

# Genetika, medvedi in ocene številčnosti

*Predstavitev končnih rezultatov raziskave medvedov v Sloveniji in na Hrvaškem s pomočjo neinvazivnega genetskega vzorčenja*

*Naši medvedi predstavljajo skrajni severozahodni rob dinarsko-pindske populacije medvedov. Konec leta 2007 smo v Sloveniji prvič ocenili njihovo številčnost s pomočjo molekularnogenetskih metod. V naših gozdovih jih je takrat živel okoli 424 (383–458) po zaključenem letnem odvzemu in pred kotitvijo nove generacije mladičev. Takrat so se razprave o številu medvedov pri nas večinoma prenehale, dobili smo izhodiščno točko za monitoring (spremljanje) populacije, hkrati pa je bila to priložnost, da začnemo pozornost bolj namenjati tudi drugim vidikom varstva in upravljanja te vrste. V naravi se vse spreminja – populacija je dinamična, ocena številčnosti v neki točki v času pa kmalu ne kaže več aktualnega stanja, ampak postane »referenčna točka« za spremljanje populacijske dinamike, za potrebe upravljanja pa potrebujemo novo oceno. Po drugi strani za sosednjo Hrvaško, s katero si pravzaprav delimo isto populacijo medvedov, resne ocene velikosti medvedje populacije še nikoli ni bilo narejene in je bilo treba takšno prvo »referenčno točko« šele postaviti.*

V naravi je samo ena stalnica: vse se spreminja. Populacije rastejo, se manjšajo, širijo svoj življenjski prostor ali pa se jim le-ta skrči ... edino, kar se z njimi ne dogaja, je, da bi ostajale iste. Naša populacija medvedov pri tem ni nobena izjema. Sicer o naših medvedih dandanes vemo mnogo več kot kadar koli prej. Poznamo njihovo gibanje, prehrano in prostorske potrebe, vedno več vemo o fiziologiji in obnašanju, poznamo reprodukcijske lastnosti, proučujemo njihove genetske značilnosti in še bi lahko naštevali. Imeli smo tudi dobro oceno številčnosti populacije, ki je ključna za učinkovito upravljanje – leta 2007, a je od takrat preteklo že kar precej vode.

Čeprav se to pogosto omenja kot upravljaljski cilj, je populacije prostoživečih živali, ki se jih upravlja ali izkorišča, zelo

težko ohranjati na isti številčnosti. Teorija je tukaj precej jasna in dobro raziskana – konstanten odvzem bo skoraj vedno rušil ravnovesje – če bo malo premajhen, se bo populacija večala, če bo malo prevelik, se bo manjšala. Skoraj nemogoče je »zadeti« stabilnost. Edini način, da se ohranja številčnost na enaki ravni, je, da se odvzem načrtuje kot delež trenutne številčnosti. V praksi to pomeni, da moramo številčnost poznati in spremljati. Potrebujemo dober monitoring.

## Medvedi, projekti in monitoring

Ocenjevanje številčnosti populacije prostoživečih živali v naravi ni preprosto, četudi tega ne počnemo prvič, terja pa tudi veliko dela in sredstev. Leta 2014 nam je s precej truda uspelo pridobiti sredstva iz evropskega projekta **LIFE DinAlp Bear**. Glavni cilj tega mednarodnega projekta, ki bo trajal še eno leto in ki ga izvajamo skupaj s Hrvaško, Italijo in Avstrijo, je izboljšati sobivanje človeka in medveda, kot eno ključnih nalog za doseganje tega cilja pa smo izpostavili vzpostavitev trajnega, zanesljivega in finančno vzdržnega monitoringa na ravni vseh štirih držav. Projekti LIFE imajo to prednost, da omogočajo preizkušanje in prilagajanje različnih novih pristopov, ki imajo pogosto visoke »zagonske« stroške, po začetni fazi pa jih lahko uporabljamo učinkovito in poceni rutinsko. Zlasti na čezmejni ravni je to izjemnega pomena, saj je sicer zelo težko uskladiti zapletene in drage aktivnosti med več državami. Po drugi strani pa je glede na to, da si delimo

veliko populacij prostoživečih živali s sosednjimi državami, prav čezmejni pristop nujen za učinkovit monitoring in posledično tudi za učinkovito upravljanje.

Projektno območje smo razdelili na dva dela – osrednjo populacijo v Dinaridih v Sloveniji in na Hrvaškem ter robni del v alpskem svetu Slovenije, vzhodne Italije in južne Avstrije. Populacijske gostote in problematika se med območjema precej razlikujejo, zato smo temu primerno načrtovali tudi genetski monitoring. V alpskem delu, kjer je medvedov malo, nas zanima vsak posamezni medved in kaj se z njim dogaja – vzorčenje je temu primerno manj intenzivno in »razvlečeno« skozi celotno trajanje projekta. Nasprotno pa nas v dinarskem delu, kjer živi velika večina medvedov, zanima predvsem velikost celotne populacije, poudarek na posameznih medvedih pa je manj izrazit. Tam je za oceno velikosti populacije potrebno čim krajše in čim intenzivnejše vzorčenje – medvedi se med vzorčenjem ne smejo kotiti, čim manj jih mora prihajati in odhajati z območja in čim več smrtnosti moramo zaznati ter vključiti v statistični model za oceno številčnosti. Izkušnje iz leta 2007 (in pilotskih projektov prej) so pokazale, da je najprimernejše obdobje za

takšno nalogo zadnji del leta – od zgodnje jeseni do prvega večjega sneženja; okvirno od septembra do decembra. Takrat so medvedi najbolj »pri miru«, ukvarjajo se z nabiranjem zaloga tolišče za zimo, bodoči mladiči pa so še zarodki v medvedkah in ne vplivajo na številčnost. V tem času je tudi največja uspešnost genotipizacije neinvazivnih genetskih vzorcev – največ vzorcev bo dalo uporaben rezultat, kar pomeni največji »izplen« glede na vloženi trud in sredstva.

