

FOTOIDENTIFIKACIJA EUROAZIJSKIH RISOVA (Lynx lynx L.) U GORSKOM KOTARU

Stopić, Stjepan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:033809>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE

STJEPAN STOPIĆ

**FOTOIDENTIFIKACIJA EUROAZIJSKIH RISOVA (*Lynx lynx* L.) U
GORSKOM KOTARU**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2021

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE

STJEPAN STOPIĆ

FOTOIDENTIFIKACIJA EUROAZIJSKIH RISOVA (*Lynx lynx* L.) U
GORSKOM KOTARU

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Vedran Slijepčević, dr. med. vet., v.pred.

KARLOVAC, 2021.

ZAHVALE

Hvala mentoru, Vedranu Slijepčeviću na pruženoj prilici, savjetima, potpori i otvorenosti za sva moja pitanja.

Hvala Jakubu Kubali i Ľubomíru Ferlici te ostatku tima Life Lynx Slovačke što su me prihvatili raširenih ruku, na perspektivi, te na svom prenesenom znanju.

Hvala mojoj obitelji na strpljenju i potpori.

Hvala Mariji jer me naučila najbitniju činjenicu na svijetu, plavo je pravo.

FOTOIDENTIFIKACIJA EUROAZIJSKIH RISOVA (*Lynx lynx* L.) U GORSKOM KOTARU

SAŽETAK:

Napredak tehnologije fotozamki omogućio je kvalitetnije prikupljanje velike količine podataka. Kako bi se olakšala njihova obrada pojavili su se računalni programi poput Camelota koji omogućuju lakšu identifikaciju vrste životinja na fotografiji i pomažu u njihovoj organizaciji. Umjetna inteligencija omogućuje nam otići korak dalje i identificirati jedinku. Cilj ovog rada bio je pronaći program koji je sposoban identificirati jedinke risa. Pri prikupljanju podataka poštivana je procedura propisana „Vodičem za praćenje risa fotozamkama“ koji je razvijen u sklopu projekta „LIFE Lynx“. Za obradu podataka pronađena su dva programa: „Wild ID“ i „Wildbook“. Wild ID u novijoj verziji nije podržavao identifikaciju jedinki, a za stariju verziju otprije je poznato da nije bila zadovoljavajuće kvalitete. U „Wildbook“ programu uspoređene su tri skupine podataka: označene fotografije identificiranih risova (123 fotografije), fotografije neidentificiranih risova (577 fotografija) i neoznačene fotografije identificiranih risova (27 fotografije). Algoritam „Hotspotter“ koji je osnova za analizu fotografija risova u programu „Wildbook“ za svaku usporedbu izračunava posebni koeficijent uspoređivanja što je onemogućilo kvalitetno numeričko uspoređivanje podataka. Rezultati nisu bili zadovoljavajući. Program je s visokom točnošću prepoznavao risa (kao životinjsku vrstu) na fotografiji, čak i ako ih je više bilo na njoj. Identifikacija jedinki nije bila toliko uspješna. Program je slabijim podudarnostima postavio fotografije čak i u slučajevima kada su fotografije pripisane istom risu. Kvaliteta fotografije pokazala se kao izuzetno bitan faktor. Najkvalitetnije usporedbe bile su kod fotografija koje su bile crno bijele, dobre oštine i kada je ris bio fotografiran s boka u centru fotografije tako da se vidi cijela jedinka. „Wildbook“ program u ovom trenutku ne zadovoljava sve tražene kriterije. Zaključak ovog istraživanja je da strojno učenje ovog programa treba dodatno istrenirati na našu populaciju kako bi program pokazao svoj puni potencijal.

Ključne riječi: euroazijski ris, *Lynx lynx*, fotoidentifikacija, strojno učenje

PHOTO IDENTIFICATION OF EURASIAN LYNX (*Lynx lynx* L.) IN GORSKI KOTAR

ABSTRACT:

Advances in camera trapping technology have enhanced data collection. In order to facilitate processing, computer programs such as Camelot have emerged facilitate the identification of animal species in a photograph and help organize them. Artificial intelligence makes it possible for us to take data analysis one step further and identify an individual.. Our objective was to find a program that made it possible to identify lynx individuals. During the data collection, we followed the procedure prescribed by the "Lynx camera trapping guidelines", which was developed within the "Life Lynx" project. To process the data, we found two programs "Wilde ID" and "Wildbook". Wild ID in the newer version did not support the identification of individuals, and for the older version we know from experience that it was not of satisfactory quality. In the "Wildbook" program, we compared three groups of data. Tagged photos of identified lynxes (123 photos), photos of unidentified lynxes (577 photos) and unmarked photos of identified lynxes (27 photos). The "Hotspotter" algorithm, which is the basis for the analysis of lynx photos in the "Wildbook" program, calculates a special comparison coefficient for each comparison, which has prevented high-quality numerical comparison of data. The results were not satisfactory. The program recognized the lynx on the picture with great precision, even though there were more. The identification of lynx individuals has been less successful. The program placed pictures with weaker matches even when the pictures were given to the same lynx. The quality of the photograph is a major factor. The best comparisons were in photographs that were black and white, good sharpness and when the lynx was photographed from the side in the center of the photograph so that the whole individual could be seen. "Wildbook" program at this time and with our knowledge does not meet all the required criteria. The conclusion is that machine learning of this program needs to be further trained on our population in order for the program to show its full potential.

Keywords: Eurasian lynx, *Lynx lynx*, photoidentification, machine learning

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. BIOLOGIJA RISA.....	3
2.1 Izgled i građa tijela.....	3
2.2 Način života i prehrana.....	4
2.3 Razmnožavanje.....	5
2.4 Rasprostranjenost i brojnost.....	5
3. MATERIJALI I METODE.....	10
3.1. Fotozamke.....	10
3.2 Umjetna inteligencija („artificial intelligence“ AI).....	14
3.3 Obrada podataka.....	21
4. REZULTATI.....	23
5. RASPRAVA.....	30
5.1 Šiljo.....	30
5.2 CRO 326 (CRO 326 F).....	31
5.3. Marta (Marta-CRO278 KV).....	32
5.4. CRO 327.....	34
5.5. Marko Zip.....	36
5.6. Suma rezultata.....	37
6. ZAKLJUČAK.....	38
7 LITERATURA.....	39

POPIS PRILOGA:

Popis karata:

Karta 1. Rasprostranjenost euroazijskog risa (Lynx lynx) u svijetu (ANONYMUS, 2014).....	6
Karta 2. Usporedba rasprostranjenosti euroazijskog risa (Lynx lynx) u Hrvatskoj 2000. i 2007. godine (SINDIČIĆ i sur.,2010.).....	8

Popis slika;

Slika 1. Prikaz odnosa elementa umjetne inteligencije (ANONYMOUS,2020)	15
Slika 2 Vizualizacija rada HotSpottera s rezultatima (CRALL i sur., 2013.).....	17
Slika 3: Fotografija risovice Spot s rezultatima usporedbe u Wildbooku (testno korištenje Wildbooka)	20
Slika 4: Prikaz dijelova slike koji su uzeti u obzir pri radu Hottspotera	20
Slika 5 Šiljo 5 inividualni rezultat N 1- prikaz interesnih područja	31
Slika 6 CRO 326 2 inividualni rezultat N1- prikaz interesih područja	32
Slika 7 Marta 3- inividualna- 1- identična fotografija	33
Slika 8. Marta 3 – inividualna usporedba N2-interesna područja	34
Slika 9 CRO 327- inividualni rezulta N1.....	35
Slika 10 CRO 327- inividualni rezultat- 9.....	36
Slika 11 Marko Zip 2- prvi izbor oba tipa rezultata-interesna područja.....	37

Popis tablica:

Tablica 1. Prikaz sažetka rezultata monitoringa tigra u Indiji (KARANTH, 1995)	11
Tablica 2. Imena fotografija: radno i originalno	23
Tablica 3. Rezultati usporedbe risa Šilje s ostalim risovima.....	24
Tablica 4. Rezultati usporedbe risa CRO 326 s ostalim risovima	25
Tablica 5. Rezultati usporedbe risa CRO 327 s ostalim risovima	26
Tablica 6. Rezultati usporedbe risa CRO 327 s ostalim risovima	27
Tablica 7. Rezultati usporedbe risovice Marte s ostalim risovima.....	27
Tablica 8. Rezultati usporedbe risovice Marte s ostalim risovima.....	28
Tablica 9. Rezultati usporedbe Marka Zipa sa ostalim risovima	28
Tablica 10. Rezultati usporedbe risa Marka Zipa s ostalim risovima.....	29

1. UVOD

Rod risova (*Lynx*) sadrži četiri vrste risa: euroazijskog risa (*Lynx lynx*), iberijskog risa (*Lynx pardinus*), crvenoga risa (*Lynx rufus*) i kanadskog risa (*Lynx canadensis*). Kanadski i crveni ris nastanjuju sjevernu Ameriku, dok se iberijski ris zadržao samo na Pirinejskom poluotoku. Za euroazijskog risa smatra se da je zauzeo većinu preostalog prostora Euroazije. Današnje podvrste euroazijskog risa rezultat su adaptacije kroz filogenezu vrste te lokalne prilagodbe. Velik utjecaj imao je i čovjek kroz fragmentaciju staništa i lov. Stručnjaci preporučuju podjelu na tri podvrste risa u Europi. To su balkanski, koji nastanjuje južni Balkan, na Karpatskim gorju obitava karpatski ris, a sjeverni ris objedinjava populaciju Rusije, Skandinavije i Baltika (VON ARX i sur., 2004).

U Hrvatskoj ris nastanjuje šumovita brdsko-planinska područja Dinarida. Na tom prostoru dominantne su šumske zajednice bukve (*Fagetum montanum*) s primjesama jele (*Abietie fagetum*), predplaninske bukve (*Fagetum subalpinum*). Južnim ekspozicijama dominiraju šume hrasta kitnjaka (*Quercus petraeae*) te u primorskom dijelu šume hrasta medunca, crnoga graba i crnog jasena (*Quercetum pubescentis*). Planinske rudine i travnjaci iznad granice šume također su dio risovog staništa (SINDIČIĆ i sur., 2010).

Ris kao predator bitan je bioindikator. Kako bi ljudi prihvatili suživot s ovom vrstom kreirani su projekti koji koriste njegovu pojavu kao pokretača turističkih zbivanja u predjelima u kojima obitava. Prvenstveno se radi o edukativnom sadržaju koji približuje velike zvijeri posjetiteljima (poučne staze, edukativno informativni centri). Ris je i svojevrsna maskota lokalnim autohtonim proizvodima (SINDIČIĆ i sur., 2010).

Ova vrsta jedna je od najugroženijih sisavaca u Hrvatskoj. Uz medvjeda i vuka on je naša najveća zvijer, ali i sa znanstvenog stajališta najslabije istražena te široj javnosti najslabije poznata vrsta od navedenih. Kao predator dolazio je u sukob s čovjekom što se u povijesnom kontekstu očituje gotovo potpunim istrebljenjem risa u državama

zapadne Europe tijekom 19 stoljeća. Danas se ulažu velika sredstva u programe zaštite velikih zvijeri.

U Hrvatskoj ris je strogo zaštićen od 1995 godine. Od 2005. godine njime se upravlja prema Planu upravljana risom u Republici Hrvatskoj. Plan vrijedi 10 godina i predstavlja svojevrsne korake što je potrebno poduzeti kako bi se dugoročno osiguralo očuvanje risa uz što skladniji život s ljudima (SINDIČIĆ i sur., 2010).

