

**Projektno poročilo za Akcijo C1
(LIFE08 NAT/SLO/000244 SloWolf):**

**Spremljanje stanja populacije volka v Sloveniji (3)
1., 2. in 3. sezona – 2010/11, 2011/12 in
2012/13**

MAREC 2014

Potočnik Hubert, Krofel Miha, Skrbinšek Tomaž, Ražen Nina, Jelenčič Maja, Kljun Franc, Žele Diana, Vengušt Gorazd in Kos Ivan

Vsebina

- 1. SPREMLJANJE VOLKOV S POMOČJO GPS TELEMETRIJE IN ANALIZE TELEMETRIČNIH PODATKOV**
- 2. PLENJENJE PROSTOŽIVEČIH PARKLJARJEV IN VARIABILNOST PREHRANJEVANJA VOLČJIH TROPOV**
- 3. SPREMLJANJE VOLKOV Z IZZIVANJEM TULJENJA**
- 4. GENETSKO SPREMLJANJE POPULACIJE VOLKA**
- 5. SPREMLJANJE VOLKOV S POMOČJO SLEDENJA V SNEGU**
- 6. ANALIZA ZDRAVSTVENEGA STANJA IZ NARAVE ODVZETIH VOLKOV**
- 7. SPLETNI GEOPORTAL ZA PROSTORSKO SPREMLJANJE POPULACIJE VOLKA**

1 Spremljanje volkov s pomočjo GPS-GSM telemetrije in analiza telemetričnih podatkov

Pregled odlovljenih volkov

Tekom projekta smo odlovili 12 volkov. Pet smo jih le izmerili, jim odvzeli vzorce in jih izpustili, saj so bili še v fazi hitre rasti in premladi, da bi jih opremili s telemetrično ovratnico. Tako smo preprečili morebitne težave povezane z ovratnico, ki bi lahko nastale zaradi rasti volkov. Sedem volkov, štiri samce in tri samice, pa smo opremili z GPS-GSM ovratnicami in jih spremljali s pomočjo telemetrije.

Preglednica 1: Podatki o volkovi, ki smo jih tekom projekta odlovili in opremili s telemetričnimi ovratnicami. Ocene starosti in teže se nanašajo na čas ob odlovu.

| VOLK | SPOL | STROST | TEŽA | TROP | POLOŽAJ V TROPU |
|-------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|--|
| BRIN | samec | 3 leta | 38 kg | Slavnik | nedominanten samec |
| VOJKO | samec | 5 let | 40 kg | Vremščica-Nanos | nedominanten samec |
| SLAVC | samec | 2 leti | 40 kg | Slavnik | nedominanten samec, ki je kasneje dispergiriral in postal dominanten samec v novem tropu |
| LUKA | samec | 1 leto | 26 kg | Gotenica | nedominanten samec |
| TONKA | samica | 6 let | 33 kg | Vremščica-Nanos | dominantna samica z mladiči |
| TIA | samica | 2 leti | 30 kg | Rog | nedominantna samica |
| JASNA | samica | 4 leta | 35 kg | Gotenica | dominantna samica z mladiči |

Odlov, usoda in smrtnost spremljanih volkov

Zajemanje lokacij in drugih podatkov s telemetričnih ovratnic smo sprogramirali na 58 tednov (406 dni), nato pa naj bi ovratnice s pomočjo posebnega mehanizma samodejno odpadle. V povprečju smo posameznega volka spremljali 204 dni (Preglednica 2). Krajši čas od predvidenega spremljanja je posledica potrjene ali domnevne smrtnosti volkov opremljenih z ovratnicami ter tehničnih težav ene od ovratnic. Od sedmih spremljanih volkov sta bila dva zakonito odstreljena in dva je povozil avto (eden od njiju je nesrečo preživel vsaj še mesec in pol po trku). Pri enem volku sta hkrati izginila GSM in VHF signal in ostaja sum, da je bil volk nezakonito ubit, vendar to vsaj zaenkrat ni potrjeno. En volk je emigriral v Italijo, kjer smo ga

telemetrično spremljali vse dokler mu po 58 tednih ni, kot predvideno, odpadla ovratnica. Ena volkulja je trenutno še vedno opremljena z ovratnico, njeno spremljanje pa v času pisanja tega poročila še poteka.

Smrtnosti volkov zaradi človeka v Sloveniji je bila opažena tudi med odraslimi volkovi spremljanimi tekom drugih raziskav (volkulja odlovljena v okviru projekta DinaRis in trije volkovi, ki so jih opremili hrvaški raziskovalci in so nato imigrirali v Slovenijo; J. Kusak, Univerza v Zagrebu, neobjavljeni podatki). Glede na opaženo relativno visoko stopnjo smrtnosti med odraslimi volkovi bi bilo smiselno v prihodnosti temu posvetiti več pozornosti, saj lahko visoka smrtnost odraslih volkov zaradi človeka pomembno vpliva na stabilnost volčjih tropov.

Preglednica 2: Usode volkov spremljanih s telemetrijo in čas spremljanja.

| VOLK | DATUM ODLOVA | USODA | ČAS SPREMLJANJA |
|-------------|---------------------|--|------------------------|
| BRIN | 13.4.2010 | 20.10.2010 zakonito odstreljen | 190 dni |
| VOJKO | 6.5.2011 | 26.9.2011 izgubljen signal, sum krivolova | 143 dni |
| SLAVC | 17.7.2011 | v decembru 2011 je emigriral v Italijo; ovratnica odpadla 27.8.2012; | 407 dni |
| LUKA | 27.8.2011 | 15.5.2012 izgubljen signal (prometna nesreča, verjetno preživel) | 262 dni |
| TONKA | 18.5.2012 | 18.9.2012 ovratnica predčasno odpadla; poginila v prometni nesreči 10.6.2013 | 123 dni |
| TIA | 5.7.2012 | 22.9.2012 zakonito odstreljena | 79 dni |
| JASNA | 15.8.2013 | ovratnica še aktivna (dne 25.3.2014) | 223 dni |

Leto 2010

Prvi volk, ki smo ga v okviru projekta opremili s telemetrično ovratnico, je bil nedominanten samec poimenovan »Brin« (Slika 1). Bil je član čezmejnega tropa »Slavnik«, katerega teritorij je segal od Italije, preko Slovenije na Hrvaško. S svojim rodnim tropom je preživel ves čas spremljanja, dokler ga niso po približno pol leta spremljanja na pašniku zakonito odstrelili.



Slika 1: Nedominanten samec iz tropa »Slavnik« poimenovan »Brin« ob odlovu s telemetrično ovratnico 13.4.2010. Pol leta kasneje je bil zakonito odstreljen. (foto: M. Krofel)

Leto 2011

V letu 2011 smo z ovratnicami opremili tri volkove. Nedominanten samec »Vojko« (Slika 2) je bil član tropa »Vremščica-Nanos«, katerega teritorij je segal od Nanosa preko Postojnske kotline, Pivške doline in Vremščice do Kozine. Po treh mesecih in pol njegovega spremljanja smo znotraj njegovega domačega okoliša hkrati izgubili GSM in VHF signala iz ovratnice, ki imata sicer ločena vira napajanja. Glede na zagotovila proizvajalca je zelo malo verjetno, da bi bila takšna okvara posledica tehnične napake obeh sistemov. Vojka prav tako po 12.7.2011 nismo več zaznali v neinvazivnih genetskih vzorcih. Glede na obe dejstvi (majhna vejetnost tovrstne okvare ovratnice in genetsko spremljanje volkov) obstaja sum krivolova, ki pa zaenkrat ni bil potrben.



Slika 2: Nedominanten samec »Vojko« iz tropa »Vremščica-Nanos« ob odlovu 6.5.2011. Tri in pol mesece kasneje smo izgubili njegov signal, za njegovo izginotje pa obstaja sum krivolova. (foto: M.Krofel)

Nedominanten samec »Slavc« (Slika 3) je bil ob odlovu član tropa »Slavnik«. Decembra 2011 je, po petih mesecih spremljanja, zapustil svoj rodni trop in dispergiral. Tekom disperzije je prečkal celotno Slovenijo, velik del Avstrije in italijanske Alpe ter se na koncu ustalil v Regijskem parku Lessinia v bližini Verone v Italiji, kjer je s samico iz italijanske populacije (poimenovana »Julija«) po več kot 100 letih ustanovil prvi trop volkov v tej regiji. Disperzija je trajala 100 dni, Slavc pa je na svoji poti prečkal več antropogenih in naravnih ovir, kot so avtoceste, železnice, urbane in kmetijske površine, jezovi, večje reke in visokogorski grebeni. Vsota razdalj med njegovimi zaporednimi lokacijami tekom disperzije je znašala 1176 km, zračna razdalja med teritorijem njegovega rodnega tropa ter novim teritorijem pa je približno 200 km. Volka Slavca smo s pomočjo telemetrije spremljali do 27.8.2012, ko je, kot pričakovano, ovratnica samodejno odpadla. Ovratnico smo potem tudi našli in iz nje pridobili veliko uporabnih informacij, z njo pa bomo lahko opremili tudi novega volka. Kolegi iz Regijskega parka Lessinia so nas obvestili, da je Slavc trenutno še vedno živ in da se je novi par v letu 2013 uspešno paril ter da sta vsaj dva mladiča preživela do prve zime. To je prvi dokumentiran primer parjenja med volkovi iz italijanske in dinarsko-balkanske populacije. Zaradi dolge poti, ki jo je prehodil Slavc, in ker so se volkovi v tem delu Alp po dolgem času zopet pojavili, je spremljanje tega volka vzbudilo precejšnje zanimanje javnosti in medijev. Spremljanje njegove disperzije je izboljšalo tudi sodelovanje med raziskovalci volkov v Sloveniji, Avstriji in Italiji ter izboljšalo institucionalno povezovanje med temi tremi državami.



Slika 3: Nedominanten samec iz tropa »Slavnik« poimenovan »Slavc« je bil odlovljen in opremljen s telemetrično ovratnico 17.7.2011. Pet mesecev kasneje je zapustil svoj rodni trop in emigriral v Italijo, kjer je ustanovil nov trop. Njegova ovratnica je odpadla, trenutno je še živ in ima položaj vodilnega samca v tropu v Regijskem parku Lessinia. (foto: H. Potočnik)

Tretji volk, ki smo ga v letu 2011 opremlili s telemetrično ovratnico je bil nedominanten samec poimenovan »Luka« (Slika 4). V času spremljanja je bil član tropa »Gotenica«. Njihov teritorij je v sezoni 2011/2012 segal od Slivnice in Cerkniškega polja preko Blok, Racne, Travne, Goteniške in Velike gore do Stojne in Kolpe. Osem mesecev in pol po odlovu, 24.4.2012, je Luko na asfaltni cesti v bližini Gotenice povozil avto. Glede na podatke, ki smo jih pridobili z genetskimi analizami neinvazivnih vzorcev, je preživel še vsaj do 28.6.2012, ko smo na območju Glažute našli njegov zadnji iztrebek. Kaj se je zgodilo z Luko ni povsem jasno, a glede na njegovo takratno starost obstaja tudi verjetnost, da je dipergiral na območje, kjer nismo zbirali neinvazivnih genetskih vzorcev.



Slika 4: Nedominanten samec iz tropa »Gotenica« poimenovan »Luka« je bil odlovljen in opremljen s telemetrično ovratnico 27.8.2011. Kasneje je bil udeležen v prometni nesreči, vsaj še mesec in pol po trku je bil živ, saj smo takrat našli njegov iztrebek. (foto: M. Krofel)

Leto 2012

V letu 2012 smo z ovratnico opremili še dva volka. Na Nanosu smo odlovili odraslo dominantno samico tropa »Vremščica-Nanos«, ki smo jo poimenovali »Tonka« (Slika 5). Aprila 2012 je skotila pet mladičev. V letu 2012 se je teritorij njihovega tropa, glede na podatke, ki smo jih pridobili v času spremljanja Vojka, premaknil nekoliko proti vzhodu. Za razliko od leta 2011, ko so imeli brlog na Nanosu, smo brlog v letu 2012 našli na drugi strani avtoceste, pod Vremščico. Štiri mesece po odlovu so gobarji v okolici Pivke našli njeno telemetrično ovratnico. Ker je bila ovratnica videti odrezana so odgovorni na ZGS ob sumu, da je bila volkulja nezakonito ustreljena, o tem obvestili policijo in druge pristojne službe. Kasneje so genetske analize pokazale, da se DNK volkulje, ki je bila 10.6.2013 povožena v Pivški dolini, 100 % ujema z DNK telemetrično spremljane Tonke. Pregled trupla na Veterinarski fakulteti, primerjava zobovja in genetski vzorci so torej potrdili, da gre za Tonko, ki je bila ob trku z avtom visoko breja, le nekaj dni pred kotitvijo, s sedmimi zarodki v maternici. Ovratnica je iz nepojasnjenega vzroka predčasno odpadla (ni bil sprožen mehanizem za avtomatsko odpadanje, ampak se je strgal bombažni del ovratnice) in o tem smo obvestili proizvajalce ovratnic.



Slika 5: Vodilno samico tropa »Vremščica-Nanos«, poimenovano »Tonka«, smo odlovili in opremili s telemetrično ovratnico 18.5.2012. Po štirih mesecih spremljanja je prehitro izgubila telemetrično ovratnico, junija 2013 pa je poginila v prometni nesreči. (foto: M. Krofel)

V letu 2012 smo v Kočevskem rogu s telemetrično ovratnico opremili tudi nedominantno samico, ki smo jo poimenovali »Tia« in je bila članica tropa »Rog« (Slika 6). Tekom spremljanja se je zadrževala znotraj Kočevskega Roga. Po dveh mesecih in pol spremljanja je bila zakonito odstreljena na pašniku sredi Kočevskega roga.



Slika 6: Nedominantno samico iz tropa »Rog« poimenovano »Tia« smo odlovili in opremili s telemetrično ovratnico 5.7.2012. Dva meseca in pol kasneje je bila zakonito odstreljena. (foto: M. Krofel)

Leto 2013

Konec poletja 2013 smo odlovili in s telemetrično ovratnico opremili odraslo dominantno volkuljo iz tropa »Gotenica«, ki smo jo poimenovali »Jasna« (slika 7). Že predno smo jo odlovili je tega leta skotila vsaj sedem mladičev. V letu 2013 se je teritorij tega tropa v primerjavi s sezono 2011/2012, ko smo na tem območju spremljali volka Luko, nekoliko zmanjšal, saj je trop očitno izgubil zahodni del svojega teritorija (Racna gora, Bloke, del Travnne gore). Spremljanje te volkulje se kljub zaključku projekta trenutno še nadaljuje.



Slika 7: Vodilno samico iz tropa »Gotenica« poimenovano »Jasna« smo odlovili in opremili s telemetrično ovratnico 15.8.2013. V času pisanja tega poročila volkuljo še vedno spremljamo. (foto: J. Potočnik)

Da bi nam uspelo doseči enega od projektnih ciljev in s telemetričnimi ovratnicami opremiti osem volkov, smo v letu 2013 še povečali vložek napora v odlov volkov. Tako smo odlovili še pet mladičev iz tropov »Gotenica« in »Menišija«, ki pa so bili še v fazi hitre rasti in zato premladi, da bi jim nadelo ovratnice. Mladiče smo izmerili, odvzeli vzorce, fotografirali in jih izpustili.



Slika 8: Eden od »Jasninih« letošnjih mladičev. (foto: F. Kljun)

Skupno smo tako tekom projekta s pomočjo telemetrije spremljali sedem volkov. Deloma smo v analize vključili še podatke volkulje »Tine« iz tropa »Javorniki«, ki smo jo s telemetrično ovratnico opremili že pred začetkom tega projekta leta 2007 in jo spremljali do 2008, ko je dispergirala na območje Ljubljanskega barja, Menišije, Rakitne in Logaške planote. Tekom projekta smo dobili neuradno ustno informacijo, da je bila po prenehanju delovanja njene ovratnice nezakonito ustreljena in odvržena v kraško brezno na Logaški planoti. Po spustu v brezno v sodelovanju s člani Društva za raziskovanje jam Ljubljana smo decembra 2013 res našli truplo te volkulje in ovratnico (Slika 9). Njen zadnji neinvazivni genetski vzorec smo našli na Rakitni marca 2010. Na podlagi tega in prejetih neuradnih ustnih informacij sumimo, da je bila ta volkulja nezakonito ubita. O sumu in najdbi trupla smo obvestili pristojne službe.



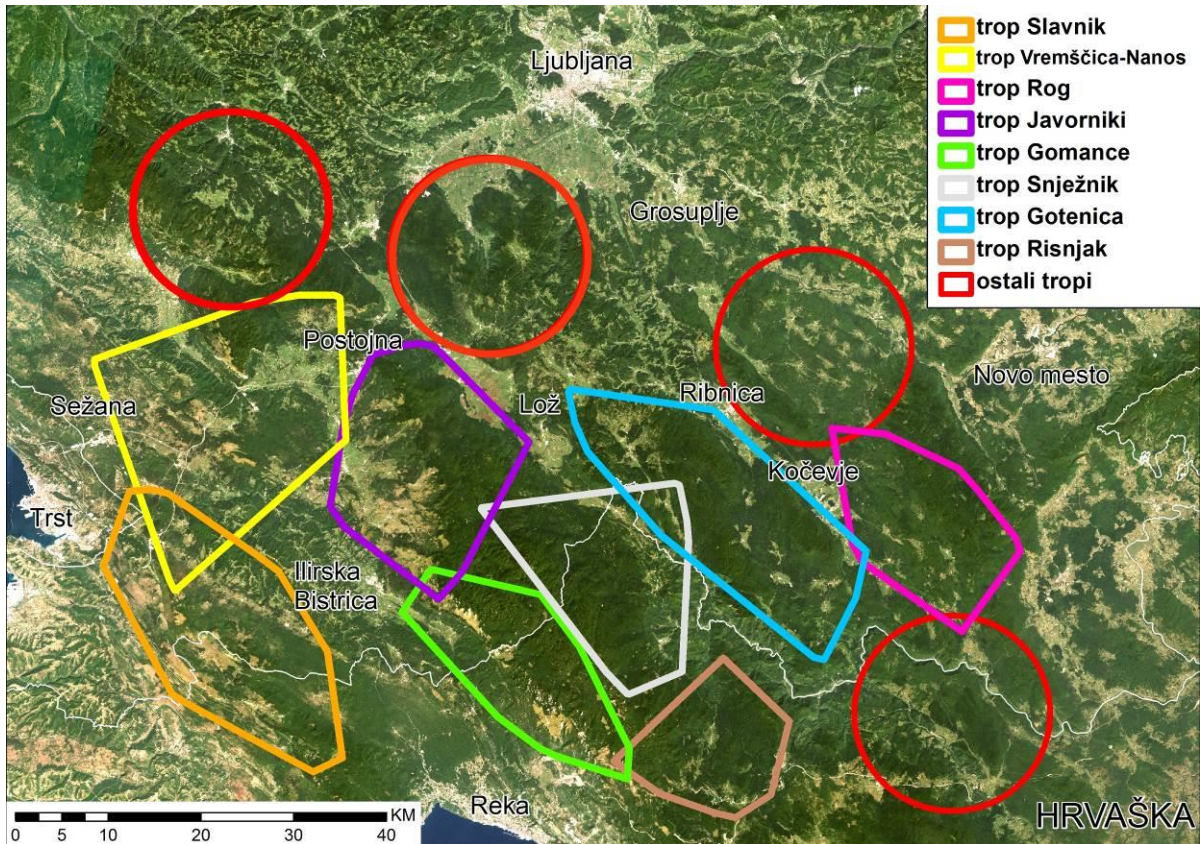
Slika 9: Decembra 2013 smo po ustnem namigu v breznu na Logaški planoti našli ostanke mlade volkulje poimenove »Tina«, ki je je februarja 2008 zapustila svoj rodni trop »Javorniki«. Z ovratnico smo jo opremili že pred začetkom SloWolf projekta. (foto: M. Krofel)

Gibanje in območja aktivnosti spremljanih volkov

Skupaj smo zbrali 8552 uspešnih GPS lokacij sedmih volkov, ki smo jih v okviru tega projekta opremili s telemetričnimi ovratnicami, v povprečju 1221 GPS lokacij na volka. Povprečen uspeh zajemanja GPS lokacij je znašal v povprečju 85% in se gibal med 76-96% za posamezno ovratnico. Povprečna velikost domačega okoliša spremljanih volkov v Sloveniji (brez podatkov iz spremljanja volka »Slavca« v obdobju po začetku disperzije) je na podlagi ocene s pomočjo 100% minimalnega konveksnega poligona znašala 403 km² in se pri posameznem volku gibala med 259–560 km² (Preglednica 3, Slike 10-17 Velikost domačega okoliša samca »Slavca« je bila po vzpostavitvi lastnega tropa v Italiji (117 km²) bistveno (3,8-krat) manjša od njegovega domačega okoliša, ko je živel še v Sloveniji.

Pri ocenah velikosti domačih okolišev je treba upoštevati, da je bil zaradi smrtnosti, emigracije in tehničnih težav čas spremljanja pri večini volkov le nekaj mesecev. Celoletni domači okoliši bi bili posledično verjetno nekoliko večji od vrednosti pridobljenih tekom projekta. Ne glede na to pa nam pridobljeni podatki dajejo relativno dobro razumevanje velikosti domačih okolišev, gibanja in aktivnosti slovenskega dela populacije volkov. V splošnem so naši rezultati primerljivi s podatki iz sosednjih regij s podobnimi razmerami.

