PROTECTION AND CONSERVATION OF EUROPEAN BISON Bison bonasus, Linne 1758

Bešenić, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:600662

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski studij biologije

Martina Bešenić

Zaštita i očuvanje europskog bizona *Bison bonasus*, Linne 1758

Završni rad

Mentor: dr.sc. Alma Mikuška, doc.

Osijek, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

ZAŠTITA I OČUVANJE EUROPSKOG BIZONA *Bison bonasus*, Linne 1758

Martina Bešenić

Mentor: dr.sc. Alma Mikuška, doc.

Kratak sažetak završnog rada:
Europski je bizon internacionalno zaštićena vrsta koja je u prošlom stoljeću izumrla u divljini. Danas ponovo postoje slobodne populacije, no problem je što su male i međusobno izolirane. Vrlo visoko križanje u srodstvu, gubitak staništa i krivolov ugrožavaju sigurnost bizona. Plan za očuvanje je stvoriti veliku održivu metapopulaciju od minimalno tisuću jedinki, na adekvatnom području gdje neće biti u sukobu s ljudima radi upotrebe zemlje.

Broj stranica: 35
Broj slika: 21
Broj tablica: 0
Broj literaturnih navoda: 17 + 32 web
Broj priloga: 0
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: europski bizon, populacija, križanje u srodstvu, reintrodukcija, stanište

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor's thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Undergraduate university study programme in Biology
Scientific area: Natural science
Scientific field: Biology

PROTECTION AND CONSERVATION OF EUROPEAN BISON
Bison bonasus, Linne 1758

Martina Bešenić

Supervisor: dr.sc. Alma Mikuška, doc.

Short abstract:
European bison is an internationally protected species which has gone extinct in the wild in the past century. Free-ranging populations exist today again, but they are small and isolated from each other. High level of inbreeding, habitat loss and poaching threatens bison safety. Conservation plan is to establish a large viable metapopulation of minimal thousand animals on adequate location with no land use conflicts.

Number of pages: 35
Number of figures: 21
Number of tables: 0
Number of references: 17 + 32 web
Original in: Croatian

Key words: european bison, population, inbreeding, reintroduction, habitat

Sadržaj:

1. UVOD 1

1.1. *Bison bonasus* (Linnaeus, 1758) – podvrste, genetske linije i ukupna brojnost . 2

1.2. Biologija i ekologija vrste 3

1.3. Evolucija vrste – od nastanka do nestanka 5

2. ZAŠTITA EUROPSKOG BIZONA 10

2.1. Početni kapital – europski bizoni preživjeli nakon izumiranja u divljini 10

2.2. Od zatočeništva do slobode 11

2.2.1. Bjelovjeska šuma – Poljska i Bjelorusija 11

2.2.2. Litva i Latvija 13

2.2.3. Ukrajina 13

2.2.4. Kavkaz 15

2.2.5. Rusija 16

2.2.6. Karpati 17

2.3. Istrage potencijalnog staništa 18

2.3.1. Šuma ili livada – brštenje ili ispaša 18

2.3.2. Selekcija staništa 20

2.3.3. Dostupna staništa 21

2.3.4. Povezanost staništa 24

2.3.5. Populacijski modeli i povezane procjene 24

2.4. Smjernice za budućnost 27

3. ZAKLJUČAK 32

4. LITERATURA 33

1. UVOD

Europski bizon (*Bison bonasus,* Linnaeus 1758) je najveći europski kopneni sisavac, koji je gotovo istrijebljen uslijed gubitka staništa i nekontrolirane ljudske eksploatacije. U divljini je izumro 1927. godine kada je ubijena posljednja slobodna jedinka na Kavkazu. Nakon 1927. godine preostale su samo 54 jedinke u zoološkim vrtovima Europe koje su poslužile za obnovu vrste (Pucek i sur., 2004). Izniman konzervacijski napor uzgoja u zatočeništvu i puštanja na slobodu urodio je plodom, stoga danas svjetska populacija broji više od 5500 jedinki (Web 1). Njih više od 60% je u oko 35 slobodnih krda raštrkanih pretežno u istočnoj Europi i zapadnoj Rusiji (Exalto, 2011).