Tri su osnovna čimbenika koja utječu na risov odabir staništa. To su pokrivenost staništa šumom, pristup plijenu i mir. U slučajevima kada se ima gdje sakriti ili je stanovništvo pozitivno prema prisutnosti risa zabilježene su pojave risa i ljudima gušće naseljenim područjima (SINDIČIĆ i sur., 2010).

Tehnika prikupljanja podataka koja će biti obrađena u ovom radu je neinvazivna metoda korištenjem fotozamki. Analiza i usporedba podataka je često dugotrajan proces. Postoje dva ključna problema: vrijeme potrebno kako bi istrenirali čovjeka razlikovati risove, a drugi je utreniranost osobe da na različitim fotografijama prepozna te pojedine jedinke risova. U tu svrhu kontinuirano se razvijaju različiti programi za analizu fotografija.

Cilj ovog rada je pronaći program koji bi svojim značajkama omogućio prepoznavanje jedinki risa s prikupljenih fotografija u optimalnom vremenu.

2. BIOLOGIJA RISA

Euroazijski ris (*Lynx lynx*) je sisavac. Prema taksonomskoj klasifikaciji spada u red zvijeri (Carnivora), porodicu mačaka (Felidae), rod ris (*Lynx*). Naša je najveća zvijer iz porodice mačaka. Ženka se naziva risovica, mužjak ris, a mladi mačići ili risići (JANICKI i sur., 2007).

2.1 Izgled i građa tijela

Euroazijski ris (*Lynx lynx*), u daljnjem tekstu ris, karakterističnog je izgleda. Crni čuperci koji se nalaze na trokutastim ušima na okruglastoj kratkoj glavi jedan je od najprepoznatljivijih značajki. Risovi imaju 24 mliječna i 28 stalnih zuba (VON ARX i sur. 2004.).

Risovi pripadaju pjegavim mačkama. Uzorke krzna risa dijelimo na četiri glavna tipa: velike pjege, male pjege, rozete i nepravilnog uzorka. Krzno je najčešće smeđe, crvenkaste ili žućkaste nijanse (VON ARX i sur., 2004.).

Ima izduženo tijelo koje nose relativno visoke noge od kojih su prednje otprilike 20% kraće od stražnjih. Takva konstitucija dopušta risu brz i snažan odraz. Zimi mu stopala jako odlakave, što mu uvećava gaznu površinu do 1.5 puta i olakšava kretanje po snijegu. Pandže čuva u mekušima i ne vide se u otisku šapa. Tijelo završava kratkim repom koji ima crni vrh (FRKOVIĆ, 2004.).

Mužjaci su veći od ženki. Tjelesna masa odraslih kreće se između 12-35 kg, a ukupna duljina tijela je između 70 i 130 cm. U ramenima dosežu otprilike 65 cm (VON ARX i sur. 2004.). U Hrvatskoj visina u križima može doseći do 75 cm, a u duljinu 155 cm dok rep doseže 20 cm (JANICKI i sur, 2007).

2.2 Način života i prehrana

Ris živi samotnjačkim životom osim u doba parenja. Aktivan je tijekom sumraka i noći kada odlazi u lov. Kreće se ustaljenim putevima uz granice šume, mirnijim prosjecima i cestama. Dnevno prelazi od 5 do 25 km ovisno o fondu plijena na teritoriju. Ako nije uznemiren, kroz tjedan ili dva vraća se istim putem na polazište. Ova pojava karakterističnija je za ženke s mladima (FRKOVIĆ, 2004).

Veličina teritorija risa ovisi o spolu i kvaliteti staništa (dostupnost plijena ima važnu ulogu). U Europi teritorij mužjaka risa kreće se od 180 do 2780 km², a ženki od 98 do 759 km². U Sloveniji je 2013. zabilježeno da su teritoriji dvaju praćenih mužjaka bili 156 i 200km², a za dvije ženke 132 i 222 km² (SINDIČIĆ, 2013).

Ris se ne vraća na mjesto gdje je prethodnog dana imao ležište. Svoje područje obilježava sekretom iz analnih žlijezda i izmetom. Ako prijeđe na teritorij drugog risa, najčešće nema sukoba, osim u vrijeme parenja, kad se bore za naklonost ženke. Nasuprot nekim drugim životinjama, ris svog susjeda ne progona i izbjegava susrete (FRKOVIĆ, 2004).

Hrani se isključivo toplokrvnim životinjama koje može svladati. Ris je lovac iznenađenja i lovi iz zasjede na zemlji, nikada s drveta. Žrtvu, ako je veća, pokušava oboriti na tlo tako da skoči na njezina leđa i ubija ju ugrizom za grkljan, a rjeđe za potiljak. Ako ne uspije u prvom skoku ugrabiti plijen nastavlja progona 20-50 m, nakon čega, ako je umaknula, odustaje od progona (FRKOVIĆ, 2004).

U Gorskom kotaru (i ostatku Hrvatske) srna mu je glavni plijen. Zabilježena je i prehrana velikim i sivim puhom, osobito za „pušnjih godina“. Povremeno lovi ptice, osobito šumske koke, a od stoke sitnog zuba, ovce, ali ne značajnoj količini, niti kontinuirano. Iako pretežno bira i ubija kondicijski i tjelesno slabije jedinke, mlade i bolesne, više ženke nego mužjake, lak su mu plijen i zdrave jedinke, primjerice mufloni, kojima je ris nepoznati predator (FRKOVIĆ, 2004).

Ris prvo jede meso s buta, rjeđe s plećke. Ako nije ometan, plijen veličine srne pojest će tijekom tri do sedam noći, od kojeg će ostati samo veće kosti, probavni organi, koža i dlaka. Veći plijen obično odvuče na neko skrovito mjesto, pokrivajući ostatke između dva obroka lišćem, grančicama i zemljom.

Odraslom risu dnevno je potrebno od 0,8 do 2,5 kg mesa, ovisno o njegovoj tjelesnoj težini, aktivnostima i godišnjem dobu. Zimi za visokog snijega manje se kreće pa su mu i potrebe za hranom manje, oko 25% risova usmrćenih ili pregledanih u Gorskom kotaru imalo je prazne želuče (FRKOVIĆ, 2004).

Zabilježen je nalaz risa i izvan područja tipičnog za vrstu. Jedan slučaj zabilježen je u Dalmatinskoj zagori, a zabilježen je i slučaj ubijenog risa u Spačvi (šuma hrasta lužnjaka *Quercus robur*) (SINDIČIĆ i sur., 2010).

2.3 Razmnožavanje

Vrijeme parenja traje od sredine veljače do kraja ožujka. Spolnu zrelost ženke dostižu s navršene dvije godine, a mužjaci s navršene tri godine života. Mužjaci i ženke tada se javljaju specifičnim glasom koji nalikuje na mješavinu mijaukanja mačke i lavež psa (FRKOVIĆ, 2004).

Ženke su gravidne prosječno 73 dana, na svijet donose najčešće 2-3 mačića (zabilježeno od 1-5) u svibnju ili lipnju. Pukotine u stijenama, raspukline, prirodne rupe najčešće su mjesto za leglo. Mladi se rađaju s masom 260-300 g, slijepi (progledaju s dva tjedna) i dlakavi. O potomstvu se brine samo risovica. Sisaju 5 mjeseci, a tvrdu hranu počinju uzimati nakon toga. Godišnjaci u prosjeku imaju 12 kg. Nakon godinu dana napuštaju majku i do proljeća se drže zajedno nakon čega traže vlastiti teritorij. Tada su i najveća stradavanja koja dosežu i do 50% priploda (FRKOVIĆ, 2004).

2.4 Rasprostranjenost i brojnost

Prema IUCN-u (Međunarodni savez za očuvanje prirode) euroazijski ris je uvršten u kategoriju najmanje zabrinjavajućih (LC- least concern).

Gledajući globalnu sliku (karta 1.), populacija risa je stabilna. Euroazijski ris nastanjuje prostore sjeverne, središnje i istočne Europe, a u Aziji populacija se prostire pretežno sjevernom polovicom kontinenta, te planinske dijelove Kine i predjelu Turske i Irana.



Karta 1. Rasprostranjenost euroazijskog risa (*Lynx lynx*) u svijetu (ANONYMUS, 2014)

U Europi se nalazi između 8000 i 9000 euroazijskih risova raspoređenih u 11 populacija (VON ARX, 2020).

Dinarska populacija obitava na prostorima Slovenije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine. A za njezin razvoj posebno je bitna karpatska populacija koja je 1973. bila izvor jedinki za reintrodukciju risa na područje Slovenije. Dinarska populacija graniči s Alpskom populacijom i Balkanskom populacijom (VON ARX i sur. ,2004.)

Postoji mišljenje i da je originalna Dinarska populacija zapravo bila produžetak Balkanske populacije te da je reintrodukcija karpatskim jedinkama u stvari bila greška (FRKOVIĆ 2004.).

2.4.1 Ris u Hrvatskoj

Smatra se da je 1903. godine u Gorskome kotaru ulovljen posljednji autohtoni ris u Hrvatskoj (FRKOVIĆ, 2004.).

Naseljavanje risova u Kočevlju (Slovenija) 1973. godine dovelo do širenja risa i na teritoriju Republike Hrvatske (JANICKI i sur., 2007).

Godine 1973. šest risova preseljeno je iz Slovačke s ciljem obnove trofejnog lova na risa, s obzirom da je ris u Sloveniji istrijebljen čak i ranije nego u Hrvatskoj. Zbog obilja slobodnog staništa i dovoljno plijena populacija je brzo rasla. Nakon samo godinu dana u Hrvatskoj je zapažena jedinka risa iz slovenske populacije, te do 1980. godine i u Bosni i Hercegovini također. Kroz godine dolazi do stabilizacije risje populacije (SINDIČIĆ i sur., 2016).

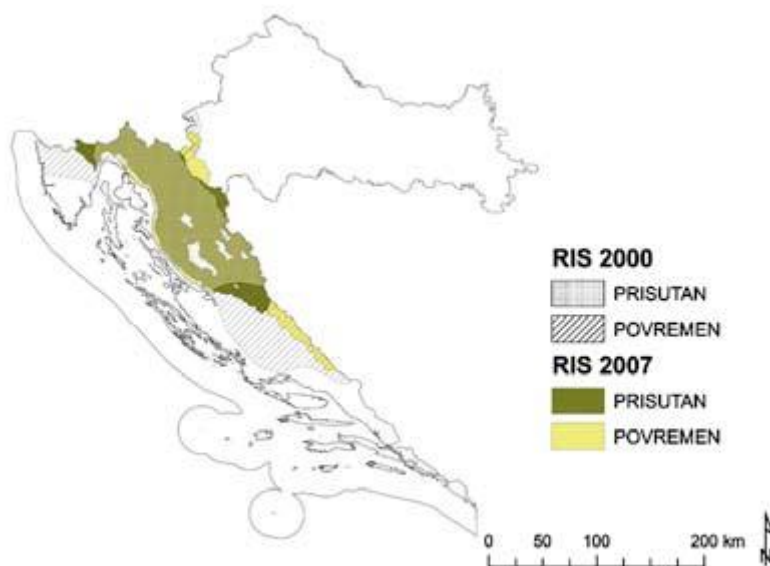
Godine 1998. ris gubi svoju trofejnu vrijednost nakon što je proglašen strogo zaštićenom vrstom. Primijećeno je da nakon te odluke počinje jačati mišljenje da je ris štetočina jer svojim lovom značajno utječe na fond divljači koja se uzgaja na tom području. Za to mišljenje ne postoji znanstvena osnova (SINDIČIĆ i sur., 2016).

Kao glavne prijetnje risjoj populaciji možemo istaknuti: fragmentaciju staništa, nedostatak plijena, krivolov, stradavanje u prometu te pad kondicije jedinke uzrokovano smanjenjem genetske raznolikosti (SINDIČIĆ i sur., 2016). Na karti 2 možemo vidjeti smanjenje staništa risa od 2000.-2007.