Naloga je bila zastavljena tudi bolj ambiciozno kot leta 2007, saj smo poleg dinarskega dela Slovenije načrtovali intenzivno vzorčenje tudi po celotnem območju medveda na Hrvaškem, skupaj na 1.900.000 hektarjih ali na več kot trikrat tako velikem območju kot leta 2007.

## Kako pravzaprav z genetiko štejemo medvede?

Čeprav je bilo o tem že kar nekaj napisanega, je na mestu, da postopek na hitro opišemo tudi tukaj. Iz zbranih neinvazivnih genetskih vzorcev, večinoma iztrebkov, izoliramo dedni material (DNK) medvedov, ki so iztrebke »pustili« v nara-

V naravi je samo ena stalnica: vse se spreminja. Populacije rastejo, se manjšajo, širijo svoj življenjski prostor ali pa se jim le-ta skrči ... Tisto, kar se z njimi ne dogaja, je, da bi ostajale enake.

Edini način, da se ohranja številčnost na enaki ravni, je, da se odvzem načrtuje kot delež trenutne številčnosti. V praksi to pomeni, da moramo številčnost poznati in spremljati. Potrebujemo dober monitoring (spremljanje).

Veliko vzorčenje leta 2015: v Sloveniji in na Hrvaškem smo na teren razdelili skoraj 18.000 posodic za zbiranje vzorcev. Celotno območje vzorčenja smo »preplavili« z materialom – če je vaše lovišče v območju medveda, ste naše »paketke« skoraj gotovo videli, če že niste imeli svojega.



Foto: Marjan Artnak

*Pred ocenjevanjem številčnosti je treba vedeti, kaj neka ocena sploh pomeni. Torej, koliko je pravzaprav medvedov pri nas? Odvisno, kdaj vprašate. Ko spomladi prileze iz brlogov nova generacija mladičev, je medvedov precej več kot pozimi pred kotitvijo, ko je končan odvzem tistega leta.*



Foto: Štefan Vesel

*Vse kemikalije, škatle in posodice za zbiranje vzorcev bi bile popolnoma nekoristne brez dobre volje in pripravljenosti za sodelovanje ljudi na terenu. Tako so pred začetkom poletja 2015 v Sloveniji in na Hrvaškem sledila srečanja z lovci in gozdarji, predstavitve poteka študije in prošnje za sodelovanje.*

vi. Z laboratorijskimi analizami določimo genotip – nekakšen genetski prstni odtis, ki je za vsak osebek unikaten in preko katerega lahko medveda vedno prepoznamo tako v nadaljnjih neinvazivnih vzorcih kot tudi v vzorcu tkiva, ko medved pogine. Ko prvič genotipiziramo medvedov vzorec, lahko rečemo, da je ta medved označen, vsem naslednjim vzorcem pa lahko pravimo »ponovni ulov«. Medvedu na tak način sledimo skozi prostor in čas.

Prvi rezultat, ki ga dobimo, je minimalno število medvedov – število različnih genotipov, torej različnih medvedov, ki smo jih opazili. To je spodnja absolutna meja – manj medvedov gotovo ni. Po drugi strani pa ne moremo nikoli trditi, da smo dobili vzorec od prav vsakega medveda – in tu pride na vrsto matematično modeliranje označevanja in ponovnega ulova. V vzorčenju medvede večkrat »ujamemo« – npr. enega medveda tridesetkrat, deset medvedov dvajsetkrat, sto medvedov petkrat, tristo medvedov trikrat in tako naprej. Iz tega lahko z matematičnim modeliranjem ocenimo, koliko bi ostalo medvedov, od katerih nismo dobili nobenega vzorca. Ko to prištejemo medvedom, ki smo jih dejansko opazili (dobili njihov vzorec in genotip), dobimo oceno velikosti celotne populacije.

## Veliko vzorčenje leta 2015

Ko so vzorci enkrat nabrani in je vzorčenja konec, je zgodba zapečaten. Če je vzorcev dovolj in so prostorsko ter časovno dobro razporejeni, sta za uspeh potrebna »samo« še dobro in natančno delo v



Foto: Štefan Vesel

*Iz zbranih neinvazivnih genetskih vzorcev, večinoma iztrebkov, izoliramo dedni material (DNK) medvedov, ki so iztrebke »pustili« v naravi. Z laboratorijskimi analizami določimo genotip – nekakšen genetski prstni odtis, ki je za vsak osebek unikaten in preko katerega lahko medveda vedno prepoznamo, tako v nadaljnjih neinvazivnih vzorcih kot tudi v vzorcu tkiva, ko medved pogine.*



Foto: Štefan Vesel

*Ko prvič genotipiziramo vzorec medveda, lahko rečemo, da je ta medved označen, vsem naslednjim vzorcem pa lahko pravimo »ponovni ulov«. Medvedu na tak način sledimo skozi prostor in čas.*

laboratoriju ter dobra analiza dobljenih podatkov. Če pa se je v tej točki ali pred njo kaj zalomilo, nobena laboratorijska ali računalniška »magija« ne more pričarati zanesljivega rezultata in ves trud je bil zaman. Popravnih izpitov ni.

