

**Naslov: REKONSTRUKCIJA DINAMIKE ŠTEVILČNOSTI RJAVEGA  
MEDVEDA V SLOVENIJI ZA OBDOBJE 1998 DO 2024**

**Izvelek:** Poznavanje populacijska dinamike oz. spreminjanje številčnosti populacije v času je eden ključnih parametrov pri upravljanju in raziskavah prostoživečih živalskih vrst. Ažuren podatek o številčnosti je še zlasti dragocen pri ohranitvenem upravljanju populacij zavarovanih vrst, ki so v močni interakciji s človekom, kot je to primer rjavega medveda v Sloveniji. V pričujoči ekspertizo smo ocenili dinamiko številčnosti medveda v Sloveniji v obdobju 1998-2024. V ta namen smo: (i) preskusili in uporabili več metod, ki temeljijo na različnih predpostavkah (npr. demografsko zaprta/odprta populacija; delež samic in rodnost se spreminjata/sta konstantni) in vhodnih podatkih, npr. podatkih monitoringa smrtnosti medveda, podatkih monitoringa medveda na stalnih števni mestih in rezultatih censov medveda z ne-invazivno genetiko, (ii.) opredelili ključne predpostavke uporabljenih metod in njihovo stvarnost, (iii.) določili vplive kršenja predpostavk na rezultate, (iv.) na osnovi vseh informacij pripravili najbolj zanesljivo končno oceno številčnosti z intervali zaupanja (v.) izdelali smo tudi scenarije odvzema v letu 2024 za različne številčnosti populacije medveda (za vrednosti znotraj intervalne ocene številčnosti).

Glavni rezultati so: (i.) Po končni sintezni oceni modelov, ki so se izkazali kot dovolj stvarni, je letošnja (leto 2024) pomladanska številčnost medveda znašala od 810 do 1.310 ( $\pm$  95 % CI) in srednja ocena 990 osebkov. Vendar na osnovi primerjav in sintez rezultatov vseh analiz in podatkov sklepamo, da je zgornja meja ocene precenjena oz. ocenjujemo, da dejanska številčnost najbolj verjetno znaša nekako od 850 do 1.000 osebkov. (ii.) Po najbolj konservativnem scenariju, po katerem se dejanska številčnost medveda ujema s spodnjo mejo intervalne ocene številčnosti (t.j. 810 osebkov), znaša priporočen odvzem medveda za dosego ciljne številčnosti 800 osebkov (leta 2025)  $\approx$  135 osebkov ter ta vrednost narašča do priporočenega odvzema 235 osebkov pri scenarijih, ki predpostavljajo višje od še verjetnih ocen številčnosti. (iii.) V zaključkih poročila opredelimo/izpostavimo prihodnje ključne analize/raziskave za kakovostno ohranitveno upravljanje medveda v Sloveniji (ter vsebinsko in pravno dobro podprto izvajanje odvzema), ki jih je smotrno izvesti, ko bodo izvedeni rezultati aktualnega cenusa medveda na osnovi neinvazivne genetike.

**Ključne besede:** rjavi medved, Slovenija, številčnost, odvzem, odstrel, monitoring medveda na stalnih števni mestih, monitoring smrtnosti, modeliranje dinamike številčnosti.

**Avtor:** prof. dr. Klemen Jerina, redni profesor za področje »Ekologija in upravljanje s populacijami prostoživečih živali«.

**Priporočeno citiranje:** Jerina, K. 2024. Rekonstrukcija dinamike številčnosti rjavega medveda v Sloveniji za obdobje 1998-2024. Ekspertiza, februar 2024. Ljubljana, Slovenija. 28. str.

## 1. UVOD IN NAMEN

Za visoko gibljive živalske vrste, kot je rjavi medved, v Evropi ni prave divjine. Največji vsakodnevni premiki posameznih medvedov, njihova območja aktivnosti, zlasti pa premiki med mladostno disperzijo in celotna populacijska območja, so namreč tako veliki, da zlahka presegajo največja strnjena območja narave brez človeka tudi na transnacionalnih ravneh. Zato so takšni ali drugačni stiki/interakcije med medvedom in človekom neizbežni ter je ohranjanje populacij medveda možno le ob deljeni rabi prostora s človekom, kar pa temelji na toleranci. Dobro ohranjena populacija medveda je vrednota - deljena raba prostora z medvedi prinaša številne nematerialne in materialne dobrine, vendar tudi težave, konflikte in upravljavske izzive. Konflikti v veliki meri krojijo toleranco ljudi do medveda. Zato je raven konfliktov z medvedi in uspešnost njihovega reševanja ključni dejavnik prihodnjega stanja in preživetje populacij rjavega medveda v Sloveniji in drugih državah EU in tudi v več drugih delih sveta.

Zaradi vsejede prehrane, habitatne in vedenjske plastičnosti, izjemnega prostorskega »prehranskega spomina«, dobro razvitih čutil, specifičnih socialnih lastnosti in telesne moči je paleta interakcij med medvedom in človekom, ki jih slednji (lahko) dojema kot konflikt, obsežna in pestra. Konflikti z medvedom so izredno raznoliki in različno »resni«, npr. od povsem nepomembnih lokalnih škod na kmetijskih pridelkih daleč stran od človeka, do resnih ekonomskih škod, občutka ogroženosti zaradi prisotnosti medveda v naseljih in celo napadov na človeka.

Zadnje desetletje se je v Sloveniji v okviru domačih in mednarodnih projektov in sistemskih financiranj resornega ministrstva začelo izvajati vrsto proaktivnih ne-letalnih dejavnosti za zmanjševanje konfliktov z velikimi zvermi, npr. vpeljava psov za zaščito drobnice, elektroograj in spodbujanje nočnega zapiranja domačih živali, »medovarnih« smetnjakov in kompostnikov, zapiranje in sanacija divjih odlagališč smeti, optimizacija izvedbe ukrepa krmljenja, izobraževanje lokalnih prebivalcev o ustreznem gospodarjenju in vseh interesnih skupin o ustreznem bivanju/rekreaciji v območju medveda, ter svetovanje lastnikom. Obseg, kakovost aktivnosti in investirana sredstva v tovrstne aktivnosti se v splošnem iz leta v leto povečujejo in se bo tak trend po pričakovanju še nadaljeval. Vseeno pa so se konflikti z medvedom povečevali. Zmanjšati je uspelo napade na drobnico. Pač pa se povečujejo napadi na govedo in konje, škode na sadovnjakih in kmetijskih kulturah in pogostnost škod na čebelnjakih. Zlasti problematično je naraščanje pojavljanja medvedov v naseljih ali tik ob njih, občutek ogroženosti ljudi zaradi tovrstne bližine medveda in posledično vse pogostejši zahtevki za posredovanje intervencijske skupine/upravljavcev lovišč, ter tudi povečevanje napadov medveda na človeka.

Obseg konfliktov se je zadnji 2 desetletji v Sloveniji pospešeno povečeval z rastjo gostot/številčnosti medveda, kar razlagamo delno kot posledico socialnih interakcij med medvedi: vplivov naraščanja gostot medveda (intenzivnosti interakcij med medvedi) na njegovo vse manjše izogibanje bližine naselij in postopno habituacijo na človeka. Povezave med jakostjo konfliktov in številčnostjo medveda so jasne tako v časovnih kot tudi prostorskih podatkih/analizah. Konflikti se v različnem obsegu in oblikah sicer pojavljajo praktično po celotnem območju razširjenosti vrste v državi. Vendar so najpogostnejši na

območjih z večjo poselitvijo s strani človeka, na območjih z večjo gostoto vasi in naselij, kjer so se gostote medveda povečale zlasti v preteklem desetletju.

Konflikti z medvedom so se v Sloveniji začeli hitreje večati, ko je njegova (pomladanska) številčnost preseгла mejo 630–700 osebkov. Zato je bila leta 2020 kot operativna ciljna meja (referenčna) številčnost medveda v Sloveniji zastavljena številčnost 800 osebkov ob čemer je tedaj populacija medveda štela  $\approx 1000$  osebkov. Znižanje populacije naj bi izvedli postopno v 3 letih. Vendar so bile izvedbe dovoljenj za načrtovani odvzem medveda leta 2020 in 2021 delno zadržane in se cilj doseganja referenčne številčnosti medveda zato še izvaja.

Skladno s »Smernicami čezmejnega monitoringa populacije rjavega medveda« (Skrbinšek in sod., 2019), aktualnim Akcijskim načrtom in Strategijo upravljanja rjavega medveda v Sloveniji (oba dokumenta sta bila že pred leti pripravljena, a formalno še nista bila sprejeta s strani države), monitoring številčnosti rjavega v Sloveniji temelji na naslednjih sklopih spremljav, ki se medsebojno dopolnjujejo: (i) periodični cenzus medveda s pomočjo neinvazivne genetike, ki se ga izvaja (najmanj) vsakih 8 let. Neinvazivni cenzus populacije je bil zadnjič izveden jeseni 2015, pred tem leta 2007; lansko jesen (t.j. jesen 2023) se je zbralo vzorce za tretjo ponovitev, vendar bodo analize opravljene in rezultati znani šele konec letošnjega (2024) leta, najkasneje pomladi leta 2025, (ii) Redno spremljanje dinamike številčnosti s pomočjo metod modeliranja na osnovi evidentirane smrtnosti medveda, podatkov sistematičnega monitoringa medveda na stalnih števnih mestih in drugih dostopnih podatkov. Slednje metode so namenjene pridobivanju vsakoletnih (ažurnih) informacij o trenutni številčnosti medveda v letih med genetskimi cenzusi. Natančnost ocen metod, ki temeljijo na modeliranju in evidentirani smrtnosti, se z oddaljevanjem od leta kalibracije (t.j. izvedbe genetskega cenzusa) slabšajo oz se intervali zaupanja ocene širijo. Po drugi strani pa neodvisno oceno dinamike številčnosti omogočajo podatki monitoringa medveda na stalnih števnih mestih. Vendar pa ima tovrstna ocena lahko znaten »vsakoletni šum« zaradi medletnih nihanj dostopnosti naravne hrane, vremena itn. Zato je zlasti ob koncu obdobja med genetskimi cenzusi (kot npr. tokrat) pomembno, da je presoja dinamike populacije izvedena na osnovi več neodvisnih podatkov/pristopov. Na osnovi ujemanja/neujemanja različnih ocen se opredeli njihovo skupno zanesljivost.

Pričujoča ekspertiza ima zato naslednje glavne namene/cilje:

- (i.) Analiza časovne dinamike višine, spolne ter starostne strukture odvzema medveda v Sloveniji z namenom vpogleda v vplive odvzema na parametre/procese populacije medveda in njen prihodnji demografski potencial,
- (ii.) Rekonstrukcija številčnosti rjavega medveda za obdobje do leta 2024 z modeliranjem na osnovi podatkov evidentirane smrtnosti medveda: enkrat le za Slovenijo in drugič tudi upoštevaje (možne) čezmejne vplive s Hrvaške na stanje našega dela populacije,
- (iii.) Rekonstrukcija dinamike številčnosti medveda za isto obdobje na osnovi podatkov monitoringa medveda na stalnih števnih mestih,
- (iv.) Sinteza vseh ocen številčnosti, priprava končne (sintezne - najbolj verjetne) ocene številčnosti in opredelitev njene zanesljivosti.
- (v.) Določitev scenarijev možne višine odvzema medveda v letu 2024 ob upoštevanju (a.) doseganja cilja referenčne številčnosti rjavega medveda v Sloveniji 800 osebkov, (b.)

ohranjanja ugodnega ohranitvenega stanja populacije, (c.) zanesljivosti in ugotovljenih intervalov zaupanja končne ocene pomladanske številčnosti medveda v Sloveniji ter drugih kazalnikov njegovega trenutnega demografskega potenciala.

## 2. METODE

Populacijsko dinamiko medveda v Sloveniji smo z namenom navzkrižne preverbe zanesljivosti rezultatov rekonstruirali z različnimi pristopi, ki temeljijo na (delno) različnih predpostavkah (npr. vpliv Hrvaške na demografijo medveda v Sloveniji se v času spreminja vs. je konstanten) in eden uporablja tudi povsem neodvisne podatke od drugih (monitoring medveda na stalnih števnih mestih). V nadaljevanju najprej sledi opis uporabljenih metod vključno s pripravo vhodnih podatkov. Sledijo osnovne analize značilnosti odstrela (s poudarkom na njegovih vplivih na zgradbo populacije in njen demografski potencial), rezultati analiz populacijske dinamike, opredelitev do možnih virov napak posameznih metod/pristopov in končna sinteza rezultatov. Pri analizah smo uporabili iste pristope, kot v predhodni študiji izpred dveh let (Jerina 2022) in jih po potrebi smiselno dopolnili, s ciljem povečanja zanesljivosti ugotovitev in temeljitega poznavanja obravnavanih vprašanj.

### 2.1 REKONSTRUKCIJA ŠTEVILČNOSTI RJAVEGA MEDVEDA ZA OBDOBJE DO LETA 2024

#### 2.1.1 Rekonstrukcija številčnosti z modeliranjem na osnovi podatkov evidentirane smrtnosti medveda (samo za Slovenijo)

(i.) Za rekonstrukcijo številčnosti medveda smo najprej uporabili metodo »kalibriranih populacijskih modelov«, ki je bila razvita v projektu LIFE DINALP BEAR (Jerina in sod., 2018) in zatem uporabljena v ekspertizah/raziskavah Jerina in sod. (2020) in Jerina (2022), v nadaljevanju »metoda kalibriranih modelov«. Metoda je objavljena, analizirana in so njene prednosti in slabosti ovrednotene v Jerina in Ordiz (2021). Metoda temelji na letni evidentirani smrtnosti medveda (spol in starost vseh odvzetih osebkov) in intervalnih ocenah številčnosti in spolne sestave populacije na osnovi genetskih analiz neinvazivnih vzorcev medvedov vzorčenj v letih 2007 in 2015 (Skrbinšek in sod. 2017) ter vrednosti populacijskih parametrov (npr. velikost legel, primiparnost, inicialna spolna in starostna sestava populacije leta 1998, starostno in spolno specifične smrtnosti). Intervali možnih vrednosti populacijskih parametrov so zajeti iz literature in sicer iz domačih raziskav, če so te le obstajale, sicer pa iz raziskav iz območij, ki so čim bolj primerljiva našim razmeram. Konkretno vrednosti vseh parametrov (razen evidentirane smrtnosti in inicialne starostne sestave populacije) so za vsak set modelov (t.j. vezane populacijske matrike, ena za vsako leto obravnavanega obdobja) določene z naključnim izborom iz intervala možnih vrednosti (enakomerna ali normalna porazdelitev) in so za ta celoten set modelov v obdobju raziskave fiksirane. Generirali smo 200.000 setov modelov (za obdobje 1998 do vključno 2024) in v končni nabor realnih modelov izbrali vse sete, ki zadostijo vsem »robnim pogojem«, t.j. imajo ustrezno številčnost in spolno sestavo populacije v obeh letih genetskega monitoringa (znotraj empirično ocenjenih intervalov zaupanja). Metoda napoveduje številčnosti z relativno ozkimi intervali zaupanja med obema letoma kalibracije (t.j. 2007 in 2015), zatem pa se šop napovedi (intervalna ocena) razumljivo postopno širi. Modeli namreč gnezdiijo vso »negotovost« vhodnih podatkov, ki se z oddaljevanjem od točke kalibracije povečuje. Temu ustrezno se

uporabnost metode z oddaljevanjem od leta kalibracije zaradi vse večje negotovosti oz. vse širših intervalov zaupanja, zmanjšuje.