Stanište risa u Hrvatskoj je uvjetno podijeljeno u četiri dijela. Podjela je rezultat izgradnje autocesta Karlovac-Rijeka i Bosiljevo-Split. Smatra se da je propusnost navedenih prometnicama zadovoljavajuća (SINDIČIĆ i sur., 2010).

Gustoća ljudske naseljenosti jedan je od faktora koja utječe na kvalitetu staništa risa . Osim mira, može utjecati i na veličinu populacije plijena. U području Gorskoga kotara i Like, bez obalnog pojasa, gustoća ljudi je 24/km² (SINDIČIĆ i sur., 2010).

Što je veća gustoća naseljenosti ljudi to raste i rizik susreta s čovjekom tj. da bude odstrijeljen. Uz to s druge strane povećava se šansa da ris napravi štetu na domaćim životinjama (SINDIČIĆ i sur., 2010).



Karta 2. Usporedba rasprostranjenosti euroazijskog risa (*Lynx lynx*) u Hrvatskoj 2000. i 2007. godine (SINDIČIĆ i sur.,2010.)

Istraživanje genotipova na uzorcima prikupljenim od 2000. do 2010.godine. pokazalo je da 21 od 29 (72%) potomaka je međusobno u srodstvu. Smatra se da bi se dostupnošću većeg broja uzoraka utvrdila prisutnost parenja među srođnicima u prvom i drugom koljenu. Rezultati istraživanja dodatni su argument za unos novih jedinki u populaciju (SINDIČIĆ i sur., 2013.).

LIFE Lynx (LIFE16 NAT/SI/000634) je projekt potpomognut Europskom unijom čiji je glavni cilj zaustaviti izumiranje dinarske i jugoistočne alpske populacije risa obogaćivanjem genetskog fonda te time direktno povećati vjerojatnosti opstanka populacije. Vrijeme trajanja projekta je od 2017. do 2024. godine.

Početak projekta provedena je anketa na populaciji ljudi koja živi na području istraživanja projekta (Gorski kotar i Lika). Većina ispitanika (90%) želi očuvati risa u Hrvatskoj. Što se tiče utjecaja risa na srne i na smanjenje vjerojatnosti lovcima da love parnoprstaše, slažu se da ris ima utjecaj no čini se da ga ne doživljavaju kao presudan faktor. Rezultati ankete su bitni jer je upravo risov utjecaj na parnoprstaše bio argument za tretiranje risa kao štetočine (SELANEC i sur., 2020).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Fotozamke

3.1.1. Povijest fotozamki

Vrlo rano fotografija je prepoznata kao važan izvor podataka za istraživanje prirode. Već u ekspediciji broda HMS Challenger, 1872-1876. stvorene su prve fotografije Rochhopper pingvina (*Eudyptes chrysocome*). Tehnološki napredak je rezultirao manjim, za prijenos pogodnijim kamerama. Jedan od prvih direktnih pokušaja dokumentiranja vrsta prisutnih na nekom području u znanstvenom kontekstu tehnikom daljinskog fotografiranja bio je rad Franka Mchlera Chapmana na otoku Barro Colorado u Panami. Tijekom svog rada koristio je fotografije za identifikaciju jedinki puma (*Puma concolor*) na osnovi specifičnih oznaka na životinjama (O'CONNELL, 2011).

Napredak tehnologije u dvadesetom stoljeću olakšalo je fotografiranje životinja. Kao jedno od popularnih načina okidanja fotografije bilo je nagaz na okidač. Primijećeno je da ulje mačje metvice povoljno utječe na pume (ista trava koristi se i danas kao mamac). MACE i sur. (1994.) osmislili su daljinski fotografski sustav za sustavnu uporabu pri istraživanju grizlija u Montani. Prilagodili su automatsku, 35-mm kameru tako da ju aktiviraju pokreti i pasivno infracrvenom senzorom topline (O'CONNELL i sur., 2011).

Jedna od najznačajnijih istraživanja fotozamkama bilo je istraživanje Ullas K. Karantha (1995.) u kojem su korištene automatizirane zamke za kameru s ciljem pojedinačne identifikacije tigrova u Indiji. Broj tigrova bi se procjenjivao pomoću tehnike „hvatanja, pa ponovnog hvatanja“ (eng. „capture recapture“) prilagođene za rad s fotografijama. Kasnije je tom tehnikom procijenjena gustoća naseljenosti i u drugim dijelovima Indije. U svom radu Ullas K. Karanth je radio s dvije do tri kamere po uzorkovnom području i ustvrdio da bi mu veća koncentracija kamera omogućila bolju pokrivenost prostora.

U priloženoj 1 tablici vidimo podatke o uspješnosti tehnike hvatanja i ponovnog hvatanja u na uzorkovnim površinama u razdoblju od 1991-1992. (KARANTH,1995).

Tablica 1. Prikaz sažetka rezultata monitoringa tigra u Indiji (KARANTH, 1995)

Table 3. Summary of capture–recapture statistics for tigers obtained from camera-trap sampling in Nagarahole, India, during 1991–92

	Sampling occasion (<i>j</i>)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Animals caught (n_j)	4	2	3	3	4	2	4	1	5
Total caught (m_j)	0	4	5	6	8	8	8	9	10
Newly caught (μ_j)	4	1	1	2	0	0	1	1	0

3.1.2. Primjena fotozamki u projektu LIFE Lynx

„Vodič za praćenje risa fotozatkama“ (SLIJEPČEVIĆ i sur., 2017.) je osnova projektne metode rada s fotozatkama s obzirom na to da se prema njegovom protokolu odvijao rad na terenu.

Korištene fotozamke bile su model Cuddeback X-change 1279 koji ima mogućnost izmjene izvora infracrvenog svjetla i to: infracrvenu bljeskalicu (850 nm) i nevidljivu infracrvenu bljeskalicu (940 nm).

a) INFRACRVENA BLJESKALICA (850 nm)

-bljeskalica emitira slabu crvenu svjetlost i manje plaši životinjame

-snimaju crno-bijele noćne fotografije osrednje kvalitete (može značajno umanjiti mogućnost identifikacije pojedinog risa)

b) BLJESKALICE S NEVIDLJIVIM SVIJETLOM (black flash, 940 nm)

- noćne fotografije s najlošijom kvalitetom

- najmanje utječu na životinje, koriste se na mjestima koja su životinjama vrlo bitna (markirališta, odmorišta, plijen itd.)

Brzina okidanja bitno je svojstvo fotozamki. Definira se kao vrijeme koje prođe od trenutka kada senzor kamere registrira životinju do okidanja prve fotografije. Za potrebe istraživanja unutar projekta preporučeno je da vrijeme okidanja bude manje od 0,25 sekundi.

Kod suvremenih fotozamki moguće je unaprijed odrediti broj fotografija i duljinu video snimka koji će biti snimljeni prilikom jedne aktivacije senzora. Veća količina fotografija i dulje video snimke povećavaju mogućnost snimanja kvalitetnijeg materijala, no to ujedno potroši i više memorije. Zbog navedenog razloga preporučuje se da na risjim markiralištima i drugim mjestima na kojima se ris zadržava neko vrijeme, koriste infracrvene fotozamke (850 nm) ili fotozamke s nevidljivom bljeskalicom (bolja opcija). Savjetuje se snimanje kratkih videozapisa u trajanju 30 – 60 sekundi, odnosno 3-5 uzastopnih fotografija. S druge strane kod risjih prolaza koriste se infracrvene fotozamke koje snime 3-5 uzastopnih fotografija s minimalnim vremenskim razmakom između fotografija. Iznimno, mogu se koristiti i fotozamke s klasičnom bijelom bljeskalicom.

Nakon što smo odabrali lokaciju za fotozamku, potrebno ju je uz pomoć gurtne ili vijka učvrstiti za stablo ili stup. Izbjegava se bušenje stabala u svrhu fiksiranja fotozamki. Na djelu terena na kojem su se analizirali podaci koristilo se unaprijed zabetonirane šipke kao mjesto učvršćivanja kamere. Kada su fotozamke postavljene na lokacije koje često posjećuju ljudi (kućice, šumske ceste), preporučljivo je kamere zaštititi metalnim kućištima s lokotom ili sajlom. Ovaj oblik zaštite je često je korišten na lokalitetima u Gorskom Kotaru.

Kada je postavljena fotozamka bitno je testirati dnevni i noćni rad uređaja snimajući probni video i fotografije. Najdjelotvorniji način je puzanje ispred fotozamke imitirajući risji hod, a alternativa je prolazak psa približne veličine risa ispred kamere.

Uz to provjeravamo širinu kadra. Ako je kadar preuzak možemo ga proširiti povećanjem udaljenosti između fotozamke i prolaza, tj markirališta.

Bitna nam je i izvor osvjetljenja, a moguće je smanjiti snagu izvora preko postavki fotozamke (dostupna kod modela kojeg smo koristili), ili crnom ljepljivom vrpcom tako da se prekrije 1 ili 2 reda IC lampice ili manji dio bijele bljeskalice

Bitno je zabilježiti GPS koordinate lokacija fotozamki. Pronađemo približnu lokaciju izaberemo "What's here?" ili "Što je ovdje?" i očitamo koordinate (npr 45.461070, 14.487531). Za potrebe istraživanja u ovom slučaju korišten je GPS uređaj GARMIN Oregon 700.

3.1.3 Rad na terenu

Sve korištene kamere su na početku označene jedinstvenim identifikacijskim kodom pod kojim su se pratile u bazi podataka. Lokacije na kojima će se postaviti kamere su unaprijed određene pregledom terena i odabirom najoptimalnijih. Lokacije su zabilježene GPS-om i na neke je postavljeno postolje (betonirana šipka) predviđene za montiranje fotozamki.

Ako je mrtvo drvo ili štala onda su kamere učvršćene vijcima, ako je živo onda je omotano sajlom, a jedna dio rješenja je armaturna šipka.

Pri postavljanju fotozamki na lokacijama koje bi mogli okarakterizirati kao risje prolaze postavljane su dvije kamere koje su bile kodirane istim kodom, a razlikovale se kao A i B kamera. Pazilo se da kamere ne budu točno jedna nasuprot druguj kako ne bi došlo do međusobnog zabljesnjivanja. Zato je bitno da u kamere okomito na put, ali na malom razmaku. Kod risjih markirališta postavljali smo jednu kameru. U ovom slučaju radi se prvenstveno o starim, rijetko korištenim ili napuštenim kućama u šumi.

Fotozamke su redovito provjeravanje radi zamjene baterija i preuzimanja podataka u prosjeku svaka 2 mjeseca. Na kvalitetu podataka utjecalo je vrijeme. Po snijegu zbog niskih temperatura neke fotozamke su znale prestati s radom (niski napon) ili bi se memorija znala brže ispuniti zbog većeg kretanja drugih životinja, čak je u nekim slučajevima znala smetati i trava koja je svojim gibanjem aktivirala kameru (taj problem bi se riješio odmah na pri prvom uočavanju). Kamere su se testirale na dva načina: prolaskom psa i kretanjem osobe imitirajući risa. Provjera kamera korištena je kao prigoda za provjeru zamki za dlaku postavljenih uz neke od kamera, a po snijegu i za praćenje risa u snijegu (snow tracking).

Obrada podataka je vršena kroz dva stupnja: prvotno selektirane fotografije na kojima su risovi, a drugi stupanj je identifikacija samih jedinki riseva. U procesu analize fotografija uklanjanju se one koje svojom kvalitetom ne zadovoljavaju kriterije za analizu (premutne fotografije, fotografije na kojima je vidljiv samo manji dio tijela risa nedostatan za identifikaciju itd.)