Zato smo se študije lotili skrbno in premišljeno. Priprave na vzorčenje so se začele že v začetku leta 2015 z iskanjem logističnih rešitev za organizacijo vzorčenja in dostavo vzorcev v laboratorij, razvojem spletnega portala za komunikacijo rezultatov, testiranjem in pripravo novih materialov za shranjevanje in zbiranje vzorcev. Kakšne posodice uporabiti, da se ljudem ne bodo polivale? Kako narediti škatle, da bodo lične in uporabne? Kako pripraviti etikete? Kateri fiksativ izbrati, da bo mogoče varno pošiljati vzorce po pošti? Tisoč podrobnosti, vsaka od njih ključnega pomena.

Sledila je nabava ogromnih količin kemikalij, škatel, posodic ... Naš laboratorij je pokal po šivih od vsega materiala, ki se je konec tiste pomladi kopičil v njem in je bolj kot na laboratorij spominjal na sicer kar dobro organizirano skladišče. In potem je bilo veliko dela pridnih rok naših študentov, ki so material za vzorčenje organizirali, zapakirali in pripravili za uporabo.

Seveda bi bil ves material popolnoma nekoristen brez dobre volje in pripravljenosti za sodelovanje ljudi na terenu. Tako so pred začetkom poletja v obeh državah sledila srečanja z lovci in gozdarji, predstavitve poteka študije in prošnje za sodelovanje. V Sloveniji so bili ključni partnerji v raziskavi **Lovska zveza Slovenije** in **Zavod za gozdove Slovenije** ter njihovi člani oziroma zaposleni. Brez te kritične terenske podpore bi bila naloga

V treh mesecih vzorčenja jeseni 2015 smo uspeli zbrati 4.687 vzorcev medvedjih iztrebkov. Cilj, ki smo si ga pred začetkom vzorčenja zadali, je bil 3.000 vzorcev – presegli smo ga za 56 %. Vzorce nam je po različnih poteh poslalo 962 sodelujočih, ocenjujemo pa, da je v celotnem vzorčenju sodelovalo več kot 2.500 ljudi.

Vzorčenje je bilo veliko bolj intenzivno v Sloveniji kot na Hrvaškem, saj so v Sloveniji sodelujoči nabrali 2.472 vzorcev, na Hrvaškem pa na znatno večjem območju 2.205. Posledično smo v Sloveniji »ujeli« več medvedov – ne zato, ker bi bilo v Sloveniji dejansko več medvedov, ampak zato, ker je ob tako intenzivnem vzorčenju v Sloveniji ostalo manj medvedov, od katerih nismo nikoli dobili vzorca, kot na Hrvaškem.

popolnoma neizvedljiva. Vzporedno so potekale aktivnosti tudi na Hrvaškem, kjer so hrvaški partnerji v projektu poskušali na vse načine aktivirati lovske in gozdarske organizacije v njihovi državi, kar je bil zaradi drugačne organiziranosti lovstva kot v Sloveniji izjemno velik zalogaj. V tistem obdobju smo na teren razdelili tudi škatle s posodicami in navodili. V obeh državah smo razdelili skoraj 18.000 posodic za zbiranje vzorcev. Razmišljanje ob tem je bilo preprosto – posodice so razmeroma poceni, vsak vzorec neprecenljiv in največja škoda bi bila, če bi nekdo želel pobrati vzorec, pa ga ne bi imel s čim. Tako smo celotno območje vzorčenja »preplavili« z materialom – če je vaše lovišče v območju medveda, ste

laboratorij in tako risali pike na zemljevid ter bili iz dneva v dan bolj mirni glede poteka vzorčenja. Z izjemo posameznih območij na Hrvaškem je vzorčenje potekalo kot po maslu. Problematična območja so bila kmalu prepoznana, hrvaški kolegi pa so na terenu sproti reševali težave in organizirali dodatno vzorčenje, kjer je bilo potrebno. V Sloveniji ni bilo po tem nobene potrebe – vsi vpleteni so akcijo vzeli izjemno resno in temu primeren je bil tudi rezultat, na katerega smo lahko vsi resnično ponosni.

