

# Primjena satelitskog praćenja u monitoringu krupne divljači

---

Kulušić, Joso

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:567859>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**  
**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**JOSO KULUŠIĆ**

**PRIMJENA SATELITSKOG PRAĆENJA U MONITORINGU**  
**KRUPNE DIVLJAČI**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2020.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**PRIMJENA SATELITSKOG PRAĆENJA U MONITORINGU KRUPNE  
DIVLJAČI**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnom gospodarenjem

Predmet: Lovno gospodarenje I

Ispitno povjerenstvo: 1. Doc.dr.sc. Kristijan Tomljanović

2. Prof.dr.sc. Marijan Grubešić

3. Doc.dr.sc. Mario Ančić

Student: Joso Kulušić

JMBAG: 0068224604

Broj indeksa: 005/18

Datum odobrenja teme: 17.4.2020.

Datum predaje rada: 25.8.2020.

Datum obrane rada: 25.9.2020.

**Zagreb, rujan, 2020.**

## DOKUMENTACIJSKA KARTICA

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Naslov              | Primjena satelitskog praćenja u monitoringu krupne divljači                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Title               | Application of satellite tracking in large game monitoring                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Autor               | Joso Kulušić                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Adresa autora       | Kaočine, kod škole Kulušići 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Mjesto izrade       | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Vrsta objave        | Diplomski rad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Mentor              | doc.dr.sc. Kristijan Tomljanović                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Izradu rada pomogao | doc.dr.sc. Mario Ančić                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Godina objave       | 2020.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Obujam              | 27 stranica, 12 slika, 7 tablica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ključne riječi      | GPS telemetrija, jelen obični, areal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Key words           | GPS telemetry, red deer, area                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sažetak             | <p>Dvije jedinke jelena običnog iz uzgoja obilježene su GPS ogrlicama i ispuštene na područje državnog otvorenog lovišta IX/14 „Sjeverni Velebit“. Ogrlice su im bile programirane da prikupljaju podatke o lokaciji i temperaturi svakih 6 sati. Prikupljeni podaci obrađeni su te su dobivene prosječne dnevne udaljenosti, ukupan areal kretanja, analizirana je temperatura i doba dana kada je aktivnost prisutna.</p> <p>Rezultati ovog rada doprinijeti će boljem razumijevanju potencijala novih tehnologija koje se koriste u istraživanju slobodnoživuće divljači, utvrdit će se mikro aktivnost obilježenih jedinki te njihova preferabilnost u zavisnosti različitih stanišnih čimbenika.</p> |

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mog rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

Joso Kulušić \_\_\_\_\_

U Zagrebu, rujan 2020.

Zahvaljujem se svome mentoru doc.dr.sc. Kristijanu Tomljanoviću na savjetima, velikoj pomoći i iznimnoj susretljivosti tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima na bezuvjetnoj podršci.

# SADRŽAJ

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                            | 1  |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....                               | 3  |
| 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA .....                | 4  |
| 3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....                         | 4  |
| 3.2. BIOLOGIJA JELENA OBIČNOG .....                      | 9  |
| 3.3. OPIS I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SURVEY OGRLICA ..... | 12 |
| 3.4. METODE ISTRAŽIVANJA .....                           | 15 |
| 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....                          | 16 |
| 5. RASPRAVA .....                                        | 22 |
| 6. ZAKLJUČAK .....                                       | 25 |
| 7. LITERATURA .....                                      | 26 |

## POPIS SLIKA

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Slika 1.</b> Shema GPS sustava.....                                               | 2  |
| <b>Slika 2.</b> Lovište IX/14 “Sjeverni Velebit”.....                                | 5  |
| <b>Slika 3.</b> Lovište IX/14 “Sjeverni Velebit”.....                                | 6  |
| <b>Slika 4.</b> Jelen obični.....                                                    | 10 |
| <b>Slika 5.</b> Survey GPS ogrlica.....                                              | 12 |
| <b>Slika 6.</b> Pokrivenost Globalstar sustava.....                                  | 13 |
| <b>Slika 7.</b> Satelitska pokrivenost Iridium sustava.....                          | 14 |
| <b>Slika 8.</b> Izgled sučelja Vectronic GPS X putem kojeg se pristupa podacima..... | 15 |
| <b>Slika 9.</b> Areal aktivnosti košute.....                                         | 19 |
| <b>Slika 10.</b> Areal aktivnosti dvizice.....                                       | 19 |
| <b>Slika 11.</b> Područje obitavanja jedinki.....                                    | 20 |
| <b>Slika 12.</b> Primjer jelena običnog označenog GPS ogrlicom.....                  | 22 |

## POPIS TABLICA

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablica 1.</b> Srednja mjesečna vrijednost temperature zraka ( TS u °C ) za meteorološku postaju Zavižan.....               | 8  |
| <b>Tablica 2.</b> Srednje mjesečne vrijednosti količine oborina ( RR u mm ) za meteorološku postaju Zavižan.....               | 8  |
| <b>Tablica 3.</b> Vremenski prikaz označavanja jedinki jelena običnog GPS ogrlicama te ostale specifičnosti obilježavanja..... | 16 |
| <b>Tablica 4.</b> Prosječna dnevna temperatura.....                                                                            | 17 |
| <b>Tablica 5.</b> Prijeđene udaljenosti košute i dvizice.....                                                                  | 18 |
| <b>Tablica 6.</b> Područje obitavanja jedinki.....                                                                             | 20 |
| <b>Tablica 7.</b> Dnevne migracije jedinki po pozicijskim točkama.....                                                         | 21 |

# 1.UVOD

U današnje vrijeme jedan od najučinkovitijih načina praćenja i gospodarenja divljim životinjama je telemetrijsko praćenje. U novije vrijeme, satelitska telemetrija omogućila je prikupljanje točnih lokacija razmaka manje od jedne minute.

Satelitska telemetrija intenzivno se koristi u praćenju životinja od 1980-ih (Hatch i sur., 2000). To je iznimno skupa tehnologija, a obrada telemetrijskih podataka zahtijeva posebnu pažnju, iskustvo te uključivanje znanosti. Nakon što je životinja zarobljena i pričvršćen uređaj za praćenje, istraživači mogu nadgledati kretanja te jedinke kroz dulje vremensko razdoblje bez potrebe da je ponovo pronađu. Mnogo korisnih informacija o migraciji životinja može se dobiti iz satelitske telemetrije. Na ovaj način se prati ponašanje jedinke u različitim stanišnim uvjetima. Dugoročno praćenje pomoću globalnih sustava za pozicioniranje (GPS) naširoko se koristi za proučavanje ekologije kretanja kralježnjaka, uključujući sitnu selekciju staništa kao i migracije velikih razmjera. Koristeći podatke generirane satelitskom telemetrijom, istraživači mogu odrediti migracijske rute, kritična mjesta zaustavljanja i antropogene prepreke migraciji.