Ipak, unatoč velikom konzervacijskom uspjehu, budućnost europskog bizona je nesigurna. Naime, sve jedinke današnje populacije potomci su 54 jedinke koje pak potječu od samo 12 predaka. Zbog efekta osnivača (eng. "founder effect") i uskog grla (eng. „bottleneck effect"), vrsta je suočena sa ozbiljnim problemom visokog križanja u srodstvu i posljedično jako niskom genetskom varijabilnošću (Tokarska i sur., 2011).

Postoje 2 genetske linije čija se slobodna krda drže geografski odvojena. Većina tih krda je mala i međusobno izolirana što dodatno povećava križanje u srodstvu i genetsko propadanje (Deinet i sur., 2013). Samo 6 krda imaju više od 100 jedinki (Kuemmerle i sur., 2011b), a efektivna veličina čak i najveće populacije je puno manja od preporučene (Tokarska i sur., 2011).

Glavni konzervacijski cilj je stvoriti stabilnu metapopulaciju od minimalno 1000 jedinki, koja bi pružila dugoročnu demografsku i genetsku sigurnost vrste. Idealno bi bilo imati par velikih metapopulacija kako eventualna katastrofa (epizootična, prirodna, politička) u populaciji na jednom mjestu ne bi utjecala na stabilnost populacije na drugom mjestu (Sipko, 2009). Velike sisavce je poseban izazov zaštititi, jer zahtijevaju velike površine staništa zbog čega su često u konfliktu s ljudima radi upotrebe zemlje, a osim toga su i atraktivne mete krivolovaca. Stoga, nameće se pitanje gdje bi takve velike metapopulacije europskog bizona mogle egzistirati (Kuemmerle i sur., 2011a).

Nade se uglavnom polažu na regiju Karpata, zadnje dovoljno veliko divlje mjesto u Europi koje ima kapacitet uzdržavati velik broj bizona istovremeno ne izlažući ih opasnostima od ljudi. Ulaskom svih država s područja Karpata (izuzev Ukrajine) u Europsku Uniju stavljen je naglasak na zaštitu prirode i dodatno istaknuta važnost očuvanja europskog bizona

(Kuemmerle i sur., 2011b). Ukrajina se nažalost negativno ističe zbog problematike krivolova kojim je drastično smanjen broj bizona posljednjih dvadesetak godina.
Osim Karpata, još veće konzervacijske mogućnosti pruža Rusija zbog pregršt dostupnog kvalitetnog staništa niskog konfliktnog potencijala (Kuemmerle i sur., 2011a).

1.1. Bison bonasus (*Linnaeus, 1758) – podvrste, genetske linije i ukupna brojnost*

Europski je bizon klasificiran kao osjetljiva vrsta (VU) na IUCN Crvenoj listi (Web 2). Zaštićen je Internacionalnom Crvenom knjigom i Bernskom konvencijom, nalazi se na Crvenoj listi Europe te Crvenim knjigama Bjelorusije, Litve, Poljske, Rusije i Ukrajine (Parnikoza i sur., 2009).

Poznate su dvije podvrste europskog bizona, od kojih je jedna – kavkaski „highland“ bizon (*Bison bonasus caucasicus*, Turkin et Satunin 1904), u potpunosti izumrla. Recentna nizinska ili „lowland“ podvrsta (*Bison bonasus bonasus*, Linnaeus 1758) predstavljena je s 2 genetske linije (Web 2). Jedna od njih je čistokrvna linija (originalna podvrsta), takozvana i Białowieża linija – prema poljskoj šumi Białowieża (Bjelovjeska) gdje danas većina čisto-krvnih nizinskih bizona živi. Druga je genetska linija miješana (nizinsko-kavkaska linija), a stvorena je u zoološkom vrtu nakon izumiranja vrste križanjem bika kavkaske podvrste sa kravama nizinske podvrste (Tokarska i sur., 2011). Neki autori ovu liniju smatraju kavkaskom podvrstom (Exalto, 2011), unatoč tome što samo 6% gena u miješanoj liniji dolazi od čiste kavkaske podvrste.
Miješana linija je neznatno brojnija i čini malo više od 51% cjelokupne populacije europskih bizona (Tokarska i sur., 2011). Najviše slobodnih, njih više od 800, je u Rusiji od kojih je većina u rezervatu prirode Zapadni Kavkaz (Sipko, 2009). Na Karpatima je prema zadnjim izvješćima 7 slobodnih krda sa više od 400 bizona, prisutnih na jugu Poljske, u Ukrajini, Slovačkoj i Rumunjskoj (Parnikoza i sur., 2009).
Skoro tisuću bizona čiste linije nastanjuje Bjelovjeska šumu na poljsko-bjeloruskoj granici (Tokarska i sur., 2011). Nekolicina ih se nalazi i u Litvi, te Francuskoj (Exalto, 2011).