Izhodiščne modele smo z dodatnimi preverljivimi (z aktualnimi monitoringi merljivimi) kriteriji filtrirali in odstranili scenarije, pri katerih se je spolna ali starostna sestava populacije močno spremenila (delež samic nad 65 % ali pod 50 %; relativna rodnost nad 30 %). Pojav teh anomalij bi namreč opazili z obstoječimi monitoringi (spremenjen delež vodečih samic na števnih mestih (Jerina in sod., 2019a; pričujoča raziskava) in/ali niso verjetne/realne. Velika večina modelov v obdobju raziskave primerjalno glede na ostale modele ohranja podobno lego znotraj intervala zaupanja (vrstni red modelov od teh z najnižjo do najvišje vrednosti med leti torej ostaja konstanten). Obratno pa nekateri modeli nihajo od ene meje zaupanja do druge in nazaj, kar pa z vidika demografskih značilnosti medveda ni smiselno in je (verjetno) artefakt izredno velike plastičnosti metode. Zato smo za vsakega od modelov, ki so prešli izhodiščne robne pogoje, izračunali njegovo medletno dinamiko v relativni legi (relativno lego v razponu ocen vseh modelov) in varianco teh leg čez celotno obdobje raziskave. Modele smo razvrstili glede na velikost te variance in odstranili 5 % modelov, ki so imeli največjo varianco. Ta filter je malo zožil širino intervala zaupanja modelov, zlasti pa je porazdelitev modelov še dodatno približal logično pričakovani (gladka desno asimetrična porazdelitev ocen, pred tem filtrom pa je imela še 2 majhna lokalna modusa, ki pa nista logična).

Za vse končne populacijske modele, ki so zadostili vsem naštetim kriterijem, smo za vsako leto obravnavanega obdobja (1998-2024) določili najmanjšo in največjo oceno številčnosti, aritmetično sredino in mediano ocen, ter tako ocenili tudi njihovo simetrijo. Za leto 2024 smo izdelali tudi porazdelitveno funkcijo ocen modelov.

Eden od vhodnih podatkov metode so točne ocene starosti vseh odvzetih medvedov. Le te so na osnovi preštevanja števila cementnih plasti (analiza v certificiranem laboratoriju Matson's Lab, ZDA) njihovih zob (P1) za veliko večino vseh odvzetih medvedov dostopne za obdobje do konca leta 2022. Za odvzete medvede, pri katerih te ocene starosti v tem obdobju niso bile znane (ni bil odvzet zob za oceno z brušenjem ali pa je bila korenina zoba odlomljena) smo za obdobje do leta 2019 v fazi priprave podatkov z regresijskimi modeli ocenili njihovo najbolj verjetne vrednosti (t.i. *missing value* analiza; Jerina 2021) in analogno določili tudi bolj verjeten spol medvedov, če ta ni bil evidentiran, npr. ko ga ni bilo mogoče določiti (truplo preveč uničeno; cca 1,5 % vseh odvzemov). Pri obeh analizah smo pri določanju starosti/spola upoštevali tudi apriorne verjetnosti, ter podatke glede na posteriorne verjetnosti razvrstili tako, da je bila po kategorijah njihova kumulativna posteriorna verjetnost proporcionalna s kumulativno frekvenco, sicer bi bile ocene sistematično prenizke oz. bi imele bias v smeri modusa starosti odvzetih osebkov. Za leta 2019 do 2022 je celotno pripravo podatkov ocen starosti vključno z imputacijami manjkajočih podatkov izvedel Zavod za gozdove Slovenije. Smo pa celoten set podatkov vključno z imputiranimi ocenami starosti pregledali za nerealne/izstopajoče vrednosti in skušali (morebitno) neujemanje med oceno starosti in drugimi podatki razrešiti. Za leto 2023, ko se analiz starosti odvzetih medvedov z brušenjem zob (še) ni izvedlo, smo kot ustaljeno privzeli, da je starostna struktura odvzetih medvedov pri vsakem od obeh spolov enaka povprečni v obdobju predhodnih 5 let.

(ii.) Opisani gornji pristop napoveduje razvoj populacije na osnovi dokaj kompleksnih populacijskih modelov, katerih vrednosti so odvisne od več variabilnih parametrov (npr.

spolna sestava, primiparnost, rodnost, starostno specifična naravna smrtnost). Negotovost teh parametrov je v obliki gnezdene variabilnosti napovedanih rezultatov vključena v končno oceno in pogojuje širino njenega intervala zaupanja, obenem pa se napovedi odzivajo na vse spremembe strukture populacije in optimalno izkorišča dostopne podatke, kar je izredno močna plat metode. Vendar je zaradi kompleksnosti pristopa težje zaslediti morebitne anomalije rezultatov, ki bi nastale zaradi neopaženega kršenja predpostavk metode. Zlasti pa je pristop večini končnih uporabnikov in javnosti povsem nerazumljiv. Zato smo dinamiko številčnosti populacije modelirali tudi z bistveno enostavnejšo metodo, opisano v nadaljevanju (v nadaljevanju »enostavna metoda rekonstrukcije«). Na osnovi obeh genetskih ocen številčnosti in letno specifičnega evidentiranega skupnega odvzema medveda (vse oblike evidentirane smrtnosti) smo z algoritmom *MS Excel solver* izračunali, kakšna je bila v obdobju 2007- 2015 povprečna (geometrijsko povprečje) »potencialna neto naravna stopnja rasti« populacije (t.j. stopnja rasti, ki bi se zgodila, če ne bi bilo smrtnosti, ki se jo evidentira, kar je okvirno enako stopnji rasti brez antropogene smrtnosti), ter zgornjo in spodnjo mejo te ocene (z upoštevanjem intervalnih ocen številčnosti). Pri tem smo srednjo oceno in intervala zaupanja ocene rekonstruirali tako: (i) da je povezovala sredine intervala zaupanja v letih kalibracije, pred in po njem, (ii) da je povezovala spodnje ali zgornjo meje v obdobju kalibracije, (iii), da je povezovala srednjo oceno s skrajno (spodnjo ali zgornjo). Pri slednjem smo torej implicitno privzeli, da ni verjetno, da bi bila dejanska ocena številčnosti v od obeh ocenjenih let z genetiko enkrat na eni skrajni, v drugem pa na drugi skrajni meji intervala zaupanja ocene (Jerina in Ordiz 2021).

Z opisano metodo smo od obeh kalibracijskih let rekonstruirali/modelirali razvoj populacije v preteklosti/v prihodnost in med obema letoma z genetskim monitoringom ter pri tem upoštevali empirično evidentirano smrtnost medveda v posameznih letih. Ta pristop torej predpostavlja, da sta relativna rodnost in relativna neevidentirana smrtnost populacije v času konstantni, oz. bolj natančno, da je bil neto relativni prirastek (torej razlika vsote relativne rodnosti in imigracij ter neevidentirane relativne smrtnosti ter emigracij) v obravnavanem obdobju konstanten oz. v primerjavi z obdobjem 2007-2015 ni imel nobenih sistematičnih trendov rasti/upadanja. Dostopni podatki (monitoring medveda na krmiščih, delež evidentirane ne-antropogene smrtnosti) predpostavko podpirajo.

(iii.) Pri slednjem pristopu smo enkrat ločeno modelirali le razvoj samic, sicer pa uporabili isto metodo in iste podatke (2007 in 2015 – številčnost samic v obeh letih) kot pri modeliranju celotne populacije in končne ocene števila samic preračunali v celotno populacijo (v nadaljevanju »enostavna rekonstrukcija na osnovi samic«). V ta namen smo število samic pomnožili z obratno vrednostjo njihovega deleža v populaciji, s čemer smo torej implicitno predpostavili, da je delež samic v populaciji v vseh letih konstanten in enak kot v obeh letih z genetskimi ocenami (obe leti je znašal 59,5 % v jesenskem obdobju, kar se prevede v delež 57,2 % v pomladanskem, ko se vsako leto populacija poveča za novo-skotene medvede, katerih spolna sestava je blizu 1:1). Pristop ima v primerjavi z modeliranjem celotne populacije (obeh spolov) to (potencialno) prednost, da je manj občutljiv na čezmejne vplive (vplive morebitnih sprememb odstrela na Hrvaškem), saj so samice bistveno manj migratorne kot samci in jih ima temu ustrezno manjši delež čezmejna območja aktivnosti (glej Reljić in sod., 2018). Poleg tega so samice nosilke demografije populacije in torej ključno vplivajo na dinamiko številčnosti. Ima pa to slabost, da predpostavlja, je spolna sestava populacije v času okvirno konstantna, ki pa ima celotno podporo v dosedanjih neinvazivnih genetskih raziskavah in tudi monitoringu medveda na stalnih števnih mestih. Vendar pa je treba poudariti, da se spolna sestava ob intenzivnejšem odvzemu medveda

pričakovano premeni v prid samic, saj so te v splošnem manj izpostavljene lovu (prepoved odstrela vodečih medvedk). Kakorkoli pa so te razlike majhne in tudi če nastopajo, ne morejo bistveno vplivati na rezultat (le ta malo precenjuje dejansko vrednost).

### **2.1.2 Rekonstrukcija številčnosti z modeliranjem na osnovi podatkov evidentirane smrtnosti medveda (skupaj s Hrvaško)**

Domače telemetrijske, genetske in druge raziskave kažejo, da državna meja za medvede v resnici ni meja in velik delež osebkov živi »čezmejno«. Drugače povedano, pomemben del populacije medveda v Sloveniji je demografsko odprt proti Hrvaški. Prej opisane metode rekonstrukcij številčnosti implicitno predpostavljajo, da je stopnja te demografske odprtosti v času konstantna oz. je enaka povprečni v obdobju kalibracij modelov (leto 2007-2015). V kolikor je ta predpostavka kršena in se je izvorno-ponorna dinamika medveda med državama po letu 2015 v povprečju spemila, tega modeli ne bi zaznali in bi bila njihova ocena sistematično napačna za ta nezaznan vpliv. Spremembe v meddržavni izvorno-ponorni dinamiki medveda bi načeloma lahko nastopila kot rezultat sistematičnih sprememb v intenzivnosti odstrela medveda v posamezni državi ali drugih prožil, ki bi povzročili razhajanje v dinamiki številčnosti medveda v vplivnem območju obeh držav po letu 2015. V obdobju med obema genetskima ocenama je povprečna letna evidentirana smrtnost medveda v RS znašala 99,9 osebkov, na Hrvaškem pa 123,3, v obdobju zatem (t.j. 2016-2023) se je letna smrtnost v RS povečala na 156 (torej za 55 %), v RH pa je bilo povečanje bistveno manjše in je evidentiran odvzem medveda povprečno znašal 129 osebkov letno (povečanje za 11 %). Te razlike bi torej navajale, da modeli prostorsko zaprte populacije pravo številčnost medveda v RS kvečjemu podcenjujejo. Vendar so v RH v istem obdobju stremeli k povečanju deleža samic v odstrelu, kar bi učinkovalo obratno in bi nevtraliziralo učinek relativno manjšega odstrela. Zato je morebitni skupni učinek vseh ne-vzporednih sprememb v upravljanju medveda med državama brez analiz tvegano napovedovati.

V splošnem je obseg čezmejnih vplivov lahko od ničen v primeru funkcionalno zaprtih populacij (oz. pri naših uporabljenih metodah tudi, če so čezmejni vplivi v času konstantni) pa do ključen v primeru, ko je populacija povsem demografsko odprta – povsem panmiktična. Konkretno »lego« populacije medveda v Sloveniji na tem intervalu skrajnih možnosti ni mogoče oceniti. V pričujočem sklopu analiz smo zato konzervativno predpostavili, da je naša populacija povsem panmiktična. Vendar se je treba zavedati, da predpostavka ni realna in lahko vse ocene razumemo le kot dopolnilne (niansiranje) ocenam, ki temeljijo na podatkih v Sloveniji. Če bi bile ocene številčnosti panmiktične populacije nižje od ocen, ki upoštevajo le podatke v Sloveniji, bi jih upoštevaje načelo previdnosti morali upoštevati, v obratnem primeru pa jih lahko razumemo le kot dopolnilne.

Cenzus medveda z neinvazivno genetiko je bil na Hrvaškem izveden le enkrat in sicer jeseni leta 2015, istočasno s Slovenijo. Pri kalibraciji populacijskih modelov pa sta potrebni vsaj dve oceni številčnosti. Za namene analiz smo zato privzeli, da je bila dinamika številčnosti medveda v obdobju 2008 do 2015 na Hrvaškem enaka kot v Sloveniji. Hipoteza je groba in empirično nepreverljiva, vendar izhaja iz krovne predpostavke o panmiktični populaciji, zato je za namen konkretne analize povsem upravičena. V njeno potrditev kaže podatek, da se je dinamika odvzema medveda v Sloveniji in na Hrvaškem v obravnavanem obdobju spreminjala z zelo podobnim trendom. Vsaj po uradnih evidencah je bil odstrel medveda na Hrvaškem v tistem obdobju sicer manj intenziven kot v Sloveniji, kar pa pomeni, da so ocene za Slovenijo ob predpostavki njene prostorske zaprtosti kvečjemu podcenjene.

Izhodiščne podatke o številu, spolu in starosti odvzetih medvedov na Hrvaškem za obdobje raziskave sta posredovala prof. Đjuro Huber in dr. Slaven Reljić in sicer: (i.) bazo z vsemi evidentiranimi primeri smrtnosti, pa tudi opaženi in odlovi medvedov v prosti naravi in zavetiščem Kuterevo v obdobju do konca leta 2018, (ii.) Akcijski načrt upravljanja medveda za leto 2022, kjer so med drugim zbrani podatki o letnih odvzemih medveda na Hrvaškem, (iii) rezultati analiz starosti medvedov na osnovi Matson's Lab za leto 2019, (iv) Uradne evidence smrtnosti medveda v letih 2020 - 2023, ki jih vodi resorno ministrstvo. Upoštevaje dostopne ključne podatkovnih baz in druge informacije (spol in telesna masa, čas in kraj odstrela) smo skušali vse podatke povezati v enotno notranje usklajeno bazo. Vendar ključni povsod niso bili enoznačni, ali pa v različnih bazah niso imeli parov. Pri takih podatkih o odvzetih medvedih in tudi vseh drugih manjkajočih podatkih smo starosti osebkov določili z istimi regresijskimi in drugimi metodami, kot za podatke o odvzemu medveda v Sloveniji (*missing values*). Končno smo podatke o odvzemu (število, spol in starost vseh odvzetih osebkov za vsako leto) medveda obeh držav združili v enotno bazo.

Za rekonstrukcijo populacijsko dinamike medveda v Sloveniji ob predpostavki polne panmiksije s Hrvaško smo uporabili iste metode kot pri rekonstrukcijah dela populacije v RS (2.1.1 , poglavja i. do iii.), združene podatke smrtnosti medveda iz obeh držav in neinvazivne genetske ocene številčnosti za oba dela populacije skupaj. Na koncu smo iz rekonstrukcij dinamike številčnosti obeh držav skupaj preračunali, kolikšen delež skupne populacije predstavljajo medvedi iz Slovenije in v ta namen zopet uporabili ocene iz genetskega cenusa iz leta 2015.