## Vzorčenje v številkah

V treh mesecih vzorčenja jeseni 2015 smo uspeli zbrati 4.687 vzorcev med-

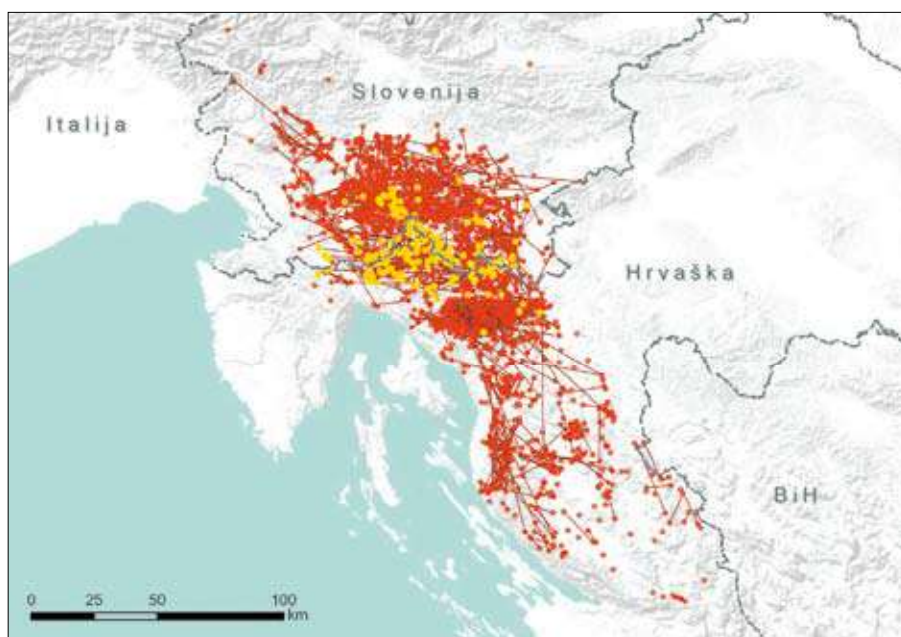
neposrednih terenskih podatkov o medvedih. Vse to je bilo treba »le« še analizirati – izziv, kot ga v našem laboratoriju še nismo imeli.

## Obljube in zamude

Novo metode se v molekularni genetiki razvijajo z vrtoglavo hitrostjo – nobena druga veja znanosti še zdaleč ne pride blizu. Pred začetkom vzorčenja smo se odločili, da bomo študijo izpeljali po novi metodi genotipiziranja s sekvenciranjem (določanjem nukleotidnega zaporedja DNK), ki so jo takrat še vedno razvijali v enem vodilnih laboratorijev za varstveno genetiko v Grenoblu v Franciji, s katerim tesno sodelujemo. Metoda omogoča znatno hitrejšo in cenejšo analizo genetskih vzorcev, tako da smo bili na začetku vzorčenja prepričani, da bomo lahko analize končali znatno prej, kot smo predvidevali v projektni prijavi, približno v roku enega leta. Čeprav se je metoda kasneje res izkazala kot izjemno hitra in učinkovita, se je njeno vpeljevanje v praktično uporabo izkazalo za vse prej kot preprosto. Tisto prvo leto je prišlo in šlo, v laboratoriju pa nam stvari še vedno niso uspemale tako, kot bi bilo treba, in smo postajali zaskrbljeni.

Na koncu se je splačalo. Ko so stvari stekle, so zares stekle – namesto prejšnjih 23 smo na dan lahko naredili ekstrakcijo DNK iz 95 vzorcev; štirikrat več. Namesto 30–40 vzorcev, ki smo jih prej z veliko truda genotipizirali na dan, jih lahko zdaj v istem času 300–400, pa smo izrabili šele del potenciala novih metod. Rezultati so boljši in zanesljivejši, podatke analiziramo na ravni zaporedja DNK in so popolnoma primerljivi med različnimi laboratoriji, kar je bila prej velika težava. Posledično je vse postalo hitrejšo in cenejše, devet mesecev kasneje smo nalogo končali, analizirali pa smo lahko znatno več vzorcev, kot smo načrtovali. Za rep smo ujeli tudi v projektu določen rok in pravočasno izpolnili projektne obveznosti. Po drugi strani pa smo med vzorčenjem rezultate napovedovali prej, tako da je bilo kar nekaj hude krvi, slišali smo tudi obtožbe, da rezultatov iz kdove kakšnih razlogov nočemo dati v javnost. Za te nesporazume se iskreno opravičujemo, gotovo bomo v prihodnje previdnejši z napovedmi. Po drugi strani smo z vpeljavo novih metod postavili trden temelj za cenejši in hitrejši monitoring medveda v prihodnje, kar je bil eden glavnih ciljev, odprli pa smo tudi vrata za podobne raziskave pri drugih vrstah divjadi.

Druga pomembna obljuba, ki je še nismo izpolnili, je bilo posredovanje podatkov za »njihove« medvede ljudem, ki so nam pomagali zbirati vzorce. Le-ti bi morali biti dostopni preko spleta in našega portala za monitoring medveda, kjer pa smo na



Pripravi: Tomož Skrbinašek

**Slika 1: Uspešno genotipizirani vzorci medvedov, uporabljeni za oceno številčnosti leta 2015. Pike so vzorci, črte povezujejo vzorce istih osebkov. Rumene pike so vzorci osebkov, ki smo jih »ujeli« na obeh straneh slovensko-hrvaške meje.**

naše »pakete« skoraj gotovo videli, če že niste imeli svojega.

In septembra 2015 je šlo zares. Tako mi kot hrvaški partnerji smo vse napore vložili v izvedbo vzorčenja. Trudili smo se biti čim bolj dosegljivji, ažurni, in, kolikor je bilo mogoče v tako veliki akciji, sproti spremljati dogajanje na terenu. V podatkovno bazo smo sproti vnašali podatke vzorcev, ki smo jih dobili v naš

vedjih iztrebkov. Cilj, ki smo si ga zadali pred začetkom vzorčenja, je bil 3.000 – presegli smo ga za 56 %. Vzorce je po različnih poteh poslalo 962 sodelujočih, ocenjujemo pa, da je v celotnem vzorčenju sodelovalo več kot 2.500 ljudi. Vsi sodelujoči seveda niso uspeli najti medvedjih iztrebkov, zlasti na območjih, kjer je medvedov manj. Njihov trud in čas, vložena v terensko delo, pa sta za nas enako pomembna in cenjena. Med vzorčenjem neinvazivnih genetskih vzorcev smo rutinsko zbirali tudi tkivne vzorce medvedov, ki so bili v tistem letu odvzeti iz narave. V času vzorčenja je bila v obeh državah zabeležena smrtnost 142 medvedov, vzorce teh osebkov pa smo prav tako vključili v analize. Tako smo celotno območje intenzivnega vzorčenja od obronkov Alp v Sloveniji, vzdolž severozahodnih Dinaridov in vse do Dalmacije na Hrvaškem pokrili z gosto preprogo