Inače, neki izvori navode postojanje tri podvrste (Pucek i sur., 2003; 2004; Parnikoza i sur., 2009; Web 3). Prema njima je uz nizinskog i kavkaskog postojao i karpatski bizon (*Bison bonasus hungarorum*, Kretzoi 1956) koji je prvi izumro u 19. stoljeću (Web 4).

Sveukupno u slobodnim krdima (slika 1) živi više od 60% cjelokupne populacije (Web 1). Najviše bizona je u Poljskoj, Bjelorusiji i Rusiji, a prisutni su još u: Češkoj (Deinet i sur., 2013), Francuskoj, Danskoj, Litvi, Nizozemskoj, Njemačkoj, Rumunjskoj, Slovačkoj, Španjolskoj i Ukrajini (Web 3).

Ostatak bizona je u uzgojnim centrima i zoološkim vrtovima diljem Europe. Njemačka drži gotovo četvrtinu svih nizinsko-kavkaskih bizona, od kojih je općenito pola u uzgoju (Tokarska i sur., 2011). U zoološkim vrtovima izvan Europe i Rusije europski je bizon izložen samo u Kazahstanu, Kanadi i Brazilu (Web 1).

Slika 1. Krdo slobodnih europskih bizona u Poljskoj (Web 5).

1.2. Biologija i ekologija vrste

Najveći europski herbivor pripada porodici šupljorožaca (Bovidae), što znači da oba spola nose rogove. 800-1000 kg tjelesne težine ovog preživača raspoređeno je u tijelu duljine do 290 cm i visine do 195 cm. Dlaka je smeđe boje različitih nijansi, kratka po tijelu, dok se dulje dlake nalaze ispod vrata i čine grivu. Karakteristična za bizone je ramena grba, jače izražena u mužjaka. Životni je vijek ženki do 24 godine (28 u zatočeništvu), a mužjaka 14 godina (20 u zatočeništvu) (Web 6).

Bizoni su društvene životinje koje žive u krdima od oko 20 jedinki koje nisu nužno obiteljski povezane. Grupe čine ženke svih dobnih kategorija, sisajuća telad i mladi mužjaci. Bikovi od 3-6 godina starosti žive solitarno ili u manjim muškim grupama i obično ne sudjeluju u razmnožavanju. Za vrijeme parenja u srpnju i kolovozu stariji bikovi pridružuju se krdu i obično međusobno bore za ženke, stoga u razmnožavanju učestvuju samo bikovi na naponu snage i izdržljivosti (Web 6).

Spolni dimorfizam je izražen u pogledu veličine i mišićavosti, i počinje se javljati sa spolnom zrelošću oko treće godine. Primijećeno je da bikovi u zatočeništvu ranije spolno sazrijevaju, već oko druge godine života. Divlji bikovi u razmnožavanju sudjeluju tek kada završe fizički razvoj sa šest godina, a reproduktivno su aktivni do dvanaeste godine života. Krave u rasplod ulaze odmah po spolnoj zrelosti. Prvi put tele u četvrtoj godini života nakon graviditeta prosječnog trajanja 264 dana (slika 2), a fizički sazrijevaju sa pet godina (Web 6). Omjer muške i ženske teladi je obično 1:1 (Pucek i sur., 2004). Blizanci su zabilježeni u samo 0.78% teljenja, od kojih su iznimno oba blizanca preživjela u samo dva slučaja (Sipko, 2009). Krave zadnji put tele između 15 i 18 godina, iako mogu biti reproduktivno aktivne do smrti (Web 6).