**Preglednica 1: Uporabljeni parametri za kalibracijo rekonstrukcij dinamike številčnosti povzeti iz neinvazivnih genetskih cenusov medveda v Sloveniji in/ali na Hrvaškem leta 2007 in 2015**

parameter \ leto	Slovenija		Slovenija + Hrvaška	
	konec l. 2007	konec l. 2015	konec l. 2007	konec l. 2015
minimalna letna številčnost N ( $\pm$ 95 % CI)	424 <sup>1</sup> (383-458)	599 <sup>2</sup> (545-655)	985 <sup>3</sup> (890-1064)	1392 <sup>2</sup> (1247-1583)
delež samic (%)	59,5 <sup>1,4</sup>	59,6 <sup>2,4</sup>	58,9 <sup>*</sup>	58,9 <sup>2,4</sup>
	začetek l. 2008	začetek l. 2016	začetek l. 2008	začetek l. 2016
maks. letna številnost številčnost po skotu mladičev (v letu n+1)	558 <sup>1,3</sup> (504-603)	788 <sup>2,3</sup> (717-862)	1296 <sup>*</sup> (1171-1400)	1832 <sup>2,3</sup> (1641-2083)
Viri podatkov: <sup>1</sup> – Skrbinšek in sod. (2019); <sup>2</sup> – Skrbinšek in sod. (2017); <sup>3</sup> izvedene vrednosti, opisano v Jerina in sod. (2018, 2020) in v poglavju 2.1.1 – <sup>4</sup> ugotovljeni deleži samic se nanašajo na pozno jesensko obdobje in se po vrsti mladičev do pomladi nekoliko zmanjšajo: ocena za RS 59,5 na 57,2 %.				

V zgornji preglednici (preglednica 1) so prikazani vsi podatki genetskih cenusov, ki smo jih uporabili pri rekonstrukciji številčnosti populacije. Podatke genetskega cenusa (minimalna letna številčnost in delež samic) medveda v Sloveniji za leto 2007 smo povzeli iz članka Skrbinšek in sod. (2019), iste podatke za Slovenijo oz. Slovenijo in Hrvaško za census leta 2015 iz končnega poročila akcije projekta DinAlpBear (Skrbinšek in sod. in 2017). Minimalne letne številčnosti (poznojesenske) smo preračunali v največje letne v naslednjem letu (po skotu, pomladanske številčnosti) na osnovi ocene relativne rodnosti medveda (Jerina in sod. 2020). Pri oceni številčnosti za obe državi skupaj leta 2007 smo za namene analiz predpostavili proporcionalno rast številčnosti medveda v obeh državah v obdobju 2007-2015. Za vire vseh ostalih uporabljenih parametrov in grafično logično strukturo modelov glej Jerina in Ordiz (2021, slika 1 in preglednica 2).



### **2.1.3 Rekonstrukcija številčnosti medveda v Sloveniji na osnovi podatkov monitoringa medveda na stalnih števnih mestih**

Kot smo že večkrat izpostavili, se pri vseh prej opisanih pristopih rekonstrukcij številčnosti intervali zaupanja ocen z oddaljevanjem od leta kalibracije povečujejo, saj je ocena za vsako leto izvedena na osnovi ocene prejšnjega leta in se torej negotovost v podatkih v času povečuje - kopiči. Vse širše intervalne ocene pa vse bolj omejujejo praktično uporabnost metode. Zato smo populacijsko dinamiko medveda v Sloveniji rekonstruirali tudi na osnovi podatkov sistematičnega monitoringa medveda na stalnih števnih mestih. Pri tej metodi ocene posameznih let sicer vselej nihajo zaradi stohastike, povezane z zahajanjem medveda na števna mesta - krmišča. Vendar so podatki med leti neodvisni in se torej napake v ocenah med leti ne prenašajo in so torej načeloma neodvisne od časa. Poleg tega natančnost metode ni prav v ničemer odvisna od dinamike upravljanja (stanja populacije) medveda zunaj RS. Zato lahko sodimo, da je metoda na krajši rok manj zanesljiva, ima pa potencialne prednosti pri napovedovanju ocen za daljša obdobja, ko je od zadnje genetske ocene minilo že več let (torej še zlasti tokrat).

Monitoring medveda na stalnih števnih mestih se v Sloveniji izvaja po standardiziranem pristopu od leta 2004, njegovi začetki pa segajo v drugo polovico 90-ih let preteklega stoletja. V okviru monitoringa se trikrat, oz. po letu 2020 dvakrat letno, vselej na zadnji petek pred polno luno, enkrat pomladi in dvakrat (oz. po letu 2020 enkrat) jeseni, od 18.00 do 24.00 ure, na 167 števnih mestih (krmiščih), ki sistematično pokrivajo celotno območje medveda v državi, vsako leto prešteje vse medvede in ločeno evidentira mladiče tega leta (0+), prejšnjega leta (1+), vodeče samice in ostale medvede. Podrobne analize zbranih podatkov so pokazale, da daje monitoring uporabne informacije o več parametrih in procesih medvedje populacije: velikosti legel, medletna dinamika velikosti legel, delež rodnih samic v populaciji, oceno relativne rodnosti, med drugim tudi v relativno dinamiko številčnosti medveda. V analizi podatkov do leta 2018 so podatki monitoringa pomladanskih štetij, korigirani s količino padavin na dan štetja, pojasnjevali kar 91 % medletne variabilnosti številčnosti; podatki prvega jesenskega štetja, korigirani z jakostjo obroda bukve, pa 81 % medletne variabilnosti številčnosti. Za podrobnejši opis samega monitoringa ter uporabnosti pa tudi omejitvev podatkov glej Jerina in sod. (2019).

Rekonstrukcija dinamika številčnosti na osnovi podatkov monitoringa medveda na stalnih števnih mestih temelji na eni ključni predpostavki, ki zajema vse podrejene: število evidentirano medvedov na števnih mestih (krmiščih) je med leti premo-sorazmerno odvisno od številčnosti populacije oz. bolj natančno, od lokalnih gostot medveda v vplivnem območju števnih mest. Če se pri izvedbi že pojavljajo napake ali pa določeni izvajalci načrtno potvarjajo podatke, so napake oz. je potvarjanje naključno, ali pa se v času ne spreminja sistematično (bias se v času ne spreminja). Poleg tega iz izkustvenega poznavanja pričakujemo, da na konkretno število evidentiranih medvedov na števnem mestu vpliva vrsta dejavnikov, npr. privlačnost konkretnega števnega mesta (krmišča) v primerjavi z drugimi okoliškimi habitatami, socialna struktura medvedov, vreme in vidljivost, kar proži »šum« v ugotovljenih vzorcih, ki pa ga je mogoče v določeni meri odstraniti (glej nadaljevanje).

Od vseh naštetih dejavnikov so za namene pričujoče analize pomembne le gostote medveda, saj se te prevajajo v številčnost in medletno dinamiko številčnosti. Ostale »moteče« dejavnike pa je smiselno v čim večji meri vključiti v analize, njihove vplive ovrednotiti in jih tako odstraniti iz končno ugotovljene ocene dinamike številčnosti. Skladno z rezultati predhodne

raziskave (Jerina in sod., 2019, Jerina 2022) smo v analize vključili naslednje spremenljivke: ID števnege mesta, število naštetih medvedov na števno mesto v danem štetju, letni čas (faktor), kumulativna količina padavin v dnevu štetja (mm), jakost obroda bukve (v rangih od 1-5), kot neodvisne spremenljivke, in oceno številčnosti medveda kot odvisno spremenljivko.

Zadnja leta upravljavci lovišč za izvajanje monitoringa medveda na stalnih števnih mestih poleg klasičnega »čakanja« na prežah uporabljajo tudi fotopasti. Zaznavnost s fotopastmi ni nujno enaka kot ob opazovanju s strani človeka. V eni od preteklih raziskav se je izkazala za manjšo (Jerina in sod. 2019), domnevno kot posledica slabše zmožnosti razpoznavanja vsebine nočnih posnetkov (zlasti bolj oddaljenih delov) ob tedanji izvedbi fotopasti. Rabo fotopasti se v okviru monitoringa dokumentira/evidentira in zadnja tri leta in narašča. V povprečju se je s to metodo izvedlo 9 % od vseh štetij v zadnjih 3 letih. Podatek o načinu izvedbe monitoringa (raba fotopasti: da/ne) smo vključili v analize in tako nadzorovali njihov (potencialni) vpliv na glavne rezultate oz jih iz njih analitično odstranili.

Od časa skota mladičev do pomladanskih oz. jesenskih štetij se številčnost medveda zaradi odstrela lahko znatno spremeni in so te spremembe med leti variirale (zaradi sprememb relativne višine odstrela/evidentirane smrtnosti, min 1 % maks 16 %). Zato smo kot odvisno spremenljivko preskusili tudi oceno številčnosti v času izvedbe štetja, ki smo jo ocenili tako, da smo od pomladanske številčnosti odšteli vso evidentirano smrtnost medveda od začetka leta do časa štetja v danem letu. Ta ocena se je v več ozirih izkazala kot boljša: imela je boljše ujemanje s podatki štetja medvedov kot tudi boljše druge diagnostike modela ter smo jo uporabili v vseh analizah.

Za boljše razumevanje vplivov in pripravo končnega nabora relevantnih neodvisnih spremenljivk smo z metodo mešanih linearnih modelov najprej analizirali surove podatke in pri tem ID števnege mesta uporabili kot »random faktor«. V naslednjem koraku smo: (i) izločili vsa števna mesta, na katerih v celotnem obdobju raziskave ni bil evidentiran niti eden medved, (ii) vse podatke posameznega štetja smo povprečili in pri tem za posamezna manjkajoča štetja na posameznih števnih mestih upoštevali pričakovane (napovedane) vrednosti, (iii.) iz napovedanih vrednosti smo vsakič izločili vplive metode (raba fotopasti = ne), v ločenem setu napovedanih vrednosti tudi vplive obroda in vremena. (iv.) v drugem koraku smo povprečene podatke za posamezna štetja analizirali s splošnimi regresijskimi modeli (GRM). Ker obrodi bukve vplivajo na zahajanje medveda na krmišča le v jesenskih štetjih (ne pa tudi pomladanskih) smo spremenljivko obrod v analizo vključili v interakciji s sezono. Zaradi razlik prehranskih strategijah medveda med letom in tudi dostopnosti hrane v prosti naravi primerjalno s krmišči smo tudi parameterizacijo koeficienta številčnosti populacije v času izvajanja monitoringa glede na število evidentiranih medvedov na števnih mestih pomladansko in jesensko obdobje ločeno obravnavali (interakcija spremenljivke s sezono).

Da se bi čim bolj izognili avtokorelaciji končnih rezultatov smo pri parameterizaciji napovednih regresijskih modelov dinamike številčnosti medveda uporabili le podatke do leta 2018, ko imajo ocene pomladanske številčnosti še ozke intervale zaupanja in majhne koeficiente variacije (Jerina in Ordiz 2021, slika 4) ter potem z ekstrapolacijo regresijskih parametrov ocenili dinamiko številčnosti medveda na osnovi podatkov monitoringa štetij medveda na stalnih števnih mestih za celotno obdobje raziskave, torej do vključno leta 2023.

Končni regresijski model napoveduje številčnost medveda v času izvajanja štetij (torej ločene ocene za pomladansko in jesensko štetje). Za lažjo primerljivost rezultatov z rezultati modelov na osnovi evidentirane smrtnosti medveda (poglavje 2.1.2) smo napovedane ocene sezonskih številčnosti preračunali v pomladanske številčnosti (tako, da smo prišteli vmesno evidentirano smrtnost) in napovedi ocen obeh štetij ter različnih napovednih modelov za vsako leto povprečili, iz razlik v napovedi modelov pa ocenili zanesljivosti ocen (intervale zaupanja).

Podatke o jakosti obroda bukve smo zajeli iz več virov: za obdobje do leta 2018 smo jih povzeli iz študije Jerina in sod. (2019) in za naslednja 4 leta dodali lastne terenske zapise in podatke poročanja polharjev ter oceni verificirali tudi z medletno dinamiko poročanih upljenih polhov v Sloveniji (vir: OSLIS).

Pri pripravi vseh vremenskih spremenljivk smo upoštevali rezultate prejšnje podobne raziskave (Jerina in sod., 2019) podatke aktualnega dneva monitoringa ter podatke zajeli z najbližje vremenske postaje (vir: ARSO; <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>).

## 2.2 KVANTIFIKACIJA VIŠINE ODVZEMA PRI RAZLIČNIH SCENARIJIH

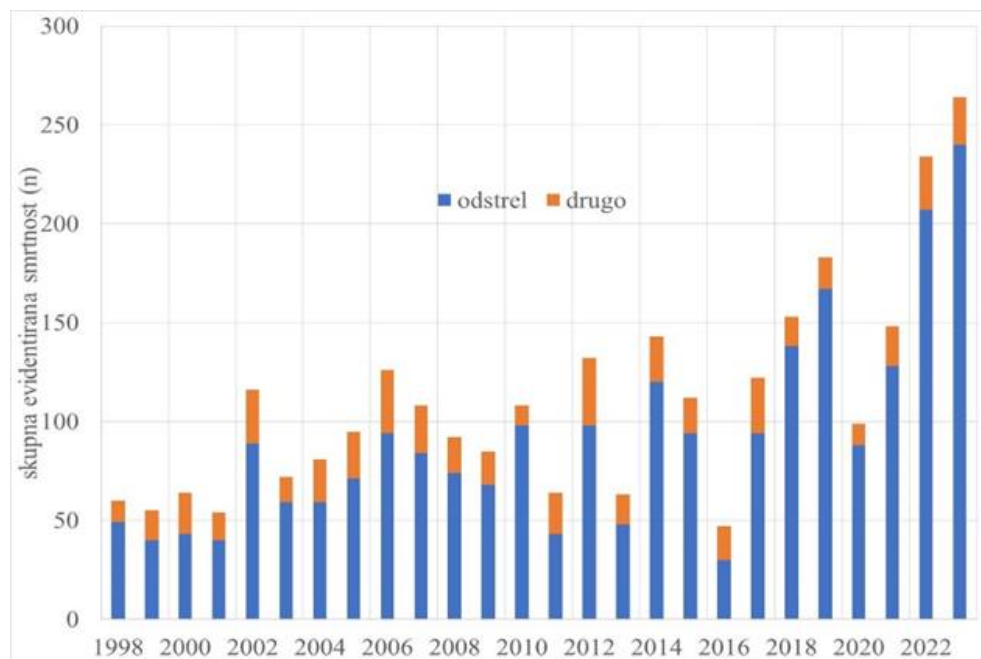
V predhodni tovrstni raziskavi (Jerina 2022) smo pripravili scenarije višine letnega odstrela (odvzema) medveda za dosego ciljne številčnosti 800 osebkov v 3, 4, 5 itn. letih in za skrajno različne (in še možne) spolne/starostne strukture prihodnjega odvzema, ki lahko osnovni rezultat močno spremenijo. Tedaj so bile ocena sredine in intervali zaupanja številčnosti medveda še toliko višja od referenčnih 800 osebkov, da te številčnosti v enem letu ni bilo mogoče doseči. Širina intervalov zaupanja ocene številčnosti pa se v času z oddaljevanjem od leta kalibracije nujno večja, poleg tega je bil odvzem zadnji dve leti usmerjen, da je nižal številčnost. Posledično je spodnja meja ocene številčnosti že lahko blizu referenčni številčnosti. Zato smo v pričujoči ekspertizi pozornost namenili kvantifikacije višine odvzema za skrajne meje intervalov zaupanja ocen številčnosti; prognoze za daljše obdobje pa tokrat niso potrebne, saj bo po pridobitvi nove »genetske« ocene smiselno ocene potrebne višine odvzem in vrsto drugih temeljnih analiz ažurirati (glej diskusijo). Vsi koraki in postopki analiz so opisani v poglavju rezultati.