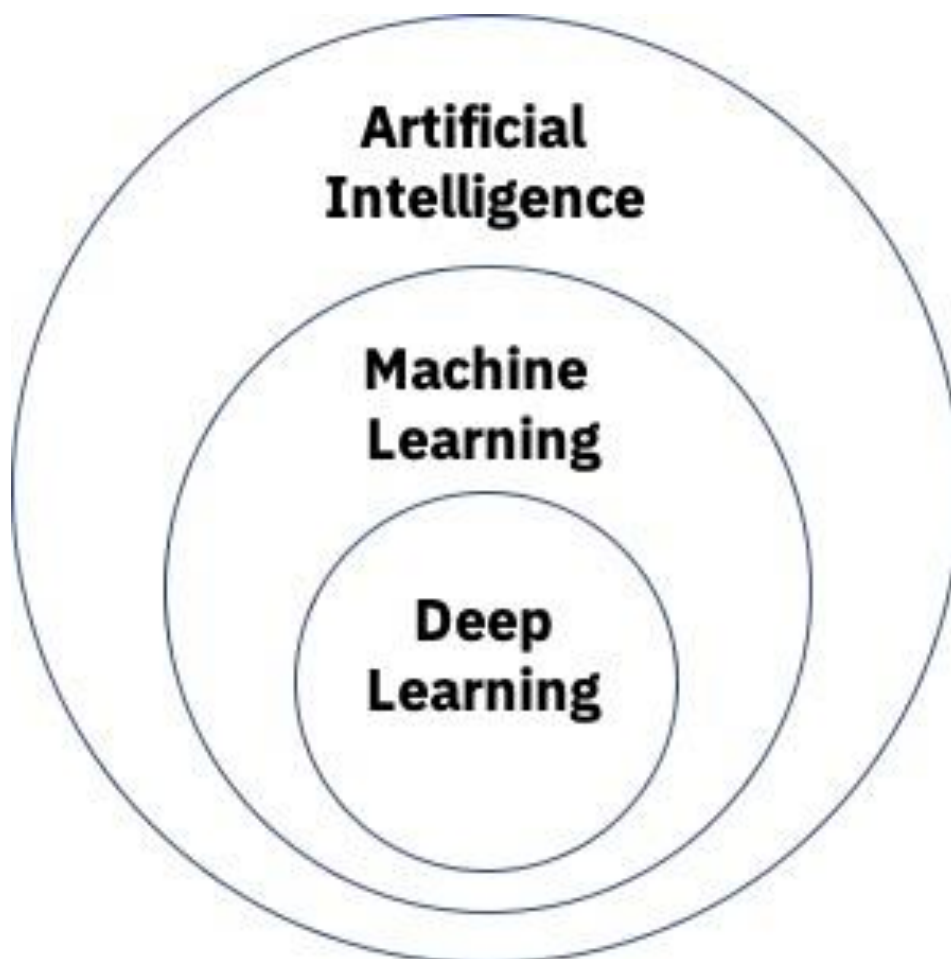
3.2 Umjetna inteligencija („artificial intelligence“ AI)

Ocem umjetne inteligencije smatra se Alan Turing koji je u svom radu "Strojevi za računanje i inteligencija" 1950 postavio pitanje: „Mogu li strojevi misliti“. Kreirao je test u kojem ispitivač pokušava otkriti razgovara li sa strojem ili osobom, a njemu u čast zove se Turingov test (ANONYMUS, 2020).

Umjetna inteligencija je kombinacija računalne znanosti i robusnih skupova podataka s ciljem rješavanja problema. Razlikujemo slabu i jaku umjetnu inteligenciju. Slaba umjetna inteligencija programirana je za obavljanje nekog specifičnog zadatka. Pomoću te inteligencije voze autonomna vozila. Jaka umjetna inteligencija podrazumijeva samosvjesnost stroja, ima sposobnost rješavanja problema i učenja. Ova umjetna inteligencija još nema praktičnog primjera (ANONYMUS,2020).

Umjetna inteligencija obuhvaća i strojno učenje („machine learning“) i duboko učenje („deep learning“); pojašnjenje odnosa na slici 1. Oni koriste algoritme umjetne

inteligencije kako bi stvorili specijalizirane sustave koji predviđaju ili klasifikaciju temelje na ulaznim podacima. Duboko učenje je dio strojnog učenja, a razlikuju se po načinu kako algoritmi uče. Strojno učenje iziskuje veći angažman čovjeka koji utvrđuje hijerarhijske značajke kako bi program mogao napredovati. Duboko učenje je u tom smislu samostalnije i samo može precizno obraditi velike količine podataka bez intervencije čovjeka. (ANONYMUS, 2020)



Slika 1. Prikaz odnosa elementa umjetne inteligencije (ANONYMOUS,2020)

Pronađena su dva programa za koje se smatralo da to imaju. To su Wild ID i Wildbook. Wild ID je program razvijen u Centru za superračunala u San Diegu u svrhu alata za „Mrežu za procijenu i praćenje tropske ekologije“ (TEM, www.wildlifeinsights.org/team-network). Wild.ID omogućuje upravljanje i obrađivanje velike količine podataka

(fotografija). Može se pokrenuti bez pristupa internetskoj mreži. Program je u starijim verzijama (Wild.ID 1.0) imao mogućnost identificiranja životinja na fotografijama i njihovo uspoređivanje, ali pouzdanost mu je bila mala i zahtjevala je veliku količinu ljudskog rada. Najmodernija verzija programa iz 2018. Wild.ID 0.9.31 nije više posjedovala podršku za identifikaciju. Wild.ID nema tražena svojstva, zato je odučeno da će se dalje rad fokusirati na Wild me (ANONYMOUS, 2019).

3.2.1 Wild Me

Wild Me je neprofitna organizacija iz Portlanda u Sjedinjenim Američkim Državama. Organizacija okuplja softverske stručnjake i stručnjake za strojno učenje. Ovaj tim gradi otvorene softvere koji koristeći umjetnu inteligenciju pomažu istraživačima u očuvanju faune (ANONYMUS, 2021a).

3.2.2. Wildbook

Wildbook je mrežno bazirana softverska platforma organizacije Wild Me koji pomaže istraživačima u kategoriziranju viđenih životinja a u svrhu praćenja pojedine jedinke ili procijene veličine i stanja populacije. (ANONYMUS,2021a). Wildbookov prednji poslužitelj baziran je na Java/JSP mrežna aplikacija (JSP je oznaka za Java Server Pages). Ta aplikacija povezana je sa Wildbook Image Analysis (WBIA) koji je pozadinski poslužitelj sustava i temelji se na programskom jeziku Pythonu. (ANONYMUS,2021b). Svaka životinja ili životinje sličnih karakteristika imaju posebnu Wildbook platformu, a svaka koristi sebi svojstvene algoritme. Trenutno postoji devetnaest različitih platformi (ANONYMUS,2021a).

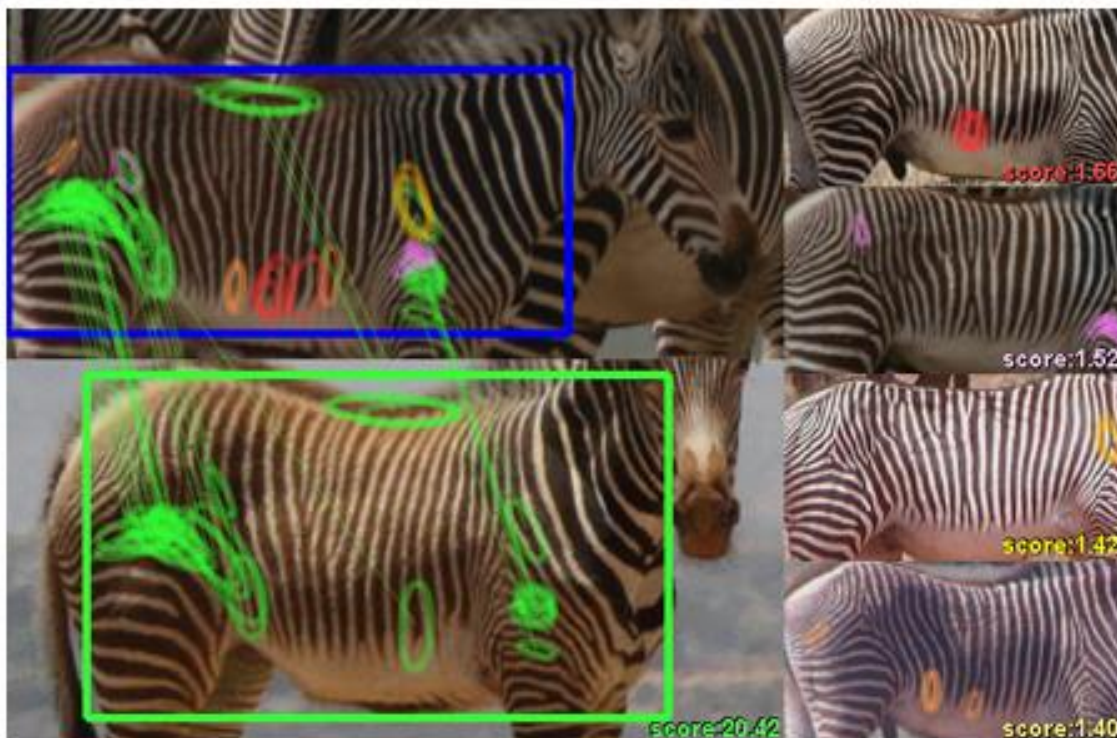
3.2.3. Whiskerbook

Whiskerbook je jedna od istraživačkih platformi Wildbook-a koja je fokusirana na velike mačke pjegavog uzorka krzna poput; euroazijskog risa (*Lynx lynx*), jaguar (*Panthera*

onca), ocelot (*Leopardus pardalis*). Za identifikaciju koristi algoritam HotSpotter (ANONYMUS,2021,a).

3.2.4. HotSpotter

HotSpotter je algoritam računalnog vida koji analizira teksture na fotografiji kako bi pronašao različite uzorke ili "vruće točke" (slika 2), a zatim ih uspoređuje s drugim fotografijama u bazi podataka. Nije specifičan za određenu vrstu. Može se koristiti kod zebri, žirafa, leopard i ribe lava (CRALL,2013).



Slika 2 Vizualizacija rada HotSpottera s rezultatima (CRALL i sur., 2013.)

3.2.5. Optimalne karakteristike fotografija

Kako bi usporedba fotografija bila što uspješnija fotografije bi trebale zadovoljiti sljedeće kriterije (ANONYMUS,2021,b) :

- jedinka bi trebala biti u sredini fotografije,
- jedinka bi se trebala jasno razlikovati od pozadine fotografije,
- fotografija ne bi smjela biti mutna ili lošeg fokusa.

Karakteristike fotografije koje mogu otežavati identifikaciju jesu (ANONYMOUS, 2021b):

- međusobno ispreplitanje, odnosno prekrivanje životinja u slučaju više životinja na fotografiji,
- ako je životinja na fotografiji zbog udaljenosti premala,
- ako je životinja svojim tijelom uz rub fotografije ili ako je izvan okvira fotografije (više od 25%) ili ako je njeno tijelo u istom postotku prekriveno drugom životinjom.

Program prihvaća sljedeće formate fotografija JPG, JPEG, PNG i BMP. Preporučuje se da fotografije ne budu veće od 1600 piksela i ne manje od 480 piksela. Prevelike slike čak i ako su komprimirane opterećuju server i produljuju vrijeme identifikacije. Ako su fotografije manje od preporučenog, povećane na optimalne dimenzije mogu rezultirati zamućenošću fotografije i za posljedicu to može imati neobičnu identifikaciju (ANONYMUS, 2021b).