Satelitska telemetrija koristi platformske predajne terminale (PTT-ovi) koji su ili priključeni izvana (Wilson i sur. 2002) ili ugrađeni kirurški. PTT potom putem radio signala komuniciraju sa satelitima u orbiti, koji lokaliziraju signal i daju PTT pozicije (zemljopisne širine i dužine), a time i životinje (Wilson i sur.2002).

Ograničenje sustava je to što on ne funkcionira ako je signalni put blokiran (npr. gustim šumskim nadstrešnicama ili prirodnom topografijom) niti prenose signale pod vodom. Osim toga, veličina i masa odašiljača mogu predstavljati izazov za male životinje. U pravilu masa predajnika ne smije prelaziti 5% tjelesne mase životinje.



**Slika 1.** Shema GPS sustava (izvor: <https://singularityhub.com/2012/05/21/satellites-track-humans-now-its-the-animals-turn/> )

Zaključno, upotreba satelitske telemetrije od neprocjenjive je važnosti za proučavanje migracije životinja objašnjavanjem ruta migracija, mjesta zaustavljanja, prosječne brzine i ukupnog vremena i udaljenosti migracije. Ona također pruža podatke o preprekama migraciji i omogućuje istraživačima da osmisle strategije za smanjenje antropogenih utjecaja na migratorne vrste i da pristupe proaktivnom pristupu očuvanju tih istih vrsta i njihovih putova migracije. Istraživanje i razvoj učinkovitijih, točnijih i manje utjecajnih uređaja presudni su za poboljšanje ionako učinkovite metode proučavanja migracijske fiziologije.

## **2.CILJ ISTRAŽIVANJA**

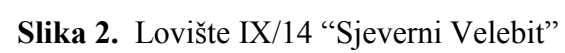
Cilj istraživanja je obraditi rezultate telemetrijskog praćenja krupne divljači na primjeru dvije jedinke jelena običnog iz uzgoja koje su obilježene GPS ogrlicama i ispuštene na području državnog otvorenog lovišta IX/14 „Sjeverni Velebit“. Istraživanja ove vrste temelj su i poticaj za detaljnije proučavanje ponašanja jelena običnog prilikom dnevnih i sezonskih migracija te utjecaj različitih okolišnih čimbenika na duljinu i kvalitetu života jedinki. Također je cilj predstaviti nove tehnologije za praćenje divljači koje su u svojim nekoliko desetaka godina postojanja izazvale revolucionarne promjene u njihovu proučavanju i gospodrenju. Rezultati rada doprinijet će boljem razumijevanju potencijala novih tehnologija koje se koriste u istraživanju slobodnoživuće divljači, utvrdit će se mikro aktivnost obilježenih jedinki te preferabilnost u zavisnosti različitih stanišnih čimbenika.

### **3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA**

Istraživanje je provedeno u državnom otvorenom lovištu IX/14 „SJEVERNI VELEBIT“ koje je smješteno na sjevernom i srednjem Velebitu, a pretežno na dijelu sjevernog Velebita. Proteže se na području visokog krša – Velebitske planine do ruba Gackog polja. Najniže mjesto je u Gusić Polju – Gusić jezero (400 m.n.v.), a najviša kota na Malom Rajincu na 1699 m.n.v. Lovište pripada gorskom tipu (iznad 800 m) i tipično je jako razvedeno, visoki krš koji je smješten između grebena Senjskog bila, Nadžak bila, Lomskog grebena (Malog i Velikog Rajinca), Kozjaka, Javornika, Manitaša, Ljuljevačkog bila i Šatorine.

Unutar toga smještene su dulibe: Senjska, Krasnarska, Apatišanska, Lomska, Klepina i Štokić duliba. Ovo lovište graniči na sjeveru sa lovištima “Ričičko bilo” i “Škamnica”, a na istoku sa lovištima “Kompolje”, “Bilo”, “Crno jezero”, “Marković-Rudine”, “Begovača” i “Srednji Velebit”, na jugu graniči sa lovištima “Crna duliba –Metla”, “Velinac” i “Jablanac”, dok zapadnu granicu čine Nacionalni park “Sjeverni Velebit” i lovišta: “Sv. Juraj” i “Senj”.





**Slika 3.** Lovište IX/14 “Sjeverni Velebit”

Državno otvoreno lovište IX/14 “SJEVERNI VELEBIT” prostire se na području Ličko-senjske županije, i sa slijedećim jedinicama lokalne samouprave: Grad Senj, Grad Otočac i Općina Brinje. Od većih naselja u lovištu treba spomenuti Krasno, a od manjih naselja Melnice, Vrzići, i Crni Kal te shodno tome ima vrlo malo stalno naseljenih ljudi.

Površina lovišta opisana granicom iznosi 29 421 ha. Odlukom o ustanovljenju lovišta utvrđena je površina lovišta, a točan razmjer između državnog i privatnog posjeda, te između šumskog i poljoprivrednog zemljišta utvrđen je uz pomoć GIS programskog paketa prilikom izrade osnove, a navedene su i površine koje lovište ne obuhvaća.

Površina lovišta i zemljovlasničko razmjerje je sljedeće:

a) državno vlasništvo

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| - šume i šumsko zemljište         | 25.853 ha        |
| - <u>poljoprivredno zemljište</u> | <u>1. 021 ha</u> |
| Ukupno:                           | 26.874 ha        |

b) privatno vlasništvo

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| - šume i šumsko zemljište         | 551 ha          |
| - <u>poljoprivredno zemljište</u> | <u>1.033 ha</u> |
| Ukupno:                           | 1.584 ha        |

c) Ukupno lovište

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| - šume i šumsko zemljište         | 26.874 ha       |
| - <u>poljoprivredno zemljište</u> | <u>1.584 ha</u> |
| Ukupno lovište:                   | 28.458 ha       |

Vrste divljači koje od prirode obitavaju (glavne vrste divljači):

- jelen obični
- srna obična
- divokoza
- svinja divlja
- smeđi medvjed

Ostale vrste divljači su sve druge vrste divljači koje od prirode stalno ili povremeno obitavaju ili prelaze preko lovišta.

Geološko - litološka podloga ovog područja izgrađena je pretežito od vapnenačkih stijena u kojima prevladavaju mineraloški elementi vapnenaca i dolomita. Na relativno malom prostoru lovišta nalaze se skoro svi razvojni stadiji i tipovi tala na vapnencima. Pored ostalih fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava bitna značajka tih tala je slaba vododržnost. Prema orografskim značajkama, lovište je pogodno za uzgoj krupne divljači.

Ukupna godišnja količina oborina je preko 1.600 mm, od čega ih je najviše u jesen, zimi i u proljeće. U lovištu su hidrografske prilike uglavnom nepovoljne. Kraške formacije terena uvjetuju gubljenje oborinske vode sa površine, pa površinskih tokova i stalnih izvora nema, već izbijaju u moru ili u blizini morske obale. Zbog ovakve hidrološke situacije u lovištu je izrađen veći broj lokava i pojilišta koje se pune oborinskom vodom, a u vrijeme suše pune se dovozom cisternama.