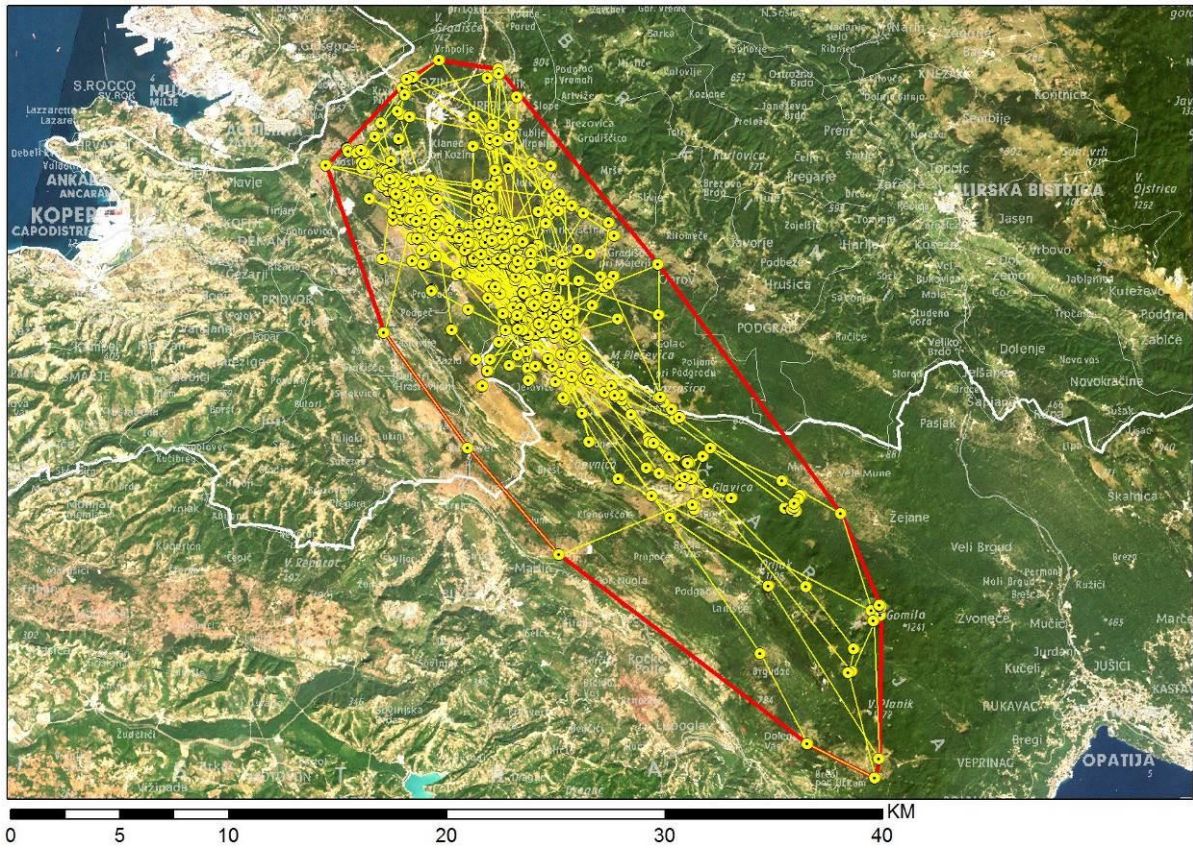
Podatke zbrane v okviru projekta smo združili s podatki iz prejšnjih telemetričnih raziskav volkov v Sloveniji (Ražen 2009) in podatki o gibanju volkov iz čezmejnih tropov, ki so jih zbrali raziskovalci s Hrvaške (J. Kusak, Univerza v Zagrebu, neobjavljeni podatki). To nam je omogočilo izdelavo karte razporeditve volčjih tropov v Sloveniji in sosednjem delu Hrvaške (7). Ta karta se je izkazala za zelo uporabno v izobraževalne namene za ozaveščanje o teritorialnih in samo-regulacijskih značilnostih populacij volka.



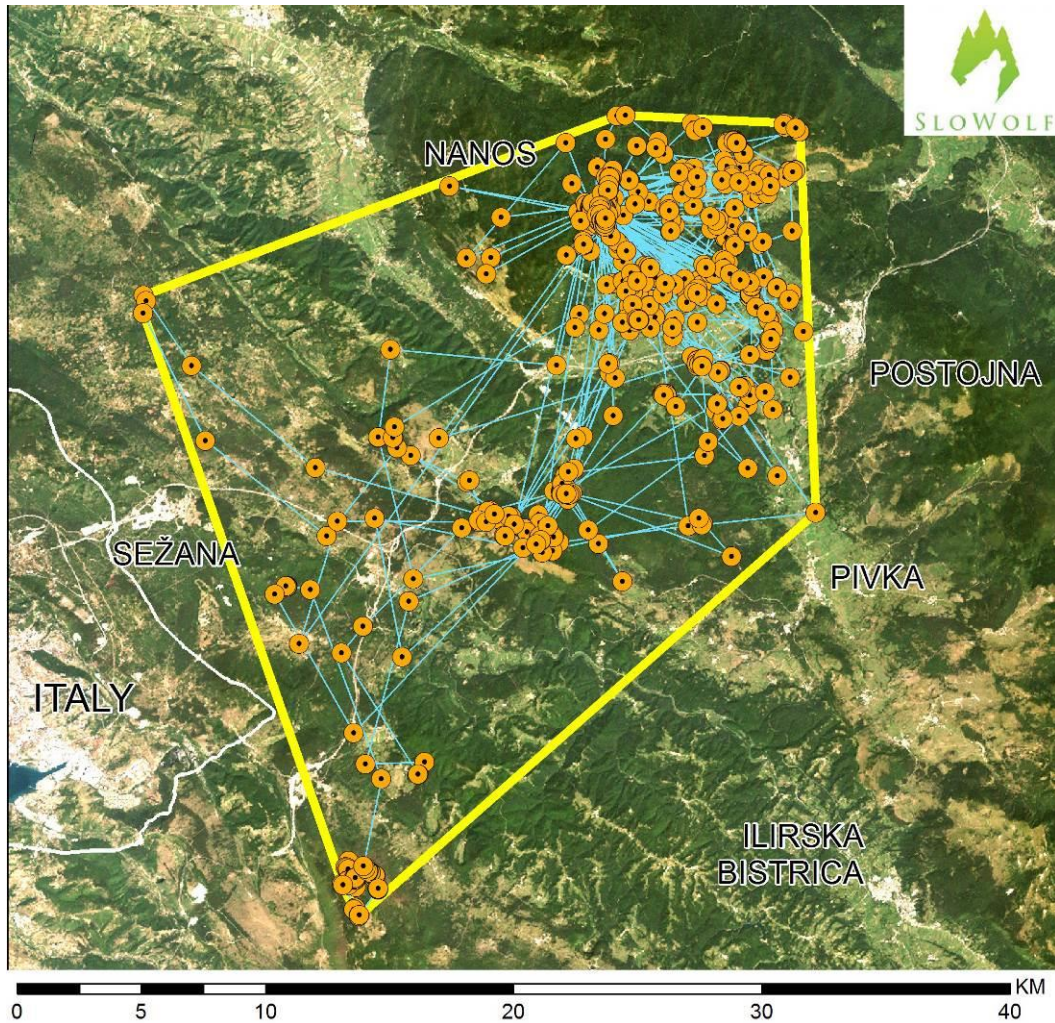
Slika 10: Zemljevid z označeno prostorsko razporeditvijo volčjih tropov v Sloveniji in sosednjim delom Hrvaške na podlagi podatkov zbranih v okviru projekta SloWolf in drugih raziskav v Sloveniji in na Hrvaškem (vir podatkov za hrvaške podatke: J. Kusak, Univerza v Zagrebu). Poligoni različnih barv predstavljajo domače okoliše tropov spremljanih s pomočjo telemetrije (legenda barv je na sliki). Rdeči krogi predstavljajo približne lokacije domačih okolišev ostalih tropov volkov na območju, ki jih nismo spremljali s pomočjo telemetrije, ampak smo jih zaznali z drugimi metodami monitoringa. Velikost teh krogov ustreza povprečni površini teritorijev tropov spremljanih s telemetrijo. Imena tropov označenih s krogi (od leve proti desni): trop »Trnovski gozd«, trop »Menišija«, trop »Suha krajina« in trop »Poljanska gora«. (Op.: na Hrvaškem trop »Gomance« imenujejo trop »Suho«.)

Preglednica 3: Zbrani telemetrični podatki in velikosti domačih okolišev (ocenjeni s pomočjo 100% MCP - minimalnih konveksnih poligonov) volkov spremljanih v okviru projekta.

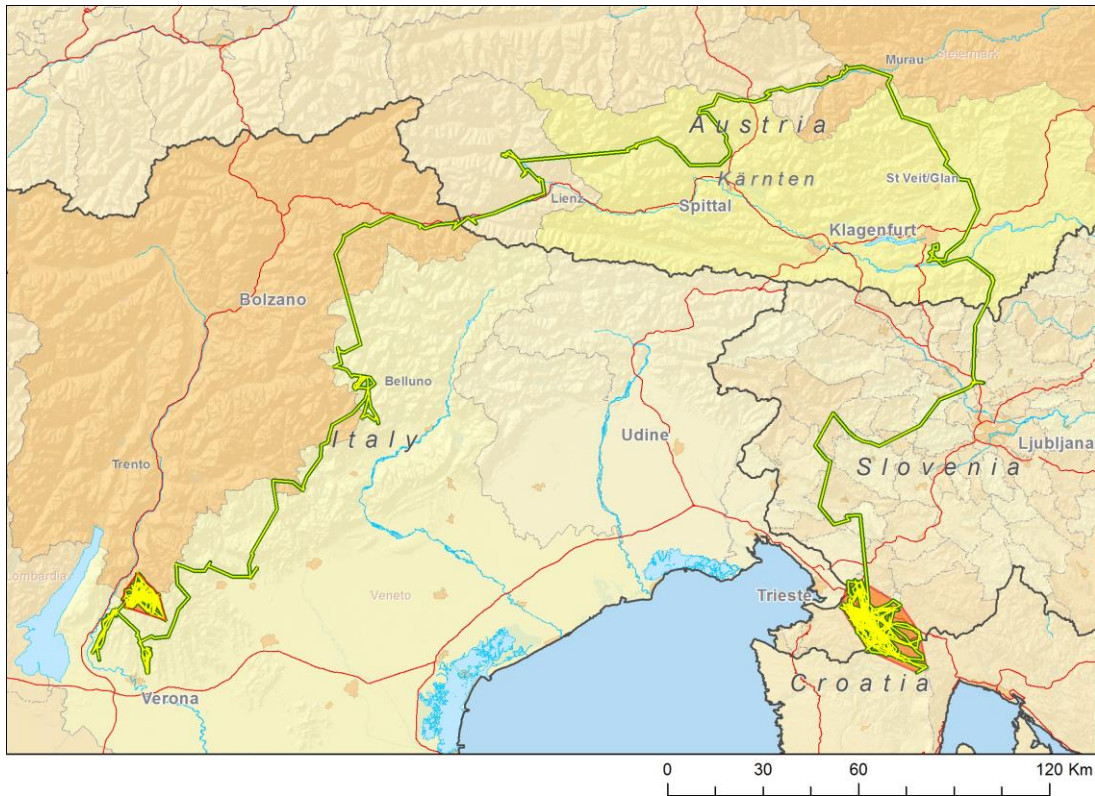
| VOLK | ČAS SPREMLJANJA | ŠT. USPEŠNIH GPS LOKACIJ | ŠT. POSKUSOV ZAJEMANJA GPS LOKACIJ | USPEŠNOST ZAJEMANJA GPS LOKACIJ | VELIKOST DOMAČEGA OKOLIŠA |
|------------------|------------------------|---------------------------------|---|--|----------------------------------|
| BRIN | 190 dni | 1323 | 1384 | 96% | 422 km ² |
| VOJKO | 143 dni | 922 | 1063 | 87% | 550 km ² |
| SLAVC | 407 dni | 2445 | 2793 | 88% | 442 km ² |
| LUKA | 262 dni | 1375 | 1674 | 82% | 560 km ² |
| TONKA | 123 dni | 701 | 918 | 76% | 266 km ² |
| TIA | 79 dni | 447 | 545 | 82% | 259 km ² |
| JASNA | 223 dni | 1339 | 1632 | 82% | 320 km ² |
| SKUPAJ | 1427 dni | 8552 | 10009 | | |
| POVPREČJE | 204 dni | 1221 | 1430 | 85% | 403 km² |



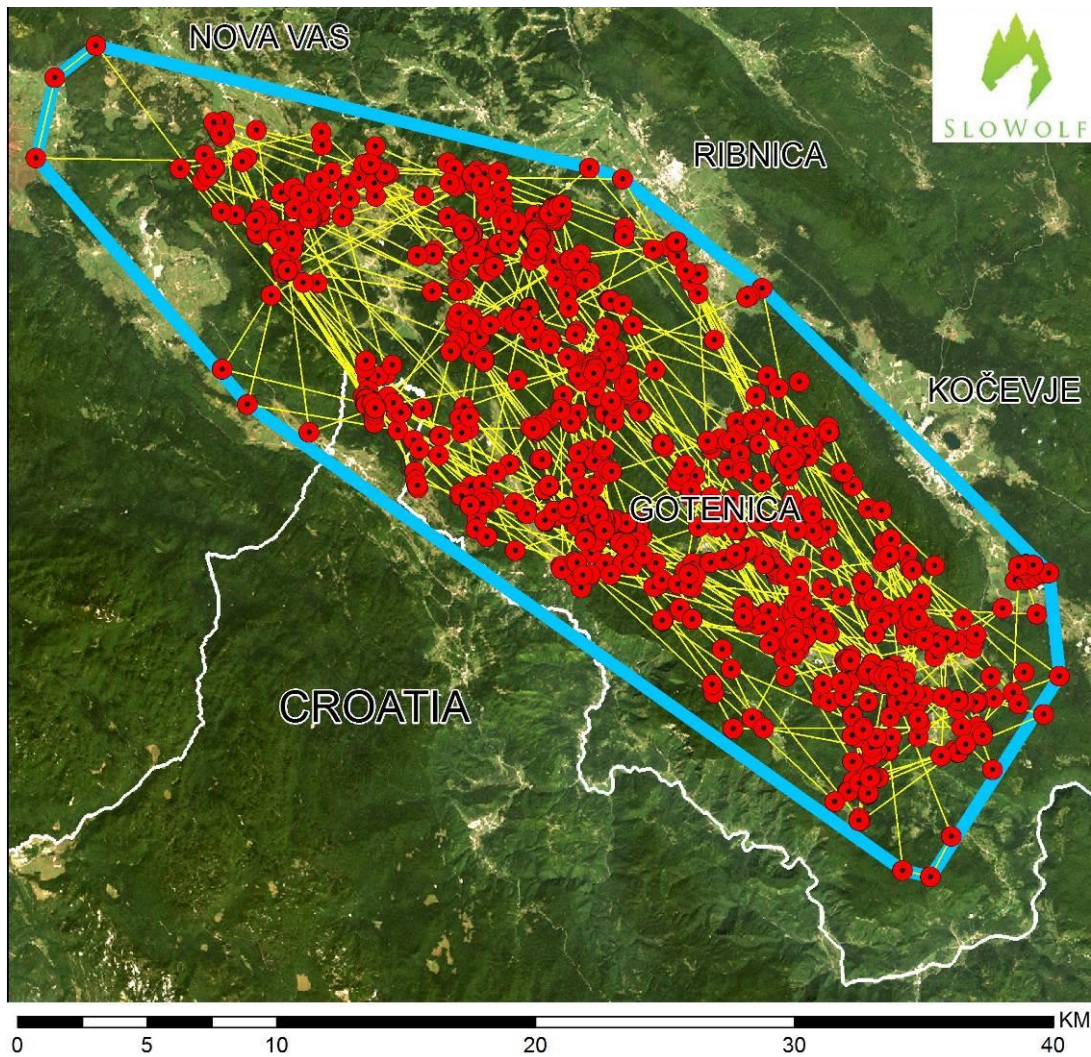
Slika 11: Pri spremljanju samca »Brina« smo zbrali 1323 uspešnih GPS lokacij in velikost domačega okoliša njegovega tropa v času spremljanja ocenili na 422 km². Točke na zemljevidu označujejo posamezne GPS lokacije, črte povezujejo zaporedne GPS lokacije, poligon pa označuje ocenjeni domači okoliš (100% minimalni konveksni poligon). Enako velja za vse ostale karte spremljanja drugih volkov.



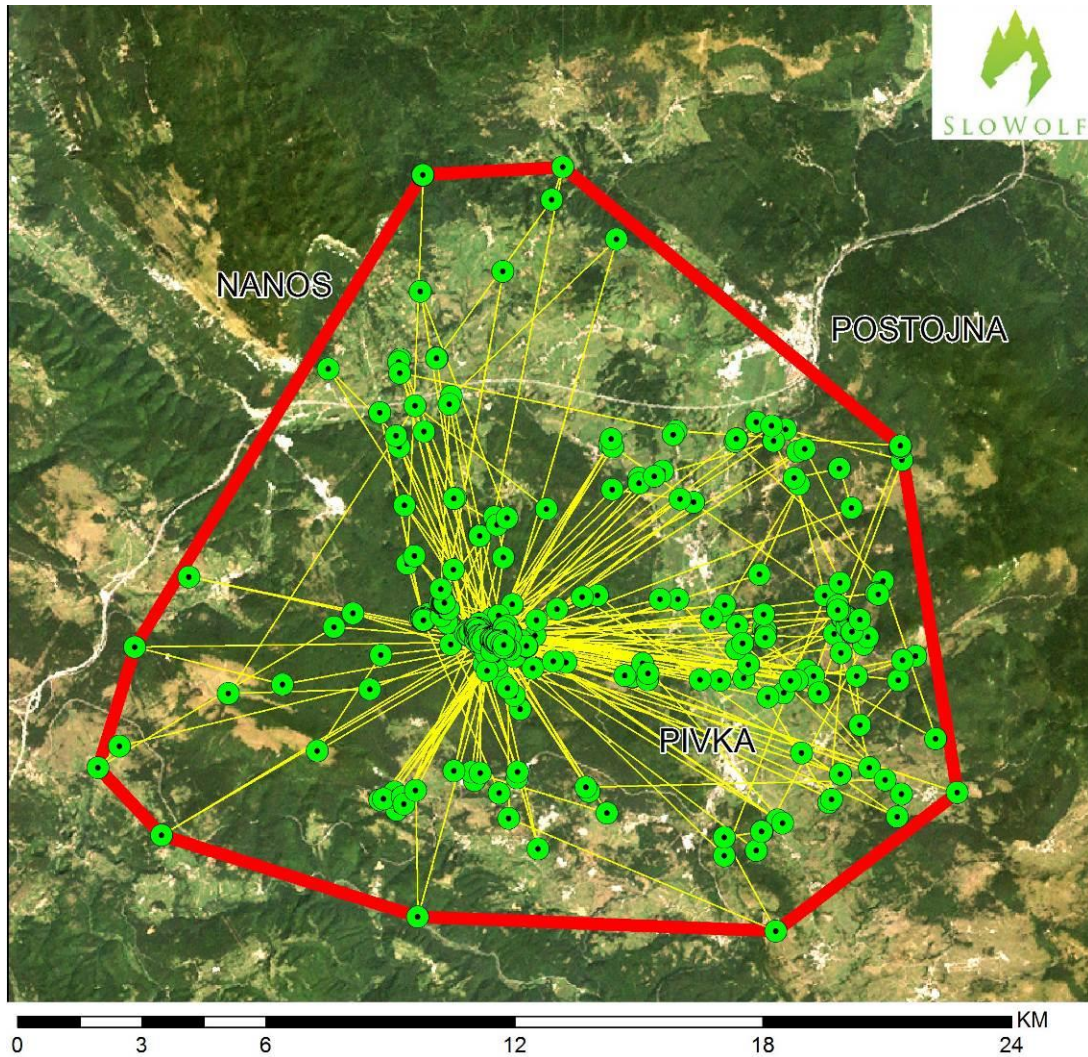
Slika 12: Med spremljanjem »Vojka« smo zbrali 922 uspešnih GPS lokacij in velikost domačega okoliša tropa »Vremščica – Nanos« ocenili na 550 km².