Rast številčnosti medveda daje optimistično sliko o stanju naše narave. Nobenih poročil ni o sestradanih medvedih, ki umirajo od lakote, in vse kaže, da biološka nosilna kapaciteta za to vrsto še ni presežena. Verjamemo, da se lahko malo evropskih držav pohvali z naravo, v kateri bi medvedi lahko lepo živeli v takšnih populacijskih gostotah.

Ocenili smo, da je konec leta 2015 v Sloveniji in na Hrvaškem živelo 1.392 (1.247–1583) medvedov, samo v Sloveniji 599 (545–655), na Hrvaškem pa 793 (702–928). V oklepajih je naveden 95 % interval zaupanja. To so najmanjše letne številčnosti – če prištejemo zaznano smrtnost v letu 2015, dobimo iz tega največje letne številčnosti: 1.648 (1.503–1.839) za celotno območje, 711 (657–757) za Slovenijo in 937 (846–1072) za Hrvaško. Spolno razmerje je ostalo podobno, kot smo ga opazili že leta 2007 – okrog 60 % samic in okrog 40 % samcev. Za Hrvaško je to prva zanesljiva ocena velikosti populacije, tako da o dinamiki težko govorimo, v Sloveniji pa imamo medvedov več – od leta 2007 do 2015 se je populacija povečala za dobrih 41 %.

žalost imeli precejšnje težave z izvajalcem in razvojem spletnih orodij. Vse skupaj je še bolj zapletla nova zakonodaja o varstvu

**Preglednica: Rezultati študije v številkah. Najmanjša številčnost je na koncu odvzema, pred kotitvijo novih mladičev. Največjo številčnost dobimo tako, da najmanjši številčnosti prištejemo vso zabeleženo smrtnost tistega leta (M – moški spol, Ž – ženski spol).**

Vzorci in zaznane živali	Celotno območje	Slovenija	Hrvaška
Uspešno genotipizirani vzorci	3.263	1.962	1.539
»Ujete« živali*	<b>1.136</b>	<b>614</b>	<b>582</b>
Samice	669	366	339
Samci	467	248	243
<b>Smrtnost</b>	<b>Celotno območje</b>	<b>Slovenija</b>	<b>Hrvaška</b>
Skupna zaznana smrtnost v času vzorčenja	142	65	77
Samice	63	27	36
Samci	79	38	41
Vsa zaznana smrtnost v letu 2015	256	112 (67 M, 45 Ž)	144 (92 M, 50 Ž, 2 spol neznan)
<b>Ocene številčnosti</b>	<b>Celotno območje</b>	<b>Slovenija</b>	<b>Hrvaška</b>
Najmanjša številčnost 2015	1.392 (1.247–1583)	599 (545–655)	793 (702–928)
Največja številčnost 2015	1.648 (1.503–1839)	711 (657–767)	937 (846–1072)

\*Živali, ki so prečkale mejo, so šteli v obeh državah, zato se nekatere številke ne seštejejo.

osebnih podatkov, zaradi katere sodelujočim, ki so nam dali svoje e-naslove, ne moremo poslati osebnih e-sporočil s podatki, kot smo nameravali. Težavo še rešujemo, najverjetneje pa bomo morali navodila za dostop do podatkov poslati na lovske družine.

## Laboratorij, laboratorij ...

Ko smo se ob koncu vzorčenja znašli pred tremi velikimi zamrzovalniki, napolnjenimi s tisoči vzorcev, ki jih je bilo treba analizirati, nismo bili čisto prepričani, ali naj bomo veseli ali prestrašeni. Vzorcev je bilo znatno več, kot smo načrtovali – tako po načrtovanem delu kot finančno. Denarja in časa smo imeli za analizo 3.000 vzorcev, mi pa smo imeli še več kot pol toliko zraven. Če smo bili še pred tem nekoliko v dvomih glede prehoda na nove metode, je tolikšen uspeh vzorčenja dokončno zapečatil odločitev – s »starimi« metodami bi preprosto preveč vzorcev ostalo nepregledanih.

Tudi ko smo se prebili skozi omenjene

začetne metodološke zaplete, je bilo dela še vedno ogromno. Tisoči vzorcev so pač tisoči vzorcev, kakorkoli obrneš. Najprej smo vzorce razvrstili glede na njihovo na terenu ocenjeno starost, ki dobro kaže verjetnost, ali bomo iz vzorca dobili podatke ali ne. Vzorcem, ki so bili bolj sveži, smo dali prednost, da bi imeli na koncu čim večji izplen. Ob tem smo upoštevali tudi prostorsko in časovno razporeditev – prednost so dobili »osamljeni« vzorci, nabrani v območju ali v časovnem obdobju, v katerem je bilo najdenih manj vzorcev. Napredek v metodah nam je omogočil, da smo namesto načrtovanih 3.000 vzorcev na koncu analizirali 4.370 vzorcev oziroma 47 % več, kot smo načrtovali. Preostalih 317 vzorcev, za katere nam je zmanjkalo sredstev, je bilo večinoma starejših in z območij, kjer je bilo vzorčenje zelo intenzivno in je bilo dovolj že drugih vzorcev. Podatke smo imeli, zdaj jih je bilo treba razumeti.