Slika 2. Krava s teletom (Web 7).

Inače, prirodna smrt zbog starosti prilično je rijetka u slobodnim krdima (Deinet i sur., 2013) te prosječno iznosi samo 3-4% ukupnog mortaliteta. Najviše jedinki ukloni se lovom, a dio ih ugine i zbog bolesti ili ozljeda. Europski je bizon općenito osjetljiv na bolesti a manjak imuniteta pripisuje se niskoj genetskoj varijabilnosti. Značajnije bolesti su slinavka i šap, balanopostitis (nekrotična upala penisa i prepucija), tuberkuloza i paraziti (Pucek i sur., 2004).

Uvriježeno je mišljenje bilo da europski bizon više brsti lišće grmlja i listopadnog drveća nego što pase na otvorenom, stoga se njegovim staništem tradicionalno smatrala šuma. Novija istraživanja to ne potvrđuju već ukazuju da preferira mozaični tip okoliša (Bocherens i sur., 2015). Omiljenim staništima su se pokazale guste miješane šume prošarane šipražjem, tresetištima i livadama gdje može pasti (Benecke, 2005). Prehrana europskog bizona sastoji se od trava, lišća, grančica i kore drveta, a u maloj mjeri lišajeva i mahovina (Web 8). Odrasli mužjak u vegetacijskoj sezoni dnevno može pojesti do 32 kg hrane (Brandtberg i Dabelsteen 2013; Web 9), od čega je udio trava i zeljastog bilja i do 90% (Pucek i sur., 2004; Deinet i sur., 2013). Izvan vegetacijske sezone brsti širok spektar grmlja i drveća, uključujući crnogorično lišće, tj. iglice (Benecke, 2005). Na kvalitetnim staništima bizoni mogu živjeti i bez zimske opskrbe sijenom, pa primjerice na naizgled surovom ruskom sjeveru (60° N) grupa bizona dobro napreduje i bez suplementarnog hranjenja.

Općenito se 60° sjeverne zemljopisne širine uzima kao sjeverna granica pojavljivanja vrste (Sipko, 2009). Limitirajući faktor tada predstavlja trajanje i dubina snježnog pokrivača veća od 50 cm (Benecke, 2005). Osim toga, snijeg otežava i sezonsko migriranje u potrazi za hranom na većim nadmorskim visinama, tako da bizoni nisu primijećeni iznad 800 m nadmorske visine (Ziołkowska i sur., 2012).

1.3. Evolucija vrste – od nastanka do nestanka

Pretpostavlja se da je vrsta nastala krajem pleistocena od nepoznatog oblika stepskog bizona s velikim rogovima (*Bison priscus*, Bojanus 1827) (slika 3) koji je izumro krajem zadnjeg ledenog doba. On je bio široko rasprostranjen u stepama sjeverne hemisfere – od Pireneja do Sibira i Beringovog prolaza, te diljem Sjeverne Amerike – gdje su pod utjecajem različitih okolišnih čimbenika duž tog ogromnog areala evoluirale različite vrste i podvrste. Nakon izumiranja, stepskog bizona zamjenjuju bizoni kratkih rogova kakve danas poznajemo – europski (*Bison bonasus*, Linnaeus 1758) i američki bizon (*Bison bison*, Linnaeus 1758).

Slika 3. Teoretski stepski bizon, model u prirodnoj veličini (Web 10).

Neki autori smatraju američkog i europskog bizona istom vrstom budući da međusobnim križanjem daju plodne potomke, no među njima su ipak nedvojbeno prisutne morfološke razlike (Benecke, 2005) (slika 4). Prije svega, američki bizon je veći (čak do 3.5 m duljine tijela) i teži (Web 11), iako je europski viši u stražnjem kraju tijela. Nadalje, europski je bizon kraće dlake i općenito manje čupav s manjom grivom te ne nosi glavu tako nisko kao američki rođak, a između ostalog razlikuju se i oblikom rogova (Web 6).

Drugi autori pak ne dovode u pitanje samo vrste recentnih bizona, već je sporan čak i sam rod *Bison*, smatrajući da je ovim preživačima mjesto u rodu *Bos* (Web 8).