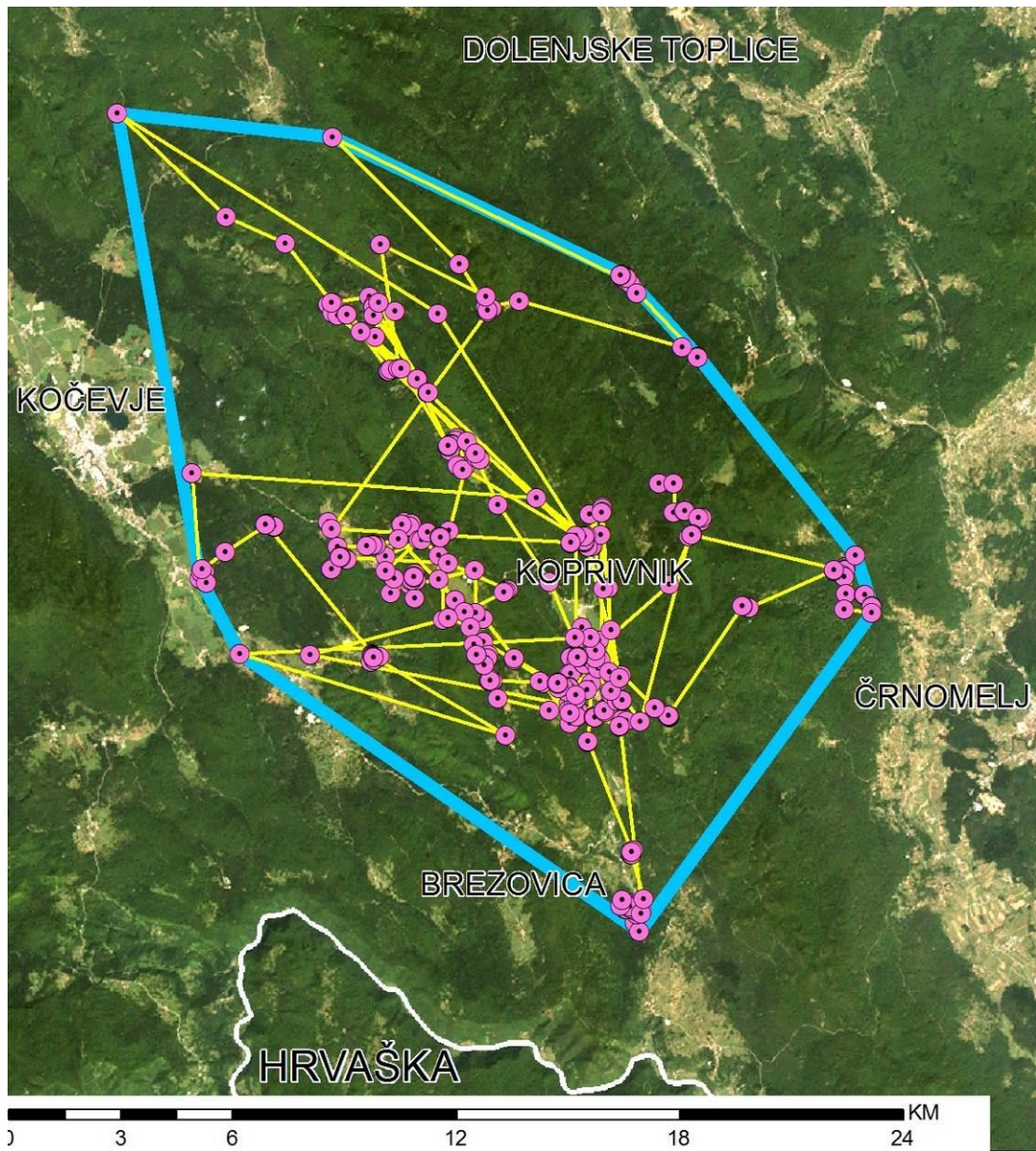
Slika 13: Iz »Slavčeve« ovratnice smo pridobili 2445 uspešnih GPS lokacij. Velikost njegovega domačega okoliša, ko je živel še s svojim rodnim tropom »Slavnik« je bila 442 km². Tekom disperzije je nato prehodil preko 1000 km. Velikost njegovega domačega okoliša v Regijskem parku Lessinia v Italiji pa smo ocenili na 117 km².



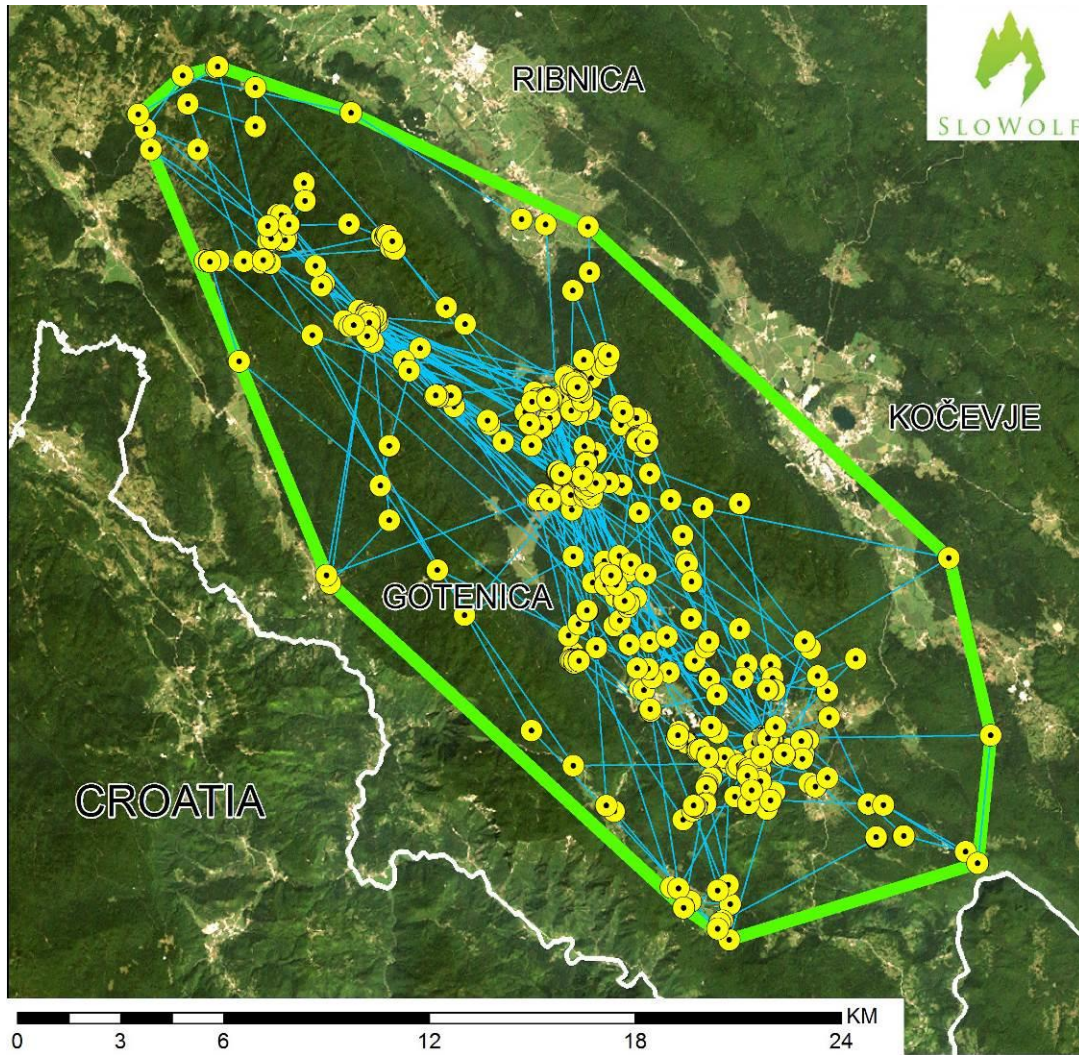
Slika 14: Za samca »Luko« smo zbrali 1375 uspešnih GPS lokacij in velikost njegovega domačega okoliša v času spremljanja ocenili na 560 km².



Slika 15: Med spremljanjem samice »Tonke« smo za njeno gibanje zbrali 895 uspešnih GPS lokacij in velikost njenega domačega okoliša v času spremljanja ocenili na 266 km².



Slika 16: V času spremljanja samice »Tii« smo iz njene ovratnice zbrali 447 uspešnih GPS lokacij in velikost njenega domačega okoliša ocenili na 259 km².

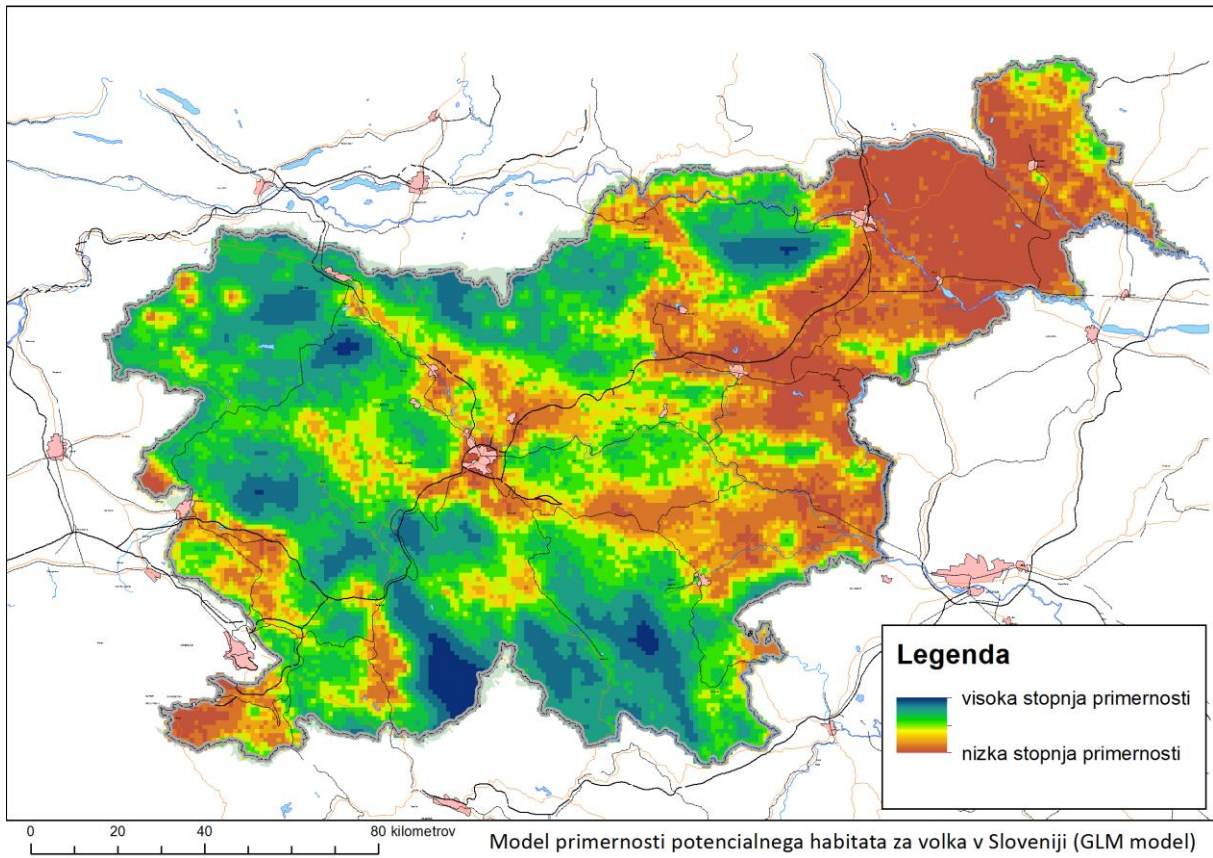


Slika 17: Do 25.3.2014 smo o gibanju volkulje »Jasne« zbrali 1339 uspešnih GPS lokacij in velikost njenega domačega okoliša v času spremljanja ocenili na 320 km².

Izdelava modela potencialno primernega življenjskega prostora za volka

Izdelali smo habitatni model rabe prostora pri volku ("habitat suitability model"). Za izdelavo modela smo uporabili pristop multivariatne logistične regresije oziroma generaliziranega linearnega modela (GLM). Pri izbiri okoljskih spremenljivk smo se izognili uporabi velikega števila spremenljivk, ki niso neposredno povezane z biologijo volka in tako povečali biološko interpretacijsko vrednost modela. V globalni model smo vključili 12 spremenljivk, ki so se nanašale na razporejanje, fragmentacijo (R1km, R3km, R9km) in oddaljenost od gozda ter odprtih površin, reliefne spremenljivke, nadmorsko višino, naklon, oddaljenost od antropogenih struktur (ceste, naselja) ter relativno gostoto parkljarjev. Za pripravljene tematske karte smo računali korelacijska drevesa in odstranili po eno spremenljivko med pari pri katerih je bil korelacijski koeficient R večji od 0,5. S tem smo preprečili multikolinearnost matrik. Po oceni polnih modelov smo za določitev končnih modelov izbrali dva pristopa. Prvi pristop je ti. stopnjevalni pristop (step up), da bi našli najmanjši zadovoljiv model, ki bi dobro razložil odvisno spremenljivko brez vključevanja nepotrebnih spremenljivk (Wilson s sod. 1997, Bradbury s sod. 2000). Najprej smo naredili modele za vsako spremenljivko in jih testirali. Izbrali smo model z najnižjim Akaikovim informacijskim kriterijem (AIC) (Burnham in Anderson, 1998), mu dodajali vsako preostalo spremenljivko posebej in tako dobili serijo modelov s po dvema spremenljivkama. Proces smo nadaljevali dokler ni dodajanje novih spremenljivk nehalo nižati AIC. Po drugem pristopu pa smo izbirali spremenljivke po metodi »forward stepwise«, ki v vsakem koraku dodajanja posamezne spremenljivke v model oceni zmanjšanje odklonov modela in jih v modelu obdrži le, če statistično značilno prispevajo k zmanjšanju odklonov modela. Za minimalen zadovoljiv model smo šteli model z najnižjim AIC, v primeru istih AIC pa model z najmanjšim številom spremenljivk.

Najboljši izbrani model smo tako opisali s tremi parametri, saj so se v analizi le te pokazale kot tiste s katerimi lahko najboljše pojasnimo varianco parametrov. Upoštevali smo oddaljenost od naselij, oddaljenost od gozda in fragmentiranost gozda (R_{9km}). Tako smo dobili model, ki je z 80% zanesljivostjo napovedoval kako je neko območje primerno za volkove ali ne. Rezultat modela, logistično enačbo, smo uporabili za pripravo karte modela primernosti prostora za volka za območje Slovenije v programskem orodju Arcgis 10.0 (ESRI Inc. ZDA) (Slika 18).



Slika 18: Model primernosti potencialnega habitata za volka v Sloveniji.

2 Plenjenje prostoživečih parkljarjev in variabilnost prehranjevanja volčjih tropov

Analiza najdenih ostankov plena

Skupno smo našli 83 ostankov plena volkov, kar je manj od predvidenega cilja (100-150). To je bila predvsem posledica kratkega časa spremljanja posameznih volkov (v povprečju le 204 dni) zaradi nepričakovano visoke smrtnosti volkov opremljenih s telemetričnimi ovratnicami in tehničnih težav. Ne glede na manjši vzorec pa ocenjujemo, da zbrani podatki predstavljajo dovolj velik vzorec za okvirno oceno plenjenja volkov v Sloveniji.

Ker sta verjetnost zaznave potencialnega mesta uplenitve s pomočjo telemetričnih podatkov (analiza gruč GPS lokacij) in verjetnost odkritja ostankov plena med obiskom lokacije na terenu odvisni od velikosti plena, takšni rezultati običajno podcenjujejo delež manjšega plena v prehrani volkov. Analiza vsebine iztrebkov volkov nam je zato dala bolj zanesljive podatke o deležu posameznih vrst v prehrani volkov. Analiza ostankov plena je pomembna predvsem za določanje deležev in demografske strukture pri večjih plenskih vrstah. V okviru projekta smo pregledali 475 predhodno nabranih in zamrznjenih volčjih iztrebkov.

Večina najdenih ostankov plena volkov je pripadala jelenjadi (*Cervus elaphus*) in srnjadi (*Capreolus capreolus*) (Preglednica 4), za katere smo nato tudi opravili analizo spolne in starostne strukture. Pri jelenjadi so volkovi lovili predvsem mlade (mladiči 52% in enoletniki 21% najdenih ostankov plena) in stare živali (18% najdenih ostankov plena). Živali na višku moči (srednja leta) je bilo malo, še posebej v primerjavi s pričakovanim deležem v populaciji. Izrazit je bil relativno visok delež zelo starih košut, ki so sicer v populaciji redke. Med mladiči so volkovi uplenili živali v enakomernem spolnem razmerju, medtem ko so pri odrasli jelenjadi ujeli predvsem samice (78% odrasle jelenjadi; preglednica 5, Slika 19). Pri srnjadi smo opazili manj selektivno plenjenje glede na starostno in spolno razmerje, čeprav so volkovi nekoliko pogosteje plenili odrasle živali in samce (Preglednica 6). Manjša selekcija pri srnjadi je zaradi manjše telesne teže te vrste pričakovana.

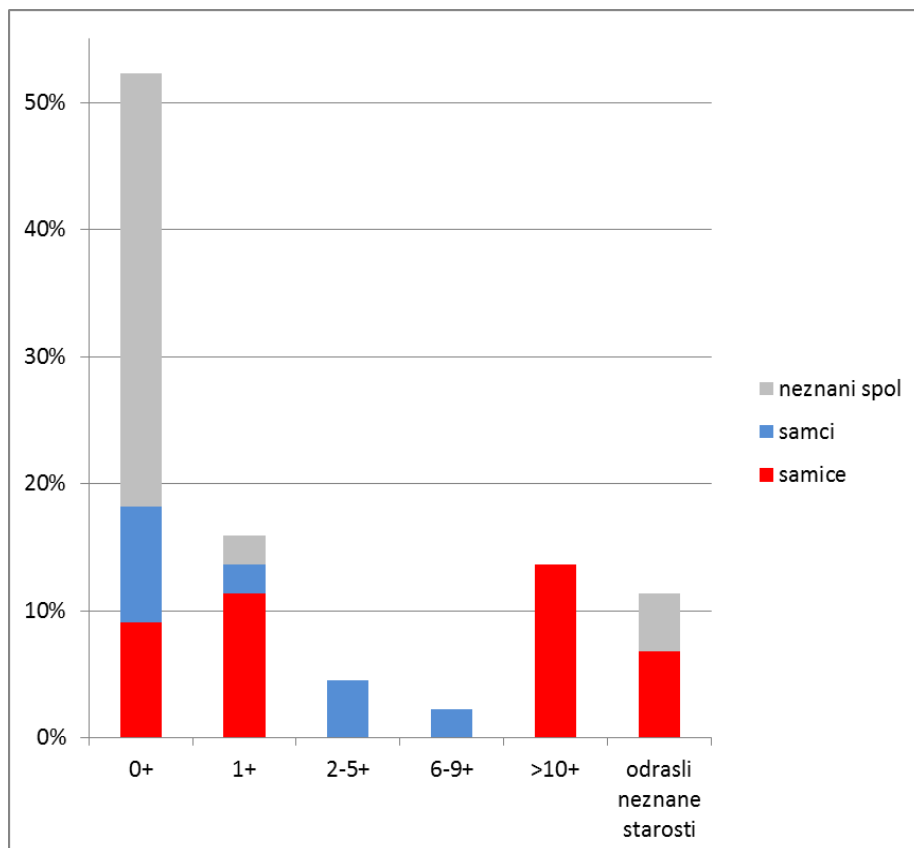
Pri spremljanju ostankov plena volkov smo opazili relativno pogoste kleptoparazitske interakcije (t.j. kraja plena) z več vrstami mrhovinarjev, ki sobivajo z volkovi. Podatki kažejo, da so najpomembnejše interakcije z rjavim medvedom (*Ursus arctos*), ki je našel vsaj 29% vseh ostankov volčjega plena.