## Od genetskih prstnih odtisov do števil

Ko smo v laboratoriju končali z delom, je bil pred nami še en obsežen in zahteven, po drugi strani pa tudi najbolj zanimiv in vznemirljiv korak: koščki sestavljanke so se končno začeli sestavljati v veliko sliko. Za vsak vzorec imamo zabeležen datum, lokacijo in še nekatere druge podatke, s katerimi smo dobili pike na zemljevidu. Ko smo preko »genetskih prstnih odtisov« prepoznali vzorce istih živali, so pike na zemljevidu dobile imena in se med seboj povezale v zgodbe posameznih medvedov (**slika 1**).

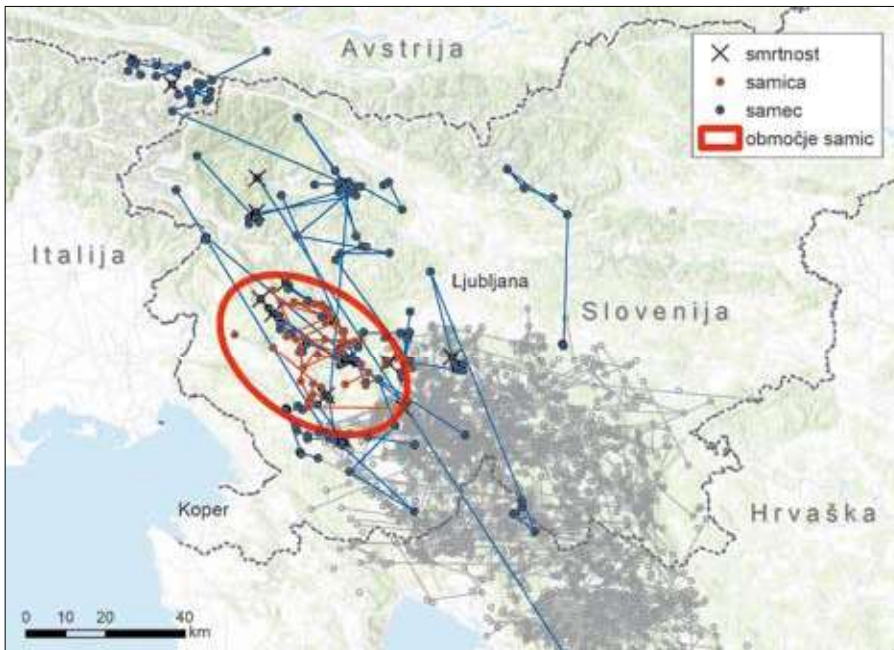
Tako smo v genetskih vzorcih prepoznali 1.136 različnih medvedov – 614 v Sloveniji in 582 na Hrvaškem. Številka ni mogoče sešteti, ker smo 60 živali »ujeli« na obeh straneh meje: S pomočjo analize gibanja medvedov in končnih ocen številčnosti pa ocenjujemo, da je bilo takih »čezmejnih« živali še vsaj dvakrat več. Medvedov naše meje ne zanimajo preveč in ne potrebujejo potnega lista, da jih prečkajo, tako da si državi delita kar lep del populacije. Vzorečenje je bilo znatno intenzivnejše v Sloveniji kot na Hrvaškem, saj je bilo v Sloveniji nabranih 2.472 vzorcev, na Hrvaškem pa na znatno večjem območju 2.205. Posledično smo v Sloveniji »ujeli« več medvedov – ne zato, ker bi bilo v Sloveniji dejansko več medvedov, ampak zato, ker je ob tako intenzivnem vzorčenju v Sloveniji ostalo manj medvedov, od katerih nismo nikoli dobili vzorca, kot na Hrvaškem.

Pred ocenjevanjem številčnosti je treba vedeti, kaj neka ocena sploh pomeni. Torej, koliko je pravzaprav medvedov pri nas? Odvisno, kdaj vprašate. Ko spomladi prileze iz brlogov nova generacija mladi-



Foto: Arhiv skupine za ekologijo živali

Delovni dan v laboratoriju



Pripravi: Tomaz Skrbinšek

**Slika 2:** Uspešno genotipizirani vzorci medvedov zahodno od avtoceste Ljubljana–Koper v letih 2015–2017. Črte povezujejo vzorce istih osebkov. Samice se zaenkrat zadržujejo v predalpskem svetu. Preostali zbrani vzorci so označeni sivo.

čev, je medvedov precej več kot pozimi pred kotivijo, ko je končan odvoz tistega leta. Slednje neposredno ocenjujemo z genetskim vzorčenjem – najmanjšo letno številčnost, po odvzemu, pred naslednjo generacijo mladičev. Ta številka je za ocenjevanje najbolj hvaležna, ker je najmanj obremenjena s predpostavkami. Če ji prištejemo še smrtnost tistega leta, dobimo

oceno največje letne številčnosti – le-ta sicer ne upošteva nezaznane smrtnosti, ki pa je, kar zadeva medveda v Sloveniji, najverjetneje majhna. Pri interpretaciji ocen moramo zelo paziti, da vemo, katere vrednosti primerjamo med sabo, da ne naredimo pregovornega »primerjanja hrušk in jabolk«.