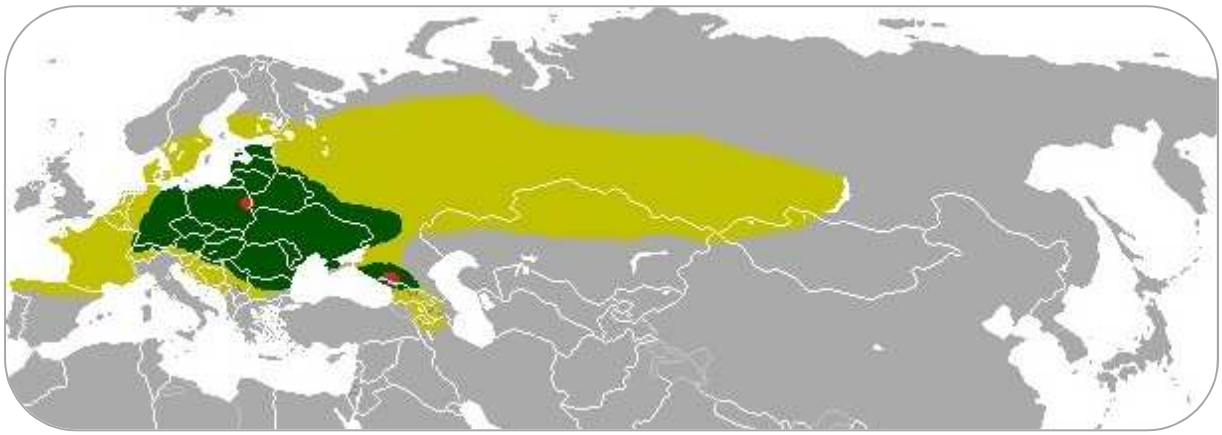
Slika 4. Različit izgled europskog (lijevo) i američkog bizona (desno) (Web 12; Web 13 (prilagodila M. Bešenić)).

Prema procjenama, europski bizon danas okupira manje od 1% svog prijašnjeg povijesnog ranga (Kuemmerle i sur., 2011a). Koliki je on zapravo bio i koja je sve područja obuhvaćao znanstvenici su rekonstruirali iz dostupnih povijesnih zapisa i fosilnih ostataka. Pisani su se izvori pokazali prilično nepouzdanima i dvosmislenima, jer osim što pokrivaju mali dio povijesti, srednjovjekovni su autori k tome pomiješali nazivlje bizona i običnog divljeg goveda – tura (*Bos primigenius*, Bojanus 1827) što je dovodilo do krivih zaključaka. S druge strane, nalazi kostiju dali su puno jasniju sliku antičke rasprostranjenosti. Metoda datiranja ugljikom omogućila je utvrđivanje starosti ostataka, te kojem geološkom razdoblju oni pripadaju. Iako su kosti generalno jako fragmentirane što otežava raspoznavanje europskog bizona od tura, svejedno on je uspješno identificiran u 169 nakupina iz više od 7500 fosilnih nalaza iz 32 zemlje Europe. Osim velike morfološke sličnosti sa kostima recentnih europskih bizona, pozitivan nalaz potvrđen je i istraživanjima mitohondrijske DNA (Benecke, 2005).

Europski bizon pojavljuje se već početkom ranog holocena u preborealu, na nizinskim područjima sjeverne centralne Europe. Najstariji ostaci potječu iz Njemačke, Danske i južne Švedske. Najširu je distribuciju vrsta imala u srednjem i kasnom holocenu, na što ukazuje velik broj ostataka iz tih razdoblja. Izuzev Pirenejskog, Apeninskog i Balkanskog poluotoka, areal se protezao cijelom centralnom i istočnom Europom (Benecke, 2005), te duž Rusije sve do zapadnog Sibira i Bajkalskog jezera, sa sjevernom granicom od 60° N. Ostaci iz tog doba nađeni su i na Uralu te Altajskim planinama (Sipko, 2009), no zanimljivo je da u potpunosti izostaju s područja Danske i južne Švedske. Lokalno izumiranje u tom dijelu europskog kontinenta vjerojatno je uzrokovalo prekidanje kopnenog mosta i transformacija tog područja u grupe poluotoka i otoka. Iako je bizon tada imao široku rasprostranjenost, ipak nije bio podjednako zastupljenim u svim dijelovima povijesnog areala. Tako omjer ostataka bizona i tura u centralnoj Europi iznosi 1:9, dok u istočnoj Europi kosti bizona čine čak 20% svih ostataka divljih papkara. Izgleda da je u tim dijelovima kontinenta, gdje naposlijetku i danas slobodno živi, europski bizon bio jači kompetitor od tura (Benecke, 2005).