**Tablica 1.** Srednja mjesečna vrijednost temperature zraka ( TS u °C ) za meteorološku postaju Zavižan

| MJ | I    | II   | III | IV  | V   | VI  | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII  | GOD |
|----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| TS | -3,5 | -4,0 | 1,7 | 1,2 | 6,5 | 9,9 | 12,5 | 12,4 | 8,9 | 5,0 | 0,2 | -2,4 | 3,8 |

**Tablica 2.** Srednje mjesečne vrijednosti količine oborina ( RR u mm ) za meteorološku postaju Zavižan

| MJ | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | GOD   |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| RR | 145 | 147 | 147 | 179 | 155 | 156 | 86  | 122  | 180 | 216 | 246 | 204 | 1.983 |

U većem dijelu lovišta tlo je kamenito, plitko do srednje duboko, humozno, svježe ilovasto, propusno i djelomično pjeskovito i uglavnom povoljno za rast šumske vegetacije. Dominiraju tla u formi crnice, a obuhvaćaju planinske vrhove, te smeđa tla ili ilimerizirana (lesivirana) tla na vapnencu i smeđa humozna tla na vapnencu.

Prema fitogeografskoj rasčlanjenosti šume lovišta gotovo cijelom površinom spadaju u eurosibirsko - sjeverno Američku regiju, sjevernoga umjerenog pojasa, zastupljenog ilirskom

provincijom, pojasima gorskih, preplaninskih bjelogoričnih i crnogoričnih šuma i pojasom klekovine bora, a zapadna joj je granica primorska šuma bukve, koja uglavnom predstavlja zapadnu granicu lovišta prema mediteranskoj regiji.

U skladu s navedenim biljno geografskim regijama šume lovišta pripadaju kontinentalnoj (kopненоj) oblasti. U tom sukobljavanju različitih vegetacijskih regija, u miješanju srednjoeUropskih, mediteranskih i drugih glavnih elemenata i jest jedna od osnovnih karakteristika ovdašnje vegetacije.

### 3.2. BIOLOGIJA JELENA OBIČNOG

Zoološka klasifikacija:

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| Carstvo:     | <i>Animalia</i>          |
| Koljeno:     | <i>Chordata</i>          |
| Potkoljeno:  | <i>Vertebrata</i>        |
| Razred:      | <i>Mammalia</i>          |
| Podrazred:   | <i>Placentalia</i>       |
| Red:         | <i>Artiodactyla</i>      |
| Podred:      | <i>Ruminantia</i>        |
| Porodica:    | <i>Cervidae</i>          |
| Potporodica: | <i>Cervinae</i>          |
| Rod:         | <i>Cervus</i>            |
| Vrsta:       | <i>Cervus elaphus</i> L. |

Mužjaka nazivamo jelen, ženku košuta, a mladunče tele ili jelenče. Boja dlake od proljeća do jeseni je rđasto crvena, a po trbuhu bijela. Zimska dlaka je smeđe boje te je dulja i gušća. Jelen obični je naš najveći dvopapkar. Duljina tijela iznosi 225-275 cm, visina u grebenu 120-150 cm, a rep je dugačak 20-25 cm. Mužjak je veći od ženke. Težina odraslih mužjaka nalazi se u rasponu od 125 do 300 kg, a košuta od 70 do 130 kg.

Građa jelena prilagođena je dugom i ustrajnom trčanju, a oblik i veličina rogova prilagođeni su za kretanje na otvorenim područjima što znači da se ove životinje ne kreću po terenima s gustom vegetacijom.



**Slika 4.** Jelen obični

(izvor: [https://balkan-hunting.hr/wp-content/uploads/2018/09/1\\_jelen.jpg](https://balkan-hunting.hr/wp-content/uploads/2018/09/1_jelen.jpg))

Prema rasprostranjenosti jelena običnog u Europi nalazimo u šumskim kompleksima većih vodotoka s enklavama livada (Dunav, Drava, Sava) te brdskim i planinskim šumama. Najzastupljeniji su u Mađarskoj, Rumunjskoj, Bugarskoj, Austriji, Njemačkoj, Češkoj, Slovačkoj, Sloveniji i Poljskoj, a u drugim dijelovima Europe ih ima nešto manje, ponajprije zbog gusto naseljenih urbaniziranih područja, manje šumskih površina kao njihova tipičnog staništa i zbog intenzivna lova (Mustapić i sur., 2004.).

U Hrvatskoj su najrasprostranjeniji na području Baranje, Slavonije, Moslavine te na zapadu do Kalnika i Ivančice dok brdski tip jelena imamo u Gorskom kotaru.

Nakon Drugog svjetskog rata brojno stanje jelenske divljači u Hrvatskoj je neprestano raslo ustalivši se na 11 000 grla sredinom 70-ih godina prošloga stoljeća. Zbog velikih šteta na poljoprivrednim i šumskim kulturama tada su, uz iznimku Gorskog kotara, poduzeti pojačani

odstrelni zahvati, ali ni to nije osobito utjecalo na smanjivanje brojnosti. Prema statističkim podacima 1989. godine u Hrvatskoj je bilo 12 500 jelena uz godišnji izlov od 2700 grla. Tijekom Domovinskog rata (1991.-1993.) i prvih godina poraća u nekim je područjima fond jelenske divljači prepolovljen (Mustapić i sur., 2004.).

Jeleni su isključivo biljojedi pa se hrane travom, djetelinom, tanjim drvenim grančicama, pupovima i izbojcima, ali najradije plodovima voća. Hranu traže u 5-7 navrata dnevno i za to potroše prosječno 7-10 sati. Jelen pojede oko 8 kg hrane, a košuta oko 6 kg hrane dnevno. U potragu za hranom kreću kasnu uvečer, po noći, u ranim jutarnjim ili popodnevnim satima. Osim vode za piće trebaju i vodu za kaljuženje te sol.

Prema ponašanju su to životinje sumraka, ali znau biti aktivne i u vrijeme sunčeve svjetlosti ukoliko nema uznemiravanja u staništu. Duljina trajanja osvjetljenja i intenzitet sunčeve svjetlosti djeluju na aktivnost jelena. Ako je svjetlost slabija i trajanje kraće, jeleni su dnevnoo aktivniji, dok su u suprotnim uvjetima aktivniji u noćne sate (Janicki, Slavica, Konjević i Severin, 2007.).

Parenje jelena nazivamo rika. Ono počinje krajem kolovoza ili početkom rujna te traje 5-6 tjedana. Kod košute bređnost traje oko 34 tjedna, nakon čega oteli jedno, rjeđe dva teleta.