Tako smo ocenili, da je konec leta 2015 v Sloveniji in na Hrvaškem živelo 1.392 (1.247–1583) medvedov, samo v Sloveniji 599 (545–655), na Hrvaškem pa 793 (702–928). V oklepajih je naveden 95 % interval zaupanja. To so najmanjše letne številčnosti – če prištejemo zaznano smrt-



Foto: Arhiv skupine za ekologijo živali

**Dnevna »bera« vzorcev, ki jih je zjutraj poštar dostavil v laboratorij. Ko je bilo vzorčenje na višku, smo v Ljubljani dobivali dnevno v laboratorij po več kot sto kuvert z vzorci. Še enkrat toliko vzorcev je dnevno prihajalo tudi k hrvaškim kolegom v Zagreb.**



Foto: Arhiv skupine za ekologijo živali

**Čisto vsak vzorec smo »prebrskali« in pripravili za ekstrakcijo DNK.**

nost v letu 2015, dobimo iz tega največje letne številčnosti: 1.648 (1.503–1.839) za celotno območje, 711 (657–757) za Slovenijo in 937 (846–1072) za Hrvaško. Spolno razmerje je ostalo podobno, kot smo ga opazili že leta 2007 – okrog 60 % samic in okrog 40 % samcev. Za Hrvaško je to prva zanesljiva ocena velikosti populacije, tako da o dinamiki težko govorimo, v Sloveniji pa imamo medvedov več – od leta 2007 do 2015 se je populacija povečala za dobrih 41 %.

## Številke, pa drugačne številke ...

V medijih so v zadnjem času nekaj zmede povzročila poročanja različnih števil za trenutno velikost populacije medvedov, ki so bila še dodatno začinjena z napačnimi interpretacijami prej omenjenih »hrušk in jabolk«. V okviru projekta s pomočjo matematičnih modelov poskušamo tudi napovedovati številčnost medvedov med genetskimi vzorčenji. Težava je nastala, ker je nasprotno s tradicijo poročanja o številčnosti medvedov v zadnjem dobrem desetletju, ko se je sporočalo zimsko (najnižjo) številčnost (vedno z razlago), tokrat v javnost prišla pomladanska (najvišja) številčnost, ki se jo je potem precej ležerno primerjalo z najnižjo številčnostjo v letih 2007 in 2015, s precej alarmantnimi rezultati. V same številke se ne bomo poglobljali, ker to ni namen tega članka, se je pa od leta 2015 do 2018 populacija medvedov najverjetneje res nekoliko povečala, ampak spet po drugi strani manj, kot so bile nekatere medijske interpretacije. Modelske ocene ne temeljijo na neposrednih podatkih, ampak so izpeljane iz genetskih ocen s pomočjo matematičnih modelov rodnosti in smrtnosti. So odlično upravljavsko orodje, ki omogoča hitro, sproti in poceni predstavo o populacijskih trendih, so pa manj zanesljive kot neposredne ocene iz terenskih podatkov. Negotovost pa se poveča, ko se oddaljujemo od umeritvene točke (v tem primeru genetskega vzorčenja). Podobno kot vremenska napoved – za tri dni vnaprej bo po navadi kar držala, za tri tedne vnaprej pa težko rečemo kaj drugega kot to, da vreme bo.

## Na zahodu nič novega ... ali pač?

Pomembna meja za našo medvedjo populacijo, ki smo jo opazili že v študiji leta 2007, je avtocesta Ljubljana–Koper: vzhodno medvedov kot toče, zahodno pa v primerjavi komaj kaj, pa še to večinoma samci (**slika 2**). Leta 2007 smo tam spoznali 17 medvedov, od tega 12 (70 %) samcev.

Širjenje medvedov proti Alpam je za-



Foto: Arhiv skupine za ekologijo živali

Vsak vzorec je dobil črtno kodo, s katero smo mu sledili skozi celotno analizo.

nimiv proces, ki ga moramo čim bolj spremljati in razumeti, kar je tudi eden od pomembnih ciljev projekta. Med letoma 2007 in 2015 se je število medvedov zahodno od avtoceste več kot podvojilo. Vsaj tako pomembna sprememba je tudi v spolni strukturi, ki se je premaknila v smeri večjega deleža samic, saj se je poleg povečanja številčnosti in velikosti območja, na katerem sedaj živijo tudi samice, za dobrih 10 % v prid samic spremenilo tudi spolno razmerje. Spolno razmerje je sicer še vedno obratno kot na vzhodu, spremembe pa kljub temu so – počasi tudi ta del populacije postaja vitalen. No, ampak ne smemo izgubiti perspektive, v primerjavi z vzhodom je medvedov zahodno od avtoceste še vedno komaj kaj.

Ključne spremembe ostajajo omejene na predalpski svet, Alpe same še vedno ostajajo »območje samcev«. Zanimivost pri »alpskih« samcih je, da tri med njimi na omenjenem območju z genetiko spremljamo že od leta 2007, enega pa celo že vse od leta 2005. Kot kaže, lahko tudi v Alpah medvedi sobivajo z ljudmi

Napredne laboratorijske metode, ki smo jih uporabili, smo prvi v svetu uporabili v veliki študiji populacije prostoživečih živali, ni pa dvoma, da bodo v naslednjem desetletju te metode postale ključne tudi na globalni ravni.