## 3. REZULTATI

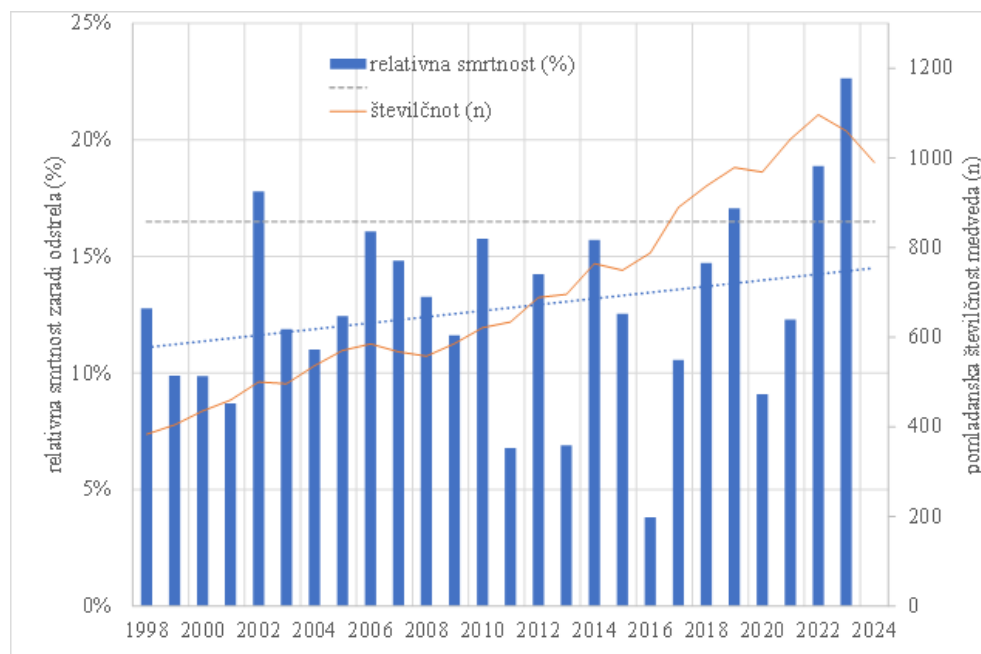
### 3.1 ČASOVNA DINAMIKA, SPOLNA IN STAROSTNA SESTAVA ODVZEMA MEDVEDA

V zadnjem desetletju (2014-2023) je letna evidentirana smrtnost medveda v Sloveniji nihala od 47 do 264 osebkov in je v povprečju znašala 150,5 osebkov (CI 95 %: 105-196) (slika 1). Od skupne evidentirane smrtnosti je prek 85 % predstavljal odstrel (izredni in načrtovani skupaj), med drugimi vzroki smrtnosti pa prevladujejo povozi na cestah, avtocestah in železnicah. V celotnem obdobju po letu 1998 se je evidentirana smrtnost medveda (zlasti na račun povečanega odstrela) povprečno letno povečevala s stopnjo 4 %, v zadnjih 10 letih pa 10,2 %. Najvišji odvzem (in odstrel) je bil izveden lansko leto (leto 2023; 264 medvedov, od tega 230+10 odstrel). Odvzem je po letu 2010 iz leta v leto izrazito nihal, po letu 2015 zlasti zaradi »začasnih« zadržanj odločb za odvzem s strani sodišča, ki pa so trajale do konca

obdobja, ko naj bi bile odločbe veljavne. Leta 2020 in 2021 je načrtovani letni odstrel npr. znašal 222 osebkov, zaradi zadržanih odločb pa je bil realiziran odstrel 87 oz. 128 medvedov. Tako je bil v zadnjem desetletju odvzem primerjalno nizek (in najnižji) leta 2016 in leta 2020 (ter nižji od sprva načrtovanega tudi leta 2021).



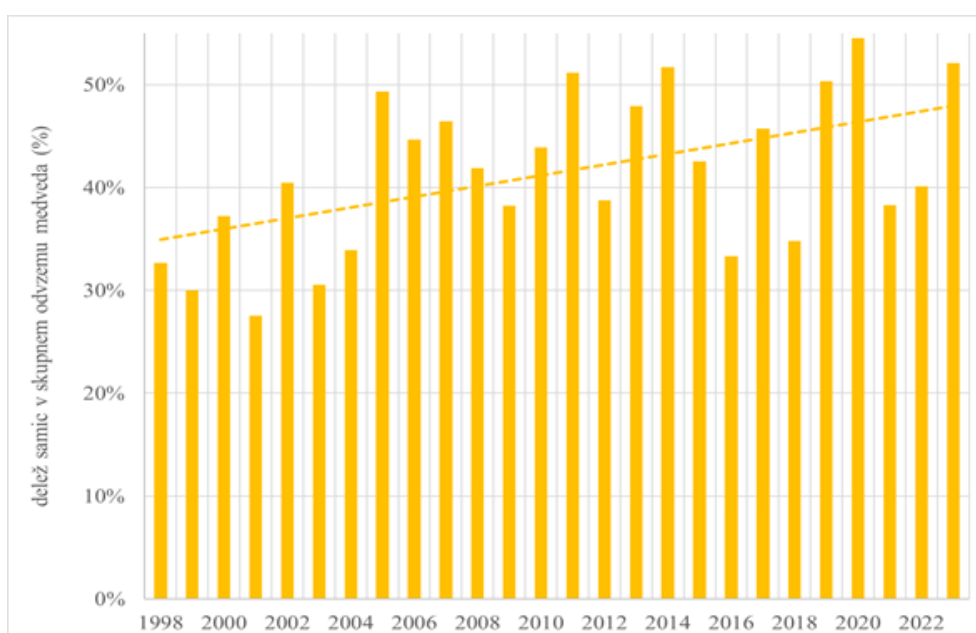
Slika 1: Časovna dinamika odstrela (vsi razlogi) in druge evidentirane smrtnosti medveda v Sloveniji do l. 2023



Slika 2: Dinamika relativne smrtnosti medveda zaradi odstrela (modri stolpci, v %), linearni trend dinamike odstrela (črtkana modra linija), dinamika številčnosti medveda (modra linija) in povprečna višina odstrela, ki stabilizira številčnost (črtkana črna linija) v Sloveniji v obdobju 1998-2023.

Absolutna višina odstrela in skupnega odvzema medveda se torej po linearnem trendu postopno povečevala v celotnem obdobju po letu 1998; hitreje po letu 2010.

Vplivi odstrela/smrtnosti na populacijsko dinamiko pa niso odvisni le od absolutne temveč zlasti od njegove relativne višine, t.j. od relativne smrtnosti, ki jo odstrel proži (t.j. razmerju odstrel/številčnost populacije). Ker se je populacija v obravnavanem obdobju v splošnem večala, dinamika relativne smrtnosti ni enaka absolutni. Relativna evidentirana smrtnost se je po linearnem trendu le malo povečala in še to na račun načrtovanega in izvedenega povečanega odvzema v zadnjih dveh letih (slika 2). V povprečju odstrel proži zmanjšanje populacije, ko njegova intenziteta preseže 16 % pomladanske številčnosti, kar se je v zadnjem času zgodilo leta 2019 ob veljavi interventnega zakona in zadnji dve leti (leta 2022 in 2023). V obravnavanem obdobju je bil tudi relativni odvzem najvišji lansko leto, ko je znašal  $\approx 22$  % pomladanske številčnosti medveda. Visok odvzem tega leta je posledica načrtno povečanega odstrela in poleg tega primerjalno visokim »izgubam« (druge oblike neevidentirane smrtnosti). Odvzem lanskega leta je za cca 8 % zmanjšal številčnost populacije medveda v RS (razlika do 22 % je zaradi rodnosti).



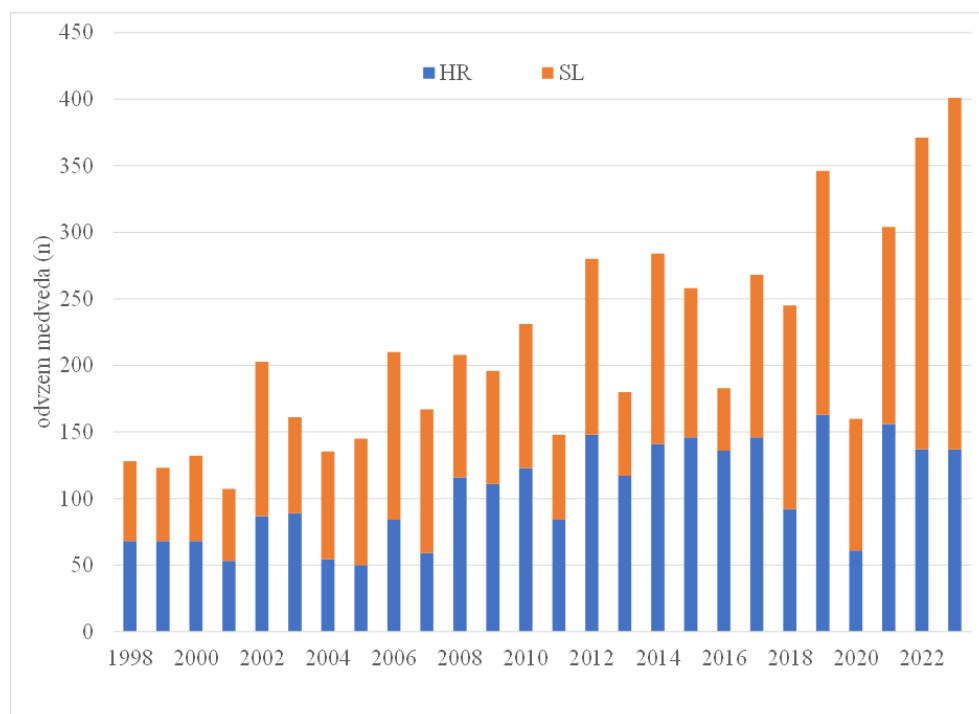
Slika 3: Dinamika deleža samic v skupni evidentirani smrtnosti medveda v Sloveniji v obdobju 1998-2023

Učinek odstrela/smrtnosti na populacijsko dinamiko je poleg relativne višine odvisen tudi od spolne in starostne sestave odvzetih osebkov in se veča z večanjem deleža rodnihih samic, z nekajletno časovno zamudo (do 4 leta - primiparnost) pa tudi z deležem oz. z relativno smrtnostjo vseh samic ne glede na njihovo starost.

Samice so v celotnem raziskovalnem obdobju v povprečju predstavljale 41,5 % (CI 95 %: 38,3-44,5), v zadnjih 10 letih 44,4 % (CI 38,9-49) vse evidentirane smrtnosti medveda, v posameznih letih pa je njihov delež znašal od 34,4 % do 54 %. V splošnem se je delež samic v evidentirani smrtnosti v času povečeval in je po linearnem trendu leta 1998 znašal 35 %, lansko leto pa okoli 48 %. Vrednost 50 % je v zadnjem desetletju presegel leta 2019 in 2020, ko se je odstrel medveda izvajalo tudi v poletnih mesecih. Delež samic v odstrelu je namreč najmanjši pozno-zimske mesece (februar do marec), ko znaša okoli 30 %, avgusta in septembra pa je skoraj dvakrat večji (55 %). V celotnem jesenskem in zgodnje zimskem obdobju je nekoliko večji kot v pomladanskem delu leta. Drugi najvišji doslej je bil delež samic v odvzemu lansko leto (52,1 %), česar pa ni mogoče razložiti s sezonsko dinamiko odvzema (poletni meseci) temveč, z dejstvom je odstrel znižal populacijo oz. je bil že drugo leto zapored primerjalno visok, zato je verjetno manj omogočal siceršnja izbirnost v smeri

proti samcem. Smo pa to spremembo spolne strukture odstrela pričakovali in jih napovedali (Jerina 2022). V kombinaciji absolutno višjega odstrela in/ali večjega deleža samic je imel interventni odstrel in odstrel zadnjih dveh let (2022 in 2023) glede na izdane odločbe/odloke drugih let zato dodaten vpliv na demografijo populacije.

Spremembe deleža samic v odvzemu medveda so na daljši čas verjetno rezultat naraščanja številčnosti in prostorske razširjenosti medveda v državi ter s tem povezanega manjšanja značaja »robne dela populacije«. V robnih delih populacij so namreč zaradi spolno specifične postnatalne disperzije medveda z neproporcionalno velikim deležem zastopani samci (dispergenti). Vsakoletno pa se je spreminjal tudi zaradi sprememb intenzitete in obdobja (sezone) izvajanja odstrela. S statistično analizo smo sicer pokazali značilen vpliv časa (leta), številčnosti populacije in obdobja v letu (mesec) na spolno sestavo odvzema, ne pa tudi intenzitete odvzema (letne relativne smrtnosti zaradi odstrela), vendar je slednja korelirana z dvema od prej omenjenih spremenljivk, zato rezultat lahko zavaja.