Kod jelena postoji nagon sezonskog premještanja po području staništa. Tako su poznata premještanja jelena ljeti u brdske predjele, a zimi u nizinske, zatim seobe duž vodenih tokova (Drava, Dunav, Sava), a posebice u doba rike (Darabuš, Jakelić, 1996.). To su također životinje s razvijenim socijalnim nagonom pa razlikujemo dva tipa krda: košuta s teladi (predvodi košuta) i jeleni ostalih starosti (predvode mladi jeleni), dok posve stari jeleni žive osamljeni.

Životni vijek jelena je od 15 do 20 godina, iznimno 25. Rast jelena završava s 8-9 godina, a košute s 3-4 godine.

### 3.3. OPIS I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE SURVEY OGRLICA

U ovom istraživanju upotrebljavane su Vectronic Survey ogrlice koje kombiniraju VHF ogrlice za praćenje s GPS ovratnikom i redovita ažuriranja GPS podataka pomoću satelitske komunikacije.

Ogrlica je otporna na utjecaj okoline i mehanička oštećenja jer sadrži samo jedno kućište koje uključuje bateriju i elektroniku. Njena fleksibilnost u podešavanju duljine omogućava upotrebu u širokom rasponu vrsta.

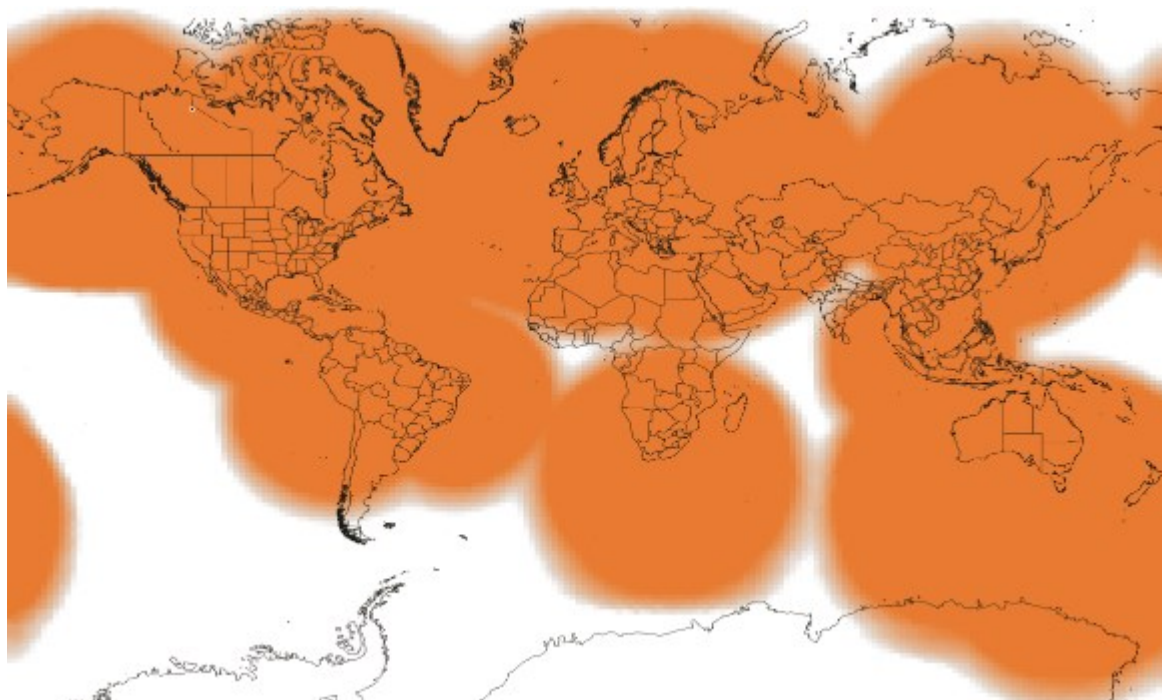
Dolazi u dvije varijante (Globalstar & Iridium) koje se razlikuju u broju mogućih GPS lokacija dnevno. Dostupne su s 3 različite veličine baterija što omogućuje upotrebu i na mnogim malim vrstama.



**Slika 5.** Survey GPS ogrlica

(izvor: <https://www.vectronic-aerospace.com/survey-collar/>)

Globalstar sustav omogućuje široko, ali vremenski i prostorno ograničeno pokrivanje pri čemu dnevno šalje do 2 pozicijske točke (jednu po odašiljanju). Podaci se šalju nekoliko puta kako bi se povećala vjerojatnost prijenosa, ali sateliti ne potvrđuju prijem. Satelit šalje svoje podatke baznoj stanici na terenu koji ih putem weba prosljeđuje u sustav. Moguće je da su prijenosnici blokirani preprekama koje sprječavaju odašiljanje signala. Najčešće se podaci preuzimaju automatski GPS Plus X softverom, ali se mogu preuzeti mailom ili skinuti na USB stik.



**Slika 6.** Pokrivenost Globalstar sustava (izvor: <https://www.vectronic-aerospace.com/survey-collar/> )

S druge strane korišteni Iridium sustav sastoji se od 141 satelita s cjelodnevnom pokrivenošću. Rasporedi i konfiguracije mogu se postaviti na daljinu. Tijekom dvosmjerne komunikacije ogrlice prepoznaju koji su podaci primljeni putem satelita, a koji trebaju biti ponovljeni. Za prenošenje podataka, signal treba biti neometan. Broj točaka definiraju veličina poruke i vrijeme prijenosa. Sustav koristi 3 bloka poruka od kojih prvi sadržava 1-4 GPS točke, drugi dodatnih 8, a treći 6. Ukupno može biti preneseno 18 točaka. Ogrlice primaju naredbe za slanje podataka, što znači da se komunikacija temelji na rasporedu i