3.2.6. Oblici učitavanja podataka

Postoje dva osnovna načina učitavanja podataka u program. To su susret (“encounter”) i veliki unos (“bulk upload”) Susret se koristi kada na istom prostoru i istom vremenu imamo prisutnost jedne ili više životinja. Veliki unos koristi se u situaciji kada želimo u program učitati velik broj susreta; na primjer sve podatke koji su prikupljeni pri jednoj ophodnji kamera. Za unos podataka koristi se proračunska tablica. Ne preporuča se

više od tisuću fotografije pri jednom velikom unosu. U oba slučaja kod unosa podataka najbitnije su kategorije, vremena događaja, lokacija i vrsta životinje. U slučaju kada jedna fotografija na sebi ima više jedinki program kreira kopije te fotografije i označi svaku jedinku zasebno (ANONYMUS, 2021b).

3.2.7. Prikaz podataka:

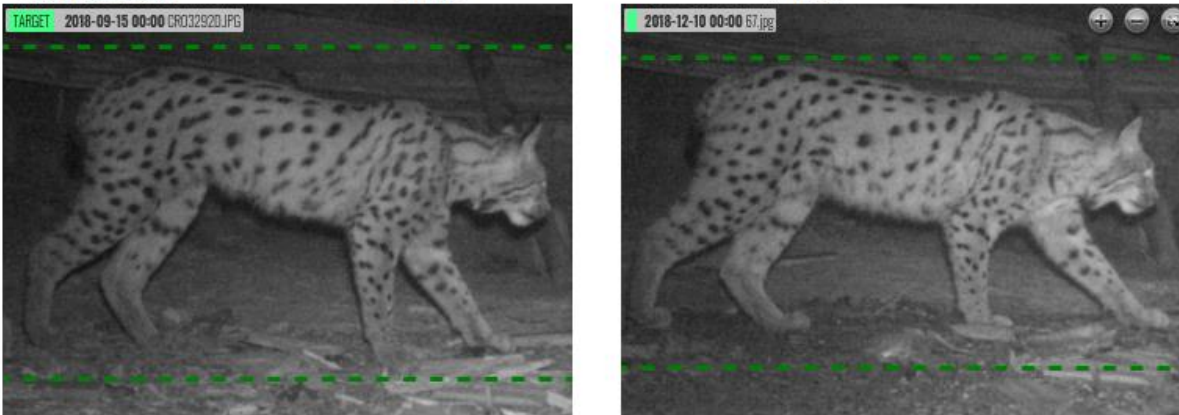
Wildbook nakon pokretanja naredbe uspoređivanja prikazuje 12 fotografija iz baze podataka koje je su prema algoritmu najsličnije testnoj fotografiji. Fotografija kojoj tražimo podudarnost u sustavu uvijek je prikazana na lijevoj strani (slika 3). Program pokazuje dva oblika rješenja. To su (ANONYMUS, 2021b):

- Individualni rezultati - prikazuju najbolju fotografiju za svaku jedinku u bazi. Prema kreatorima "HotSpottera" ova vrijednost je i suma svih ostalih kategorija kojima smo obilježili slike pri unosu podataka (CRALL i sur.,2013.)
- Rezultati po fotografijama-prikazuje najsličnije fotografije iz baze podataka

Num Results:

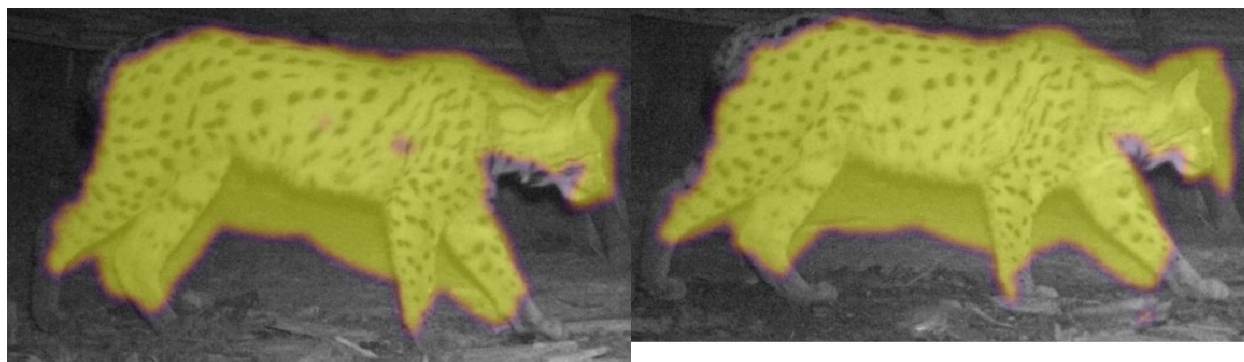
Matches based on texture (HotSpotter match results) 02. 09. 2021. 19:29:56 against 183 candidates

1	347.82	5	4.5831	9	1.3463	Spot-CRO329_2 F
2	24.594	6	4.1461	10	0.9921	
3	5.7036	7	3.2421	11	0.9851	DoRis F-CRO329
4	5.1084	8	1.7976	12	0.8871	



Slika 3: Fotografija risovice Spot s rezultatima usporedbe u Wildbooku (testno korištenje Wildbooka)

Kako bi dobili uvid u područja na slici koja je program uzimao u obzir prilikom obrade podataka pored kućice za potvrđivanje identiteta možemo kliknuti naredbu „pregledati“.



Slika 4: Prikaz dijelova slike koji su uzeti u obzir pri radu Hotspotera

3.3 Obrada podataka

Od organizacije Wild me zatraženo je otvaranje računa na "Wildbook" platform. Kako bi obrada podataka bila kvalitetnija poduzeti su sljedeći koraci: kontaktirana je korisnička podrška i dogovorene su nove identifikacijske lokacije. Hijerarhijski od najviše do najniže lokacije su: Dinaridi, Hrvatska, Gorski kotar. U sljedećem koraku pripremljeni su podaci za analizu. Korišteni su tri skupine podataka. U nastavku teksta A1, A2, A3. A1 skupinu činili su od strane istraživača identificirane fotografije poznatih risova (123 fotografije). A2 skupinu činili su podaci prikupljeni s terena, ukupno 9026 fotografija. Iz tog seta prvo su manualno selektirane fotografije koje sadrže risa. Time smo došli do seta od 577 fotografija neidentificiranih risova. Ovaj skup korišten je kako bi testirali ponašanje sustava pri velikoj količini neidentificiranih od identificiranih fotografija. Skupinu A3 činile su fotografije 5 poznatih risova. Ovisno o dostupnim fotografijama izabrano je između 4 i 7 fotografija po risu. Fotografije korištene u testovima prilagođene su optimalnim dimenzijama primjerenim za obradu kako je navedeno u uputama za korištenje (ANONYMUS, 2021b). Prve dvije skupine podataka pripremljeno je za veliki unos („bulk import“) sa zasebnim Microsoft Excel proračunskim tablicama. Kao osnova tablice korištena je tablica "Minimalni unos" iz ponuđenih prijedloga proračunskih tablica u vodiču za korištenje. Dodane su kategorije za komentare i u slučaju fotografija poznatih risova kategorija "Susret.pojedinacID". Na ovaj način prenijeli su se svi željeni podaci u program.

Prema korisničkoj podršci skup A2 ne bi trebao zbunjivati sustav niti na koji način, naglašeno je da je uvijek bolje imati više podatak. Ono što je bitno je kvaliteta fotografija.

Prema istom izvoru u slučaju kada imamo dovoljno podataka za identifikaciju jedinke s kojom je zabilježen „susret“ više puta može se izvesti analiza učinkovitosti HotSpottera (zove se top-k analiza) za vrstu životinje (u našem slučaju euroazijski ris). Želimo imati više od 100 prepoznatih jedinki s 2 ili više fotografija barem jedne strane prije izrade naveden analize. Ovaj postupak nadilazi korisnički dio sučelja prosiječnog korisnik. Za

analizu je potrebno kontaktirati korisničku podršku. Iz tog razloga predložen je sljedeći način vrednovanja dobivenih rezultata.

To se ostvarilo kroz dva koraka. Pokazatelj adekvatnosti rada bilo je pojavljivanje točnog risa u prvih 4 ponuđene fotografije pri oba oblika rezultata. Kako bi se numerički mogli prikazati rezultati na način da budu usporedivi kreiran je sistem bodovanja:

- Bodovanje pri individualnom rezultatu

U ovom slučaju maksimalni broj bodova u rubrici pri idealnim uvjetima bio bi 1. To znači da je unutar prve 4 fotografije program prikazao risa koji odgovara risu na fotografiji koju uspoređujemo. Kada smo bili sigurni, identificirali smo jedinice koje su bile ponuđene iz skupa A2 ili A3 kao rješenja i iz tog razloga u nekim situacijama u ovom tipu rezultata imamo više bodova u rubrici.

- Bodovanje u rubrici Rezultati fotografije

U ovom slučaju pri idealnim rezultatima maksimalni broj bodova je 4. To bi značilo da sve četiri ponuđene fotografije odgovaraju risu na fotografiji koju uspoređujemo.

Risovi koji su izabrani za testiranje su: Šiljo, CRO 327, Marta, CRO 326 i Marko Zip.

Prema korisničkoj podršci wildbooka, broj uspoređenih fotografija u uspoređivanju može ovisiti o slijedećem:

- Vrsta životinje navedena u susretu mora odgovarati kandidatima
- Kut fotografije je važan (na primjer, desno u odnosu na lijevo)
- Vlasništvo nad podacima (ako ste kliknuli "moji podaci")

4. REZULTATI

Radi lakšeg korištenja i preglednosti podataka testnim fotografijama dodana su radna imena. Tako na primjer fotografiji čije je izvorno ime I_00180b1f dodijeljeno je ime Marta 5, a u programu Wildbook ima svoje izvorno ime. Sva pridružena imena možemo naći u tablici 2.

Tablica 2. Imena fotografija: radno i originalno

N	IME FOTOGRAFIJE	ORIGINALNO IME FOTOGRAFIJE
1	ŠILJO 1	I_00008b_qINKOIJ.JPG
2	ŠILJO 2	I_00029b_WN2IX60.JPG
3	ŠILJO 3	I_00030a_GqXb02i.JPG
4	ŠILJO 4	I_00092a_ZIPDmsT.JPG
5	ŠILJO 5	I_00096a.JPG
6	CRO 326 1	I_00068b_QP4fydO
7	CRO 326 2	I_00077b
8	CRO 326 3	I_00078a
9	CRO 326 4	I_00099b
10	MARTA 1	I_00025b_9sDYi1N1f
11	MARTA 2	I_00026b_8E40Wpr1f
12	MARTA 3	I_00177b1f
13	MARTA 4	I_00178a_ofHkMNZ1f
14	MARTA 5	I_00180b1f
15	CRO 327 1	I_00037b
16	CRO 327 2	I_00036a_Y8SSARW
17	CRO 327 3	I_00038b_4yNJ7t0
18	CRO 327 4	I_00087a_XzkNhfG
19	CRO 327 5	I_00144a_zpnKhtV
20	CRO 327 6	Slika_zaslona_2020-10-30_160040
21	MARKO ZIP 1	I_00003c1f
22	MARKO ZIP 2	I_00008c_HTWk9o71f
23	MARKO ZIP 3	I_00013a22_INwGz9h1f
24	MARKO ZIP 4	I_00013b22_juE4UvJ1f
25	MARKO ZIP 5	I_00013c22_ruBqAbi1f
26	MARKO ZIP 6	I_00026b1f
27	MARKO ZIP 7	V015_4.6.2018._Marko_ZIP1f