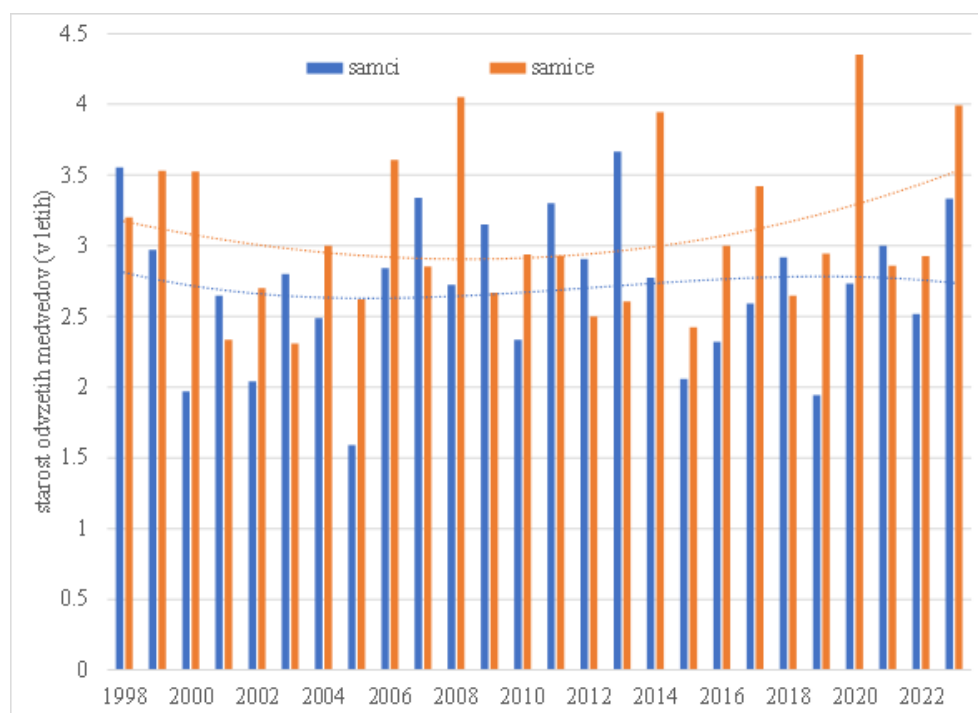
**Slika 4: Dinamike evidentirane smrtnosti medveda med Slovenijo in Hrvaškem v obdobju 1998-2023.**

Na stanje medvedov v Sloveniji (lahko) so-vpliva tudi upravljanje in stanje populacije medveda v sosednji Hrvaški. Tam se višina evidentiranega odvzema medveda v zadnjih 10 letih za razliko od Slovenije ni bistveno spreminjala oz. v podatkih ni opaziti kakšnih časovnih linearnih trendov. V obdobju po letu 1998 je kumulativna evidentirana smrtnost medveda v obeh državah znašala 125 medvedov; najvišja je bila lansko leto in je presegla 400 osebkov. Povprečni evidentirani odvzem medveda upošteva celotno obravnavano obdobje je med državama povsem izenačen (RH 104 vs. 111 RS). Se je pa vmes spreminjal in je zadnji dve leti v RS skoraj dvakrat večji kot v RH.

V RH je delež samic v evidentirani smrtnosti medveda občutno manjši kot v Sloveniji (RH povprečje 34 %, RS pa 45 %). Vsaj po dostopnih podatkih sodeč (ob predpostavki, da krivolova v HR ni oz. je nepomemben), so torej vplivi odstrela na demografijo medveda na

Hrvaškem manjši kot v Sloveniji in torej s strani Hrvaške nikakor ni pričakovati ponornih vplivov na stanje populacije medveda v Sloveniji.

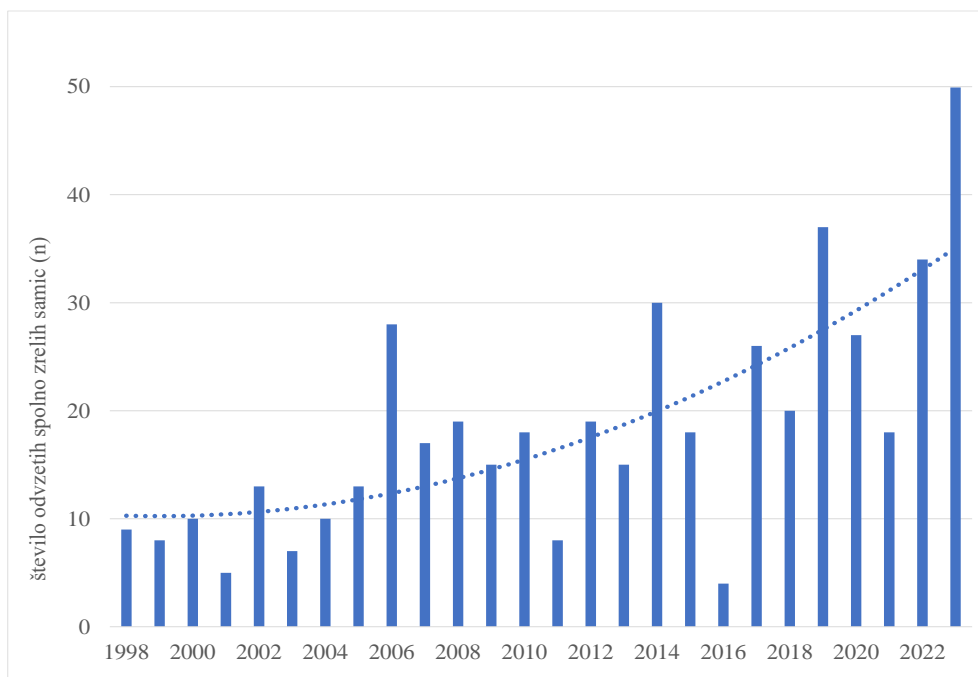
Na učinke odstrela vpliva tudi starost odvzetih osebkov. Obenem pa spremembe v starosti odvzetih osebkov, ob časovno konstantnih pravilih izvedbe odstrela (lahko) nakazujejo spremembe v populaciji. Povprečna starost odvzetih medvedov v Sloveniji znaša 2,7 (CI 95 %: 2,6 - 2,8) in medvedk 3,5 let (CI 95 %: 3,0 - 3,3). Starost medvedov, odvzetih z lovom, je večja od medvedov, odvzetih zaradi drugih oblik smrtnosti. Povprečna starost odvzetih medvedov se je med leti sicer spreminjala, vendar ni razvidnega izrazitejšega trenda. Upošteva le odstrel, pa je starost odvzetih samcev v primerjavi s starostjo samic v času rahlo upadala (značilna interakcija,  $p \ll 0,001$ ) oz. velja tudi obratno. Kakorkoli pa ta dinamika ni velika. To lahko nakazuje, da se tudi starostna struktura populacije medveda v času verjetno ni mogla bistveno spreminjati. Pri tem pa je treba izpostaviti in se zavedati, da je ob predpisani težnostni strukturi dovoljenega odstrela, kot je uveljavljen v Sloveniji, indikativna moč tovrstnih analiz starostnih struktur šibka, saj starost in telesna masa del življenjskega obdobja sovpadata in bi torej na osnovi analiz odvzema lahko zasledili le večje/velike spremembe v starostni strukturi populacije (ker odvzem ni naključen temveč določen s težnostnimi kategorijami, kvoto in drugimi določili).



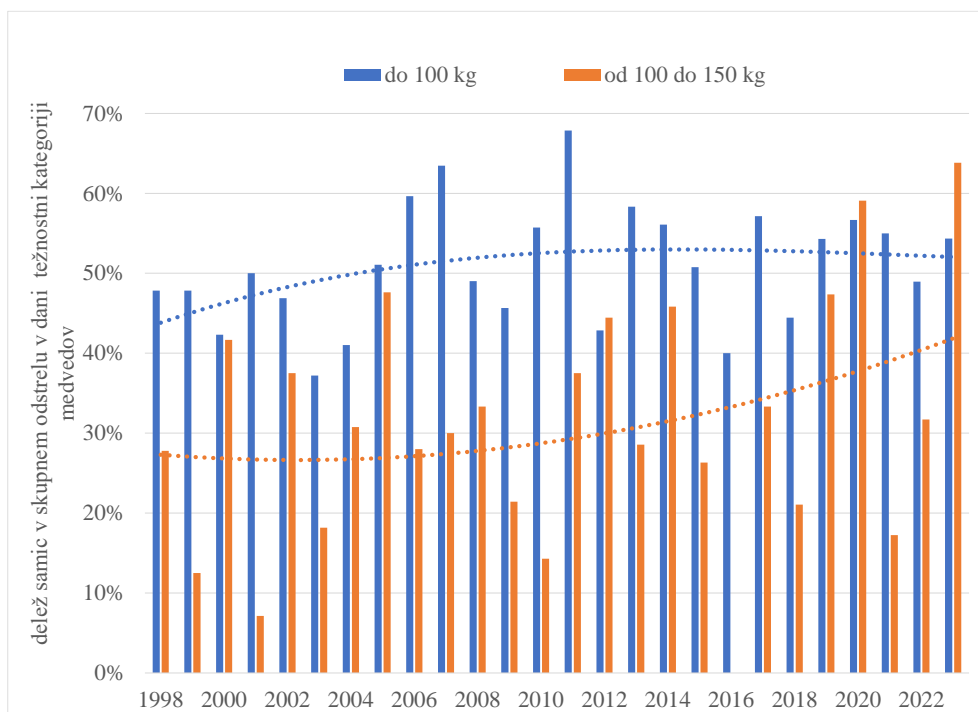
Slika 5: Časovna dinamika povprečne starosti odvzetih samcev in samic medveda v Sloveniji v obdobju 1998-2019. Starosti na y osi označujejo število dopoljenih let (starost 0 označuje osebo, ki so stari manj kot eno leto, starost 1 leto osebo, ki so stari od 1 do 2 let, itn.). Za zadnje leto (l. 2023) so ocene starosti določene z manj točno metodo (računske imputacije) in so vrednosti torej le okvirne.

Medvedke v naši populaciji vstopijo v reprodukcijo (prva kotitev) pri napolnjenem 3 do 4 letu starosti. Število takih samic v odvzemu je v obdobju po letu 1998 iz leta v leto močno nihalo, vendar v splošnem naraščalo in je prva leta obravnavanega obdobja znašalo okoli 10, zadnji dve leti, ko je bil odvzem medveda intenziven, pa od 35 do 50 (pri tem pa je treba ponovno izpostaviti, da so ocene starosti za zadnje leto manj zanesljive). Zato lahko

sklepamo, da bo (oz. je) imel odstrel zadnjih dveh let takojšen dodaten učinek na demografijo oz. je povzročil določen upad absolutne rodnosti populacije (rodnost zmanjšana za odvzete spolno zrele medvedke).



**Slika 6: Dinamika evidentiranega odvzema spolno zrelih samic (nad 3 leta) medveda v Sloveniji v obdobju po letu 1998**



**Slika 7: Dinamika deleža samic v smrtnosti zaradi odstrela v obdobju po letu 1998 za masni kategoriji 0-100 kg in 100 do 150 kg**

Število spolno zrelih samic v odvzemu deloma narašča zaradi povečevanja absolutnega odvzema medveda, deloma pa tudi zaradi večanja njihovega deleža v odvzemu kot rezultat

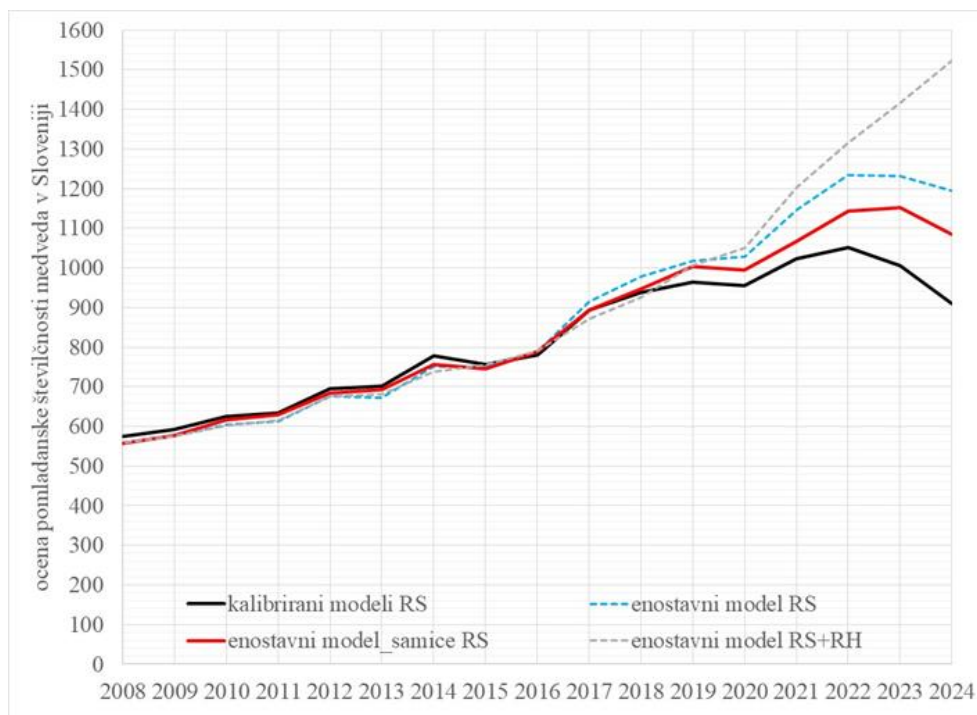


povečevanja v populaciji. Odstrel medveda je reguliran z masnimi kategorijami osebkov (deleži po kategorijah do 100, od 100 do 150 in nad 150 kg). Spol medveda razen pri vodečih medvedkah in zelo velikih osebkih (odraslih samcih) po zunanjem izgledu na daleč v naravi namreč ni določljiv. Zato smo analizirali v kateri masni kategoriji se je realiziral povečan delež spolno zrelih samic v odvzemu. Delež samic med odvzetimi medvedmi z maso do 100 kg je v povprečju znašal 52 %, v kategoriji od 100 do 150 kg 35 % in v masni kategoriji nad 150 kg 7 %. V masnih kategorijah (odstreljenih) medvedov do 100 kg se delež samic v obdobju po 1998 po linearnem trendu ni značilno spreminjal; isto velja tudi za kategorijo nad 150 kg, kjer pa je delež samic tako in tako izredno majhen. Pač pa je delež samic značilno naraščal v kategoriji od 100 do 150 kg. V kategoriji do 100 kg se je delež samic nekoliko povečal le v obdobju 1998-2004 (ko je bil odstrel še nizek) in zatem ostal v povprečju okvirno konstanten (opazne pa so medletne razlike). V kategoriji od 100 do 150 kg pa se je ravno obratno delež samic v odvzemu povečeval zadnja leta (slika 7), domnevno zaradi intenzivnejših odvzemov/odstrela.

## 3.2 DINAMIKA ŠTEVILČNOSTI RJAVEGA MEDVEDA

### 3.2.1 Rezultati rekonstrukcije številčnosti z modeliranjem na osnovi podatkov evidentirane smrtnosti medveda

Za rekonstrukcijo dinamike številčnosti medveda v Sloveniji smo uporabili 4 različne metode/pristope, ki vse temeljijo na podatkih evidentirane smrtnosti medveda, vendar imajo delno različne predpostavke. Od tega trije uporabljajo le podatke Slovenije, en pa tudi podatke Hrvaške. Rezultati vseh rekonstrukcij so praktično enaki v obdobju 2007 do 2015, saj so bili v obeh letih kalibrirani z ocenami številčnosti neinvazivne genetike, zatem pa se začno nekoliko razhajati. Rezultati so še zelo usklajeni do leta 2019. Tega leta je bil odzvem medveda po intervencijskem zakonu namreč primerjalno visok in je bil visok tudi delež samic v odvzemu. Zato se po letu 2019 začno ocene številčnosti različnih metod bolj razhajati. Srednje ocene pomladanske številčnosti za leto 2019 različnih metod tako znašajo od 965 do 1.017 osebkov. Zatem pa ocene, ki predpostavljajo polno panmiksijo populacije s Hrvaško in/ali ne upoštevajo vplivov spolne sestave odvzema na dinamiko populacije, začno naraščati hitreje, kar je skladno s pričakovanji. Za leto 2024 tako srednje ocene pomladanskih številčnosti variirajo od 895 do 1.523 osebkov. Najvišjo oceno napoveduje enostavni model panmiktične populacije ( $n=1.523$ ), kar je razumljivo, saj tak model kot prvo ne more zaznati vpliva povečanega odvzema samic v RS in kot drugo predvideva, da je populacija demografsko povsem zlita s Hrvaško, kar tudi ni realna predpostavka. Tej metodi sledi enostavni model za Slovenijo (1.195), ki pa ima to hibo, da se ne odziva na razlike v spolni strukturi odvzema in zato ob danem odvzemu zadnjih letih (povečan delež samic) sedaj precenjuje številčnost. Zato smo ocenili obeh teh pristopov v končni sintezi izločili kot nerealni. Bolj pa sta izenačeni ocenili preostalih dveh metod/pristopov: ocena kalibriranih modelov za RS (aritmetična sredina modelov: 909, mediana 895) in ocena enostavnega modela na osnovi odvzema samic (srednja napoved = 1.085). Ocena drugega modela je lahko morda nekoliko precenjena, saj ne upošteva starostne strukture odvzema samic (povečanega odvzema potencialno rodnih samic) prva metoda pa ima precej širše intervale zaupanja in zaradi kompleksnosti daje manj stabilne rezultate. Najverjetnejša (srednja) pomladanska ocena številčnosti medveda v Sloveniji leta 2024 sodeč po opisanih modelih, ki temeljijo na smrtnosti, torej znaša nekako med 895 do 1.085, v grobem (v povprečju) okoli 990 osebkov.