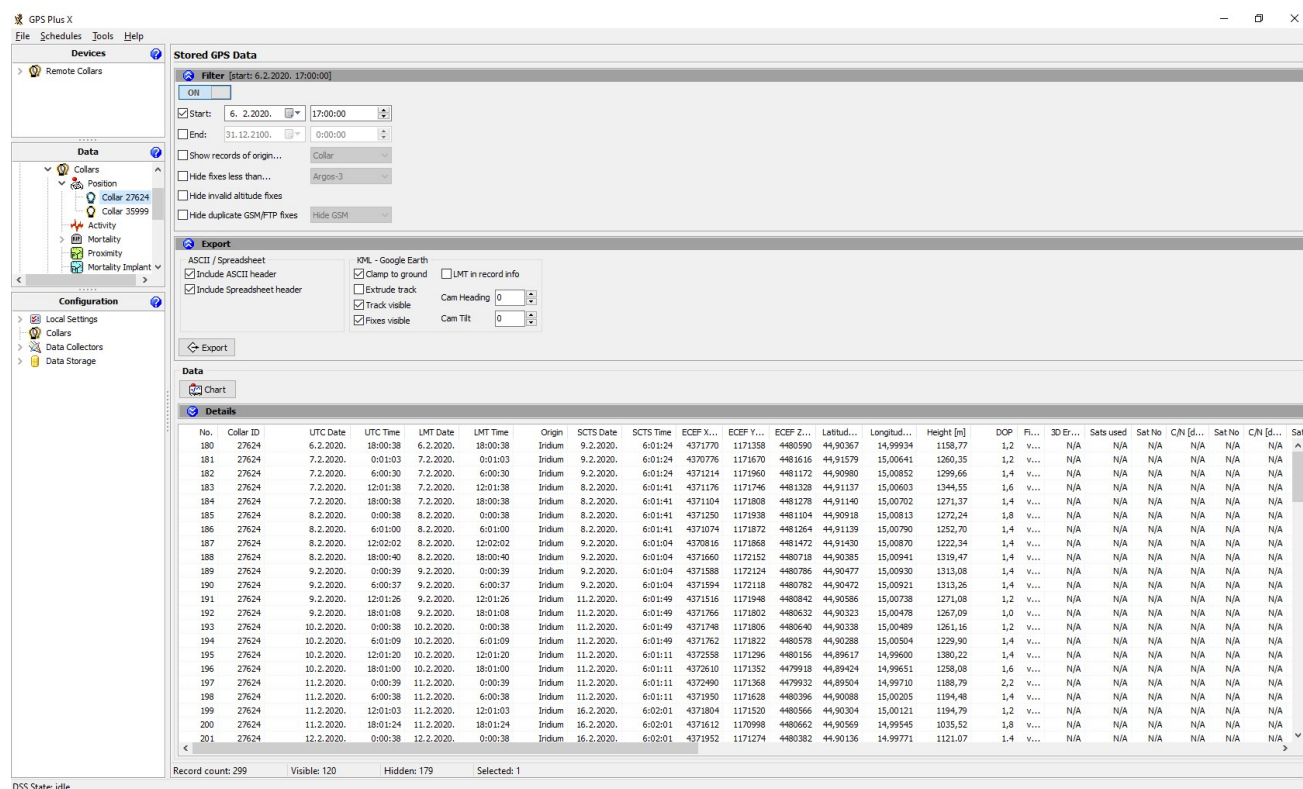
prijenosnim postavkama slanja. Podaci se primaju glavnim GPS Plus X serverom i šalju na GPS Plus X softver za HTTP ili mail preuzimanje.



**Slika 7.** Satelitska pokrivenost Iridium sustava (izvor: <https://www.vectronic-aerospace.com/survey-collar/> )

### 3.4. METODE ISTRAŽIVANJA

Za ovo istraživanje odabrana je Iridium ogrlica programirana da prikuplja poziciju i ostale podatke svakih 6 sati tijekom dvije godine monitoringa. Ogrlica također ima i drop-off sustav koji se programira na željeno razdoblje i koji omogućava da ogrlica spadne s jednike u željeno vrijeme. Podaci o lokaciji obrađuju se putem Vectronic-ovog GPS X sučelja gdje se podaci o lokaciji pohranjuju, a potom po potrebi i obrađuju.



Slika 8. Izgled sučelja Vectronic GPS X putem kojeg se pristupa podacima.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Nakon izvršenog GPS praćenja dviju jedinki jelena običnog pomoću na području državnog otvorenog lovišta IX/14 „Sjeverni Velebit“, dobiveni rezultati prikazani su i obrađeni u računalnom programu Google Earth Pro.

Google Earth Pro je računalni program koji mapira Zemlju preko superimpozicije slika dobivenih od satelitskih snimanja, fotografiranja iz zraka i geoinformacijskog sustava. Program prikazuje satelitske slike različite rezolucije Zemljine površine te korisnicima pruža mogućnost pogleda na objekte pod različitim kutem.

Dvije jedinke iz uzgoja, košuta i dvizica, ispuštene su u područje istraživanja nakon označavanja GPS ogrlicama. Ogrlice su bile programirane da prikupljaju podatke o lokaciji i temperaturi svakih 6 sati (18:00; 24:00; 06:00; 12:00 po srednjeeuropskom vremenu). Dobiveni podaci obrađeni su te su dobivene prosječne dnevne udaljenosti, ukupan areal kretanja, analizirana je temperatura i doba dana kada je aktivnost prisutna.

Rezultati praćenja pokazali su znatno veću aktivnost dvizice koja je u razdoblju od 22 dana prešla ukupnu udaljenost od 38,27 km uz površinu obitavanja od 426,65 ha, dok je košuta u razdoblju od 19 dana prešla 17,81 km u području obitavanja od 73,15 ha.

**Tablica 3.** Vremenski prikaz označavanja jedinki jelena običnog GPS ogrlicama te ostale specifičnosti obilježavanja.

| jedinka | ogrlica | starost<br>(godine) | početak<br>praćenja | kraj<br>praćenja | trajanje<br>(dani) |
|---------|---------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| košuta  | 35999   | 4                   | 6.2.2020.           | 24.2.2020.       | 19                 |
| dvizica | 27624   | 2                   | 6.2.2020.           | 27.2.2020.       | 22                 |

Prosječna dnevna temperatura tijekom praćenja iznosila je 4,2 °C, a prosječna nadmorska visina područja obitavanja oko 1200 m.

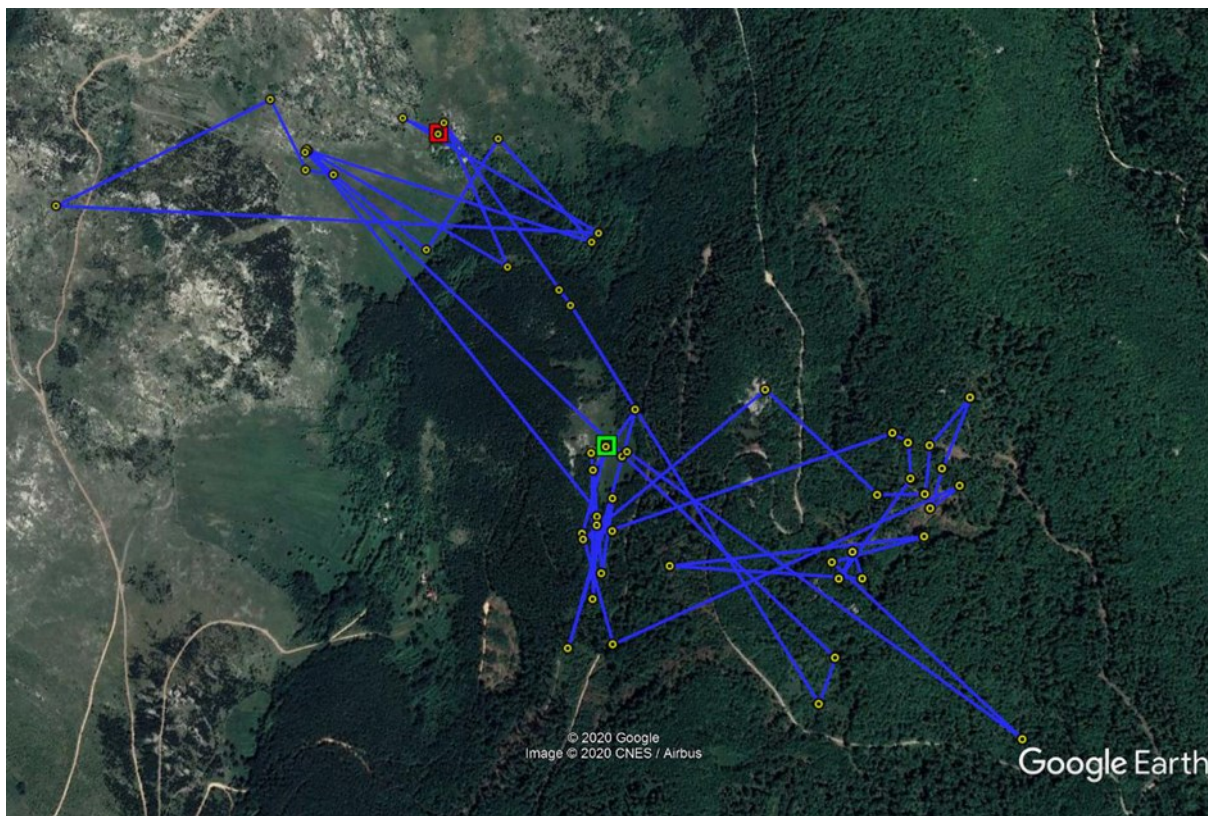
**Tablica 4.** Prosječna dnevna temperatura