Tablica 3. Rezultati usporedbe risa Šilje s ostalim risovima

ŠILJO 1						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	3.1446	Spot-CRO329_2 F	0	1.8457	Spot-CRO329_2 F	0
2	1.9805	CRO372_1 F	0	1.8087	Šiljo M	1
3	1.8015	Šiljo M	1	1.6707	Šiljo M	1
4	1.6707	Šiljo M	1	1.2105	Marko-ZIP M	0
ŠILJO 2						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	2.0037	CRO372_1 F	0	1.8004	Šiljo M	1
2	1.7908	Šiljo M	1	1.3841	CRO330_1	0
3	1.6555	CRO231 F	0	0.8775	71.jpg	0
4	1.4168	Marko-ZIP M	0	0.8624	4.jpg	0
ŠILJO 3						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	6.0712	DoRis F-CRO329_3	0	3.1009	Šiljo M	1
2	5.1662	CRO329_5	0	2.0442	DoRis F-CRO329_	0
3	3.6748	Šiljo M	1	1.9762	Bela Gama	0
4	2.5166	Marko-ZIP M	0	1.5829	CRO326_2 Mladunac 2018	0
ŠILJO 4						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	5.7600	CRO372_1 F	0	3.4372	CRO326_2 Mladun	0
2	4.8818	CRO231 F	0	3.0489	CRO330_1	0
3	4.2064	DoRis F-CRO329_	0	2.9526	481.jpg	0
4	3.4250	Šiljo M	1	2.8548	484.jpg	0
ŠILJO 5						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	11.9670	Marta-CRO278 KV	0	8.2285	Bela Gama	0
2	7.5107	Bela Gama	0	6.5674	Marta-CRO278 KV	0
3	6.0800	Zoki M	0	6.0929	Jela	0
4	5.6013	Jela	0	5.8875	489.jpg	0

Tablica 4. Rezultati usporedbe risa CRO 326 s ostalim risovima

CRO 326 1						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	1.0188	Marta-CRO278 KV	0	1.0731	CRO326_2 F	1
2	0.9620	CRO326_2 F	1	0.6744	Marta-CRO278 KV	0
3	0.6961	CRO372_1 F	0	0.5109	16.jpg	0
4	0.6814	DoRis F-CRO329_	0	0.4762	Mi?o M	0
CRO 326 2						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	2.5433	Marta-CRO278 KV	0	1.3322	489.jpg	0
2	1.2327	Bela Gama	0	1.3175	Bela Gama	0
3	1.2285	489.jpg	0	1.1612	Marta-CRO278 KV	0
4	0.7859	Lipa F	0	1.0115	Marta-CRO278 KV	0
CRO 326 3						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	0.5602	481.jpg	0	0.6441	481.jpg	0
2	0.4839	CRO326_2 F	1	0.4851	CRO326_2 F	1
3	0.4121	71.jpg	0	0.4121	71.jpg	0
4	0.4024	Snje?ana-CRO277	0	0.4119	Snje?ana-CRO277	0
CRO 326 4						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	24.7330	CRO326_2 F	1	25.4570	CRO326_2 F	1
2	2.2982	Jela	0	1.1577	Jela	0
3	2.1982	DoRis F-CRO329_	0	0.9763	49. jpg	0
4	2.1419	CRO329_5	0	0.9734	172.jpg	0

Tablica 5. Rezultati usporedbe risa CRO 327 s ostalim risovima

CRO 327 1						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	6.8903	CRO330_1	0	0.3689	CRO330_1	0
2	6.6197	484.jpg	0	0.3316	484.jpg	0
3	6.5143	481.jpg	0	0.2640	481.jpg	0
4	5.5789	Zoki M	0	0.2221	CRO326_2 Mladun	0
CRO 327 2						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	0.3616	27.jpg	0	0.3689	27.jpg	0
2	0.3316	1.jpg	0	0.3316	1.jpg	0
3	0.2611	CRO330_1	0	0.2640	CRO330_1	0
4	0.1896	439.jpg	0	0.2221	439.jpg	0
CRO 327 3						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	0.9695	DoRis F-CRO329_	0	0.6170	DoRis F-CRO329_	0
2	0.7872	CRO231 F	0	0.5515	Bela Gama	0
3	0.6777	CRO372_1 F	0	0.5283	82.jpg	0
4	0.5515	Bela Gama	0	0.4236	78.jpg	0
CRO 327 4						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	4.6064	Jela	0	2.8570	Jela	0
2	3.7177	CRO329_5	0	1.5000	465.jpg	0
3	3.4257	DoRis F-CRO329_	0	1.4957	CRO326_2 Mladun	0
4	2.3190	Rista M	0	1.4829	Rista M	0
CRO 327 5						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	153.7400	Crni-CRO327 M	1	156.2400	Crni-CRO327 M	1
2	0.3699	Jela	0	0.2453	195.jpg	0
3	0.3582	CRO231 F	0	0.2259	Jela	0
4	0.2922	CRO372_1 F	0	0.2219	155.jpg	0

Tablica 6. Rezultati usporedbe risa CRO 327 s ostalim risovima

CRO 327 6						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	6.1633	CRO329_5	0	2.6328	Crni-CRO327 M	1
2	5.9208	DoRis F-CRO329	0	2.2352	Bela Gama	0
3	3.9148	Crni-CRO327 M	1	1.8220	DoRis F-CRO329_	0
4	2.2000	Bela Gama	0	1.8180	CRO329_5	0

Tablica 7. Rezultati usporedbe risovice Marte s ostalim risovima

Marta 1						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	0.3163	Marko-ZIP M	0	0.2306	Marko-ZIP M	0
2	0.3010	CRO329_5	0	0.1973	Marta-CRO278 KV	1
3	0.1935	Marta-CRO278 KV	1	0.1715	Snje?ana-CRO277	0
4	0.1840	Spot-CRO329_2 F	0	0.1690	105.jpg	0

Marta 2						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	1.6140	CRO329_5	0	0.8850	105.jpg	0
2	1.1750	DoRis F-CRO329_	0	0.7789	511.jpg	0
3	1.0825	Marko-ZIP M	0	0.7291	Marko-ZIP M	0
4	1.0563	Šiljo M	0	0.7262	280.jpg	0

Marta 3						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	167.9500	Marta-CRO278 KV	1	172.2300	Marta-CRO278 KV	1
2	5.8305	Marta-CRO278 KV	1	6.1901	Marta-CRO278 KV	1
3	2.0426	DoRis F-CRO329_	0	5.9048	Marta-CRO278 KV	1
4	0.8963	CRO329_5	0	1.5316	Marta-CRO278 KV	1

Tablica 8. Rezultati usporedbe risovice Marte s ostalim risovima

Marta 4						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	281.3600	Marta-CRO278 KV	1	289.4800	Marta-CRO278 KV	1
2	1.7856	DoRis F-CRO329_	0	1.3112	Marta-CRO278 KV	1
3	1.2971	CRO231 F	0	1.0669	484.jpg	0
4	1.0542	484.jpg	0	1.0614	483.jpg	0

Marta 5						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	213.1600	Marta-CRO278 KV	1	216.0100	Marta-CRO278 KV	1
2	4.0010	CRO329_5	0	13.7530	Marta-CRO278 KV	1
3	3.6911	DoRis F-CRO329_	0	1.6354	491.jpg	0
4	1.5576	491.jpg	0	1.4861	489.jpg	0

Tablica 9. Rezultati usporedbe Marka Zipa sa ostalim risovima

MARKO ZIP 1						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	327.0000	Marko-ZIP M	1	340.4200	Marko-ZIP M	1
2	9.6466	Marko-ZIP M	1	9.9248	Marko-ZIP M	1
3	2.6260	CRO329_5	0	0.9989	Bela Gama	0
4	2.2493	DoRis F-CRO329_	0	0.8162	I_00087a_XzkNhFG.JPG	0

MARKO ZIP 2						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	10.7240	Marko-ZIP M	1	11.1010	Marko-ZIP M	1
2	4.6935	Marko-ZIP M	1	4.7984	Marko-ZIP M	1
3	3.9745	CRO372_1 F	0	1.7739	Marko-ZIP M	1
4	1.7669	Marko-ZIP M	1	1.5836	Marko-ZIP M	1

MARKO ZIP 3						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	10.5230	157.jpg	0	10.5230	157.jpg	0
2	7.5908	463.jpg	0	7.5908	463.jpg	0
3	3.7714	12.jpg	0	3.7714	12.jpg	0
4	1.9483	541.jpg	0	1.9483	541.jpg	0

Tablica 10. Rezultati usporedbe risa Marka Zipa s ostalim risovima

MARKO ZIP 4						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	9.9878	Marko-ZIP M	1	10.0600	Marko-ZIP M	1
2	7.3719	Marta-CRO278 KV	0	4.9881	Marta-CRO278 KV	0
3	3.7755	Bela Gama	0	4.0427	Bela Gama	0
4	2.9485	490. jpg	0	3.0677	490. jpg	0
MARKO ZIP 5						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	10.2160	Marta-CRO278 KV	0	6.4643	Marta-CRO278 KV	0
2	4.2320	489	0	4.5595	489	0
3	4.1257	Bela Gama	0	4.5101	Bela Gama	0
4	3.9930	490	0	4.3041	490	0
MARKO ZIP 6						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	3.4979	Marko-ZIP M	1	2.9179	456.jpg	0
2	3.2600	DoRis F-CRO329	0	2.3466	Bela Gama	0
3	3.1790	Marta-CRO278 KV	0	2.3158	Marta-CRO278 KV	0
4	3.1469	CRO231 F	0	2.1720	Marko-ZIP M	1
MARKO ZIP 7						
INDIVIDUALNI				PO FOTGRAFIJAMA		
N	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato	koeficijent prepoznatljivosti	fotografija	prepoznato
1	165.3700	Marko-ZIP M	1	171.3600	Marko-ZIP M	1
2	3.4625	Marko-ZIP M	1	3.5837	Marko-ZIP M	1
3	2.6428	482	0	2.6555	482	0
4	2.5662	CRO372_1 F	0	2.3531	484	0

5. RASPRAVA

Nakon tabličnog prikaza rezultata računalne fotoidentifikacije risova, svaki od risova bit će prokomentiran u raspravi zasebno.

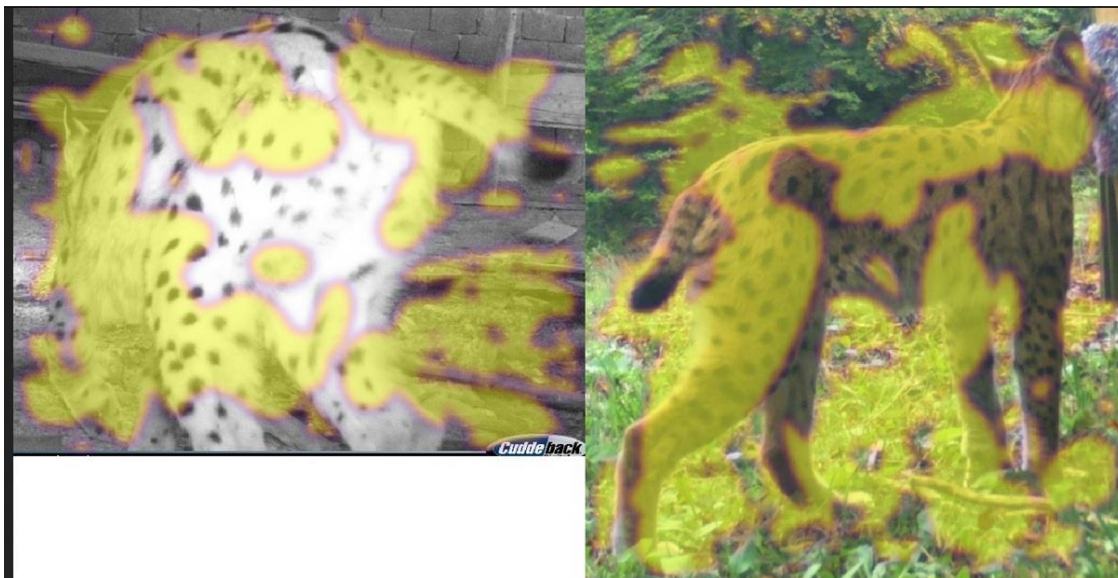
5.1 Šiljo

U skupini A1 postojale su četiri fotografije risa Šilje. Od toga dvije s desne strane, a dvije s lijeve strane. Fotografije su sve osim jedne s lijeve strane bile pravilne. Prikazivale su životinju s boka snimljenu pod kutem od 90°.