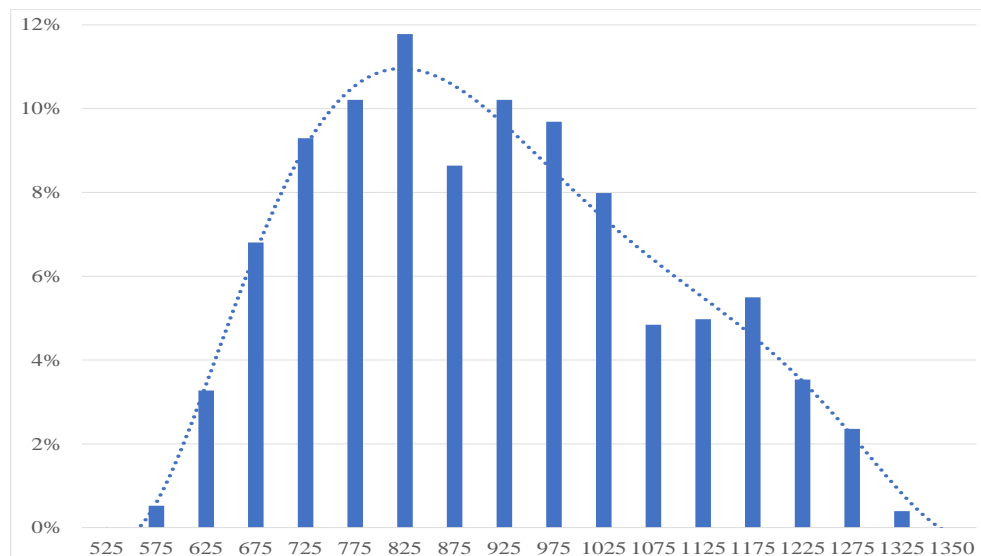
**Slika 8: Rezultati različnih metod ocen dinamike pomladanske številčnosti medveda v RS na osnovi podatkov evidentirane smrtnosti v obdobju do leta 2024. Kot bolj verjetne (zaradi boljšega izpolnjevanja izhodiščnih predpostavk) ocenjujemo rezultate dveh metod z nižjimi ocenami številčnosti v letu 2024 (številčnost znaša od 895 do 1.085 osebkov).**

**Preglednica 2: Glavni rezultati rekonstrukcij številčnosti medveda (na osnovi evidentirane smrtnosti) v Sloveniji za leto 2024. Opisi, predpostavke, prednosti in omejitve naštetih metod so opisane v poglavju metode.**

Metoda\parameter	sredina ocene (N)	spodnja meja CI ocene	zgornja meja CI ocene	koeficient variacije ocene ( $\pm$ %)
<b>Kalibrirani modeli RS</b>	<b>895 (mediana)</b>	<b>569</b>	<b>1321</b>	<b>41 %</b>
<i>Enostavni model RS</i>	1195	718	1731	42 %
<b>Enostavni model RS - na osnovi samic</b>	<b>1085</b>	<b>719</b>	<b>1191</b>	<b>22 %</b>
<i>Enostavni model RS+HR</i>	1523	1042	2002	32 %

Opomba: modele, ki so poimenovani v *ležeči* pisavi ocenjujemo kot nerealne (manj verjetne), zato jih v končni sintezi rezultatov nismo upoštevali

Pri interpretaciji in rabi rezultatov pa se je treba zavedati in upoštevati, da so intervali zaupanja ocen široki ter npr. skrajne meje intervalne ocene pri kalibriranih modelih za RS znašajo 569 – 1.321 osebkov, pri enostavnem modelu na osnovi samic pa od 719 – 1.191 osebkov: koeficienti variacije ocen znašajo kar  $\pm$  22 do 41 % (Preglednica 2). Ocene številčnosti kalibriranih modelov za RS so desno asimetrično porazdeljene; mediana ocen tako znaša 895, aritmetična sredina 909, napovedi pa se gostijo v intervalu 700 – 1000 osebkov (slika 9).



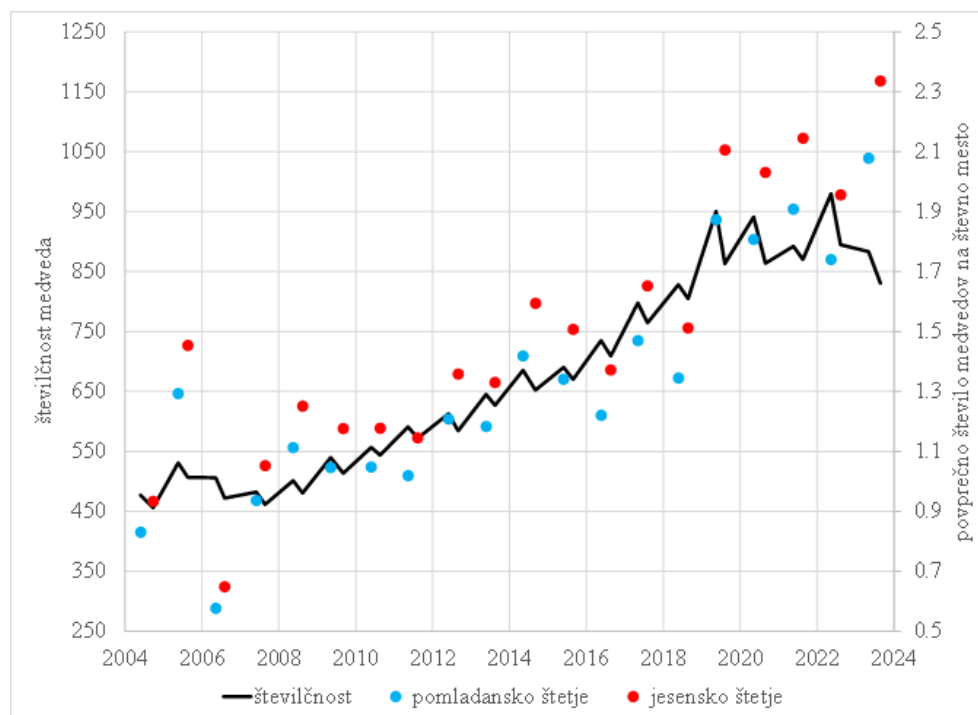
**Slika 9: Porazdelitvena funkcija gostot napovedi številčnosti populacije medveda v RS po metodi kalibriranih modelov**

### 3.2.2 Rezultati rekonstrukcije številčnost medveda na osnovi podatkov monitoringa medveda na stalnih števnih mestih

Dotični monitoring medveda je potekal na 169 števnih mestih, na katerih se je kumulativno v obdobju 2004-2023 izvedlo 8.912 števnih noči in evidentiralo 11.755 medvedov (oz. 1,32 medveda / števeno noč×mesto). Ker so podatki pomladanskega in prvega jesenskega štetja (v nadaljevanju jesenskega štetja) bolj informativni od drugega jesenskega štetja (Jerina in sod., 2019), smo slednjega izločili iz nadaljnjih analiz. Izločili smo tudi podatke števnih mest, na katerih ni bil niti eno leto evidentiran niti en medved, ter števna mesta, ki so bila spremljana manj kot v 2/3 vseh števnih noči. Tako smo v končne analize vključili podatke 161 števnih mest, od katerih jih je bilo 77 spremljanih v vseh štetjih, pri preostalih pa je izpadlo do največ 14 od skupaj 40 štetij (20 pomladanskih in 20 jesenskih). Povprečna »pokritost« 161 števnih mest znaša prek 95 % in se praktično ne razlikuje med pomladanskimi (95,5 %) in jesenskimi štetji (95,4 %). Pač pa se je pokritost števnih mest rahlo zmanjševala v času. To zmanjševanje pa ni bilo naključno, temveč pogostejše na števnih mestih z majhnim obiskom medvedov. Če tega ne bi upoštevali, bi bili ugotovljeni časovni trendi številčnosti medveda precenjeni (precenjena hitrost rasti). Zato smo za rekonstrukcijo številčnosti medveda za vsa »izpadla« štetja na posameznih števnih mestih ocenili in kasneje uporabili napovedane frekvence medvedov (glej metode).

Povprečno število evidentiranih medvedov na števeno mesto se je med leti in med obema štetjema stalno spreminjalo, a je v času postopno naraščalo ter se v splošnem razen prvi dve leti in zadnjih par let zelo dobro ujema z rastjo številčnosti medveda (oz. z oceno številčnosti populacije ob času izvajanja štetij) (slika 10). Odstopajo zlasti rezultati štetja leta 2006 in zadnje (leto 2023) jesensko štetje. Statistično točki sodita med »outlier-je«, vendar jih v tej fazi nismo izločili, ker na rabo števnih mest v konkretnem dnevu vplivajo tudi obrodi bukve in vreme, ki pa se med leti oz. štetji spreminjajo in bi bil zabeležen ekstrem lahko rezultat izredna kombinacija specifičnih okoljskih razmer ob času izvajanja štetij. Iz iste slike je razvidno tudi, da je število naštetih medvedov v pomladanskih štetjih skoraj v vseh letih nižje kot v jesenskih; povprečno je bilo ob pomladanskih štetjih evidentirano 1,33, v jesenskih pa 1,47 medveda na števeno mesto (pri tem so vplivi spremljanja s kamerami odstranjeni). Z analizo kovariance pa nismo odkrili, da bi bili med leti različni tudi smerni koeficienti

funkcije številčnost medveda glede na število naštetih medvedov na števno mesto. Povečanje povprečnega števila opaženih medvedov na števno mesto za 0,1 v povprečju v obeh štetjih pomeni povečanje številčnosti populacije medveda za 49,2 (95 % CI: 47,1-51,4) osebkov. Število naštetih medvedov in sezona štetja pojasnjujeta 74 % celotne variance številčnosti medveda.



**Slika 10: Povprečno število naštetih medvedov na števno mesto v pomladanskih in jesenskih štetjih ter dinamika ocenjene številčnosti medveda (neodvisna ocena) v času izvajanja monitoringa medveda na stalnih števnih mestih**

V naslednjem koraku smo ovrednotili, kako poleg populacijske številčnosti na zahajanje medvedov na števna mesta vplivajo obrodi bukve in vremenske spremenljivke. Za izbor spremenljivk smo uporabili metodo posplošenih linearnih mešanih modelov in osnovni set podatkov (brez upoštevanja manjkajočih vrednosti); število naštetih medvedov na števno mesto smo uporabili kot odvisno spremenljivko (poissonova porazdelitev, logit link), ID števnege mesta kot faktor (ID: naključna kategorialna spremenljivka), leto in sezono ter interakcijo obeh spremenljivk kot naključne kategorialne spremenljivke ter jakost obroda bukve, prisotnost megle in količino padavin v dnevu štetja kot kovariate. Ker so vplivi obroda po pričakovanju sezonsko specifični, smo v model vključili tudi interakcijo obrod $\times$ sezona. Pri izboru parametrov modela smo navzkrižno preverili ujemanje rezultatov različnih algoritmov (best subset, backward removal, forward stepwise). Kot najrobustnejši se je izkazal model, ki od okoljskih dejavnikov vključuje jakost obroda bukve v jesenskem štetju in količine padavin v obeh štetjih ter sezono štetja.

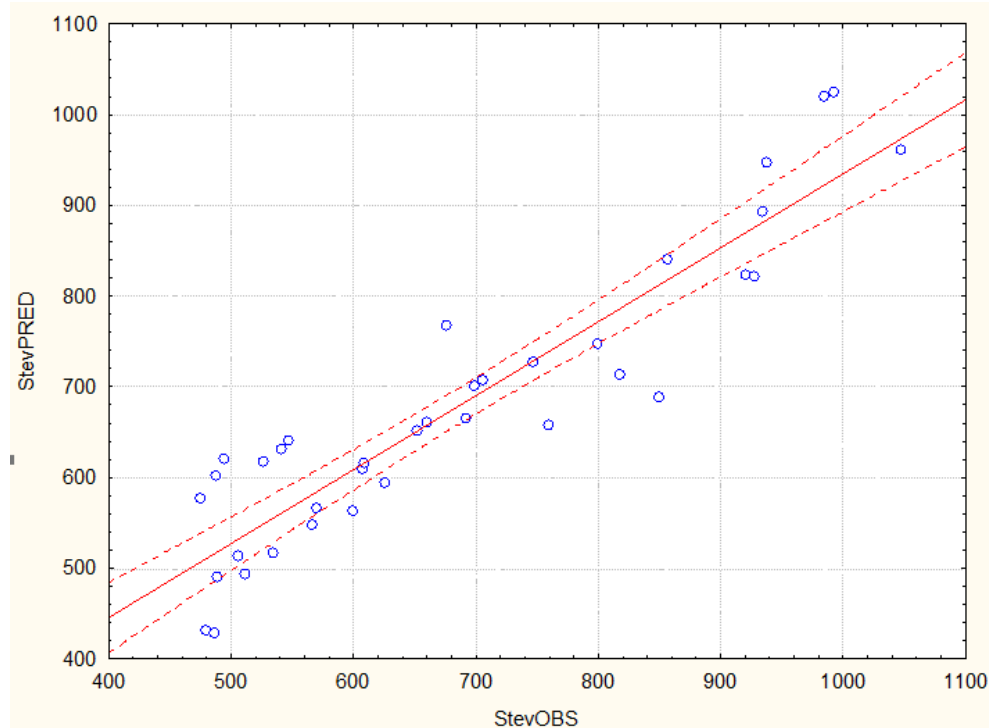
V drugem koraku smo našete spremenljivke uporabili v končnem napovednem modelu številčnosti medveda na osnovi monitoringa medveda na stalnih števnih mestih. Za vsako štetje smo pripravili naslednje podatke: povprečno število naštetih medvedov na vseh števnih mestih, povprečna količina padavin na vseh števnih mestih, jakost obroda bukve in ocena številčnosti medveda v času izvajanja štetja. Za pripravo slednje smo uporabili povprečje obeh končnih izbranih modelov številčnosti za Slovenijo (kalibrirani modeli in modeli na osnovi samic). Kakorkoli pa so razlike med modeli v ciljnem obdobju zanemarljive. Zaradi

neodvisnosti rezultatov smo model namreč model parameterizirali le na osnovi podatkov 2004 do vključno 2018 (glej metode) kjer so rezultati različnih rekonstrukcij številčnosti še povsem usklajeni (in niso dvomljivi), ter potem model »ekstrapolirali« na celotno raziskovalno obdobje do vključno leta 2022. Še prej smo preverili, če so v podatkih prisotni »outlier-ji« in izločili podatke štetja 2006.

