gaillard, J.M., Toigo, C., Brandt, S., Baubet, E.(2009). Pulsed resources and climate-induced variation in the reproductive traits of wild boar under high hunting pressure. *Journal of Animal Ecology*, 78, 1278–1290.
79. Sjarmidi, A., Gerard, J. F. (1988). Autour de la systematique et la distribution des suidés. *Monitore Zoologico Italiano-Italian Journal of Zoology*, 22(4), 415-448.
80. Spitz, F., Janeau, G. (1995). Daily selection of habitat in wild boar (*Sus scrofa*). *Journal of Zoology*, 237(3), 423–434.
81. Šprem, N., Treer, T., Safner, R., Florjančić, T., Bradić, A. (2007). Fenotipske osobine divljih svinja i križanaca s divljom svinjom. 42. hrvatski i 2. međunarodni simpozij agronoma, Agronomski fakultet. 184-185.
82. Šprem, N., (2009). Morphological and genetic characteristic of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in Republic of Croatia. Dissertation. University of J. J. Strossmayer in Osijek, 152.
83. Šprem, N., Piria, M., Novosel, H., Florijančić, T., Antunović, B., Treer, T. (2011). Morphological variability of the Croatian wild boar population, *Šumarski List*, 135, 575–583.
84. Šprem, N., Salajpal, K., Safner, T., Đikić, D., Jurić, J., Čurik, I., Đikić, M., Čubrić-Čurik, V. (2014). Genetic analysis of hybridization between domesticated endangered pig breeds and wild boar. *Livestock science*, 162, 1-4.
85. Šprem, N., Škavić, P., Deždek, D., Keros, T. (2014). Wild Boar Attack – A Case Report of a Wild Boar Inflicted Injury and Treatment. *Collegium antropologicum*, 38 (4), 1211-1212.
86. Šprem, N., Piria, M., Prdun, S., Novosel, H., Treer, T. (2016). Variation of wild boar reproductive performance in different habitat types: implications for management. *Russian journal of ecology*, 47(1), 96-103.
87. Thurfjell, H., Ball, J. P., Åhlén, P. A., Kornacher, P., Dettki, H., Sjöberg, K. (2009). Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *European journal of wildlife research*, 55(5), 517-523.
88. Tomljanović, K., Nosek, H., Pernar, R., Grubešić, M. (2018). Mogućnosti primjene lakih bespilotnih letjelica u prebrojavanju krupne divljači. *Šumarski list*, 142 (11-12), 621-626.

89. Tončić, J., Šoštarić, B., Vicković, I. i Tarnaj, I. (2006). Zdravstveno i genetičko stanje divljih svinja u Hrvatskoj. *Radovi*, 9, 223-236.
90. Triguero-Ocaña, R., Vicente, J., Palencia, P., Laguna, E., Acevedo, P. (2020). Quantifying wildlife-livestock interactions and their spatio-temporal patterns: Is regular grid camera trapping a suitable approach?. *Ecological Indicators*, 117, 106565.
91. Vratarić, P. (2004). Divlja svinja (*Sus scrofa* L.). U: Lovstvo (Mustapić, Z. Ur.). Hrvatski lovački savez, Zagreb, 85-91.
92. Wearn, O. R., Glover-Kapfer, P. (2019). Snap happy: camera traps are an effective sampling tool when compared with alternative methods. *Royal Society Open Science*, 6(3), 181748.
93. Zero, V.H., Sundaresan, S.R., O'Brien, T.G., Kinnaird, M.F. (2013). Monitoring an Endangered savannah ungulate, Grevy's zebra *Equus grevyi*: choosing a method for estimating population densities. *Oryx*, 47, 410–419.

Životopis

Ana Marija Prpić rođena je u Gospiću 14.7.1996. godine. Srednju školu završava u Gimnaziji Gospić 2015. godine. Na Sveučilištu u Zadru 2015. godine upisuje preddiplomski studij Primijenjene ekologije u poljoprivredi kojeg završava 2018. godine obranom završnog rada pod naslovom „Obraštaj mnogočetinašem *Pomatoceros triqueter* na uzgajanoj dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u Republici Hrvatskoj“. Na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2018. godine upisuje diplomski studij Ribarstvo i lovstvo. Tijekom studiranja aktivno sudjeluje u znanstvenim istraživanjima i radovima. Dobitnica je Rektorove nagrade Sveučilišta u Zadru za akademsku godinu 2016./2017. Dobitnica je Nagrade Sveučilišta u Zadru za najbolju studenticu generacije.

Bibliografija:

1. Borec, A., Zdrilić, I., Prpić, A. M., Ivanov, K., & Surać, L. (2017). Prepoznatljivost i korištenje oznaka kvalitete i izvornosti u svakodnevnoj uporabi. *Oeconomica Jadertina*, 7(1), 4-15.
2. Šarić, T., Župan, I., Borec, A., Perović, N., Prpić, A. M., Baždarić, B. (2018). Quality parameters of Novigrad mussels for PDO application. 53. Hrvatski i 13. Međunarodni simpozij agronoma-zbornik sažetaka, 201.
3. Prpić, A.M., Gančević, P., Safner, T., Kavčić, K., Jerina, K., Šprem, N.(2020). Activity patterns of aoudad (*Ammotragus lervia*) in a Mediteranean habitat. neobj.