Za obradu podataka korišteno je 5 fotografija. Fotografije Šiljo 1, Šiljo 2 i Šiljo 3 prikazuju životinju uz kuću na srednjoj udaljenosti od kamere i u centru fotografije. Šiljo 4 i 5 prikazuju risa unutar kuće na maloj udaljenosti od kamere. U slučaju fotografije Šiljo 4 ris prilazi kameri, a kod Šilje 5 udaljava se od kamere.

Iz dobivenih rezultata vidi se da je Šiljo prepoznat prema usporedbi individualnih risova 4 od 5 puta. Program je uspio povezati tek 4 od 20 fotografija (20%) kod uspoređivanja fotografija.

Šiljo 5 je fotografija koja nije bila uopće identificirana. Smatra se da je uzrok tome pozicija samog risa. Kao što možemo vidjeti na slici 5 ris se na ovoj fotografiji udaljava od kamere i svojim stražnjim dijelom je okrenut prema kameri. Na ovoj fotografiji je i veći odsjaj izvora infracrvenog svjetla od životinje što može utjecati na kvalitetu procjene.



Slika 5 Šiljo 5 individualni rezultat N 1- prikaz interesnih područja

5.2 CRO 326 (CRO 326 F)

Postoje samo 3 fotografije u skupu A1. Jedan fotografija je crn bijela i prikazuje risovicu s lijeve strane, a druge dvije fotografije su u boji i iz kosa gledaju s prednje strane na lijevu stranu životinje.

U testiranju je korišteno 4 fotografija koji prezentiraju risovice sa više strana i nijedna strana se ne ponavlja.

Program nije prepoznao niti jednu fotografiju samo u slučaju uspoređivanje CRO 326 2. Kao što vidimo na slici 6. radi se o slici risa s leđa. Pretpostavlja se da je program zbog nedovoljne kvalitete slike ili stavanja siluete risa i okoliša dio okoline također uzeo kao referentne točke i zato je došlo do pogreške u prepoznavanju.

U slučaju ostalih fotografija rezultati su u vidu broja prepoznatih fotografija slični. Kod svakog je jedanput prepoznata fotografija individualno a jedanput u poređivanja po fotografijama.

Rezultati pokazuju da je risovica CRO 326 prema individualnoj usporedbi prepoznata 3 od 4 puta (75%) ,a u u kategoriji uspoređivanje fotografija risovica je prepoznata na 3 od 16 fotografija (18.75%).



Slika 6 CRO 326 2 individualni rezultat N1- prikaz interesih područja

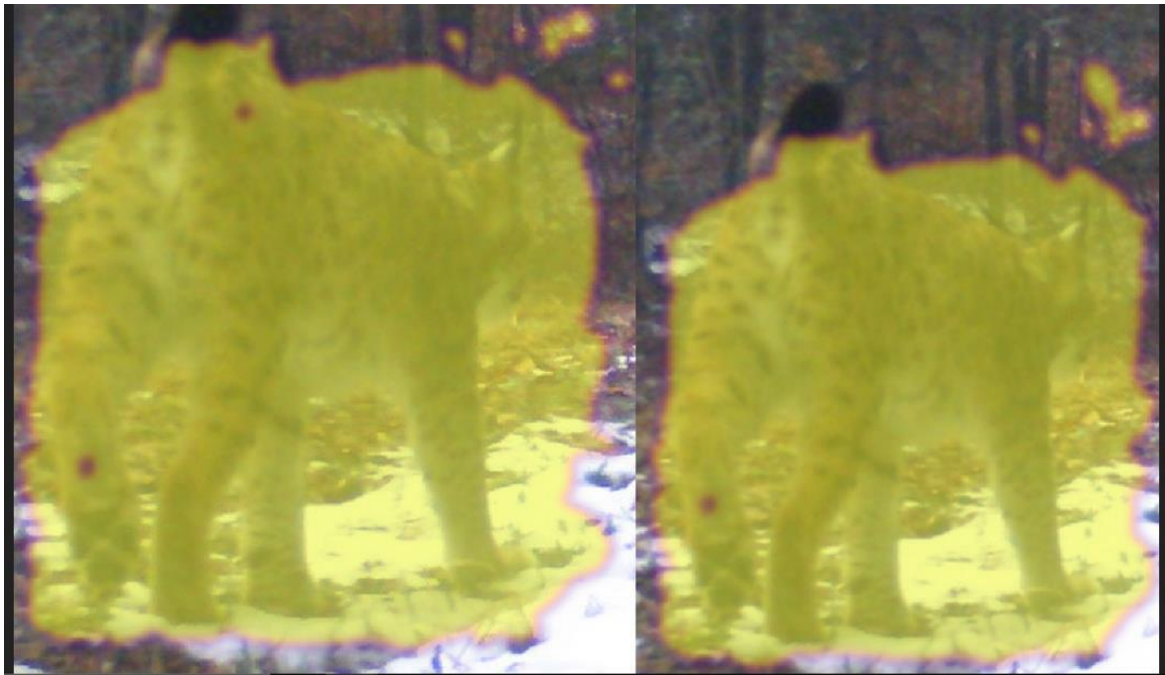
5.3. Marta (Marta-CRO278 KV)

Marta je ris koji u skupu A1 ima 8 prepoznatih fotografija. Fotografije su iz više kuteva. Imamo samo dvije fotografije koje su pravilne i to s lijeve strane.

Za testiranje je korišteno 5 fotografija. Fotografije Marta 1 i 2 su crno bijele, a ostale su u boji. Sve fotografije su na srednjoj udaljenosti od kamere, zadovoljavajuće čistoće i s risovicom u sredini fotografije

Ako gledamo samo brojčane vrijednosti Marta je kod usporedbe jedinki (individualni rezultati) prepoznata na u 4 od 5 slučajeva. Treba se obratiti pažnja na iznimno visoke vrijednosti podudarnosti na prvoj poziciji kod fotografija Marta 3, 4 i 5. Prve fotografije

imaju visoke vrijednosti jer je identična fotografija već u bazi podataka od prije pod drugim imenom (primjer na slici 7). Ovaj ishod rezultat je načina na koji algoritam izračunava vrijednosti u slučaju individualnog rezultata. Najbolji primjer je fotografija Marta 3 jer je sustav uz to identičnu fotografiju iz baze ponudio i fotografiju koja tad nije bila identificirana, a predstavljala je Martu. Usporedbom fotografija uz naredbu „pregledaj“ (vidjeti sliku 8) zapaža se da je program uzeo u razmatranje samo manji dio fotografije što rezultira velikoj razlici u vrijednostima ocjene podudarnosti.-



Slika 7 Marta 3- individualna- 1- identična fotografija



Slika 8. Marta 3 – individualna usporedba N2-interesna područja

Rezultati usporedbe risova po fotografijama pokazale su da je Marta prepoznata u 9 od 24 slučaja (37.5%) Treba uzeti u obzir da je u slučaju fotografija Marta 3 na pozicijama 2 i 3 u biti zabilježena identična fotografija jer postoji od prije pod drugim nazivom u sustavu.

5.4. CRO 327

Skup fotografija A 1 u sebi sadržava 5 fotografija risa CRO 327. Fotografije su sve u boji osim jedne (CRO327 MDP.JPG) Ova fotografija je i najslabije kvalitete, te se ris udaljava od kamere. Fotografije u boji su zadovoljavajuće kvalitete. Fotografirane u vrijeme svitanja ili sumraka kontrasti među bojama mogu utjecati na prepoznavanje. Na fotografijama ris se može vidjeti u pozicijama boka i prednjeg dijela tijela.

Testnu skupinu činilo je šest fotografija iz više kuteva nego one u skupu A1.

Ta veća raznovrsnost pozicija tijela risa mogu biti razlog slabih rezultata koje smo dobili. Samo su testnim fotografijama Cro 327 5 i 327 6 pridružene fotografije koje prikazuju

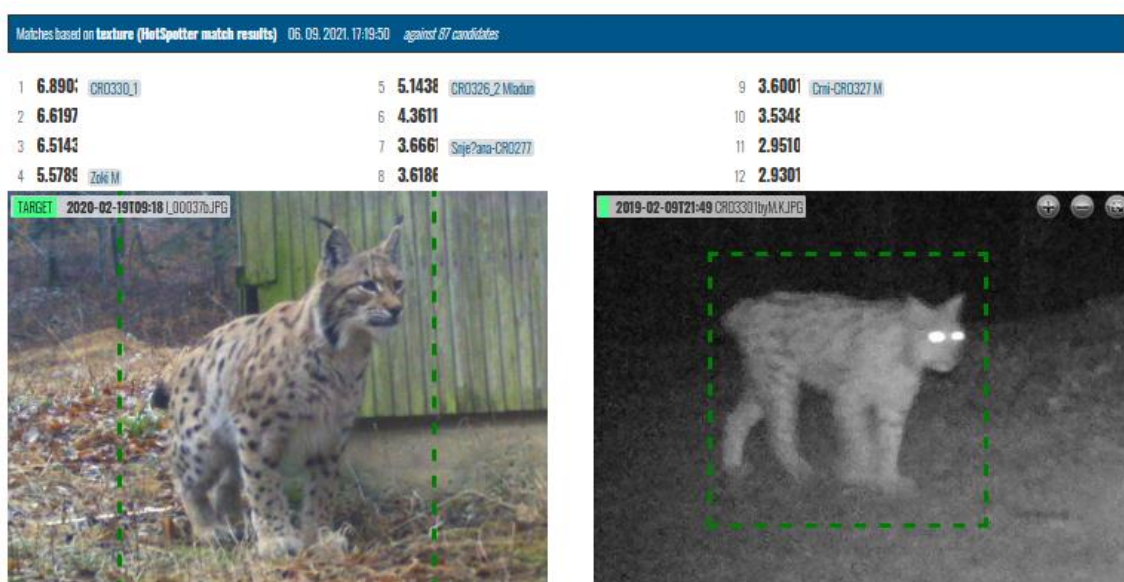
risa CRO 327. U svakom oblika rezultata koje imamo ovaj ris je prepoznat samo jedanput po testnoj fotografiji.