Najboljši končni napovedni model številčnosti se zelo dobro ujema z vhodnimi podatki saj pojasnjuje 85,4 % vse variance dinamike številčnosti medveda (multipli  $R_{corr} = 0,92$ ). Od celotne pojasnjene variance jo skoraj 76 % pojasnjuje število medvedov na števni mestih, slabih 12 % sezona štetja (pomlad vs jesen), 6 % obrodi bukve v jesenskih štetjih in 6 % količina padavin v dnevu štetja. Vse spremenljivke v modelu so ob izredno majhnem tveganju statistično značilne, pač pa ni značilna konstanta, kar pa kvečjemu potrjuje kakovost pristopa/modela. Logično je namreč pričakovati, da bi ob hipotetičnem primeru, ko medveda ne bi beležili na števni mestih, tudi njegova številčnost padla na nič.

**Preglednica 3: Napovedni model številčnosti medveda (v času izvajanja štetja) na osnovi podatkov monitoringa medveda na stalnih števni mestih (št. naštetih medvedov) upošteva se sezono, jakost obroda bukve in količine padavin v dnevu izvedbe monitoringa.**

	Param	Std. Err. Param	CI -95 %	CI +95 %	P
Intercept	29.55	56.76	-86.07	145.16	0.606
jesen vs pomlad	-96.56	19.72	-136.73	-56.38	0.000
Obrod	33.67	10.41	12.47	54.88	0.003
Padavine	10.97	3.24	4.38	17.57	0.002
Št. naštetih medvedov na števno mesto	434.00	34.35	364.03	503.97	0.000



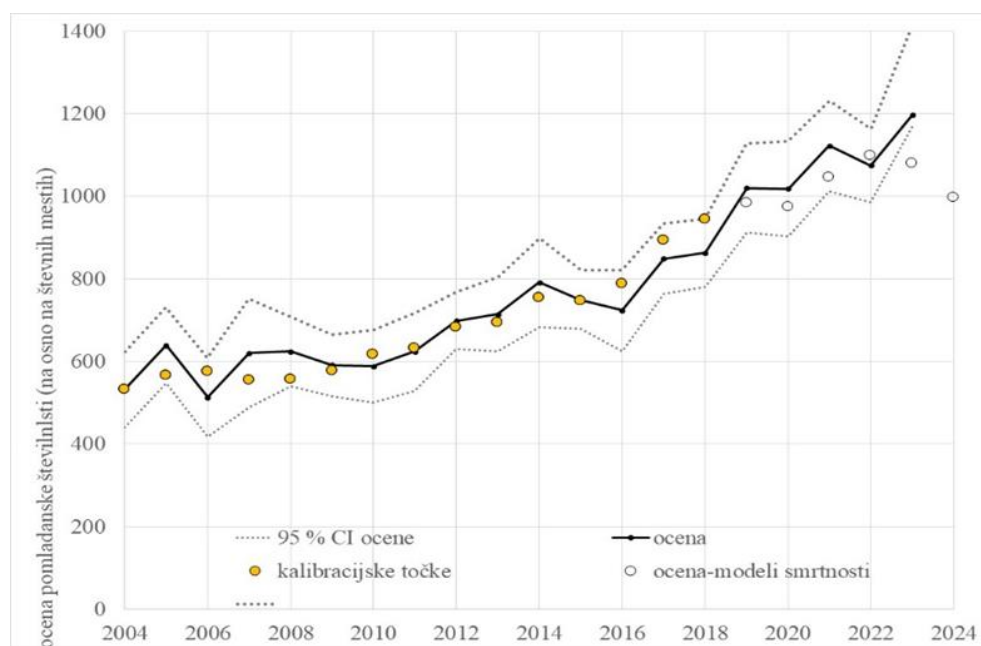
**Slika 11: Ujemanje empiričnih in napovedanih vrednosti najboljšega modela številčnosti medveda na osnovi podatkov monitoringa na stalnih števni mestih za vsa jesenska in pomladanska štetja. Struktura modela je predstavljena v preglednici 3**

Napovedane vrednosti modela in empirične vrednosti se dobro ujemajo na celotnem intervalu vrednosti spremenljivk (slika 8). Tudi druge karakteristike modela ne nakazujejo kakšnih tehničnih pomanjkljivosti.

Poleg opisanega smo izdelali še tri druge modele (glej metode), ki po pojasnjevalni moči niso bistveno slabši (npr. številčnost medveda  $\approx$  število naštetih medvedov  $\times$  sezona + obrod; število naštetih medvedov + obrod + sezona). Z medsebojno primerjavo rezultatov smo namreč lahko ocenili in kontrolirali, kako nanje vpliva struktura modela (vključene spremenljivke) in variabilnost vključili v intervalno oceno.

Z opisanimi regresijskimi modeli napovedane številčnosti v času izvajanja štetja smo preračunali v pomladanske (po skotu) številčnosti in sicer tako, da smo prištetli v vmesnem času evidentirano smrtnost medveda. Isti pristop v obratni smeri smo namreč uporabili pri izračunu številčnosti v času izvajanja štetja. Nato smo iz letnih parov rezultatov izračunali povprečne letne napovedi in povzeli tudi njihove intervale zaupanja. Pri slednjih smo predpostavili, da so intervale zaupanja enako odmaknjeni od ocene številčnosti v času štetja, od pomladanske številčnosti, kar je smiselna in ni tvegana predpostavka.

Končna ocena dinamike številčnosti medveda na osnovi podatkov monitoringa na stalnih števnih mestih do leta 2023 je prikazana na sliki 11. Napovedane pomladanske številčnosti medveda se zelo dobro ujemajo z napovedmi številčnosti modelov na osnovi evidentirane smrtnosti medveda celotno obdobje do vključno leta 2022. V letu 2023 pa se oceni razideta in monitoring na stalnih števnih mestih daje višjo vrednost. Leta 2023 številčnost na osnovi podatkov števnih mest znaša 1.196 osebkov (približek spodnje in zgornja meja intervalne ocene pa 1.179-1.414 osebkov), na osnovi odvzema pa 1.072. Zadnje-a leto-a je bilo presenetljivo visoko zlasti število medvedov v jesenskem štetju (kljub kontroliranju obrodov in rabe fotopasti!), česar ne znamo pojasniti, je pa zlasti to povzročilo razhajanje ocen številčnosti obeh pristopov in močno asimetričen (navzgor) interval zaupanja ocene v zadnjem letu (slika 12).



Slika 12: Rekonstrukcija dinamike številčnosti medveda v obdobju do 2023 na osnovi podatkov monitoringa medveda na stalnih števnih mestih.

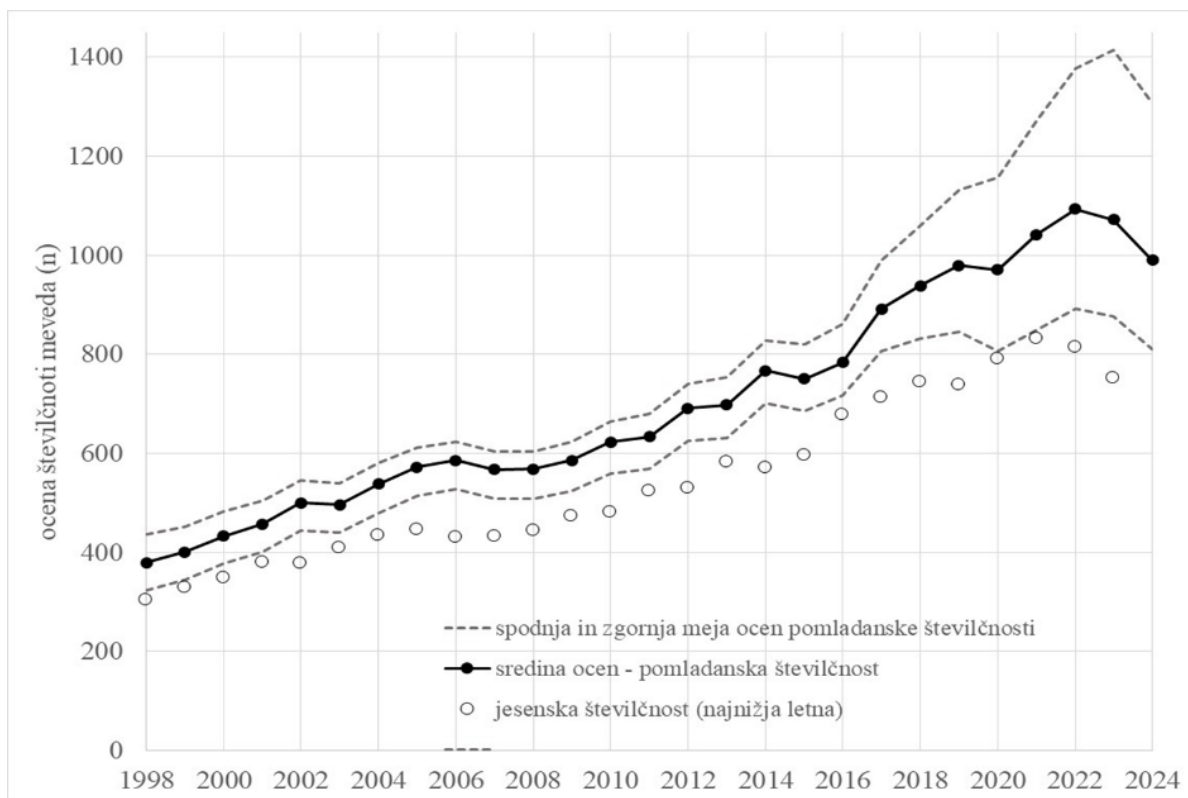
### 3.2.3 Sinteza rezultatov in priprava končne ocene številčnosti

Na praktično in raziskovalno uporabnost rezultatov ocen številčnosti so poleg (ujemanja) sredin ocen pomembne tudi širine intervalov zaupanja ocen ( $\pm$  CI). Ker je napaka ocen pri posamezni metodi porazdeljena normalno do zmerno desno asimetrično (slika 9), je prava vrednost številčnosti bolj verjetno enaka ali blizu sredini ocene (mediana) kot pa skrajni meji intervala zaupanja, kar velja tudi, če se ocene različnih pristopov združuje. Vendar s tveganjem večjim od 5 % ni mogoče zavrniti, da prava vrednost ni enaka tudi robni intervalni oceni. Intervalne ocene obeh končnih izbranih metod, ki temeljita na evidentirani smrtnosti, pa so zelo široke, kar bistveno znižuje njuno uporabnost. Približek intervalne ocene na osnovi podatkov monitoringa štetja pa je le približek, ocenjen na osnovi intervalnih ocen vplivov (smernih koeficientov) neodvisnih spremenljivk upošteva njihove relativne prispevke k skupni vsakoletni oceni številčnosti.

Zato smo intervale zaupanja in končno oceno dinamike številčnosti pripravili po istem postopku kot v predhodni študiji (Jerina, 2022) in sicer s sintezo treh končno izbranih ocen, na osnovi naslednjega ključnega logičnega razmisleka (predpostavke). Ocena številčnosti na osnovi monitoringa števnih mest je po vseh predpostavkah in uporabljenih podatkih, razen v tem, da za kalibracijo uporablja oceno številčnosti neinvazivne genetike (pa še to na drugačen način), povsem neodvisna od obeh izbranih ocen na osnovi evidentirane smrtnosti medveda. Zato je malo verjetno, da bi se rezultati obeh metod tudi v obdobju dlje po kalibraciji lahko ujemali zgolj naključno, temveč se bolj verjetno ujemajo le, če so oboji blizu prave vrednosti. Temu ustrezno smo sintezno oceno številčnosti in njenih intervalov zaupanja pripravili po naslednjem postopku. Najprej smo za povprečno oceno številčnosti (povprečje obeh končnih modelov številčnosti na osnovi evidentirane smrtnosti) za vsako leto posebej izračunali razmerje med oceno in oceno na osnovi monitoringa na števnih mestih. Nato smo v celotnem obdobju raziskave poiskali najslabše ujemanje obeh ocen ločeno navzdol in navzgor (oz. najmanjše in največje razmerje ocen v posameznem letu). Končno smo ti dve vrednosti uporabili kot maksimalno intervalno oceno (v obliki relativnih odklonov povprečne ocene).

Končni rezultati in končna sintezna rekonstrukcija številčnosti z intervali zaupanja je prikazana na sliki 13. Iz nje je razvidno, da znaša leta 2024 ocenjena pomladanska številčnost medveda 990 osebkov, spodnja oz. zgornja meja intervalne ocene pa 810 do 1.307 osebkov. Zadnje desetletje je številčnost medveda naraščala, se leta 2019 kot posledica intervencijskega odstrela malo znižala, potem zopet rasla in od pomladi 2022 nekoliko, bolj pa do lanskoletne (2023) upadla.

Ob poročanju številčnosti so doslej veliko zmedo v javnosti prožile različne ocene, zlasti najnižje letne po izvršenem odstrelu, ki se jih je navadno poročalo ob rezultatih neinvazivne genetike (za pozno jesensko obdobje), ter številčnosti po poleganju mladičev, ki so najvišje letne in veljajo za pomladanski čas, so upravljavsko relevantne in jih zato kot osnovne poročamo v pričujoči ekspertizi. Za lažjo primerljivost obeh ocen na isti sliki prikazujemo tudi pozno jesenske (torej najnižje letne) številčnosti.



**Slika 13: Rekonstrukcija populacijske dinamike medveda v Sloveniji za obdobje 1998-2024.** Odebeljena črna linija prikazuje vrednosti za čas po kotitvi pomladi, torej največje vrednosti v letnem ciklu kotitve in smrti. Črtkani sivi liniji sta intervala zaupanja te ocene, beli krogi pa podajajo ocene najnižjih letnih številčnosti v poznojesenskem obdobju.

### 3.3 OPREDELITEV MOŽNIH VIROV NAPAK PRISTOPOV IN OCENA SCENARIJEV ODVZEMA MEDVEDA V SLOVENIJI V LETU 2024

Enako kot vse druge, tudi uporabljene metode rekonstrukcij populacijske dinamike medveda temeljijo na določenih predpostavkah in je točnost rezultatov metod odvisna od stvarnosti teh predpostavk. Uporabljene metode temeljijo na deloma različnih predpostavkah in uporabljajo različne podatke, kar omogoča navzkrižno preverjanje ujemanje rezultatov, presojo stvarnosti predpostavk in/ali vplive kršitev predpostavk na rezultate in zato bolj zanesljivo končno sintezo. Vse ključne skupne in specifične predpostavke uporabljenih metod, ter podatki in drugi argumenti, ki predpostavke potrjujejo (ali pa smo v primeru neizpolnjevanja predpostavk rezultate konkretnih metod izločili iz končne sinteze) so podrobno predstavljene v predhodni ekspertizi (Jerina 2022; poglavje »3.2.3 Opredelitev stvarnosti predpostavk in možnih virov napak, sinteza in opredelitev zanesljivosti končne ocene številčnosti«). Zato jih tu ne ponavljamo.