Preglednica 4: Plenske vrste med najdenimi ostanki volčjega plena.

| Latinsko ime | Slovensko ime | n | % |
|----------------------------|---------------|----|------|
| <i>Capreolus capreolus</i> | evropska srna | 31 | 38% |
| <i>Cervus elaphus</i> | navadni jelen | 50 | 60% |
| <i>Sus scrofa</i> | divji prašič | 1 | 1% |
| <i>Vulpes vulpes</i> | lisica | 1 | 1% |
| | SKUPAJ | 83 | 100% |

Preglednica 5: Spolna in starostna struktura najdene jelenjadi, ki so jo uplenili volkovi. Pri računanju deležev za posamezne odrasle starostne razrede smo privzeli, da so deleži posameznih starostnih razredov med odraslimi živalmi z neznano natančnejšo starostjo enaki kot pri živalih z znanim starostnim razredom.

| | samci | samice | neznani spol | SKUPAJ | % |
|---|------------|------------|--------------|-----------|------------|
| 0+ | 4 | 4 | 15 | 23 | 52% |
| 1+ | 1 | 5 | 1 | 7 | 21% |
| 2-5+ | 2 | 0 | 0 | 2 | 6% |
| 6-9+ | 1 | 0 | 0 | 1 | 3% |
| >10+ | 0 | 6 | 0 | 6 | 18% |
| Odrasli neznane natančnejše starosti | 0 | 3 | 2 | 5 | |
| Skupaj odrasli | 4 | 14 | 3 | 21 | 48% |
| Neznana starost | 0 | 2 | 4 | 6 | |
| SKUPAJ | 8 | 20 | 22 | 50 | |
| % | 31% | 77% | | | |



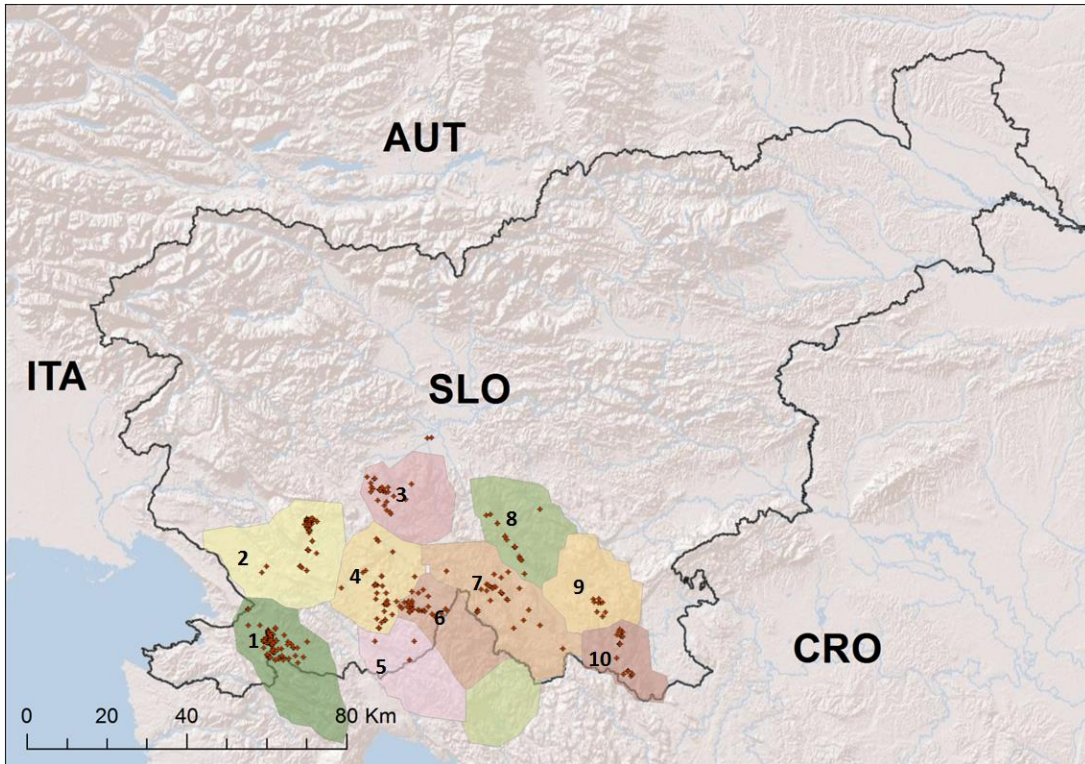
Slika 19: Spolna in starostna struktura najdene jelenjadi, ki so jo uplenili volkovi.

Preglednica 6: Spolna in starostna struktura najdene srnjadi, ki so jo uplenili volkovi.

| | samci | samice | neznani spol | SKUPAJ | % |
|------------------------|------------|------------|--------------|-----------|------------|
| 0+ | 2 | 2 | 3 | 7 | 39% |
| Odrasli | 6 | 3 | 2 | 11 | 61% |
| Neznana starost | 0 | 1 | 11 | 12 | |
| SKUPAJ | 8 | 6 | 17 | 31 | |
| % | 57% | 43% | | | |

Vse analizirane vzorce iztrebkov smo s pomočjo programa GIS najprej prostorsko opredelili glede na znane teritorije tropov v katerih so bili iztrebki najdeni. Informacije o prostorski razširjenosti teritorijev posameznih tropov smo dobili na osnovi telemetrično spremljanih osebkov (projekt Life+ SloWolf, Kusak, neobjavljeno) ter na osnovi prostorske razporeditve zbranih genetskih neinvazivnih genetskih vzorcev. Prehrano smo primerjali med posameznimi tropi, v primeru, ko smo za posamezen trop imeli manj kot 30 iztrebkov pa smo le tega pridružili

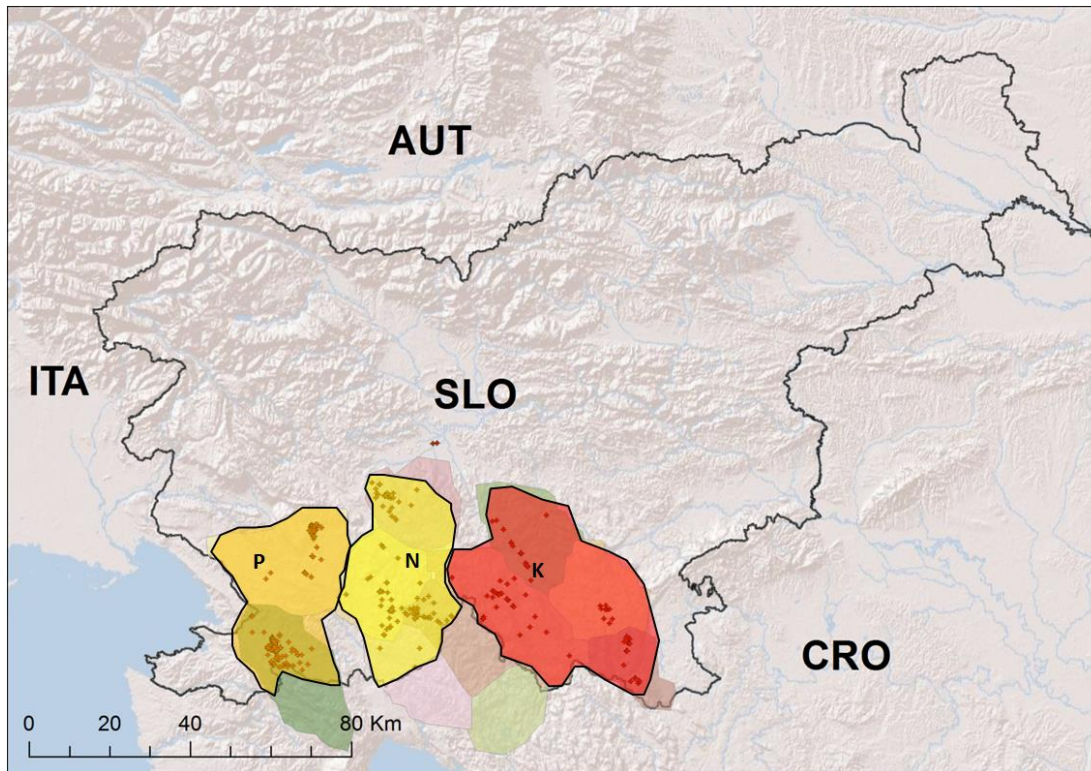
k sosednjemu tropu. Podobno smo primerjali prehrano volčjih tropov v treh regijah: Kočevska, Notranjska in Primorska.



Slika 20: Razporeditev vzorcev po teritorijih: 1-Slavniki 2-Vremščica 3-Menišija 4-Javorniki 5-Gomance 6-Snežnik 7-Gotenica 8-Suha krajina 9-Rog 10-Poljanska gora

Združitev tropov v regije:

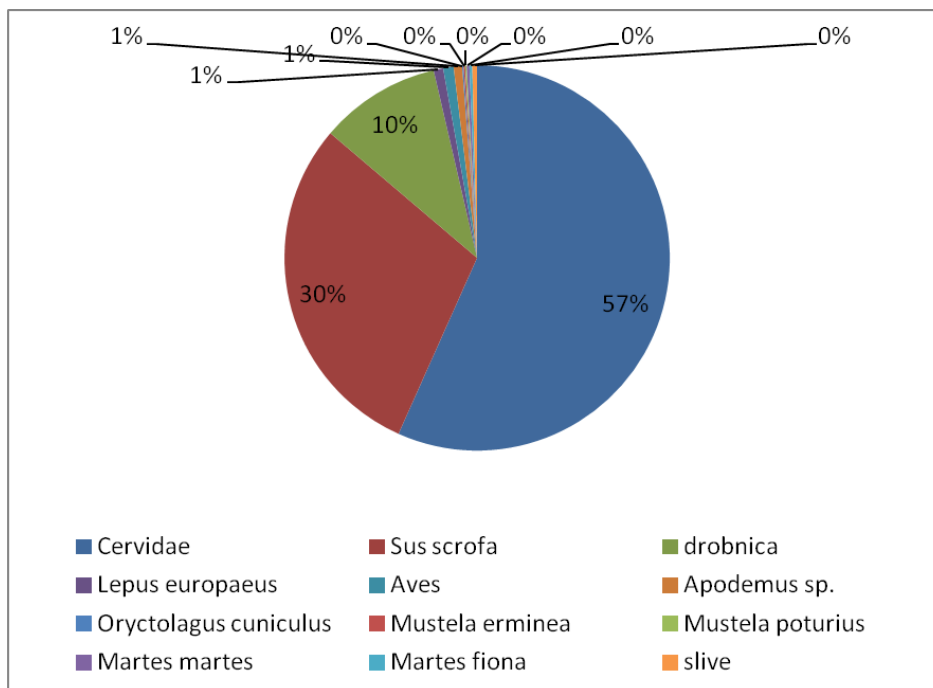
- Kočevska regija: Rog, Gotenica, Poljanska Gora in Suha krajina
- Notranjska regija: Snežnik, Javorniki, Menišija in Gomance
- Primorska regija: Slavniki in Vremščica



Slika 21: Razporeditev vzorcev v regije: P-Primorska regija N-Notranjska regija K-Kočevska regija

Deleže posameznih vrst plena za skupni vzorec smo dobili tako, da smo najprej izračunali deleže vrst v posameznih tropih oziroma skupinah sosednjih tropov, iz katerih smo nato izračunali povprečne vrednosti. Na ta način smo nekoliko omilili učinek prevelike obtežitve rezultatov za tiste trope (npr. slavnškega tropa), za katere smo imeli zbranih veliko število vzorcev.

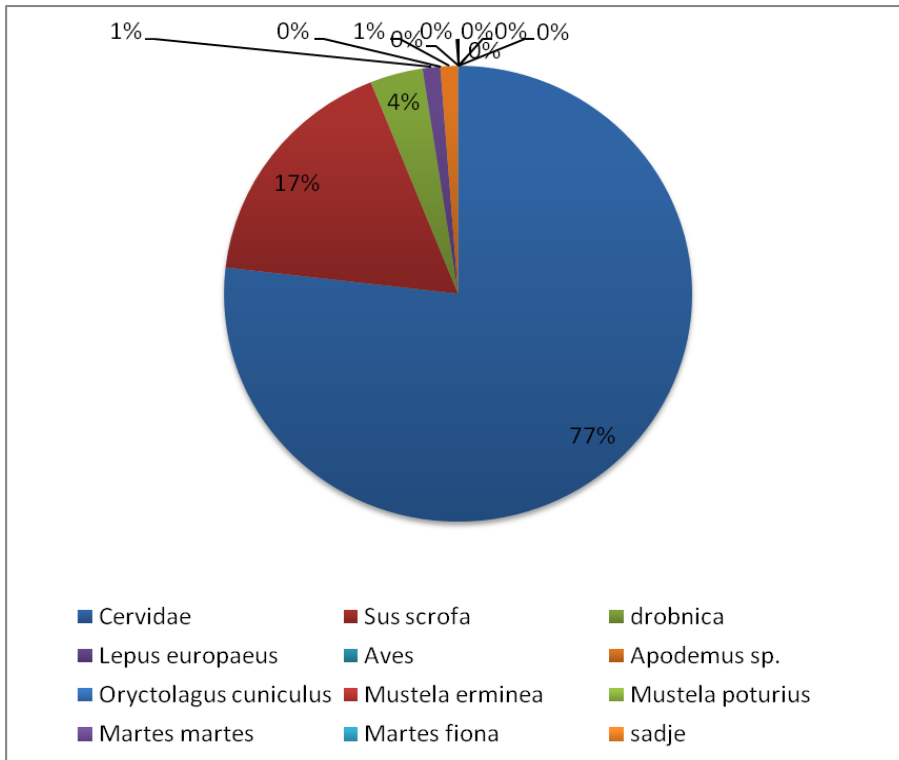
V vzorcih smo zaznali 12 vrst/skupin sesalcev in ptice, od tega je bilo 10 vrst sesalcev prostoživečih, ostali dve pa je predstavljala drobnica (ovce in koze). V skupnem vzorcu največji delež v prehrani volka predstavljajo cervidi (Cervidae) s 57 %, sledi divji prašič (*Sus scrofa*) s 30 % in drobnica z 10 %. Zajec (*Lepus europaeus*), ptice (Aves) in miši (*Apodemus sp.*) predstavljajo po 1 %. Ostale vrste plena so še: kunec (*Oryctolagus cuniculus*), dihur (*Mustela putorius*), kuna zlatica (*Martes martes*) in kuna belica (*Martes foina*) (Slika 22).



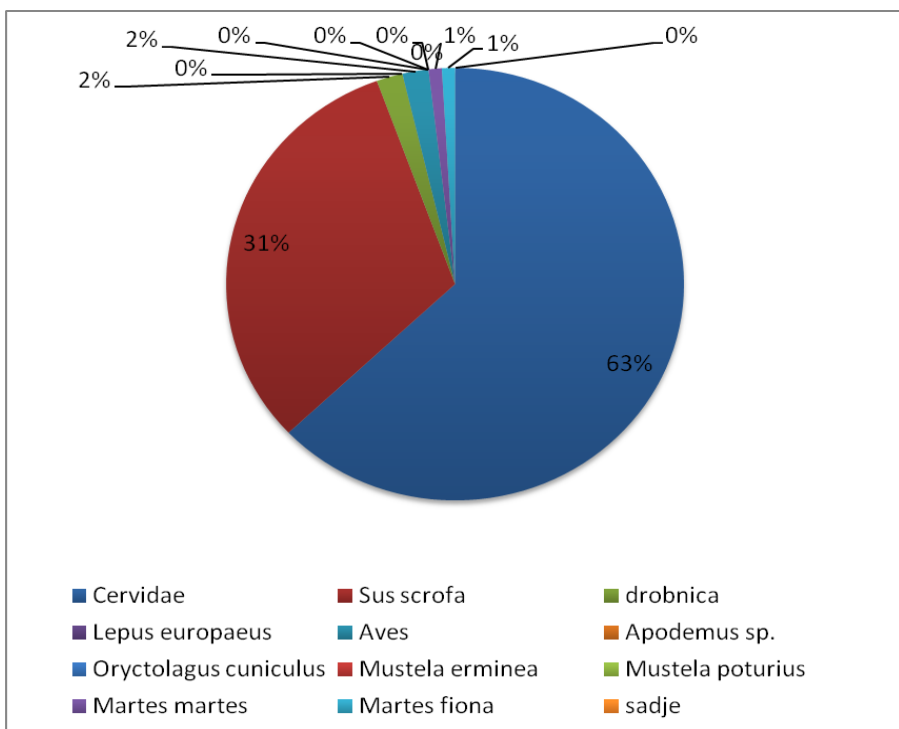
Slika 22: Delež plenskih vrst na celotnem območju

Razlike med regijami

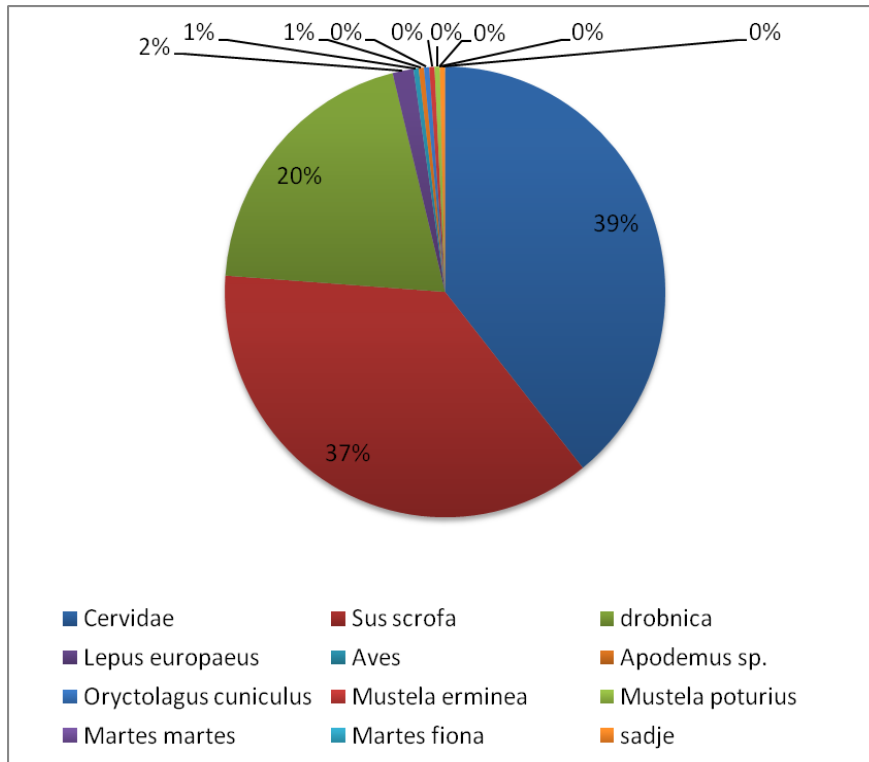
Cervidi, divji prašič in drobnica so v prehrani volkov prisotni v vseh treh regijah, vendar pa se njihovi deleži močno razlikujejo (Slika 23 - 25). Največji delež cervidov je na Kočevskem, kjer predstavljajo več kot 70 % vse prehrane. Njihov delež se s pomikanjem proti zahodu manjša in je na Primorskem samo še 39 %. Na Primorskem je delež divjega prašiča največji, 37 %, in skoraj enak deležu cervidov. Najmanj divjega prašiča, v 17 %, smo našli v volčjih iztrebkih na Kočevskem. Tako na Kočevskem kot Notranjskem je bilo v prehrani volkov malo drobnice (4 % in 2 %), medtem ko je bil delež drobnice v prehrani pri primorskih tropih večji, 20 %.



Slika 23: Deleži plenskih vrst v kočevski regiji



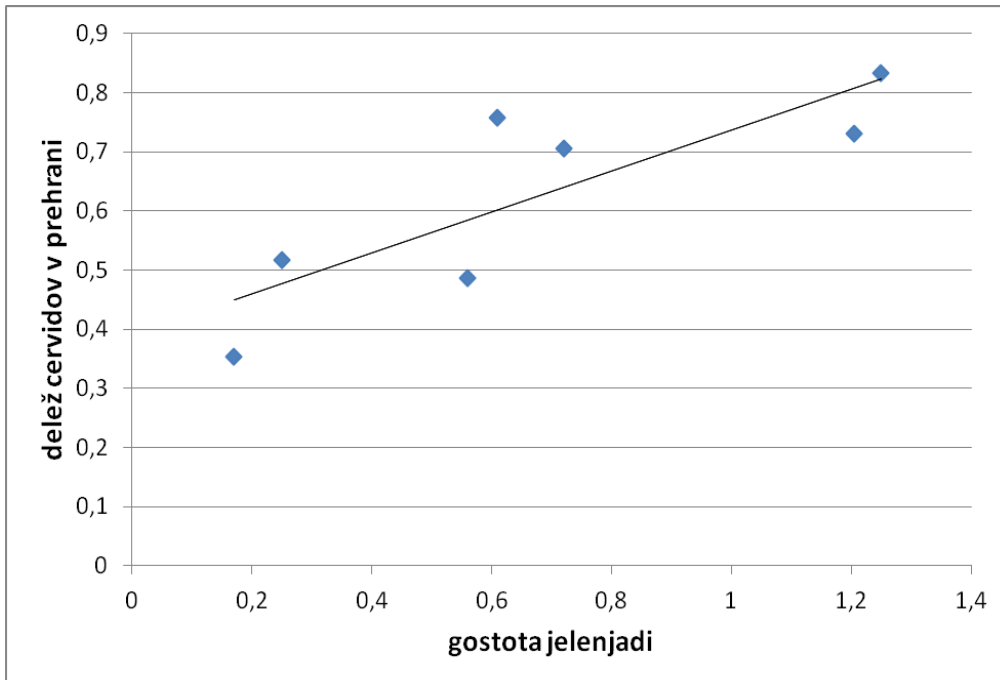
Slika 24: Deleži plenskih vrst v notranjski regiji



Slika 25: Deleži plenskih vrst v primorski regiji

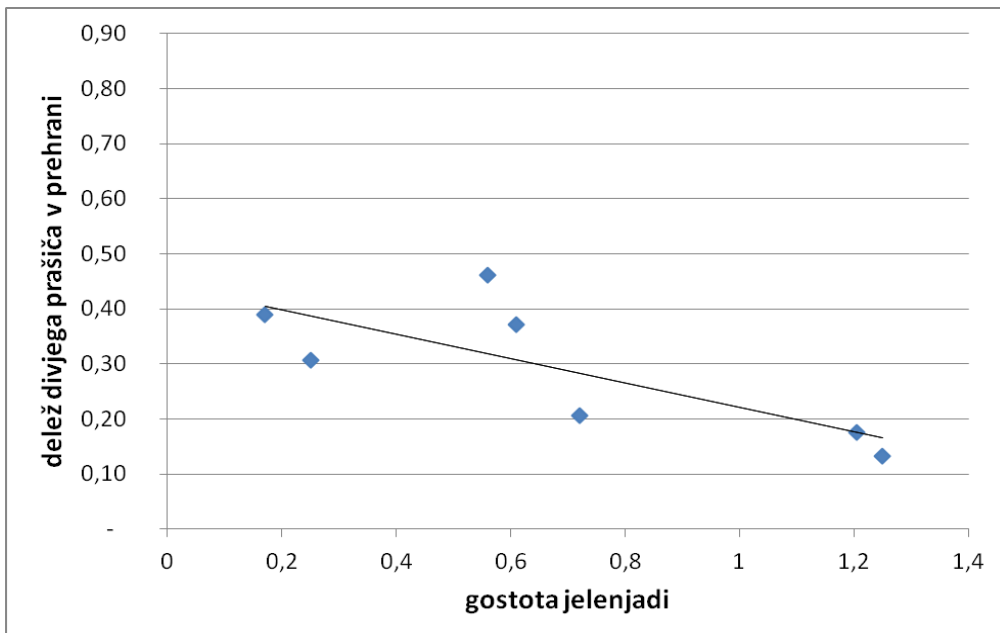
Jelenjad, srnjad in divji prašič predstavljajo glavne prostoživeče plenske vrste volka v Sloveniji, med domačimi živalmi pa je daleč najpogostejša skupina drobnica. Za te plenske skupine smo preverili korelacije med njihovo pogostostjo v okolju in zastopanostjo le-teh v prehrani pri različnih tropih ozroma skupinah sosednjih tropov. Razpoložljivost plenskih skupin v okolju smo opredelili na osnovi podatkov o povprečni populacijski gostoti njihovega odvzema v obdobju od 2009 do 2012 (Stergar in sod. 2012) in na osnovi podatkov o prostorski razporeditvi in številčnosti drobnice v Sloveniji v obdobju 2010-2012 (baza: Agencija za kmetijske trge in razvoj podeželja).