| <b>Dan</b>                     | <b>Košuta (°C)</b>  | <b>Dvizica (°C)</b> |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| 1.                             | 0                   | 1                   |
| 2.                             | 2,3                 | 1                   |
| 3.                             | 3,7                 | 2,3                 |
| 4.                             | 2,8                 | 1,3                 |
| 5.                             | 3,3                 | 4,3                 |
| 6.                             | 6,3                 | 7                   |
| 7.                             | 4,5                 | 5,8                 |
| 8.                             | 3,5                 | 4,3                 |
| 9.                             | 4,5                 | 4,5                 |
| 10.                            | 4,5                 | 4,5                 |
| 11.                            | Izgubljen<br>signal | 6,3                 |
| 12.                            |                     | 5                   |
| 13.                            |                     | 7                   |
| 14.                            | 5,3                 | 4                   |
| 15.                            | 2                   | 2,3                 |
| 16.                            | 5,3                 | 5,3                 |
| 17.                            | 6                   | 3,3                 |
| 18.                            | 7,8                 | 7,5                 |
| 19.                            | 5,5                 | 6,3                 |
| 20.                            | /                   | 5,5                 |
| 21.                            | /                   | 3,3                 |
| 22.                            | /                   | -0,3                |
| <b>uk. prosječna<br/>temp.</b> | 4,21                | 4,16                |

**Tablica 5.** Prijedene udaljenosti košute i dvizice

| Dan           | Košuta (km)      | Dvizica (km) |
|---------------|------------------|--------------|
| 1.            | 0,19             | 1,46         |
| 2.            | 1,13             | 1,3          |
| 3.            | 0,31             | 1,84         |
| 4.            | 1,5              | 0,55         |
| 5.            | 0,37             | 1,41         |
| 6.            | 1,13             | 2,06         |
| 7.            | 1,46             | 1,05         |
| 8.            | 0,75             | 0,93         |
| 9.            | 1,09             | 0,78         |
| 10.           | 0,04             | 1,64         |
| 11.           | Izgubljen signal | 3,55         |
| 12.           |                  | 1,43         |
| 13.           |                  | 2,65         |
| 14.           | 1,69             | 1,97         |
| 15.           | 0,94             | 2,45         |
| 16.           | 3,06             | 3,51         |
| 17.           | 1,43             | 4,97         |
| 18.           | 2,03             | 0,99         |
| 19.           | 0,63             | 2,41         |
| 20.           | /                | 0,97         |
| 21.           | /                | 0,02         |
| 22.           | /                | 0,33         |
| <b>ukupno</b> | <b>17,81</b>     | <b>38,27</b> |

Kod uzastopna tri dana praćenja košute gubi se signal GPS ogrlice čemu je mogući uzrok boravak jedinke u gustom šumskom kompleksu.