Pomembno dejstvo, ki ga je študija ponovno izpostavila, je ogromen pomen dobro organiziranega lovstva za družbo. Skupaj z gozdarji in nekaterimi drugimi prostovoljci so lovci v tej raziskavi opravili ogromno delo, ki ga ni mogoče plačati; tako so še enkrat dokazali svojo ključno vlogo pri varstvu naše narave.

brez večjih konfliktnih situacij, lahko pa en sam problematičen medved zakuha celo godljo.

**Preglednica: V zadnjih osmih letih se je populacija medveda razširila in številčno povečala tudi zahodno od avtoceste Ljubljana–Koper**

Parameter	2007	2015
Ocena številčnosti	21 (19–23)	48 (41–57)
Spolno razmerje samci / samice	70 % / 30 %	60 % / 40 %
Ujetih samcev	12	24
Ujetih samic	5	16
Skupaj različnih osebkov	17	40

## Zaključek

Na raziskavo, ki jo predstavljamo, smo lahko resnično ponosni: prav vsi, od tistih, ki smo se z njo intenzivno ukvarjali več let, do tistih, ki ste nam pomagali pri zbiranju vzorcev. Spremljanje velike populacije medvedov na tej ravni je v Evropi, razen pri nas, zaenkrat samo še v Skandinaviji. Če se že moramo s kom primerjati, potem nismo v slabi družbi. Napredne laboratorijske metode, ki smo jih uporabili, smo prvi v svetu uporabili v veliki študiji populacije prostoživečih živali, ni pa dvoma, da bodo v naslednjem desetletju te metode postale ključne tudi na globalni ravni.

Pri nas se je populacija medvedov res povečala in večkrat je bilo slišati, da je to posledica slabega upravljanja. Pa je res tako? Škode zaradi medveda ostajajo na enaki ravni, kot so bile pred desetletjem ali se celo manjšajo. Če kot merilo vzamemo klice za posredovanje intervencijske skupine za rjavega medveda, enako velja tudi za druge konflikte z medvedom. Težave z medvedom je mogoče vedno reševati na dva načina – bodisi z manjšanjem populacije bodisi z večanjem toleranče (sprejemanja). Kaže, da nam uspeva

slednje, kar si kot družba lahko štejemo kot dosežek.

Po drugi strani pa rast številčnosti medveda daje optimistično sliko o stanju naše narave. Nobenih poročil ni o sestradanih medvedih, ki umirajo od lakote, in vse kaže, da biološka nosilna kapaciteta za to vrsto še ni presežena. Verjamemo, da se malo evropskih držav lahko pohvali z naravo, v kateri bi medvedi lahko lepo živeli v takšnih populacijskih gostotah.

Treba pa je priznati, da je pri nas medvedov nedvomno dovolj, sploh v dinarskem svetu vzhodno od avtoceste Ljubljana–Koper. Ankete so že leta 2015 kazale, da si ljudje na tamkajšnjem območju ne želijo še več medvedov, prej nasprotno. Gotovo bo na območjih, kjer so populacijske gostote medvedov največje, intenzivnejše poseganje v populacijo čisto na mestu, čeprav ravno ne potrebujemo kakšnih pogromov medvedov.

Molekularna genetika je tudi pri nas našla svoje mesto v spremljanju stanja populacij živali v naravi. Novi pristopi in tehnologije imajo pogosto podobne »življenjske cikle«. Najprej si nekdo izmisli nekaj popolnoma novega, kar je na meji znanstvene fantastike. Potem nekdo drug to navdušeno pogradi in začne uporabljati na težavah, s katerimi se srečujemo v vsakodnevem življenju. Če se novost uveljavi, je nekaj časa nova in radikalna, potem popularna, potem pa počasi zbledi v ozadje kot običajen del našega vsakdana, kot nekaj, kar se pač že »od nekdanj« počne in o čemer ni smiselno izgubljanje besed. Ta cikel lepo ilustrirajo računalniki in mobilni telefoni, zdaj pa se pravzaprav enako dogaja z molekularno genetiko. Ko smo pred več kot desetletjem začeli uvajati molekularnogenetske metode v upravljanje s prostoživečimi živalmi, je bilo to nekaj radikalno novega. Skozi številne študije smo večkrat pokazali njihovo uporabnost, do točke, ko za nekatere težave genetika pač postaja »rutinsko« orodje, tisto prvo kladivo, ki ga vzameš, ko moraš zabiti kak posebno problematičen žebelj. Svet gre naprej ... in prav je tako.

Pomembno dejstvo, ki ga je ta študija ponovno izpostavila, je ogromen pomen dobro organiziranega lovstva za družbo. Skupaj z gozdarji in nekaterimi drugimi prostovoljci so lovci v tej raziskavi opravili ogromno delo, ki ga ni mogoče plačati, in tako so še enkrat dokazali svojo ključno vlogo pri varstvu naše narave. Upamo, da bo čez nekaj let, ko bo prihodnost lovstva v Sloveniji spet na udaru interesov kapitala in lastnikov zemljišč, tudi ta študija prispevala svojo drobitnico k ohranitvi te izjemne dediščine.

**Tomaž Skrbinšek, Maja Jelenčič, Roman Luštrik, Marjeta Konec, Barbara Boljte, Rok Černe, Matej Bartol, Đuro Huber, Juraj Huber, Slaven Reljić, Ivan Kos**