Korelacijski koeficienti kažejo, da je gostota jelenjadi v okolju dejavnik, ki najbolj vpliva na delež cervidov v prehrani volka ($r = 0,84$ in $P=0,02$) (Slika 26), medtem ko je korelacija med pogostostjo srnjadi v okolju in deležem cervidov v prehrani volka negativna in statistično neznačilna. To pomeni, da je prav jelenjad v prehrani volka pomembna vrsta, katere delež se s pogostostjo v okolju povečuje, medtem ko je delež srnjadi v prehrani neodvisen od njene pogostosti v okolju. Podobna neodvisnost velja tudi med pogostostjo divjega prašiča ter skupno pogostostjo parkljarjev v okolju in deležem cervidov v prehrani volkov. Ugotovili pa smo statistično značilno negativno korelacijo med pogostostjo jelenjadi v okolju ter deležem divjega prašiča v volčji prehrani ($r=-0,76$, $P=0,05$) (Slika 27).



Slika 26: Razmerje med gostoto jelenjadi in deležem cervidov v volčji prehrani ($r=0,84$, $P=0,02$)

Delež cervidov v prehrani volkov ob povečevanju populacijske gostote jelenjadi v prehrani volkov torej narašča (Slika 26). Obratno velja za divjega prašiča (Slika 27), zastopanost v volčji prehrani se ob večji populacijski gostoti jelenjadi zmanjša.



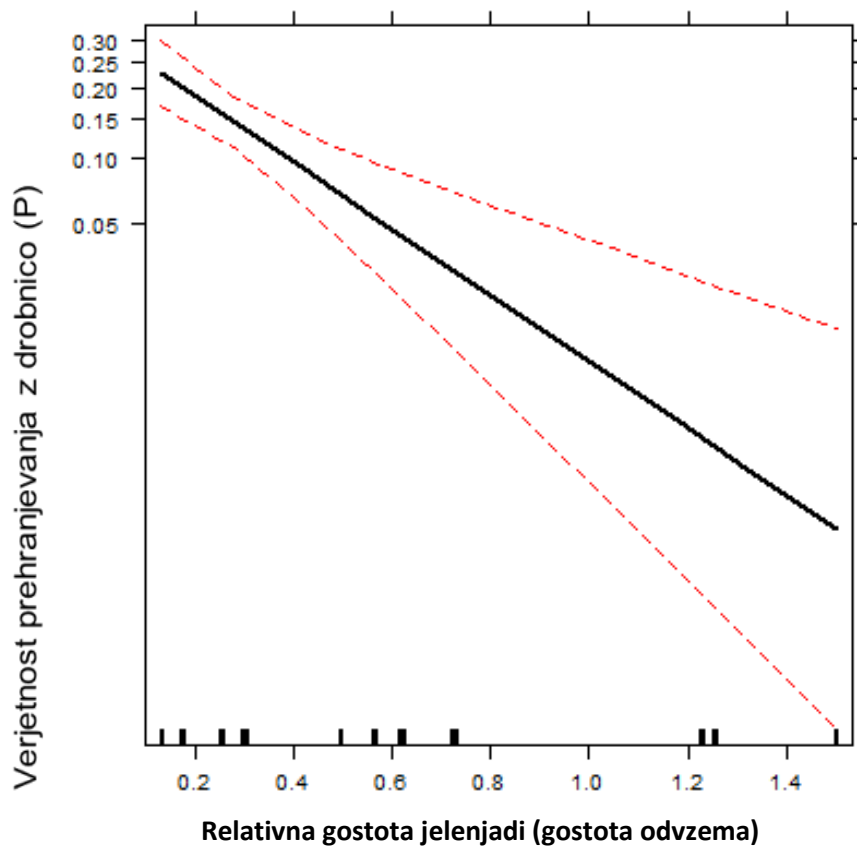
Slika 27: Razmerje med gostoto jelenjadi in deležem divjega prašiča v volčji prehrani ($r=-0,76$, $P=0,05$)

Da bi preučili kateri okoljski dejavniki vplivajo na verjetnost plenjenja volkov na drobnici smo s pomočjo podatkov o prostorskem razporejanju plenskih vrst v iztrebkih volkov ter podatkov o okoljskih spremenljivkah tega prostora izdelali model verjetnosti pojavljanja drobnice v volčjih iztrebkih. Pri tem smo uporabili pristop GLMM s katerim smo preverili vpliv posameznega tropa kot naključnega učinka na plenjenje drobnice a se je izkazalo, da je le ta zanemarljiv, zato smo v nadaljevanju uporabili GLM metodo. Predhodno smo izločili po enega v paru spremenljivk pri katerih smo ugotovili velikost korelacijskiga koeficienta več kot +/- 0.5 ter se tako izognili problemom multikolinearnosti v modelih. Na osnovi informacijsko teoretičnega pristopa pri izbiri najboljšega modela z najnižjo vrednostjo AICc, smo med kandidatskimi modeli izbrali najboljši model s katerim smo v največji meri pojasnili dejavnike, ki vplivajo na verjetnost plenjenja volkov na drobnici. Ta model smo opisali s pomočjo treh spremenljivk: relativne gostote jelenjadi v prostoru (redd_dens), relativne gostote srnjadi v okolju (roe_dens) ter povprečne številčnosti drobnice v danem prostoru (scattle_abund). Daleč največji vpliv na verjetnost prehranjevanja volkov z drobnico med njimi pa je imela relativna gostota jelenjadi (Preglednica 7) (Slika 28).

Preglednica 7: Vrednosti in spremenljivke najboljšega izbranega modela s katerim smo uspeli najboljše pojasniti dejavnike, ki vplivajo na plenjenje volka na drobnici.

GLM

| Koeficienti: | Ocena | Std. napaka | z vrednost | Pr(> z) |
|---------------|------------|-------------|------------|--------------|
| (Intercept) | -0.1591449 | 0.8276420 | -0.192 | 0.8475 |
| redd_dens | -3.8090721 | 0.9367720 | -4.066 | 4.78e-05 *** |
| roe_dens | -1.1164897 | 0.6027875 | -1.852 | 0.0640 |
| scattle_abund | 0.0003146 | 0.0001817 | 1.731 | 0.0834 . |



Slika 28: Učinek relativne gostote jelenjadi v prostoru na verjetnost prehranjevanja volkov z drobnico.

3 Spremljanje volkov z izzivanjem tuljenja

V okviru akcije C1 smo vzpostavili spremljanje populacije volkov s pomočjo izzivanja oglašanja. Metodo uporabljajo v nekaterih državah v Evropi in Severni Ameriki in služi za ugotavljanje prisotnosti teritorialnih tropov volkov ter prisotnosti mladičev. Poznavanje vsakoletne reprodukcije je eden ključnih podatkov za ustrezno upravljanje populacije volkov. Podobno kot zimska sledenja in genetske analize, smo metodo v okviru projekta izvedli v treh letnih sezonskih ciklih. Posamezne aktivnosti spremljanja populacije volkov smo izvedli z namenom nadgradnje in optimizacije sistematičnega spremljanja stanja populacije volkov v Sloveniji. Takšno spremljanje omogoča pridobivanje kvalitetnih podatkov in hkrati zagotavlja nepristransko podporo odločitvam stroke pri upravljanju populacije volka.

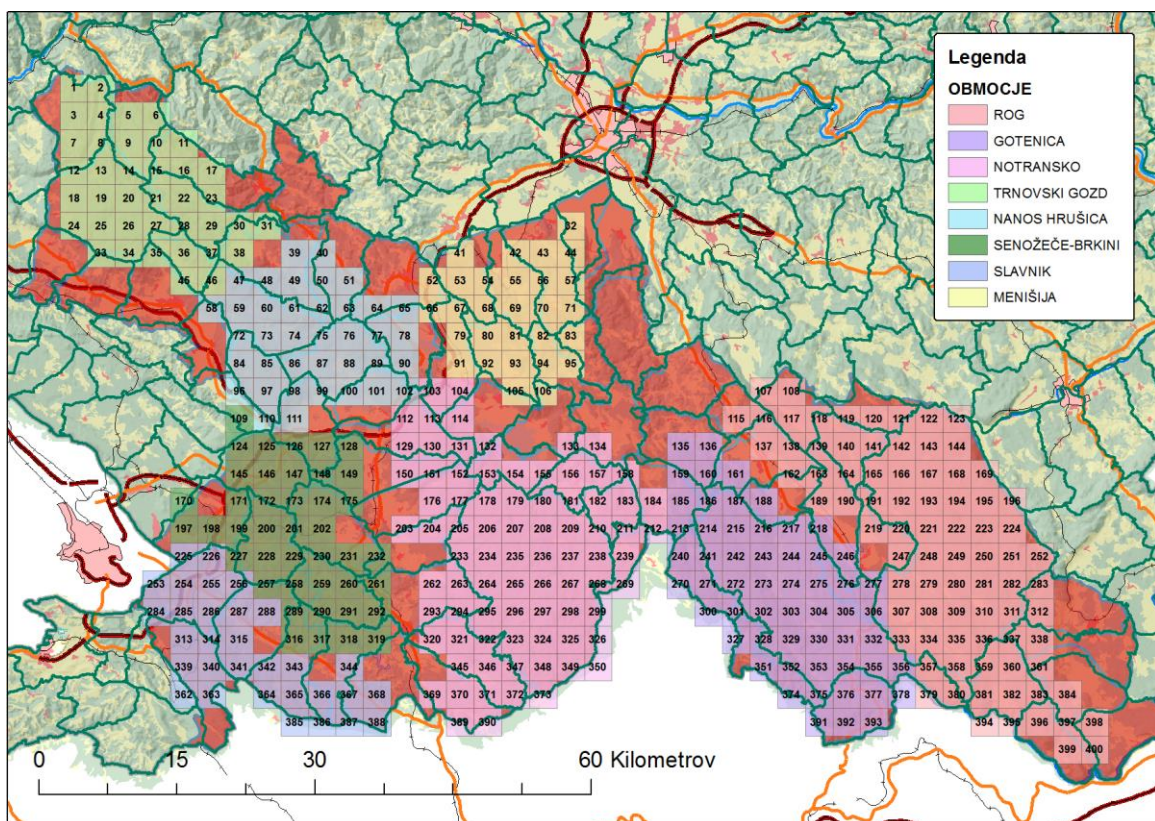
Metoda spremljanja s pomočjo izzivanja tuljenja temelji na teritorialnem odzivu volkov na simuliranega »vsiljivca«, ki oponaša volčje tuljenje in tako izzove oglašanje teritorialnih volkov. Pri tem lahko po glasu razločimo oglašanje mladičev in odraslih živali. Odziv volkov je najpogostejši v poletnem času, po tem ko mladiči zapustijo brlog.



Slika 29: Izvajanje spremljanja populacije volkov z izzivanjem tuljenja na Racni gori (foto: Miha Krofel).

Območje stalne prisotnosti volkov v Sloveniji, opredeljeno glede na trenutno dostopne podatke, smo s kvadratno mrežo razdelili v celice z velikostjo 3×3 km (9 km²). V popis smo vključili le celice, ki vsebujejo vsaj 30% gozdnih in drugih (so)naravnih površin. Tako smo območje razdelili na 400 celic. Velikost posamezne celice glede na literaturne vire ustreza človekovi slišnosti tuljenja volkov, ki naj bi se v mirni brezvetrni noči slišalo do 4 km daleč (odvisno od

razgibanosti terena). Znotraj vsake celice smo izbrali točko, ki ima čim boljše slišnost in na njej z oponašanjem tuljenja volka poskušali izzvati odgovor teritorialnega tropa. Oglašanje smo večinoma izzivali z gozdnih cest, saj smo se tako lahko najhitreje premikali od točke do točke in v posamezni noči pokrili čim večje območje, hkrati pa smo na ta način zmanjšali motnje zaradi naše prisotnosti. Ker posamezen trop v Sloveniji pokriva veliko območje (v povprečju okoli 400 km²) in je verjetnost odziva na posamezni točki razmeroma majhna, je potrebno v čim krajšem času pokriti čim večje območje. Ker se volkovi na izzivanje ne odzovejo vedno, je bilo potrebno izzivanje na vsaki točki večkrat ponoviti. Glede na izkušnje iz podobnih študij v tujini, smo popis z izzivanjem oglašanja na vsaki točki izvajali tri zaporedne mirne noči.



Slika 30: Območje popisnih kvadratov z opredeljenimi večjimi zaključenimi prostorskimi enotami

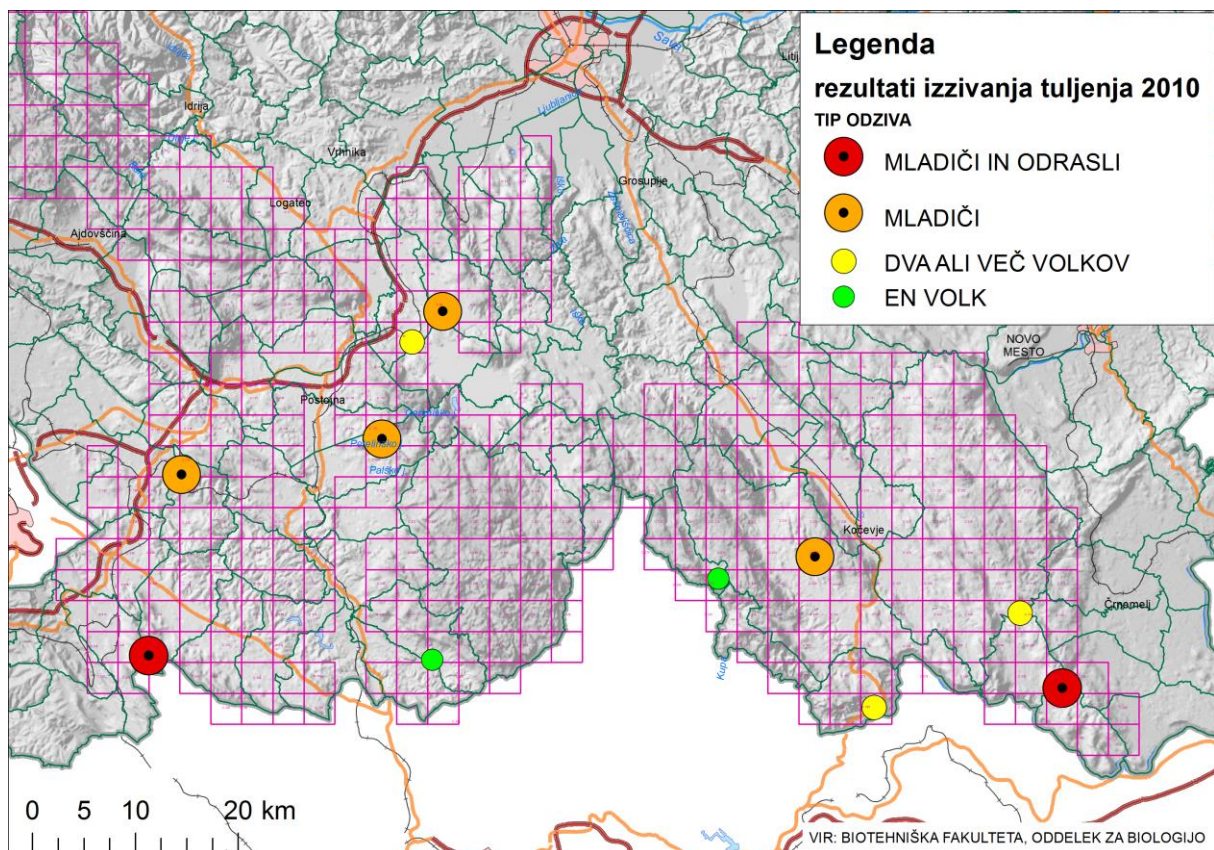
Za vse popisovalce vključene v popis smo pripravili krajša izobraževanja oziroma predavanja, na katerih smo predstavili način dela ter demonstrirali oponašanje tuljenja volkov. Popis je potekal v nočeh brez padavin in brez močnega vetra. Z izzivanjem smo začeli približno eno uro po sončnem zahodu in končali najkasneje eno uro pred sončnim vzhodom.

Na lokacijo smo prišli kar se da tiho in po prihodu v tišini počakali nekaj minut. Nato smo začeli z oponašanjem tuljenja volkov. Izzivanje je potekalo v treh serijah oziroma dokler nismo slišali odziva. Vsaka serija je bila sestavljena iz petih klicev. Posamezen klic je trajal 5-6 sekund. Klici

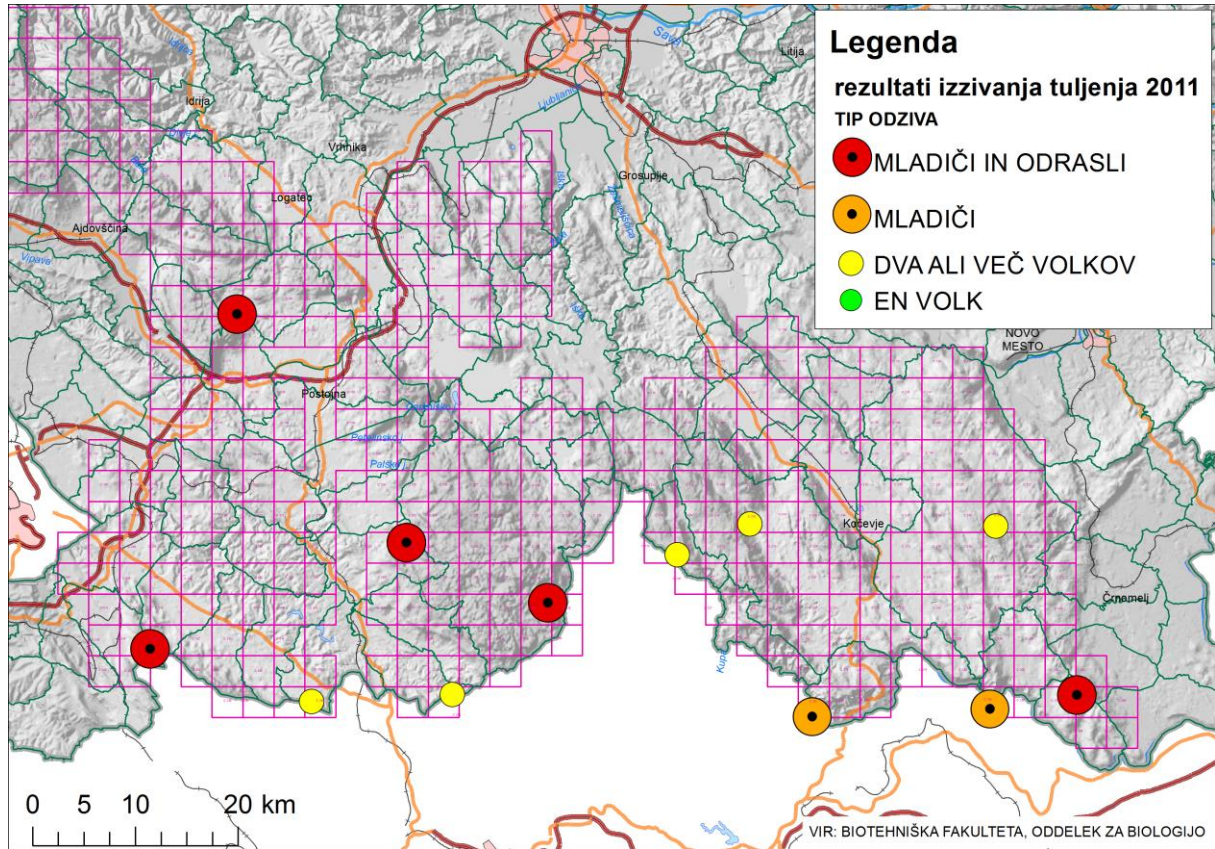
znotraj serije so si sledili v razmiku 2-3 sekunde. Po vsaki seriji smo naredili 3-4 minutni premor, med katerim smo prisluhnili morebitnemu odgovoru. Vsa izzivanja oglašanja in vse odzive volkov smo zabeležili v popisni obrazec z vpisi o točnem času vsake serije izzivanja in vsakega zabeleženega odziva, smeri iz katere prihaja odziv, koliko volkov se je oglasilo (eden ali več) ter ali smo slišali oglašanje mladičev, oglašanje odraslih volkov ali oglašanje odraslih in mladičev.