Pač pa v nadaljevanju povzemamo ključne rezultate, indice in logične sklepe izvedene iz analiz (zlasti za zadnji dve leti), ki so pomembni za interpretacijo in razumevanje zanesljivosti tokratnega končnega rezultata.

1.) Od konca jeseni leta 2015, ko se je zbiralo podatke za zadnjo neinvazivno genetsko oceno številčnosti, s katero smo kalibrirali ocene modelov na osnovi evidentirane smrtnosti medveda, je minilo (že) 8 let, kar je bil tudi predviden interval izvedbe te metode. Zato so



ocene številčnosti na osnovi evidentirane smrtnosti nujno manj zanesljive, oz. so intervali zaupanja teh ocen široki.

2.) Povečevanja deleža samic med odvzetimi medvedi, vključno samic, ki so že spolno zrele (zadnja leta), razlagamo z dejstvom, da je bil odvzem relativno že toliko višji, da je zmanjšal možnost siceršnje izbirnosti odstrela v smeri proti samcem.

3.) Povečan delež samic v odvzemu nujno pomeni tudi primerjalno večji vpliv na demografijo populacije. Uporabljena metoda rekonstrukcije na osnovi smrtnosti obeh spolov tega vpliva ne upošteva, zato njenih rezultatov nismo upoštevali v končni sintezi. Obratno pa obe končni izbrani metodi na osnovi evidentirani smrtnosti to upoštevata in smo jih privzeli v končne analize.

4.) Zadnjih par let (bolj izrazito zlasti lansko leto – leta 2023) se je povečala tudi intenziteta odvzema spolno zrelih samic (realizirano zlasti v težnostni kategoriji medvedov 100 do 150 kg), kar pomeni, da ima/je imel odvzem takojšen (v naslednjem letu ali dveh letih) dodaten učinek prek zmanjšanja števila skotenih novih mladičev v populaciji. Metoda na osnovi kalibriranih modelov to upošteva, enostavna metoda na osnovi samic pa ne. Zato njeni rezultati lahko nekoliko precenjujejo dejansko številčnost (po grobi oceni za velikostni red do nekaj 10 osebkov).

5.) Rezultati metode na osnovi monitoringa medveda na stalnih števnih mestih nimajo nobeno od naštetih hib. V splošnem se zelo dobro ujemajo z rezultati metod na osnovi evidentirane smrtnosti medveda. Zadnje leto pa se rezultati te metode začnejo odklanjati in so višji od rezultatov ocen na osnovi evidentirane smrtnosti. Odstopajo zlasti rezultati zadnjega jesenskega štetja (oz. par zadnjih štetij) medveda (kljub kontroliranju vplivov obroda, vremena in uporabe fotopasti). V splošnem bi to sicer lahko npr. nakazovalo, da je bil povečan odvzem medveda kompenziran z primerjalno manjšim odvzecom na Hrvaškem (modeli za panmiktično populacijo), vendar pa se to ne zdi verjetno in tudi drugi podatki (npr. struktura odvzema) ne potrjujejo. Razlogov za odklon ocene številčnosti na osnovi podatkov monitoringa na osnovi podatkov števnih mest je možnih več: npr. lovci so za izvedbo odstrela na krmišča polagali bolj zanimivo hrano – »priboljške«, ekstremno slabi obrodi hrane, suša v enem letu in drugo leto z nadpovprečnimi padavinami, zmanjšanja pripravljenost nekaterih upravljavcev lovišč (izvajalcev monitoringa) zaradi več možnih razlogov in posledično slabši podatki. Kakorkoli pa so dvomljive ocene, ki izhajajo iz tega monitoringa, višje od ocen na osnovi evidentirane smrtnosti, ter jih za samo končno oceno številčnosti (razen za interval zaupanja) nismo uporabili. To pa pomeni, da »dvomljivi« podatki zadnjih par let tega monitoringa niso mogli vplivati na spodnjo mejo in sredino končne ocene številčnosti, zgornji interval te ocene pa je (lahko) precenjen.

Upoštevaje vse informacije in rezultate analiz ocenjujemo, da je spodnja meja ocene pomladanske številčnosti medveda leta 810 zanesljiva (varna), srednja ocena (990) lahko (do nekaj 10 osebkov) precenjuje pravo vrednost, zgornja pa je verjetno precenjena. Po grobi oceni torej znaša pomladanska številčnost medveda leta 2024 okvirno od 850 do 1000 osebkov.

Pri določitvi scenarijev možne višine odvzema medveda v letu 2024 smo upoštevali (a.) doseganje cilja referenčne številčnosti rjavega medveda v Sloveniji 800 osebkov, (b.) ohranjanja ugodnega ohranitvenega stanja populacije, (c.) zanesljivosti in ugotovljenih

intervalov zaupanja končne ocene pomladanske številčnosti medveda v Sloveniji ter drugih kazalnikov trenutnega demografskega potenciala populacije medveda v RS.

Pri scenarijih smo kot izhodiščno pomladansko številčnost medveda leta 2024 upoštevali različne vrednosti, ki pokrivajo celoten interval interval zaupanja končne ocene številčnosti – slika 13). Upoštevaje zgoraj izvedeno interpretacijo pa smo označili rezultate bolj verjetnih ocen. Pri vseh scenarijih smo kot cilj uporabili dosego referenčne številčnosti 800 osebkov in navzgor omejili intenziteto odstrela z vrednostjo (relativno) leta 2023. Za oceno višine odvzema smo enkrat uporabili enostavno metodo na osnovi evidentirane smrtnosti samic in predpostavili, da bo delež samic v odvzemu enak kot lansko leto, drugič pa enostavno metodo na osnovi podatkov obeh spolov in strukture odvzema nismo preverjali. Pri preračunu ocen iz odvzema je potrebno upoštevati, da so »izgube« (torej nelovna smrtnost) zadnja leta v povprečju letno znašale 24 osebkov letno. Lansko leto se je z odstrelom poleg načrtovanih 230 s posamičnimi dovoljenji odvzelo še 10 osebkov (večinoma v obdobju, ko je bilo izvajanje dovoljenja za 230 osebkov začasno zaustavljeno).

**Preglednica 4: Scenariji višine odvzema rjavega medveda za (možne) dejanske številčnosti znotraj intervalne ocene številčnosti za leto 2024. Temneje so obarvani scenariji, katerih ocene številčnosti so bolj verjetne.**

dejanska številčnost 2024	cilj	Na osnovi samic		Za oba spola		Številčnost leta 2025*
		delež (%)	abs	delež (%)	abs	
810 (spodnji meja končne ocene)	Številčnost = 800	16,5 %	134	18,1	147	800 (*800)
850 (modus ocen kompleksnih modelov)	številčnost = 800	21,3 %	181	22,2	189	800 (*738)
900	zmanjšanje proti 800	21,9 %	197	24,5	221	≈ 820 (*717)
950	zmanjšanje proti 800	21,9 %	208	24,5	233	≈ 870 (*703)
1000 (sredina končne ocene)	zmanjšanje proti 800	21,9 %	219	24,5	245	≈ 920 (*690)
1310 (zgornja meja končne ocene)**	zmanjšanje proti 800	21,9 %	286	24,5	321	≈ 1225

\* Ocena številčnosti leta 2025, v primeru, da dejanska številčnost znaša 810 (spodnja meja intervalne ocene) ob predvidenem odstrelu za dan scenarij (ocene na osnovi modelov za samice)  
 \*\* vrednost je (precej) verjetno precenjena

#### 4. DISKUSIJA IN PRIPOROČILA

Ker je spodnja meja ocene številčnosti (810) že blizu referenčne pomladanske številčnosti 800 osebkov, je pri odločitvi o konkretni predvideni višini odvzema treba pretehtati »posledice«, če je dejanska številčnost različna od predvidene v scenariju. Najbolj »varna« se zdi izbira scenarija z najnižjo oceno številčnosti. Vendar se je treba pri tem zavedati, da je dejanska številčnost bolj verjetno višja in se z upravljanjem želimo približati referenčni številčnosti. Poleg tega referenčna meja (800 osebkov) ni bila izbrana (določena), ker bi bila to najnižja možna številčnost, ki bi še omogočala trajno ohranjanje populacije z vidika njene demografije, temveč kot najvišja številčnost, ko konflikti še ne začnejo hitreje naraščati. Slovenija je ocenjevala stanje medveda kot ohranitveno ugodno že leta 2004, ko je številčnost populacije znašala pod 600 osebkov.

Ne smemo tudi pozabiti, da je osnovni in edini res pomemben cilj izvajanja odstrela medveda v Sloveniji (regulacije lokalnih gostot populacije) zmanjševanje konfliktov z medvedom. Če bo zaradi »varnosti« smiselno pretehtala odločitev o izvedbi odvzema nižjih intenzitet, ga je smiselno z vidika učinkov skušati v večji meri razporediti na območja s povečanimi konflikti.

Pričujoča ekspertiza je zadnja v 8 letnem ciklu censusov številčnosti na osnovi neinvazivne genetike, katerih ocene se uporabi za kalibracije metod rekonstrukcij. Ko bodo izvedeni rezultati aktualnega censusa (vzorčenje 2023) je z vidika izboljšanja ohranitvenega upravljanja medveda in rabe odvzema kot ukrepa smiselno ažurirati, ponoviti in nadgraditi več izhodiščnih raziskav, na katerih temelji pričujoča ekspertiza in pravna ter vsebinska argumentacija izvajanja odvzema v Sloveniji (zbrano v Jerina in sod., 2020):

- (i) ponovno kartirati populacijske gostote medveda s sinteze vseh dostopnih ažurnih podatkov,
- (ii) ponovno kalibrirati in po možnosti še izboljšati modele/analitične pristope (najmanj, da se modele izboljša na 3 kalibracijske točke – rezultate censusov) za ocenjevanje številčnosti medveda v letih med genetskimi censusi,
- (iii) preveriti možne izboljšave sedanje sheme monitoringa rjavega medveda v Sloveniji (zlasti zagotavljanja uporabnosti monitoringa na osnovi štetij medveda na stalnih števnih mestih oz morebitna uvedba alternativnih metod in preverba optimalnega intervala neinvazivnega genetskega censusa),
- (iv) z namenom optimizacije višine in prostorske razporeditve odvzema (odstrela) kot tudi za zagotavljanje trdnosti argumentacije izvedbe v prizmi zahtev Habitatne direktive, je smiselno ponoviti tudi analize vplivov gostot in njihovih sprememb zaradi odstrela na prostorsko razporeditev in obseg konfliktov z medvedom (oz. vplivov izvedenega odstrela na konflikte v prostoru in času),
- (v) ažurirati je treba tudi vhodne podatke in oceniti, če je referenčna številčnost 800 osebkov še vedno najboljša, oz. po jo potrebi upošteva dane kriterije dopolniti/popraviti.

## 5. GLAVNI UPORABLJENI VIRI

- Jerina, K. 2022. Rekonstrukcija dinamike številčnosti rjavega medveda v Sloveniji za obdobje 1998-2022. Ekspertiza, september 2022. Ljubljana, Slovenija. 28. str.
- Jerina K., Debeljak M., Džeroski S., Kobler A., Adamić M. 2003. Modeling the brown bear population in Slovenia: A tool in the conservation management of a threatened species. *Ecological Modelling*, 170: 453–469. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00245-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00245-X)
- Jerina K., Krofel M. 2012. Monitoring odvzema rjavega medveda iz narave v Sloveniji na osnovi starosti določene s pomočjo brušenja zob: obdobje 2007-2010. Ministrstvo RS za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana
- Jerina K., Polaina E., Huber Đ., Reljić Đ., Bartol M., Srbinšek T., Jonozovič M. 2018. Reconstruction of brown bear population dynamics in Slovenia and Croatia for the period 1998-2018. LIFE DINALP BEAR Project (LIFE13 NAT/SI/0005): 46 pp.
- Jerina, K., Bordjan, D., Zgonik, V., Krofel, M., Klopčič, M., Simončič, T., Fidej, G., Nagel, T.A., Jarni, K., Poje, A., Marenče, M., Jonozovič, M., Černe, R., Bartol, M., Žerjav, S. 2019. Uporabnost sistematičnih štetij medvedov v mreži stalnih števni mest za spremljanje populacijske dinamike, relativne rodnosti populacije in zastopanosti samic z mladiči = Utility of systematic counting of bears on a network of permanent counting sites for monitoring of the dynamics of brown bear abundance, fecundity and proportion of females with cubs : report prepared within C5 action of LIFE DINALP BEAR Project (LIFE13 NAT/SI/0005). V Ljubljani: Univerza v Ljubljani: Lovska zveza Slovenije: Zavod za gozdove Slovenije, 2019. 42 str.
- Jerina, K., Majić-Skrbinšek, A., Stergar, M., Bartol, M., Pokorný, B., Skrbinšek, T., in T. Berce. 2020. Strokovna izhodišča za upravljanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) v Sloveniji (obdobje 2020–2023). Ekspertiza. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije. 98 str.  
[https://www.researchgate.net/publication/340280020\\_Strokovna\\_izhodišca\\_za\\_upravljanje\\_rjavega\\_medveda\\_Ursus\\_arctos\\_v\\_Sloveniji\\_obdobje\\_2020-2023](https://www.researchgate.net/publication/340280020_Strokovna_izhodišca_za_upravljanje_rjavega_medveda_Ursus_arctos_v_Sloveniji_obdobje_2020-2023) [accessed Sep 09 2022].
- Jerina K., Ordiz, 2021. Reconstruction of brown bear population dynamics in Slovenia in the period 1998-2019 : A new approach combining genetics and long-term mortality data. *Acta Silvae et Ligni*. 124, p. 29–40.
- Krofel M., Jonozovič M., Jerina K. 2012. Demography and mortality patterns of removed brown bears in a heavily exploited population. *Ursus*, 23: 91–103.  
<https://doi.org/10.2192/ursus-d-10-00013.1>
- Penteriani V., Huber D., Jerina K., ..., Dalerum F. 2018. Trans-boundary and transregional management of a large carnivore: Managing brown bears across national and regional borders in Europe. In: Tasos Hovardas (ed) *Large Carnivore Conservation and Management: Human Dimensions*. Routledge, pp 291–313
- Reljić S., Jerina K., Nilsen E.B., Huber D., Kusak J., Jonozovic M., Linnell J.D.C. 2018. Challenges for transboundary management of a European brown bear population. *Global Ecology and Conservation*, 16: e00488. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00488>
- Skrbinšek T., Jelenčič M., Luštrik R., ..., Kos I. 2017. Genetic estimates of census and effective population sizes of brown bears in Northern Dinaric Mountains and South-Eastern Alps. LIFE DINALP BEAR Project (LIFE13 NAT/SI/0005): 65 pp
- Skrbinšek T., Luštrik R., Majić-Skrbinšek A., ..., Trontelj P. 2019. From science to practice: genetic estimate of brown bear population size in Slovenia and how it influenced bear management. *European Journal of Wildlife Research*, 65: 29.  
<https://doi.org/10.1007/s10344-019-1265-7>