Ukupni rezultat je zato dva prepoznata slučaja od šest (33%), a prema pojedinačnim fotografijama imamo prepoznavanje tek 2 puta od 24 (8.3 %)

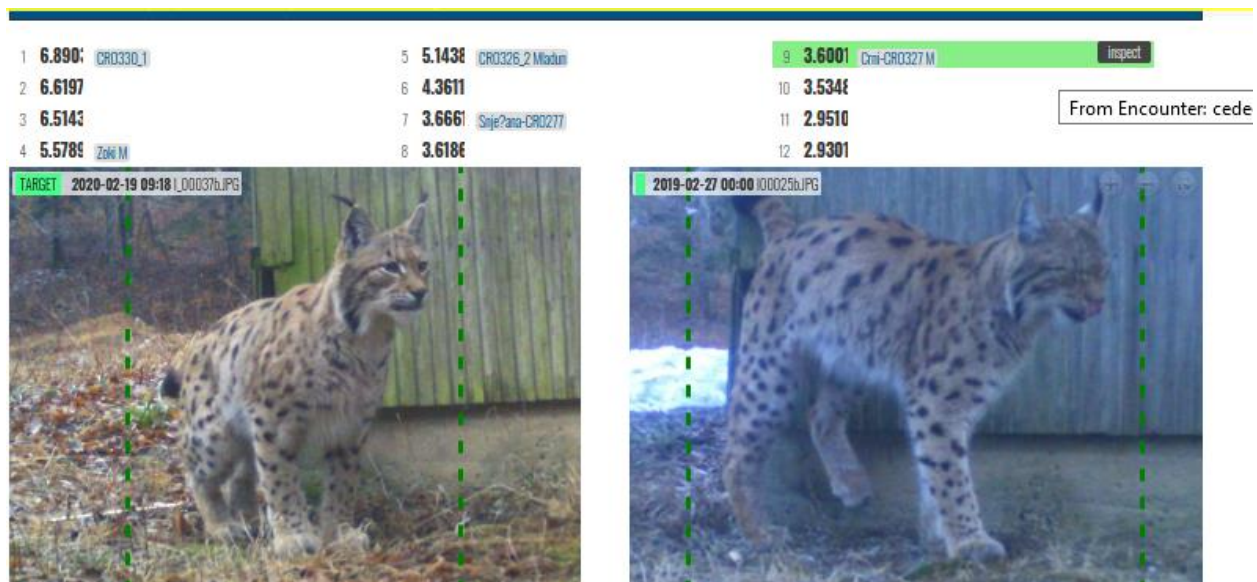
Posebno čudi slučaj fotografije CRO 327 1 jer prema vizualnom pregledu najsličnije rješenje nalazi se tek na devetom mjestu (slika 10). Dok je za prvi izbor izabrana loša fotografija (slika 9).

Matches based on texture (HotSpotter match results) 06. 09. 2021. 17:19:50 against 87 candidates

1	6.890	CRO330_1	5	5.143	CRO326_2_Mladun	9	3.600	Cmi-CRO327 M
2	6.619		6	4.361		10	3.534	
3	6.514		7	3.666	Sije?ana-CRO277	11	2.951	
4	5.578	Zeki M	8	3.618		12	2.930	



Slika 9 CRO 327- individualni rezulta N1



Slika 10 CRO 327- individualni rezultat- 9

Mišljenje je da je uzrok loših rezultata uglavnom pozicija risa, a kod fotografija koji su u boji rezultati mogu biti slabi i zbog kontrasta između boja.

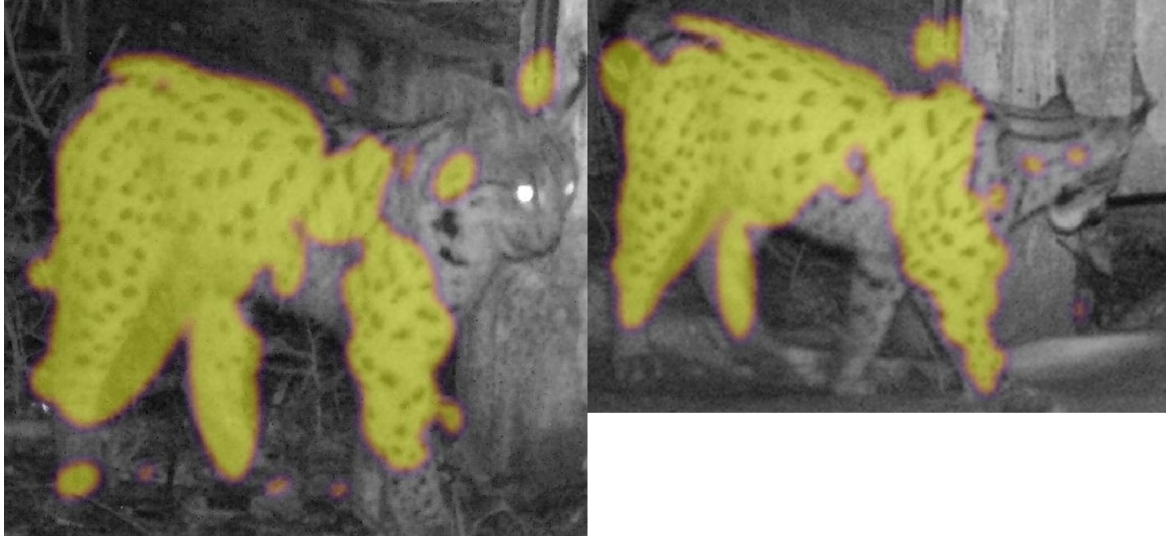
5.5. Marko Zip

U A1 skupini postoje 5 fotografija Marka Zipa. Tri fotografije pokazuju lijevu stranu, a dvije desnu stranu ovog risa.

Testna skupina sastojala se od 7 fotografija. Marko-zip 1 i 2 su crno bijele, a ostale fotografije su u boji.

Fotografijama Marko Zip 3 i 5 nije pridružena niti jedna fotografija niti u jednom obliku rezultata. Na fotografiji Marko Zip 3 možemo vidjeti životinju u pokretu, blizu kamere.

Rezultati dobiveni na fotografiji Marko Zip 2 reprezentiraju točnost programa kojoj se teži (slika 11). Uz fotografije iz A1 skupine pridružene su i neidentificirane fotografije koje su identificirane kao Marko Zip. Bitno je naglasiti da su sve fotografije različite.



Slika 11 Marko Zip 2- prvi izbor oba tipa rezultata-interesna područja

Marko zip na u individualnim rezultatima prepoznat je na 5 od 7 fotografija (71%), a kada gledamo rezultate po pojedinačnim fotografijama govorimo o učinkovitosti od 35.7% (10/28).

5.6. Suma rezultata

S ovim ulaznim podacima i nakon obrade podataka dobili smo sljedeće prosječne vrijednosti . Prepoznavanje jednakih fotografija risa na osnovi individualnih rezultata je bilo 66,67%. Program je gledajući rezultate po fotografijama uspio ukupnom prosjeku prepoznati 25% fotografija. Ovi rezultati nisu zadovoljavajući uzimajući u obzir uspješnost programa kod drugih životinja.

Zašto su dobiveni takvi rezultati? Smatra se da je zbog prirode programa; strojnog učenja; potrebno više podataka za koje smo sigurni da su točni. To bi značilo da bi skup A1 trebao biti puno veći ne samo u volumenu nego bi svaki ris unutar skupa trebao imati svoje fotografije zabilježene s više strana. Nedostatak tih podataka povećao je mogućnost greške.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovi ovog testiranja i dobivenih rezultata može se zaključiti da program „Wildbook ID“ ovom trenutku ne daje sasvim željene rezultate. Usprkos tome program u ovom trenutku može biti asistent koji će ubrzati identifikaciju risova pogotovo ako se koristi mogućnost velikog unosa i automatske identifikacije. Kao prvi korak smatra se da bi bilo dobro u program dodati količinu podataka dostatnu za Top k analizu. Kako bi program dosegao svoj puni potencijal potrebno ga je dodatno istrenirati s većim brojem kvalitetno identificiranih životinja koje imaju set fotografija iz više kuteva. Najveća prepreka u tome je nemogućnost jamstva fotografija optimalne kvalitete što je nedostatak trenutne tehnike prikupljanja podataka fotozamkama.

7. LITERATURA

1. ANONYMOUS (2021a): službene stranice neprofitne organizacije WILD ME, <https://www.wildme.org/#/>, 2021.
2. ANONYMOUS (2021b): „Research guide to Wildbook“ <https://docs.wildme.org/docs/researchers/overview>, 2021.
3. ANONYMOUS (2020): [IBM Cloud Education](https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence#toc-what-is-ar-DhYPPT4m), Artificial intelligence (AI), 3.lipnja 2020, <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence#toc-what-is-ar-DhYPPT4m>
4. ANONYMOUS(2019): Wild.ID, GitHub, 19.ožujak, 2019 <https://github.com/ConservationInternational/Wild.ID>
5. ANONYMOUS (2014): Mapa rasprostranjenosti risa, IUCN <https://www.iucnredlist.org/species/12519/121707666>
6. BLAŠKOVIĆ, S., L. HUCIKA, M. SINDIČIĆ, I. TOPLIČANEC, I. SEČANEC, I., BUDINSKI, V. SLIJEPČEIĆ, J. TOMIĆ, T. RUKAVINA, F. ŠPALJ, T. GOMERČIĆ: „How many lynxes live on Velebit?“ Časopis Veterinar 2019. Broj 3.
7. CRALL, J.,P., C. V. STEWART, T. Y. BERGER-WOLF, D I. RUBENSTEIN, S R. SUNDARESAN (2013): HotSpotter - Patterned Species Instance Recognition,, WACV '13: Proceedings of the 2013 IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV)“ siječanj 2013., stranica 230–237.
8. FRKOVIĆ, A. (2004): Euroazijski ris (*Lynx lynx* L.), str.136-141. U: MUSTAPIĆ i sur.: Lovstvo,Hrvatski lovački savez, Zagreb

9. JANICKI, Z., A. SLAVICA, D. KONJEVIĆ, K. SEVERIN, K. (2007): Zologija Divljači, Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zagreb, str. 103.,108.-110.
10. KARANTH, K., U.: (1995.) "Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture—recapture models" časopis: "Biological Conservation" 71; 3, str. 333-338.
11. O'CONNELL, A., F., NICHOLS, J. D., KARANTH, K., U: Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses, Springer 2011., 9-16. Str.
12. SELENEC, I., Z. BUDIMIR- udruga BIOM (2020): Izvješće o provedenom ispitivanju stavova javnosti o risu i očuvanju risa u 2019. godini u sklopu LIFE Lynx projekta (aktivnost A.7)
13. SINDIČIĆ, M., A. ŠTRBENAC, A., OKOVIĆ, Đ., HUBER, J. KUSAK, T., GOMERČIĆ, V. SLIJEPČEVIĆ, I. VUKŠIĆ, A. MAJIĆ-SKRINŠEK, Ž. ŠTAHAN (2010): Plan upravljanja risom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2010. do 2015., Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode.
14. SINDIČIĆ, M., P. POLANC, T. GOMERČIĆ, M. JELENČIĆ, D. HUBER, P. TRONTELJ, T. SKRBINŠEK (2013): Genetic data confirm critical status of the reintroduced Dinaric population of Eurasian lynx, *Conservation Genetics*, 14; str. 1009–1018.
15. SINDIČIĆ, M., T., GOMERČIĆ, J. KUSAK, V. SLIJEPČEVIĆ, Đ. HUBER, A. FRKOVIĆ (2016.): Mortality in the Eurasian lynx population in Croatia during the 40 years. *Mammalian Biology* – 81; 3, str. 290.-294.
16. SLIJEPČEVIĆ, V., T., GOMERČIĆ, I. SELANEC, M. SINDIČIĆ, M. STERGAR, M. KROFEL, R. ČERNE (2017.) : Vodič za praćenje risa fotozatkama, Life Lynx projekt

<https://www.lifelynx.eu/wp-content/uploads/2018/04/Lynx-Camera-trapping-Guidelines-CRO.pdf>

17. VON ARX, M., C. BREIENMOSER-WUERSTEN, F. ZIMMERMANN, U. BREITNMOSER (2004.): Status and conservation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Europe in 2001. Izvješće KORE broj 19 e, 1-330. 2004. Muri b. Bern, Switzerland, KORA.
18. VON ARX, M. (2020): *Lynx lynx* (amended version of 2018 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T12519A177350310.