V treh sezonah med 2010 in 2012 smo izvajali izzivanje tuljenja »howling teste« konec avgusta in v začetku septembra. Med tri do šest dnevnimi letnimi sistematičnimi popisi smo na projektnem območju v vsaki od sezon izvedli 1944-3297 serij izzivanja tuljenja. V posameznem letu smo dobili do 13 odgovorov teritorialnih volkov ali mladičev pri čemer smo letno potrdili prisotnost mladičev v petih do sedmih tropih.

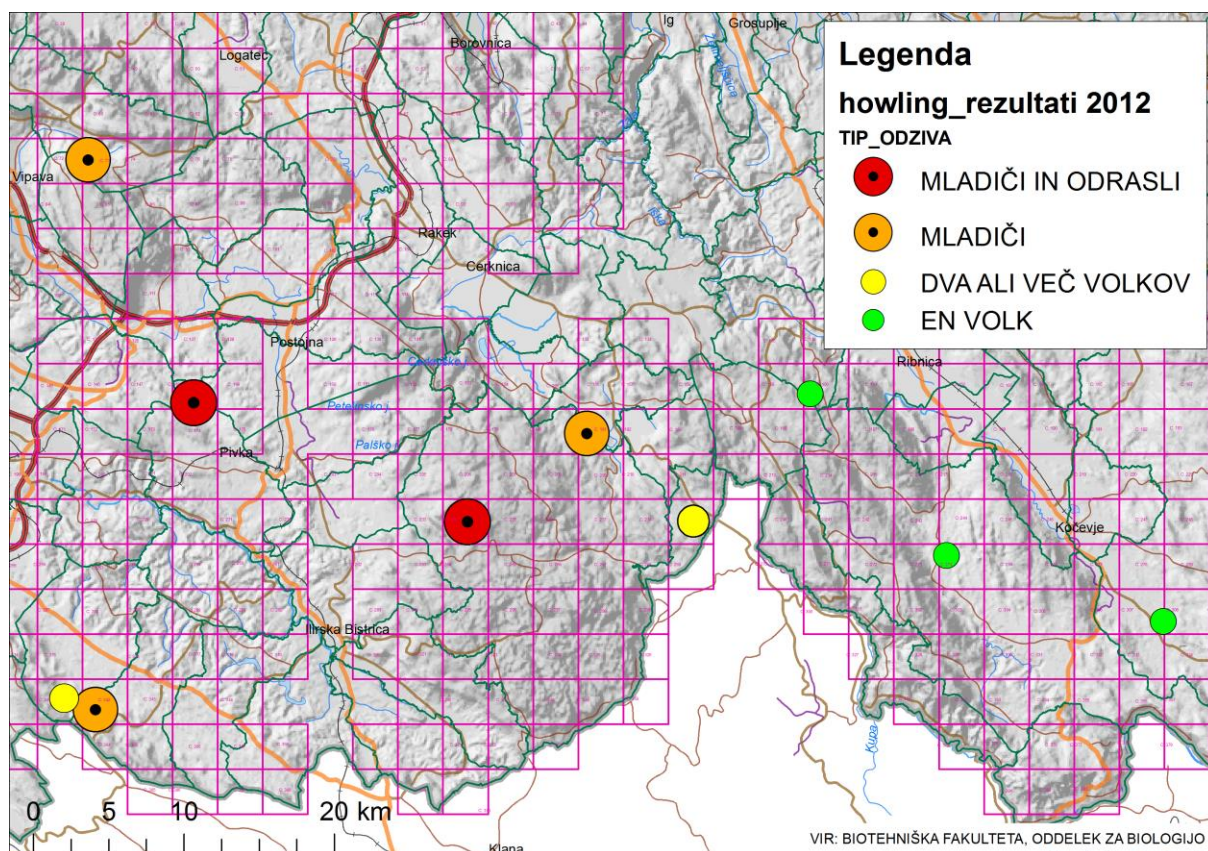
V letu 2010 smo zaradi slabega vremena v času popisovanja, popis izvedli le v 272 popisnih celicah vzhodno od AC Ljubljana – Koper in zaznali šest volčjih legel, poleg tega pa smo dobili še sedem teritorialnih odzivov odraslih volkov. V letu 2011 smo izvajali popis na celotnem projektnem območju (dinarski del populacije) dobili 13 odgovorov teritorialnih volkov, pri čemer smo v sedmih tropih zaznali prisotnost mladičev. V letu 2012 smo popis izzivanja tuljenja izvedli v 372 popisnih kvadratih na celotnem območju dinarskega dela prisotnosti volkov. Prisotnost mladičev smo potrdili v petih tropih, odziv pa smo dobili še iz dveh teritorialnih tropov.



Slika 31: Rezultati izzivanja oglašanja volkov 2010.



Slika 32: Rezultati izzivanja oglašanja volkov 2011.



Slika 33: Rezultati izzivanja oglašanja volkov 2012.

Ob primerjavi genetsko zaznanih tropov volkov v Sloveniji, ocenjujemo, da smo s to metodo letno zaznali veliko večino prisotnih tropov in legel v Sloveniji oziroma minimalno število legel. Če zaznana stopnja reprodukcije volkov v Sloveniji opredelimo s povprečnim letnim številom šestih legel, to pomeni, da se letno v povprečju v Sloveniji skoti vsaj 32 volčjih mladičev (4,2 do 6,4 skotenih mladičev/leglo, Mech in Boitani 2003). Ob tem je potrebno poudariti, da je pri volkovih smrtnost mladičev precejšnja, saj jih po podatkih iz tujih raziskav prvo leto najpogosteje preživi tretjina do polovica mladičev (6 – 48%; Mech 1970). Torej lahko pričakujemo, da do konca zime v povprečju preživi okoli 9 do 15 mladičev, seveda pa lahko v posameznih letih število močno odstopa od teh vrednosti. Tako je nihanje populacije volkov v Sloveniji lahko izpostavljeno relativno velikim medsezonskim in medletnim nihanjem. Izvedeni popisi »izzivanja tuljenja« so se izkazali za enega od najbolj uporabnih orodij zaznavanja reprodukcijskih dogodkov v populaciji, saj so podatki preverjenega razmnoževanje eden od najpomembnejših parametrov s katerim opredeljujemo varstveni status populacije volkov. Metodo smo predlagali tudi za izvajanje nacionalnega monitoringa populacije volkov in jo uvrstili v predlog revidiranega akcijskega načrta za volka (v Dodatek 1) z nadgradnjo intenzivnega genetskega vzorčenja DNK mladičev iz iztrebkov zbranih na zaznanih lokacijah legel (rendez-vous mestih).

4 Genetsko spremljanje populacije volka

Zasnova študije in cilji

Genetsko spremljanje populacije volka je zasnovano kot »robust design« študija ulova-ponovnega ulova s tremi zaporednimi sezonami vzorčenja. Znotraj vsake sezone predvidevamo čim večjo demografsko zaprtost populacije, kar omogoča robustne ocene številčnosti. Med sezonami predvidevamo demografsko odprtost (imigracija/rodnost, emigracija/smrtnost), kar nam omogoča oceno parametrov populacijske dinamike. Obdobje vzorčenja v vsaki sezoni je opredeljeno tako, da vsako vzorčenje vključuje samo eno generacijo mladičev in s tem doseganje čim večje demografske zaprtosti populacije tekom posameznega vzorčenja.

Metode

Zbiranje vzorcev

V treh sezonah spremljanja populacije volka smo na celotnem območju stalne in občasne prisotnosti volkov v Sloveniji zbirali neinvazivne genetske vzorce - material, ki ga živali pustijo v okolju. Zbirali smo iztrebke volkov, urin v snegu in slino z okolice ugriznih ran na naravnem volčjem plenu oz. ubiti drobnici. Iz takšnega materiala izoliramo dednino, s pomočjo katere določimo individualno specifičen genotip živali, hkrati pa žival na ta način genetsko »označimo«. Pri najdbi njenega naslednjega vzorca, odlovu žive živali za telemetrično spremljanje ali v primeru zaznane smrtnosti jo tako lahko spet zanesljivo prepoznamo.

Prva sezona je potekala od 26.6.2010 do 30.6.2011, druga od 1.7.2011 do 30.6.2012 in tretja od 1.7.2012 do 30.6.2013. Pri zbiranju vzorcev je sodelovalo več sto ljudi: raziskovalcev na projektu, prostovoljcev, delavcev Zavoda za gozdove Slovenije in lovcev Lovske zveze Slovenije. Na polovici druge sezone spremljanja populacije volka (januarja 2012) smo v sodelovanju z Lovsko zvezo Slovenije organizirali deset sestankov po območnih lovskih zvezah, na katerih smo predstavnikom 108 lovskih družin predstavili rezultate prve sezone spremljanja populacije in jim razdelili dodaten material za zbiranje neinvazivnih genetskih vzorcev. Tudi v tretji sezoni smo v februarju 2013 pripravili predavanja za lovce na katerih smo predstavili najnovejše rezultate akcije C1 s poudarkom na genetskem spremljanju populacije.

Ekstrakcija DNA, genotipizacija

Pri delu z neinvazivnimi genetskimi vzorci je potrebno zaradi slabe kvalitete in nizke količine DNK v njih upoštevati stroge protokole za preprečevanje kontaminacije. Zato izolacija DNK iz vzorcev in priprava verižne reakcije polimeraze (PCR) potekata v neinvazivnem genetskem laboratoriju, ki je ločen od prostorov, v katerih delamo s tkivnimi vzorci in PCR produkti. Gibanje ljudi in materiala med temi laboratoriji je omejeno, saj imamo med koraki analize vzpostavljen enosmeren pretok materiala in tako preprečujemo vnos visoko koncentrirane DNK v kritične dele analitičnega procesa. Ko se v laboratoriju dela, vse delovne površine in instrumente vsakodnevno dekontaminiramo z 10% natrijevim hipokloritom.

Genotipizacijo vsakega uspešno analiziranega vzorca smo ponovili dvakrat do osemkrat (v povprečju okrog štirikrat), tako da smo bili lahko s testi po metodi največjega verjetja (maximum likelihood) 99% prepričani v pravilnost genotipa vsakega osebka. Za individualno prepoznavanje živali uporabljamo set 11 mikrosatelitskih markerjev (C09.250, C20.253, CPH12, CPH5, CPH7, CPH8, CPH9, Cxx.103, Cxx.121, FH2010, FH2145) in lokus za določanje spola (SRY), kar nam daje dovolj visoko ločljivost, da je zaznava istega genotipa pri dveh različnih osebkih praktično nemogoča (razen v zelo redkem primeru enojajčnih dvojčkov), ob tem pa nam dopušča tudi nekaj prožnosti za upoštevanje napak genotipizacije. Izmed teh lokusov treh nismo mogli vedno zanesljivo genotipizirati in smo jih iz drugih analiz izločili (CPH8, Cxx.103 in FH2145), pri individualni genotipizaciji pa smo jih uporabili kot dodatno informacijo. Če so bila na teh lokusih odstopanja med vzorci, ki so bili na ostalih amplificiranih lokusih enaki, smo vzorec analizirali še na dodatnih lokusih.

Izmed vzorcev posameznega volka smo izbrali njegov najbolj kvaliteten vzorec in ga kot referenčnega pomnožili na dodatnih 28 lokusih (FH2137, CPH22, VWF, Cxx.123, CPH2, FH2004, FH2088, FH2096, CPH6, CPH4, AHTk211, CXX279, REN169018, INU055, REN54P11, INRA21, AHT137, REN169D01, AHTh260, AHTk253, INU005, INU030, FH2848, AHT121, FH2054, REN162C04, AHTh171, REN247M23) in za dodatno preverjanje spola še amelogenin. Ker za nekatere lokuse (Cxx20, AHTH260, FH2145, Cxx103, AHTK211, Cxx279, INU05, FH2079, CPH8) nismo mogli pridobiti zanesljivih genotipov, smo nekatere od njih uporabili le za individualno prepoznavanje živali, nato pa jih devet izločili iz nadaljnjih analiz. Kljub temu imamo o živalih zajetih v našo študijo na voljo bazo z izjemno visoko gostoto genetskih informacij.

Ocena genetske pestrosti

Za vsak genetski marker smo ocenili osnovne parametre genetske pestrosti (pričakovano in opaženo heterozigotnost, alelsko pestrost).

Ocena stopnje križanja volkov in psov

Vok in pes sta zelo sorodni vrsti, parjenje med njima pa je bilo že večkrat prepoznano kot zelo pomembna varstvena grožnja. Analizirali smo 54 referenčnih vzorcev psov in 369 vzorcev (osebkov) volkov ali hibridov. Genotipe 245 vzorcev smo dobili preko sodelovanja z Veterinarsko fakulteto Univerze v Zagrebu (dr. Josip Kusak, dr. Đuro Huber).

Stopnjo križanja smo ocenili z Bayesovim grupiranjem v programu »STRUCTURE«. Potem smo s programom »HybridLab« simulirali križanje po 50 čistih psov in volkov ter tako dobili vrednosti, po katerih smo lahko ločevali čiste pse, čiste volkove, križance prve (F1) in druge (F2) generacije ter povratna križanja volk-križanec in pes-križanec. Da bi videli kako metoda zaznava volkove iz drugih populacij smo poleg dinarskih volkov v analizo vključili tudi dva volka iz Mongolije in enega volka neznanega izvora iz ujetništva na poljskem. Podatke smo obdelali prostorsko v geografskem informacijskem sistemu.

Ocena velikosti populacije

Kljub visoki intenzivnosti vzorčenja ne moremo pričakovati, da bi dobili genotipe prav vseh volkov. Zaradi tega smo končno oceno številčnosti vseh volkov v Sloveniji dobili s statističnim modeliranjem ulova – ponovnega ulova, s katerim smo ocenili, koliko osebkov smo v vzorčenju »zgrešili«.

Uporabili smo več metodoloških pristopov – nekatere sodobnejše (Capwire, Huggins, Huggins heterogeneity) in nekatere bolj »klasične« (Mh-Chao, Jackknife). Pri tem smo dali prioriteto bolj robustnim modelom, ker lahko zaradi bioloških značilnosti vrste (zlasti dispergirajočih živali), variabilnosti intenzivnosti vzorčenja in učinka roba pričakujemo določeno stopnjo heterogenosti ulovljivosti. Vse metode so dale zelo podobne rezultate, na koncu pa smo za oceno uporabili rezultat metode »Capwire«, ki je zelo robustna, ima razmeroma visoko statistično moč, njen rezultat pa ozek interval zaupanja. Živali, ki so v posamezni sezoni poginile, imajo manjšo verjetnost ulova (ker del časa niso prisotne), zlasti če žival pogine že v začetku sezone spremljanja. Zaradi tega smo za prvi dve sezoni sestavili modele tako z vključenimi živalmi, ki so med sezono poginile, kot z modeli, kjer te živali nismo vključili v označevanje – ponoven ulov, ampak smo jih kasneje prišteli. Oba pristopa sta dala podobne rezultate, so pa bili modeli brez upoštevanja poginulih živali bolj stabilni pri različnih parametrizacijah in smo jih uporabili za končne ocene. Za tretjo sezono smo naredili samo Capwire model brez poginulih živali.

Oceno številčnosti smo naredili za vsako od sezon spremljanja populacije posebej, znotraj vsake od sezone pa zaradi dinamike rodnosti in smrtnosti v tropih podajamo dve oceni, dejansko in izpeljano. Dejansko oceno podajamo za mesec oktober, ko je mladiče tekočega leta zaradi njihove večje mobilnosti v populaciji že mogoče zaznati, in izpeljano oceno za marec, ko je končan odstrel volkov, nove generacije mladičev pa še ni. V analizo smo dobili tudi vzorce iz hrvaškega Gorskega Kotarja z območja tropov volkov s čezmejnimi teritoriji, ki iz Slovenije segajo na Hrvaško, kar nam je omogočilo znatno izboljšanje ocene. Ker smo nekatere podatke, zlasti genotipe živali, poginulih v Gorskem Kotarju na Hrvaškem, dobili šele v zadnji sezoni, smo ocene številčnosti glede na prejšnja poročila popravili za nekaj osebkov. Intervali zaupanja se popolnoma prekrivajo.

Rekonstrukcija rodovnikov, ocena parametrov populacijske dinamike in povezanosti populacije vzdolž Dinaridov

Sorodstvena razmerja smo ugotavljali na podlagi analiz določanja bratov/sester in staršev. Rekonstrukcijo rodovnikov smo naredili po Bayesovi metodi v programu COLONY. Ker se mikrosateliti dedujejo kodominantno (en alel od matere in en od očeta), smo lahko z velikim naborom lokusov, ki ga uporabljamo, zanesljivo ugotovili povezave med starši in njihovimi potomci in z veliko gotovostjo povezave med brati in sestrami. Program upošteva tudi možnost napak pri genotipizaciji. Analizo sorodnosti smo uporabili za ugotavljanje socialne strukture in dinamike tropov volkov pri nas, oceno reprodukcije in imigracije (lahko ločimo volkove rojene v preučevanih tropih od prišlekov) in oceno nezaznane smrtnosti/emigracije.

Rekonstrukcije rodovnikov smo delali na superračunalniku Fakultete za strojništvo, saj posamezna markovska veriga traja okrog 20 dni procesorskega časa. Primerjali smo rezultate 10 markovskih verig z neodvisnimi startnimi točkami in nekoliko spremenjenimi parametri, da bi ocenili stabilnost rekonstrukcij rodovnikov in sestavili končno rešitev.

V analizo smo vključili tudi genotipe 245 volkov s Hrvaške (vir: dr. Josip Kusak, dr. Đuro Huber) in nato podatke analizirali v geografskem informacijskem sistemu, da bi dobili vpogled v povezanost populacije vzdolž Dinaridov.

Rezultati in diskusija

Rezultati zbiranja vzorcev

V prvi sezoni smo v analizo dobili tudi vzorce z območja čezmejnih tropov na Hrvaškem (Gorski Kotar, stroške analize teh vzorcev je krila Republika Hrvaška). Vse skupaj smo zbrali 571 vzorcev - 145 vzorcev slin odvzete iz okolice ugriznih ran volčjega plena, 117 vzorcev urina zbranega v snegu in pa 309 vzorcev iztrebkov (od tega 53 iz Gorskega Kotarja, HR). Analizirali smo 449 neinvazivnih genetskih vzorcev. V analizo smo vključili tudi tkivne vzorce 12 poginulih volkov iz Slovenije in vzorec enega volka, ki je poginil v območju čezmejnih tropov na Hrvaškem.

V drugi sezoni smo vse skupaj zbrali in analizirali 544 vzorcev - 191 vzorcev iztrebkov (od tega 28 iz Gorskega Kotara, HR), 96 vzorcev urina in 257 vzorcev slin. Tudi v drugi sezoni smo v analize vključili 11 tkivnih vzorcev mrtvih volkov iz Slovenije in dva iz Hrvaške.

V tretji sezoni smo vse skupaj analizirali 508 vzorcev - 200 vzorcev slin, 181 vzorcev iztrebkov, 114 vzorcev urina in 4 druge vzorce (kri, slina iz gobca, dlaka). V analize je bilo vključenih tudi 10 tkivnih vzorcev mrtvih volkov iz Slovenije in štirje iz območja čezmejnih tropov na Hrvaškem. Genotipe smo pridobili tudi za vzorce treh zarodkov volkulje povožene v Pivški dolini, ki jih nismo vključili v analize dinamike populacije. S Hrvaške smo ob tkivnih vzorcih v zadnji sezoni dobili le 8 vzorcev iztrebkov.

Uspešnost genotipizacije neinvazivnih vzorcev

Ker s setom uporabljenih mikrosatelitnih markerjev lahko pomnožimo tudi DNK, ki pripada drugim vrstam iz družine psov, smo že v prvem letu projekta za razločevanje med vrstami pridobili in analizirali tudi 59 tkivnih vzorcev volkov, 11 tkivnih vzorcev lisic, 29 tkivnih vzorcev šakalov ter 54 vzorcev dlak in slin psov. Na ta način smo pridobili frekvence alelov v referenčnih skupinah, s čemer lahko genotipe teh vrst zanesljivo ločimo.

Od 1501 analiziranega vzorca smo za približno 45% vzorcev uspeli pridobiti specifične PCR produkte. Med delujočimi vzorci smo tako v dveh primerih dobili šakala in v dveh križanca, v 5.6% vzorcev smo dobili psa, v 7.7% lisico, 6.2% vzorcev je bilo mešanih in v 77.7% smo dobili

genotipe volkov. Ostali vzorci niso bili dovolj dobri, da bi lahko določili kateri živalski vrsti pripadajo. V povprečju smo vsak delujoči vzorec ponovili 4.06-krat.