**Slika 9.** Areal aktivnosti košute (izvor: Google Earth Pro)

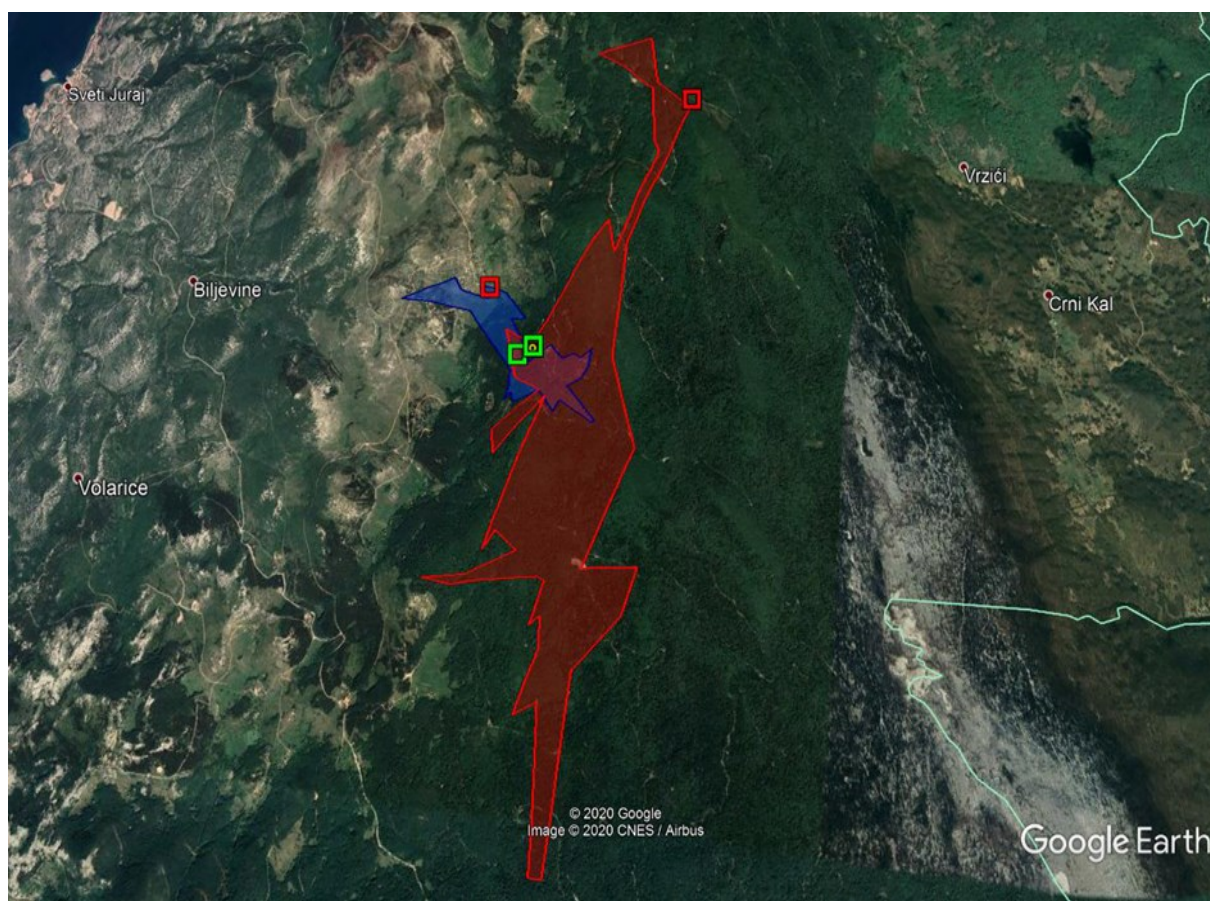


**Slika 10.** Areal aktivnosti dvizice (izvor: Google Earth Pro)

Promatrajući područje obitavanja obiju jedinki uočavamo njihove dnevne migracije na temelju kojih zaključujemo da danju preferiraju boravak u šumskim kompleksima, a u sumrak i noću izlaze na otvorene livade i pašnjake.

**Tablica 6.** Područje obitavanja jedinki.

|         | područje obitavanja (ha) |
|---------|--------------------------|
| košuta  | 73,15                    |
| dvizica | 426,65                   |



**Slika 11.** Područje obitavanja jedinki (izvor: Google Earth Pro)

**Tablica 7.** Dnevne migracije jedinki po pozicijskim točkama

|              | košuta           |                 | dvizica          |                 |
|--------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
|              | otvoreni prostor | šumski kompleks | otvoreni prostor | šumski kompleks |
| <b>6:00</b>  | 5                | 8               | 10               | 11              |
| <b>12:00</b> | 6                | 6               | 4                | 18              |
| <b>18:00</b> | 8                | 5               | 14               | 10              |
| <b>0:00</b>  | 9                | 5               | 12               | 10              |

## 5. RASPRAVA

Istraživanja jelena običnog pomoću telemetrijskih uređaja počinju 80-ih godina dvadesetog stoljeća. Jedno od takvih istraživanja na području jugoistočne Europe provedeno je u Bugarskoj (Zlatanova, Popova, Ahmed, Stepanov, Andreev i Genov). Korištenjem telemetrije na 18 jedinki jelena običnog, od kojih su mužjaci u prosjeku praćeni 304, a ženke 194 dana, utvrđeno je da su mužjaci imali veću mobilnost u području obitavanja nego ženke. Košute su prelazile oko 1,7 – 3,5 km na dan, što je na kraju istraživanja rezultiralo s 840 ha ukupne površine kretanja dok su jeleni prelazili dvostruko više kilometara što je površinom 3600 ha. Zapažena su veća kretanja zimi nego ljeti što se povezuje s intenzitetom sunčeve svjetlosti, odnosno veći intenzitet svjetlosti rezultira manjom aktivnošću jelena običnog.



**Slika 12.** Primjer jelena običnog označenog GPS ogrlicom  
(izvor: <https://www.thuenen.de/en/wo/projects/forests-and-wildlife/projekte-wildtieroekologie/studies-on-the-life-of-various-wild-species-using-satellite-telemetry/?S=Jahr&p=2&cHash=7e76f48730f4a17f422edfaba82a5dd9> )

Rastuća primjena GPS telemetrije u istraživanjima divljih životinja stvorila je potrebu za analitičkim metodama koje udovoljavaju i praktičnim i teorijskim problemima prilikom odabira staništa ili resursa (Wells i sur., 2014.). Iako je postignut veliki napredak u kvaliteti od početka korištenja telemetrijskih uređaja do danas, kod GPS uređaja pronalazimo i neke nedostatke. Znanstvenici Zweifel-Schielly i Suter proveli su petogodišnje istraživanje GPS uređaja pomoću telemetrijskog praćenja jelena običnog. Prve poteškoće primanja signala ogrlica pojavile su se prilikom dnevnih migracija jedinki koje danju borave uglavnom u šumskim kompleksima, a u sumrak i noću izlaze na otvorene livade. Boravak u šumi ometa normalno odašiljanje i primanje signala, jednako kao i ležeći položaj u kojem jedinka prekriva uređaj svojim tijelom. Najjači signal odašilje se noću kada jedinka boravi na otvorenom prostoru. Važno je napomenuti da je 11 od postavljenih 18 ogrlica prestalo raditi prije očekivanog životnog vijeka.

Uspoređujući VHF i GPS tehnologiju primjetno je da performanse VHF uređaja znatno slabe u planinskim terenima zbog odbijanja radio valova o reljefne strukture te prilikom većeg udaljavanja označene životinje od prijamnika radio valova. Posljedično tome, GPS tehnologija je preporučljivija na takvim vrstama terena od VHF tehnologije. Za krupnu pokretnu divljač kao što je jelen obični, stacionarna lokacijska točnost GPS ogrlica trebala bi biti više nego dovoljna za pružanje podataka koji su obično potrebni u većini istraživanja. Uz dovoljan uzorak označenih životinja dobivamo kvalitetne i točne podatke o ekologiji ponašanja populacije ili vrste (Cagnacci i sur., 2010).

Razvojem novih tehnika i tehnologija, koje se svakodnevno koriste u praktičnom monitoringu divljih životinja, mnogi poslovi postaju lakši i precizniji, uporaba tehnologije često smanjuje potrebu za brojem ljudi koji sudjeluju u istraživanju, a neke do sada neizvodive metode su realna stvarnost. (Tomljanović, Nosek, Pernar i Grubešić, 2018.).

Budući da je šumski ekosustav posebno važan za očuvanje biološke raznolikosti (Brockhoff i sur., 2008), a pritisak jelena na mjesta šumske vegetacije znatno je visok (Beguin i sur., 2016.), poznavanje odnosa jelena s očuvanjem prirodnih resursa u šumama je posebno važno.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem daju nam određene karakteristike ponašanja jelena običnog u različitim stanišnim, klimatskim te orografskim uvjetima. Važno je istaknuti da su promatrane jedinke iz uzgoja introducirane u otvoreno stanište. Sama manipulacija jedinkama tijekom njihova označavanja GPS ogrlicama, prijevoza te ispuštanja u novo stanište vjerojatno je prouzrokovala pojavu stresa što se odrazilo na njihovo ponašanje u

prostoru. Uočena je neravnomjernost kretanja košute i dvizice prvih dana nakon ispuštanja, a pretpostavka je da su uzrok tome navedeni stresne situacije. Nakon dva tjedna utvrđena je stabilizacija njihova kretanja, ali cjelokupno praćenje trajalo je relativno kratko da bi se one u potpunosti stabilizirale i prilagodile novom staništu.