Genetska pestrost in verjetnost identičnih genotipov pri različnih živalih

Podatki o genetski pestrosti so podani v Preglednici 8. Genetska pestrost populacije je razmeroma visoka ($A = 7,32$; $H_e = 0,70$). Uporabljen sistem markerjev je več kot zadovoljiv za individualno prepoznavo osebkov. V ta namen smo uporabili 8 markerjev, pri katerih je verjetnost, da bi imela dva nesorodna osebka identičen genotip 1:680.000.000 in ista verjetnost za brate/sestre 1:1164. V primeru dvoma (npr. slaba amplifikacija posameznega markerja v slabšem neinvazivnem vzorcu) smo analizo naredili na dodatnem setu lokusov.

Preglednica 8: genetski markerji, genetska pestrost in verjetnost napake pri individualnem prepoznavanju osebkov. A – alelska pestrost; Ae – efektivno število alelov; Ho – opažena heterozigotnost; He – pričakovana heterozigotnost; PI – verjetnost, da imata dva nesorodna osebka identičen genotip; Pisib – verjetnost, da imajo bratje/sestre identične genotipe; PI-c – kumulativna vrednost PI za sistem več markerjev; Pisib-c kumulativna vrednost PI za sistem več markerjev.

| Marker | A | Ae | Ho | He | PI | Pisib | PI-c | Pisib-c |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------|-----------------|---------------|
| C20_253* | 7 | 5,11 | 0,79 | 0,80 | 0,07 | 0,36 | 0,0669 | 0.3648 |
| C09_250* | 8 | 4,80 | 0,79 | 0,79 | 0,07 | 0,37 | 0,0050 | 0.1360 |
| CPH5* | 6 | 3,65 | 0,70 | 0,73 | 0,12 | 0,42 | 0,0006 | 0.0566 |
| Cxx_121* | 8 | 3,45 | 0,67 | 0,71 | 0,12 | 0,43 | 0,0001 | 0.0241 |
| FH2010* | 7 | 3,24 | 0,68 | 0,69 | 0,15 | 0,44 | 1,05E-05 | 0.0107 |
| CPH12* | 5 | 3,06 | 0,67 | 0,67 | 0,17 | 0,46 | 1,77E-06 | 0.0049 |
| CPH9* | 7 | 2,64 | 0,58 | 0,62 | 0,18 | 0,49 | 3,26E-07 | 0.0024 |
| CPH7* | 5 | 2,62 | 0,58 | 0,62 | 0,21 | 0,49 | 6,81E-08 | 0.0012 |
| FH2137 | 12 | 8,59 | 0,88 | 0,88 | 0,02 | 0,31 | 1,68E-09 | 0.0004 |
| AHT137 | 11 | 5,99 | 0,83 | 0,83 | 0,05 | 0,35 | 8,09E-11 | 0.0001 |
| REN247M23 | 7 | 5,96 | 0,83 | 0,83 | 0,05 | 0,35 | 4,05E-12 | 4.39E-05 |
| Cxx_123 | 8 | 5,67 | 0,81 | 0,82 | 0,05 | 0,35 | 2,18E-13 | 1.54E-05 |
| CPH2 | 10 | 5,28 | 0,80 | 0,81 | 0,06 | 0,36 | 1,31E-14 | 5.55E-06 |
| FH2004 | 11 | 4,42 | 0,62 | 0,77 | 0,08 | 0,38 | 1,06E-15 | 2.13E-06 |
| FH2848 | 6 | 4,12 | 0,74 | 0,76 | 0,10 | 0,40 | 1,05E-16 | 8.44E-07 |
| REN169D01 | 9 | 4,04 | 0,78 | 0,75 | 0,10 | 0,40 | 1,06E-17 | 3.37E-07 |
| AHTk253 | 8 | 3,88 | 0,72 | 0,74 | 0,11 | 0,41 | 1,15E-18 | 1.37E-07 |
| AHTTh171 | 7 | 3,71 | 0,75 | 0,73 | 0,11 | 0,41 | 1,32E-19 | 5.67E-08 |
| VWF | 6 | 3,71 | 0,71 | 0,73 | 0,12 | 0,41 | 1,53E-20 | 2.35E-08 |
| FH2088 | 8 | 3,60 | 0,71 | 0,72 | 0,12 | 0,42 | 1,85E-21 | 9.83E-09 |
| INU030 | 6 | 3,57 | 0,71 | 0,72 | 0,12 | 0,42 | 2,22E-22 | 4.13E-09 |
| CPH4 | 6 | 3,46 | 0,73 | 0,71 | 0,13 | 0,43 | 2,89E-23 | 1.77E-09 |
| INU055 | 6 | 3,16 | 0,66 | 0,68 | 0,15 | 0,44 | 4,22E-24 | 7.85E-10 |
| INRA21 | 6 | 2,98 | 0,62 | 0,66 | 0,17 | 0,46 | 7,32E-25 | 3.62E-10 |
| CPH22 | 4 | 2,89 | 0,60 | 0,65 | 0,18 | 0,47 | 1,35E-25 | 1.70E-10 |
| REN54P11 | 6 | 2,72 | 0,64 | 0,63 | 0,17 | 0,48 | 2,26E-26 | 8.09E-11 |
| REN169O18 | 9 | 2,72 | 0,58 | 0,63 | 0,17 | 0,48 | 3,83E-27 | 3.85E-11 |
| FH2054 | 7 | 2,60 | 0,65 | 0,62 | 0,18 | 0,49 | 6,95E-28 | 1.88E-11 |
| REN162C04 | 8 | 2,22 | 0,54 | 0,55 | 0,25 | 0,54 | 1,70E-28 | 1.01E-11 |
| CPH6 | 9 | 2,06 | 0,50 | 0,52 | 0,26 | 0,56 | 4,51E-29 | 5.64E-12 |
| FH2096 | 4 | 1,70 | 0,36 | 0,41 | 0,40 | 0,64 | 1,79E-29 | 3.63E-12 |
| Povprečje | 7,32 | 3,79 | 0,68 | 0,70 | Individualni ID: | | 6,81E-08 | 0,0012 |

* Markerji, uporabljeni za individualno prepoznavo osebkov

Ocena velikosti populacije

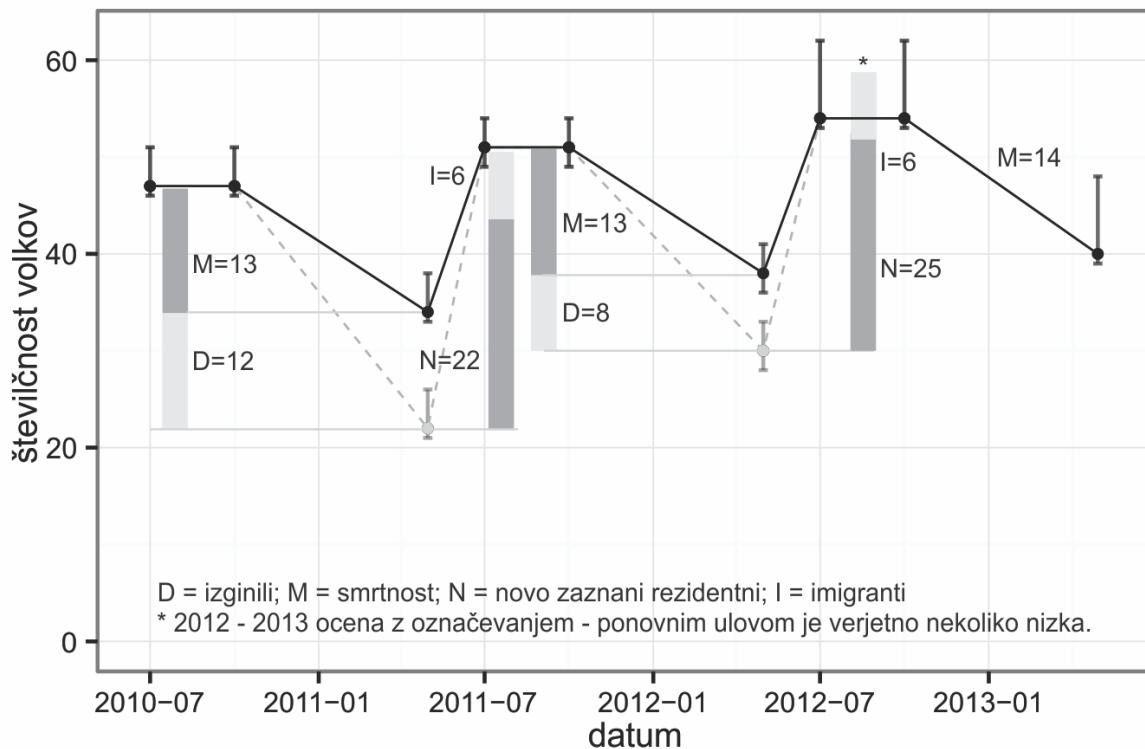
Za **prvo sezono** ocenjujemo oktobra 2010 (maksimalna številčnost – po reprodukciji, pred izgubami) na območju Slovenije in dela Gorskega Kotarja 47 volkov, s 95% intervalom zaupanja (CI) 46 do 51. Glede na lokacije najdenih vzorcev posameznih živali ocenjujemo, da od tega 19 volkov živi v čezmejnih tropih; polovico teh volkov smo šteli k Sloveniji in polovico k Hrvaški in tako za potrebe upravljanja izpeljali oceno samo za območje Slovenije. Tako ocenjujemo, da je v jeseni 2010 na območju Slovenije živelo 39 (34-42; 95% CI) volkov.

Za **drugo sezono** smo na enak način ocenili, da je bilo oktobra 2011 na celotnem območju vzorčenja 51 (49-54; 95% CI), samo na območju Slovenije pa 40 volkov (38-43; 95% CI). Za **tretjo sezono** ocenjujemo za oktober 2011 na celotnem območju vzorčenja 54 volkov (53-62; 95% CI), samo za Slovenijo pa 46 (45 – 55). V **tretji sezoni** smo dobili malo vzorcev iz Hrvaške, zato je bilo vzorčenje nekaterih čezmejnih tropov slabo, zato je ocena za celotno območje najverjetneje podcenjena (to kažejo tudi podatki o izginulih in novo zaznanih živalih, slika 34).

Rezultati se zdijo zelo robustni in lahko brez zadržka trdimo, da je bila številčnost volkov na območju Slovenije in vzorčenega dela Gorskega Kotarja na Hrvaškem med trajanjem izvajanja monitoringa v projektu SloWolf stabilna.

Rekonstrukcija rodovnikov, ocena parametrov populacijske dinamike in povezanosti populacije vzdolž Dinaridov

Rekonstrukcije rodovnikov iz različnih markovskih verig z različnimi parametri/startnimi točkami so dale skoraj identične rezultate. Ocenjena populacijska dinamika je prikazana na sliki 37.

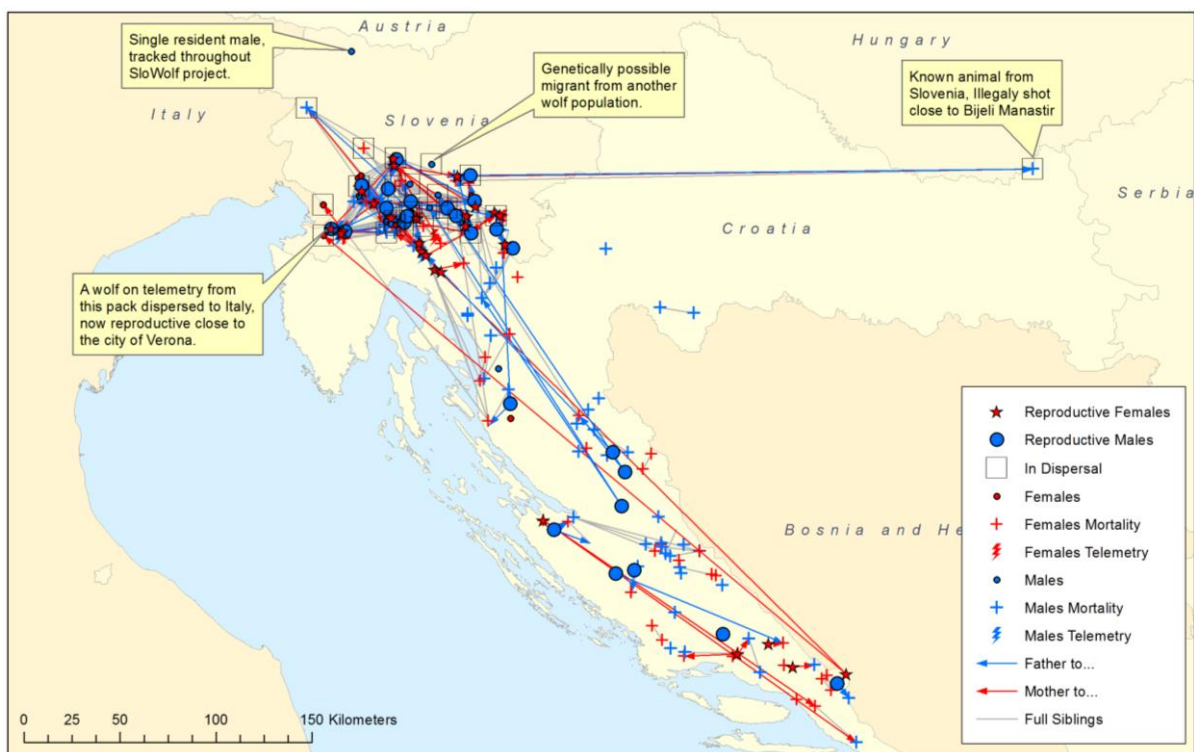


Slika 34: Graf gibanja ocenjene številčnosti volkov za celotno območje vzorčenja (Slovenija + Gorski Kotar, Hrvaška). Letno nihanje populacije je ocenjeno tako, da smo odšteli zaznano smrtnost (polna črta) oziroma »izginule« volkove, ki jih v naslednji sezoni nismo več zaznali (črtkana črta). Glede na to, da smo samo enega volka od 110 najdenih v vzorčenju zaznali prvo in tretjo sezono, drugo pa ne, lahko sklepamo, da je velika večina »izginulih« volkov bodisi umrla ali zapustila območje. Rezidentne volkove in imigrante smo med seboj ločili z analizo starševstva.

Okrog 38% volkov pri nas je v čezmejnih tropih. Na območju vzorčenja se letno pojavi okrog 56% novih volkov (ocena za dve sezoni), od tega 45% preko reprodukcije rezidentnih tropov in 11% preko imigrantov. Razen zaznane smrtnosti, ki je bila tekom treh let vzorčenja v povprečju 13,3 osebkov (~26,4%)/ leto (Slovenija + GK Hrvaška) iz populacije tudi »izginjajo volkovi« preko emigracije in nezaznane smrtnosti. Tako je v vsaki izmed dveh ocenjevanih sezon izginilo v povprečju 10 (~21%) volkov, od tega 3,5 (20,5%) reproduktivnih volkov. Ob tem je povprečno vsako leto odvzeto 1-2 reproduktivnih volkov (~8,5%, ta številka je podcenjena za zadnje leto ker še nismo mogli zaznati reprodukcijskega statusa osebkov, ki so se prvič parili 2013). Tako je skupaj izginjanje (smrtnost + disperzija ob izgubi partnerja) reproduktivnih volkov v povprečju ~29% na letni ravni.

Rezultati kažejo, da številčnost izjemno niha na letni ravni, med leti pa je zelo stabilna. To je pričakovano, saj je za vrsto značilna disperzija mladičev, med katero je preživetje

nizko, velik del te smrtnosti pa ni zaznan, med tem ko je preživetje reproduktivnih volkov visoko. Ni izključiti tudi krivolova, ki je gotovo prisoten, njegov obseg pa je s sedanjimi podatki težko oceniti. Po drugi strani pa imajo volkovi visok reprodukcijski potencial, s katerim ta nihanja hitro nadomeščajo. Bolj pomembno je izginjanje reproduktivnih volkov, preko katerega lahko dejansko izpade reprodukcija na posameznem območju. Videti je, da se takšne »luknje« kar hitro zapolnijo, smo pa bili v enem primeru priča lokalnemu izumrtju na območju tropa Menišija (sezona 2011-2012). Zaradi tega je potrebno biti pri poseganju v populacijo izjemno previden, saj vsaka smrtnost pri tako nizki številčnosti volkov, kot je v Sloveniji, hitro postane katastrofična in lahko pride do lokalnega začasnega izumrtja na posameznih območjih (kot je bil primer na Menišiji).



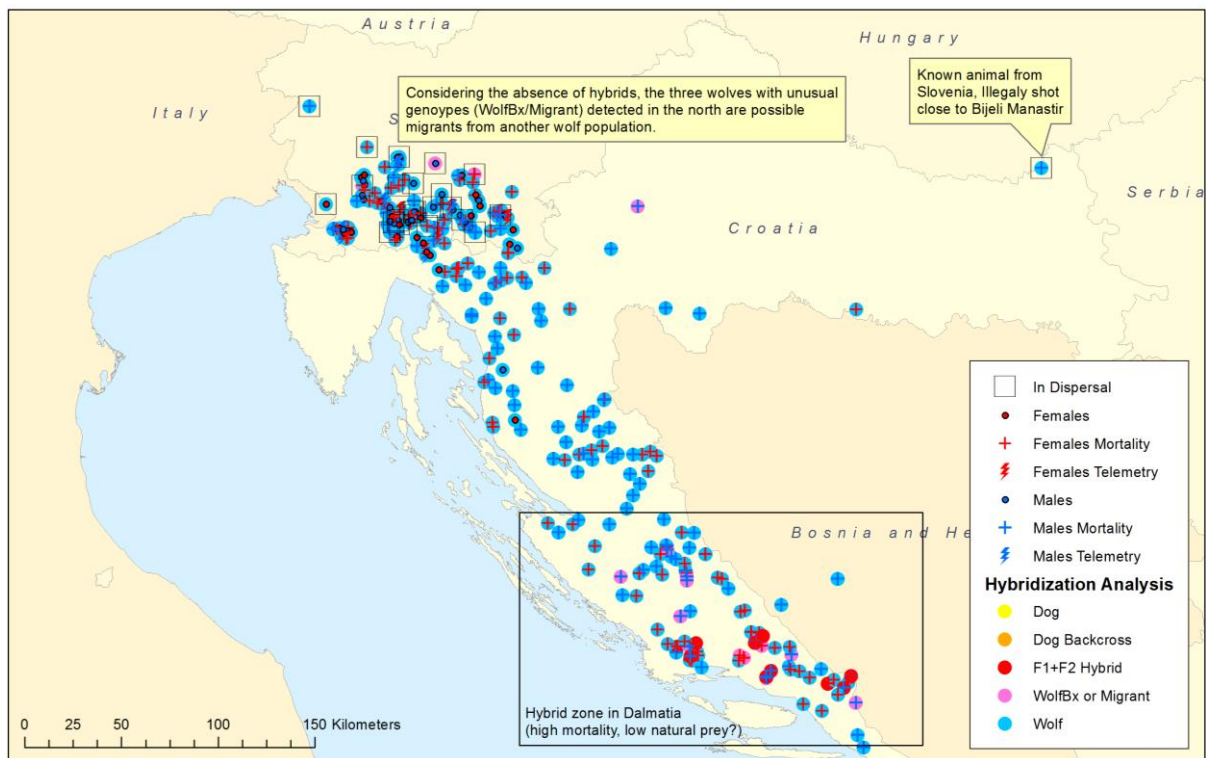
Slika 35: genetski pretok vzdolž Dinaridov. Vidimo zelo dolge disperzije (volk na SV je bil dejansko najden tudi v vzorcih v tropu Suha krajina) in močno povezanost. Intenzivnost vzorčenja na Hrvaškem je znatno nižja kot v Sloveniji, časovni razpon vzorcev pa izjemno velik (od leta 1995 dalje). Kljub temu smo zaznali precej neposrednih sorodstvenih povezav, kar kaže na stalno premikanje živali v vse smeri.

Analiza sorodnosti nam je omogočila tudi prej nepredstavljen vpogled v pretok živali in genov vzdolž Dinaridov (slika 35). Vidimo, da fragmentiranost prostora ne predstavlja težave za volka in da je genski pretok po Dinaridih zelo intenziven. To še bolj poudarja

potrebo po čezmejnem sodelovanju pri upravljanju z volkom, saj si dejansko delimo eno, zelo povezano populacijo.

Ocena križanja med volkom in psom na območju Slovenije in SZ Dinaridov

V analizi smo dobili zelo jasno ločitev genotipov volkov in psov, pa tudi zanesljivo zaznavo F1 in F2 hibridov. Povratnega križanja hibridov s psi nismo zaznali, opazili pa smo, da lahko volka iz druge populacije zaznamo podobno kot križanca med hibridom in čistim volkom.



Slika 36: ocena hibridizacije med volkom in psom na območju Dinaridov. Glede na odsotnost F1 in F2 hibridov so trije osebki z drugačnim genotipom na severu verjetno dispergerji iz druge volčje populacije ali pobegli iz ujetništva. Vidimo, da hibridizacije na severu praktično ni, je pa obseg tega problema zelo izrazit na jugu v Dalmaciji.

Rezultati so predstavljeni na sliki 36. Križanja med volkom in psom v Sloveniji praktično ni. V Sloveniji (2 osebka) in na SZ Hrvaške (J od Zagreba, 1 osebek) smo zaznali tri osebke, klasificirane kot potencialni povratni križanec hibrid – čisti volk. Glede na popolno odsotnost križancev v Gorskem Kotarju in Liki domnevamo, da gre za migrante iz druge volčje populacije. To domnevo še moramo potrditi preko sodelovanja z drugimi laboratoriji.

Velik obseg križanja se pojavlja v Dalmaciji. Tam so ekološke razmere znatno drugačne kot v ostalem delu območja, ki smo ga obravnavali (zelo malo gozda, praktično ni naravnega plena). Volkovi so se na tem območju pojavili tekom devetdesetih let prejšnjega stoletja, tako da je veliko konfliktov in zelo nizka strpnost lokalnega prebivalstva, kar vodi v zelo visok krivolov in smrtnost volkov. Interakcijo teh dejavnikov bomo še podrobneje preučili.

Zaključek

Brez zadržkov lahko ocenjujemo, da je bila genetska študija, izvajana v projektu SloWolf, več kot uspešna. Danes ne samo da imamo zelo dobro objektivno oceno številčnosti volkovo pri nas, kar je bil v preteklosti pogosto velik kamen spotike, ampak tudi poznamo naše volkove na »osebni« ravni posameznega tropa ali celo posameznega osebka. Tako smo v okviru projekta dobili vse, kar rabimo za dobro nadaljevanje trajnega genetskega monitoringa populacije: dobro oceno »nultega stanja« in znanje, da lahko tovrstne raziskave učinkovito in kvalitetno izvajamo tudi v prihodnje.

5 Spremljanje populacije volkov s pomočjo sledenja v snegu

S sezonskimi sledenji v snegu, ki hkrati potekajo po večjem delu območja razširjenosti volkov v Sloveniji, želimo pridobiti pomembne podatke o razporejanju, velikosti in številu tropov volkov, obenem pa poskušamo pridobiti tudi večje število vzorcev iztrebkov in urina za genetske analize. Poleg pridobivanja osnovnih podatkov o razširjenosti in biologiji volkov v Sloveniji ima akcija, ki vključuje tudi prostovoljce, širši pomen. Z aktivnim vključevanjem interesnih skupin in širše javnosti v aktivnosti projekta želimo izboljšati raven znanja in odnos do volka v Sloveniji, kar bi pripomoglo k uspešnejšemu varstvu te vrste v naših gozdovih.

Na možnosti sodelovanja pri popisih volkov s pomočjo sledenja v snegu potencialne prostovoljce obveščamo preko spletne strani (www.volkovi.si), medijev, različnih predstavitev (v Triglavskem narodnem parku, na Biotehniški fakulteti, v sodelovanju s projektom Evropske komisije Biodiversity-biotska raznovrstnost), predavanj, anketnih vprašalnikov, na sejmih (Lov v Gornji Radgoni, festivalu LUPA) itd.

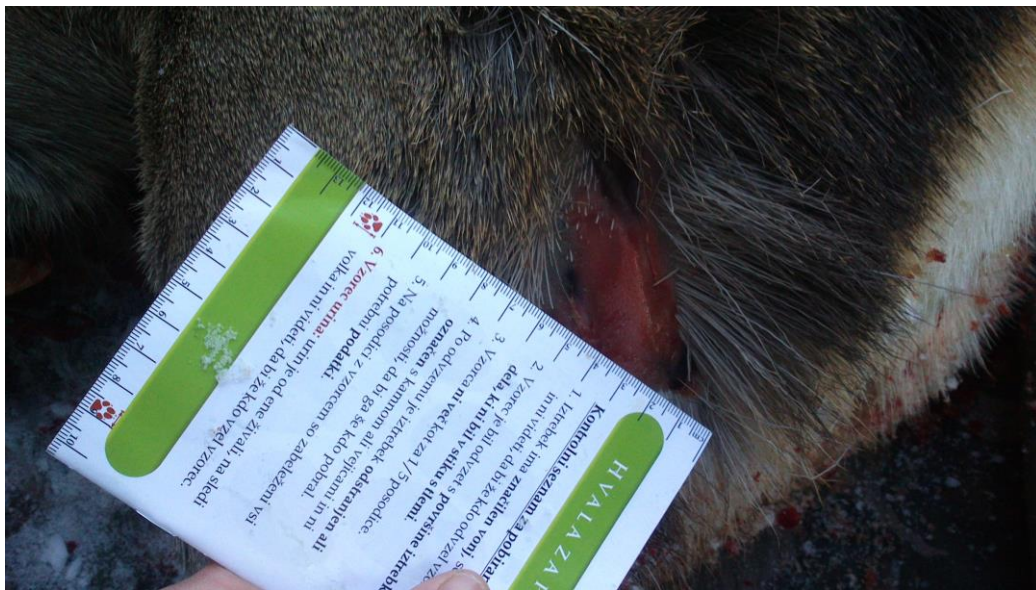
Zabeležili smo velik odziv, saj je na akcijo prijavljenih več kot 800 zainteresiranih prostovoljcev. Le-te smo uvrstili na obveščevalno listo, preko katere jih obveščamo o možnostih sodelovanja. Na predavanjih smo prisotne seznanili s projektom, projektno skupino in posameznimi akcijami. Predstavili smo jim biologijo volka, jih seznanili s praktičnimi informacijami izvajanja zimskega sledenja ter podali natančna navodila o samem sledenju, prepoznavanju sledi volkov, razlikovanju od drugih vrst ter o odvzemu neinvazivnih genetskih vzorcev. Predstavili smo jim tudi osnove genetskih raziskav in jih seznanili z dosedanjimi rezultati. Namen predavanj je bil izobraziti prostovoljce in člane lovskih družin, ki bi se pridružili delavcem Zavoda za gozdove ter zaposlenim na projektu SloWolf pri popisu volkov s pomočjo sledenja v snegu na večjem delu njihove razširjenosti v Sloveniji.



Slika 37: Udeleženci enega izmed izobraževanj o zimskem sledenju volkov za lovce (v Črnomlju).

Prostovoljce smo preko tedenskih elektronskih obvestil obveščali o morebitnih ustreznih razmerah, novicah in organiziranih zimskih sledenjih.

V sezoni 2012/2013 smo v času od 7.12.2012-21.3.2013 organizirali skupno 34 zimskih sledenj (skupinskih in posamičnih) in bili 24 krat uspešni. 282 prostovoljcev v 135 ekipah, je pregledalo 1084km gozdnih cesti in sledilo volkovom na 135,5km. Skupno je bilo najdenih 106 genetskih vzorcev, od tega 42 vzorcev urina in 64 iztrebkov, ter 4 volčji pleni.



Slika 38: Primer popisovanja volčjega plena.

19.1.2013 smo izvedli sledenje volkov na skoraj celotnem območju prisotnosti volkov, povsod, kjer so dopuščale snežne razmere. Na območjih Snežnik, Nanos, Hrušica, Pokljuka, Jelovica, Suha Krajina, Javorniki, Kočevska, Menišija, Rakitna in Brkini je 74 prostovoljcev v 31 ekipah sledilo 5 različnih tropov volkov. Organiziranih skupinskih zimskih sledenj se je 50 prostovoljcev udeležilo več kot enkrat, nekateri tudi po 6 in 7krat.



Slika 39: Prostovoljci na sledi volkov na območju Javornikov.

Preglednica 9: Pregled organiziranih skupinskih zimskih sledenj v sezoni 2012/2013,

Skupinska sledenja 2012/2013

| Termin | Dan | Območje | Št cev | Št | Uspešnost | Št uspešnih ekip | Vrsta | Število različnih tropov | Ocenjeno volkov posameznih tropih | število v | C k g c |
|------------------------|---------|--|------------|-----------|-----------|------------------------|--|--------------------------------|--|--------------|------------------|
| 1 7.12.2012 | petek | Trnovski lenišija | 2 | 2 | da | 1 | <i>Canis lupus</i> | 1 | Menišija:1 | | 2 |
| 2 11.12.2012 | torek | Vremščica, Slavnik | 11 | 4 | da | 3 | <i>Canis lupus</i> | 2 | Vremščica: Slavnik: 4 | 2-3, | 4 |
| 3 13.12.2012 | četrtek | Vremščica, Brkini | 7 | 3 | da | 2 | <i>Canis lupus</i> | 1 | Vremščica: 2+ | | 1 |
| 4 19.1.2013 | sobota | vseslovensko Krajina, Javorniki, Jelovica, Menišija, Brkini, Snežnik, Hrušica, Pokljuka, | 74 | 31 | da | 10 | <i>Canis lupus</i> (8 ekip sledilo), <i>Lynx lynx</i> (2 ekipi sledili) | 5 | Nanos:1, Menišija:2, Vremščica:2, Gomance:1, Krajina: ? | Suha | 2 |
| 5 30.1.2013 | sreda | Nanos, Hrušica, | 18 | 7 | da | 1 | <i>Canis lupus</i> | 1 | Loški Potok: 2 | | 7 |
| 6 5.2.2013 | torek | Suha k Krajina, | 8 | 5 | da | 2 | <i>Canis lupus</i> | 1 | Loški Potok: 2 | | 2 |
| 7 8.2.2013 | petek | Nanos, Javorniki; , Hrušica | 18 | 8 | da | 2 | <i>Canis lupus</i> | 1 | Javorniki: 2 | | 6 |
| 8 16.2.2013 | sobota | Volovja Reber, i | 16 | 7 | da | 4 | <i>Canis lupus</i> | 2 | Javorniki: Menišija: 2 | 2-3, | 3 |
| 9 2.3.2013 | sobota | Javorniki, Snežnik, Menišija, Hrušica | 20 | 5 | ne | 0 | | 0 | | | 1 |
| ¹ 3.3.2013 | nedelja | Javorniki, Hrušica | 18 | 6 | ne | 0 | | 0 | | | 5 |
| ¹ 17.3.2013 | nedelja | Kočevski Rog, a, Javorniki | 10 | 5 | da | 2 | <i>Canis lupus</i> | 2 | Javorniki: Poljanska Gora3 | 1+, | 5 |
| skupaj: | | | 202 | 83 | | 27 | | | | | 8 |

Preglednica 10: Pregled organiziranih posamičnih zimskih sledenj v sezoni 2012/2013

| Ter | Dan | Območje | Število | Š Us | Št uspešnih ekip | Vrsta | Število različnih tropov | Ocenjeno število volkov v posameznih tropih | Ocenjeno število km po gozdnih cesth | Ocenjena dolžina volkov po sledi (km) | Iztrebki | Urin | |
|-----|------|---------|------------------|------|------------------|-------|--------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|----------|------|---|
| 1 | 14.1 | pete | Kočev | 1 | 1 | ne | | | 10 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | 19.1 | sreda | Nanos | 2 | 1 | da | 1 | <i>Cani</i> | Nanos: 1 | 8 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 14.1 | pone | Javor | 1 | 1 | ne | | | 5 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | 16.1 | sreda | Javor | 1 | 1 | ne | | | 5 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 20.1 | nedel | Javor | 1 | 1 | ne | | | 8 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 21.1 | pone | Javor | 1 | 1 | da | 1 | <i>Cani</i> | Javorniki: | 3 | 0,5 | 1 | 0 |
| 7 | 25.1 | pete | Javor | 1 | 1 | da | 1 | <i>Lyn</i> | 1 ris | 5 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 26.1 | sobo | Javor jevška | 3 | 3 | da | 3 | <i>Cani</i> | Rog:2, Javorniki: | 18 | 3 | 2 | 7 |
| 9 | 27.1 | nedel | Loški | 5 | 1 | da | 1 | <i>Cani</i> <i>Canis</i> | Loški | 11 | 0,5 | 0 | 1 |
| 1 | 28.1 | pone | Javor | 1 | 1 | ne | | | 1 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 29.1 | torek | Meniš | 1 | 1 | da | 1 | <i>Cani</i> | Menišija: | 5 | 0,5 | 0 | 0 |
| 1 | 1.2. | pete | Kočev | 1 | 1 | da | 1 | <i>Cani</i> | Rog:2 | 40 | 0,5 | 0 | 0 |
| 1 | 3.2. | Nede | Meniš | 1 | 1 | ne | | | | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 4.2. | pone | Javor | 2 | 2 | ne | | | | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 9.2. | sobo | Suha | 4 | 3 | da | 3 | <i>Cani</i> | 2, Suha | 11 | 4 | 4 | 7 |
| 1 | 10.2 | nedel | Meniš niki | 5 | 3 | da | 3 | <i>Cani</i> | i: 6 Javorniki: išija:2 | 12 | 7,5 | 1 | 2 |
| 1 | 11.2 | pone | Loški okljuka | 3 | 2 | da | 1 | <i>Cani</i> | Pokljuka: | 5 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-------|----------------|-----------|----------|-----------|---|-----|------------|-------------|----------|-----------|---|
| 1 | 12.2 | torek | Bloke, i | 2 | 2 | ne | | | 13 | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 18.2 | pon | Javor | 21 | 1 | ne | | | 5 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | 19.2 | torek | Poklju niki | 3 | 2 | da | 1 | Lyn | 1 ris | 25 | 0,5 | 0 | 1 |
| 2 | 21.3 | četrt | Bela | 1 | 1 | da | 1 | Lyn | 1 ris | 3 | 0,5 | 0 | 0 |
| sku | | | | 59 | 3 | 17 | | | 252 | 19,5 | 8 | 19 | |

Skupno je v sezoni 2012/2013 44 ekip prostovoljcev bilo na sledi volkovom iz predvidoma 10 tropov (Slavnik, Vremščica, Nanos, Menišija, Javorniki, Gomance, Loški Potok, Rog, Suha Krajina, Poljanska Gora) ter predvidoma volk samotar na Pokljuki, vendar bodo podrobnosti razkrile genetske analize. Sledilo se je vsaj enega do vsaj 6 volkov, največkrat paru.



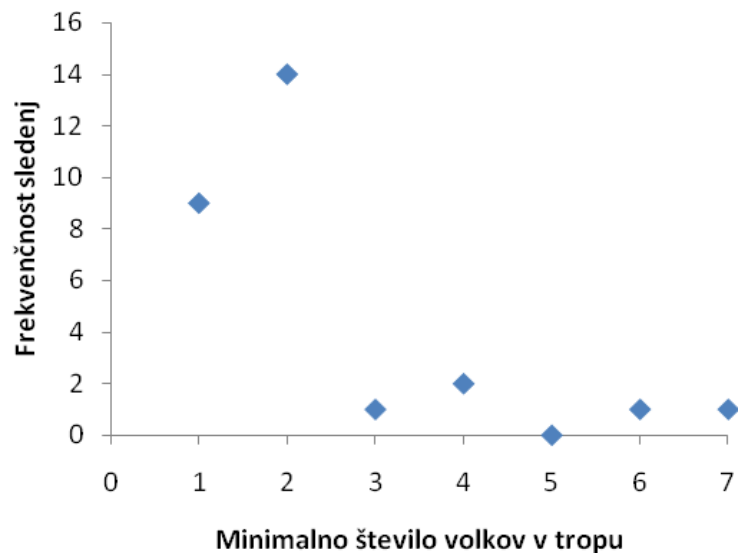
Slika 40: Zbiranje vzorcev urina volka na Pokljuki.

Preglednica 11: Pregled števila volkov po posameznih dnevni sledenjih v tropih,

| Trop | Število sledenj dnevih | uspešnih tropov v | Razpon minimalnega števila volkov v tropu |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| Slavnik | 1 | | 4 |
| Vremščica | 3 | | 2-3 |
| Nanos | 2 | | 1 |
| Menišija | 5 | | 1-2 |
| Javorniki | 7 | | 1-6 |
| Gomance | 1 | | 1 |
| Loški Potok | 3 | | 1-2 |
| Rog | 2 | | 2 |
| Suha Krajina | 2 | | 2 |
| Poljanska Gora | 1 | | 3 |
| Pokljuka | 1 | | 1 |
| Skupno | 28 | | 1-6 |

Preglednica 12: Frekvenčnost pojavljanja minimalnega števila volkov v tropu

| Minimalno število sledenih volkov v tropu | Frekvenca sledenj |
|--|--------------------------|
| 1 | 9 |
| 2 | 14 |
| 3 | 1 |
| 4 | 2 |
| 5 | 0 |
| 6 | 1 |
| neznano | 1 |
| skupno | 28 |



Slika 41: Frekvenčnost sledenj minimalnega števila volkov v tropu (št. 7 označuje neznano število volkov)

6 Analiza zdravstvenega stanja iz narave odvzetih volkov

Od junija 2012 do julija 2013 smo na Veterinarski fakulteti v Ljubljani v okviru projekta SloWolf pregledali trupla desetih (8 samic in 2 samcev) volkov (Preglednica 13). Devet živali je bilo odstreljenih, ena volkulja je podlegla posledicam trka z vozilom. Volkovi so sicer podvrženi več kot 100 različnim boleznim in parazitozam. Ker prepotujejo velike razdalje lahko igrajo pomembno vlogo tako pri širjenju kot ohranjanju nekaterih bolezni v odprti naravi. Pri vseh odstreljenih/ poginjenih volkovi zato opravimo standardni sklop preiskav (patoanatomske, parazitološke in virološke preiskave) ter dodatne preiskave za katere se odločimo glede na ugotovitve osnovnih preiskav. V tem obdobju smo dodatno opravljali še patohistološke in bakteriološke preiskave. Pri živalih smo v splošnem potrdili dobro zdravstveno stanje, upoštevajoč stopnjo infestacije z črevesnimi in pljučnimi zajedavci, ki pri nobeni živali ni predstavljala življenjske ogroženosti. Parazitološka slika volkov je značilna za vrsto s tem, da smo v času projekta pri volkovi prvič v Sloveniji potrdili pljučnega zajedavca vrste *Filaroides osleri*. Pri eni volkulji (ID 13/12) smo ugotovili okužbo kože z gnojnimi bakterijami. Dlaka živali je bila na križnem delu in na stopalih polomljena in razredčena ponekod je tudi manjkala (Slika 42). Koža na teh mestih je bila gnojna, vlažna in polnokrvna ter polna krast in brazgotin. Vzroki gnojnega vnetja kože so številni (poškodbe, zajedavci, ...). Z dodatnimi preiskavami smo kot možen vzrok izključili zajedavske bolezni (garjavost, bolhavost), sepsa, mehanske poškodbe kljub temu dejanskega vzroka ni bilo mogoče ugotoviti. Poginjena volkulja (ID 2/13), je zaradi trka z vozilom utrpela hude poškodbe pljuč, jeter, prsne hrbtenice, vretenc, reber in medenice. Pri pregledu smo potrdili visoko brejost živali. Glede na razvitost plodov je bila žival tik pred porodom (slika 43). Dodatno smo pri tej živali potrdili tudi močno infestacijo z ličinkami *Trichinella* sp. Rezultati virološke preiskave možganskega tkiva vseh živali na prisotnost virusa stekline so negativni.



Preglednica 13: Seznam pregledanih trupel volkov v sezoni 12/13

| ID živali | Datum odvzema | Lokacija | Spol (m/ž) | Ocenjena starost* (leta) | Masa izkožene živali (kg) | Komentarji |
|-----------|---------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------------|--|
| 6/12 | 23.9.12 | LPN Medved | ž | 2 | 32 | |
| 7/12 | 7.10.12 | LD Kočevje | ž | 2 | 22 | / |
| 8/12 | 29.10.12 | LD Slavnik Materija | ž | 1 | 20 | / |
| 9/12 | 30.10.12 | LD Javornik | ž | 3 | 27 | |
| 10/12 | 10.11.12 | LD Kojnik Podgorje | ž | 3 | 28 | |
| 11/12 | 11.11.12 | LD Zemon | m | 3 | 34 | Močno zamaščena žival |
| 12/12 | 7.12.12 | LD Senožeče | m | 3 | 29 | |
| 13/12 | 23.12.12 | LD Suha Krajina | ž | 1 | 25° | Gnojno vnetje kože na področju hrbta (<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>) |
| 1/13 | 27.1.13 | LD Prestranek | ž | 1 | 28 | |
| 2/13 | 10.6.13 | LD Pivka | ž | 1 | 36°° | Povoz, breja žival / |

*Oceno poda ZZGS

°Deloma izkožena žival

°°Neizkožena žival



Slika 42: Bakterijsko vnetje kože v križnem področju in na zadnjih nogah. Koža je bila gnojna in vlažna ter polna krast in brazgotin. Dlaka je polomljena, vidna so obsežna brezdlčna področja.



Slika 43: V maternici povožene volkulje je bilo sedem plodov (štirje ženskega in trije moškega spola). Plodovi so popolnoma razviti in pripravljene na kotitev.



7 Spletni geoportal za prostorsko spremljanje populacije volka

Portal omogoča vnašanje znakov prisotnosti volkov (sleda, plen, fotografije, napadi na domače živali, telemetrične cenilke, mrtvi volkovi). Geoportal omogoča uporabo najširšemu krogu zainteresiranih uporabnikov, a hkrati omejuje dostop do posameznih delov podatkov glede na uporabniški nivo (npr.: neregistriran uporabnik, registriran uporabnik, strokovnjak, skrbnik...) ter tako omogoča varovanje osebnih podatkov in podatkov o volkovi, ki bi jih bilo mogoče zlorabiti. Geodetski inštitut Slovenije je ob izdelavi spletne aplikacije pripravil poročilo s pojasnili o celotni zasnovi podatkovne baze, modulov pregledovanja in urejanja ter pripravil podrobno navodilo za uporabo. Portal je bil testiran na prvi stopnji ožjega kroga uporabnikov – strokovnjakov in je bil dan v javno uporabo. Dostopen je na spletni strani <http://portal.volkovi.si>.