Njihova najintenzivnija aktivnost bila je oko područja ispuštanja. Usporedno analizirajući aktivnosti košute i dvizice očigledno je da je dvizica prešla dvostruko veću udaljenost te obitavala na višestruko većoj površini nego košuta. Starija ženka se u prvim danima nakon ispuštanja uglavnom zadržavala oko mjesta ispuštanja, a kasnije je zabilježeno njeno premještanje sjeverozapadno u niže djelove staništa koji su ujedno i slabije obrasli šumskom vegetacijom. Za razliku od košute, aktivnost dvizice je zabilježena duž šumskog kompleksa na relativno jednakoj nadmorskoj visini. Prilikom analize prosječnih dnevnih temperatura dolazi se do zaključka kako one nemaju zamjetan utjecaj na areal kretanja jedinki. Općenito kod jelena običnog, intenzitet svjetlosti ima velik utjecaj na dnevne migracije. Prateći aktivnost jedinki po pozicijskim točkama u određenim dijelovima dana vidljiva su djelomična odstupanja od uobičajenoga, čemu je uzrok mogla biti trenutna neprilagođenost jedinki na novo stanište. Prema prikupljenim podacima možemo reći da su se u većini slučajeva aktivnije kretale od 18:00 do 06:00 sati, a ostatak dana boravile u šumskim kompleksima. Pretpostavljajući da su imale dovoljno raspoložive hrane i vode na svom području aktivnosti, taj čimbenik nije znatnije utjecao na ekstremnije migracije.

Važno je istaknuti da se na tom staništu nalaze i ostale vrste dvopapkara poput srne obične, divokoze, divlje svinje i druge jedinke jelena običnog. Prema tome, ponašanje ispuštenih jedinki je vrlo vjerojatno oblikovano međusobnom kompeticijom s drugim papkarima (Bartos i sur., 2002). Isto tako pronalazimo i neke vrste predatora koje su mogle imati utjecaja na ponašanje promatranih jedinki.

U ovom praćenju zabilježen je nedostatak GPS uređaja kojim se pratilo kretanje košute. U razdoblju od 16. do 18. veljače došlo je do prekida odašiljanja signala s ogrlice što možemo povezati s boravkom jedinke u gustoj šumskoj sastojini. Navedeni problem je uzrokovao poteškoće u analizi podataka i onemogućio precizno određivanje udaljenosti i površine obitavanja košute.

Kako bismo dobili objektivniju sliku obitavanja jedinki jelena običnog, praćenje bi trebalo obuhvatiti duži vremenski period i uključiti ostale čimbenike koji mogu utjecati na ponašanje jedinki u prostoru.

## 6. ZAKLJUČAK

Nakon izvršenog cjelokupnog praćenja i analize dobivenih podataka možemo donijeti sljedeće zaključke:

1. Jedinke jelena običnog koje su iz uzgoja introducirane u novo stanište neposredno nakon ispuštanja imaju nekontrolirano i neuobičajeno kretanje za tu vrstu čemu su uzrok razni stresni događaji koji su se odvijali tijekom manipulacije njima.
2. Aktivnost dvizice u odnosu na košutu bila je znatno veća u vidu ukupne prijeđene udaljenosti i područja obitavanja.
3. Dnevne migracije jedinki nisu nužno ovisile o prosječnoj dnevnoj temperaturi i intenzitetu svjetlosti iako je njihova aktivnost bila izraženija u sumrak i noću.
4. Vremenski period praćenja aktivnosti jedinki jelena običnoga trebao bi biti duži i uključiti ostale stanišne čimbenike da bi se došlo do što realnijih podataka.
5. Tijekom nekoliko dana GPS sustav nije odašiljao signal zbog nepovoljnih stanišnih čimbenika, odnosno gustog šumskog sklopa.
6. Korišteni GPS sustav pokazao se praktičnim zadovoljivši svojim jednostavnim pristupom i načinom obrade podataka.
7. Rezultati ovoga rada doprinijet će boljem razumijevanju potencijala novih tehnologija koje se koriste u istraživanju slobodnoživuće divljači te njihove aktivnosti i preferabilnosti u zavisnosti različitih stanišnih čimbenika.

## 7. LITERATURA

1. Bartos i sur. (2002): Interspecific Competition between White-Tailed, Fallow, Red, and Roe Deer. *The journal of wildlife management*, 66: 522- 527.
2. Beguin i sur.: Management of forest regeneration in boreal and temperate deer-forest systems: challenges, guidelines and research gaps, *Ecosphere*, 7 (2016.)
3. Brockerhoff i sur.: Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity?, *Biodivers Conserv*, 17 (2008.)
4. Cagnacci F. i sur. (2010.). Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical transaction of the royal society, Biological Sciences*, 365: 2157–2162.
5. Diana Zlatanova, Elitsa Popova, Atidzhe Ahmed, Ivan Stepanov, Rossen Andreev, Peter Genov: Red deer on the move: home range size and mobility in Bulgaria, 2019.
6. Hatch, S.A. *et al.* Performance of implantable satellite transmitters in diving seabirds. *Waterbirds* **23**, 84-94, 2000.
7. Lovnogospodarska osnova za državno otvoreno lovište broj IX/14 „Sjeverni Velebit“ za gospodarsko razdoblje od 1.4.2015. do 31.3.2025. godine
8. Mustapić Z. I sur.: Lovstvo. Hrvatski lovački savez, str. 49., Zagreb 2004.
9. Stjepan Darduš i Ivica – Zvonko Jakelić: Osnove lovstva. Hrvatski lovački savez., Zagreb, 1996.
10. Stjepan Darduš i Ivica – Zvonko Jakelić: Osnove lovstva. Hrvatski lovački savez., str 21, Zagreb, 1996.
11. Tomljanović, Nosek, Pernar, Grubešić: Mogućnosti primjene lakih bespilotnih letjelica u prebrojavanju krupne divljači, *Šumarski list* 11-12/2018, str 621.
12. Wells i sur.: The Brownian bridge synoptic model of habitat selection and space use for animals using GPS telemetry data, 2014., abstract  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380013005449> )

13. Wilson, R.P. *et al.* Remote-sensing system and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* **228**, 241-261, 2002.
14. Z. Janicki, A. Slavica, D. Konjević, K. Severin: Zoologija divljači, Zagreb, 2005.
15. Z. Janicki, A. Slavica, D. Konjević, K. Severin: Zoologija divljači, str. 61, Zagreb, 2005.
16. Zweifel-Schielly, B. & Suter, W. 2007: Performance of GPS telemetry collars for red deer *Cervus elaphus* in rugged Alpine terrain under controlled and free-living conditions. - *Wildl. Biol.* 13: 299-312.
17. <https://www.vectronic-aerospace.com/survey-collar/>
18. [https://bs.wikipedia.org/wiki/Google\\_Earth](https://bs.wikipedia.org/wiki/Google_Earth)
19. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/satellite-telemetry-and-its-impact-on-the-94842487/>
20. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4160215/>