Analize peluda i sastav faunističkih ostataka ukazuju da je bizon naseljavao različita staništa, od otvorenih crnogoričnih šuma pa sve do stepa i ravnica. No, klimatske promjene u holocenu bizonu donose veliki egzistencijalni izazov. Osim promjena u okolišu zbog novih klimatskih prilika i posljedičnog širenja gustih listopadnih prašuma, prije oko 7500 godina započinje intenzivnije naseljavanje ljudi i demografska eksplozija čovječanstva.

Narednih par tisućljeća bizon je još uspio održavati svoju široku euroazijsku distribuciju (slika 5), sve do Srednjeg vijeka, kada počinje iščezavati u zapadnim i centralnim dijelovima Europe. Dolazi do ekspanzije agrikulture i fragmentacije staništa zbog značajne deforestacije. To je za posljedicu imalo cijepanje populacije na manje izolirane populacije što je bizona učinilo osjetljivijim na prekomjeran lov (Benecke, 2005). Konflikt s upotrebom zemlje, meso i koža, lovni trofeji ili iskorištavanje za medicinske svrhe, samo su neki od razloga pretjerane eksploatacije velikih sisavaca. Oni su posebno osjetljivi jer zbog spore reprodukcije gubitak nekoliko jedinki značajno narušava demografiju, te može dovesti cijelu populaciju do granice preživljavanja (Kuemmerle i sur., 2011b).



Slika 5. Rasprostranjenost europskog bizona u: holocenu (žuto), Srednjem vijeku (zeleno) i početkom 20. stoljeća (crveno) (Web 14).

Krajem Srednjeg vijeka bizon u potpunosti nestaje iz zapadne i centralne Europe (Benecke, 2005). U Mađarskoj izumire u 16. stoljeću, a postaje sve rjeđa vrsta i u istočnom dijelu kontinenta (Deinet i sur., 2013). Vjeruje se da su krajem 17. stoljeća bizoni nestali i s ruskih nizina (Sipko, 2009). U to vrijeme na području Ukrajine još su relativno brojna i velika krda nastanjivala šume i stepe između rijeka Dnjestar i Don, no koncem 18. stoljeća bizon nestaje i s tog područja. Pisani izvori o nestanku s Karpata nisu usuglašeni i okvirno se odnose na period između druge polovice 18. i prve četvrtine 19. stoljeća (Parnikoza i sur., 2009). U Rumunjskoj je zadnji bizon ubijen 1762. godine (Pucek i sur., 2003; Deinet i sur., 2013).

U Bjelovjeska šumi u Poljskoj, krdo nizinske podvrste stoljećima je uživalo kraljevsku zaštitu u pogledu suplementarnog hranjenja zimi i održavanja livada za ispašu (Tokarska i sur., 2011), a uz to, odlukom poljskog kralja u 16. stoljeću krivolov bizona je kažnjavan smrću (Pucek i sur., 2004; Web 15). Zahvaljujući kraljevskom tretmanu to je jedina preživjela populacija u Europi do 20. stoljeća, koja je 1914. godine bilježila 727 bizona. Njemačka

vojska potpuno ih je istrijebila tijekom Prvog svjetskog rata, te nijedna jedinka nije preostala 1919. godine (Tokarska i sur., 2011).

I dok je povijesni rang nizinskog bizona manje-više dobro definiran, granice rasprostranjenosti kavkaskog bizona još su nepoznate. Uz kosti pronađene u Armeniji i Azerbajdžanu, vjerojatno se i dio ostataka nizinske podvrste sa nizina i gorskih krajeva Rusije mogu smatrati kavkaskom podvrstom (Benecke, 2005).

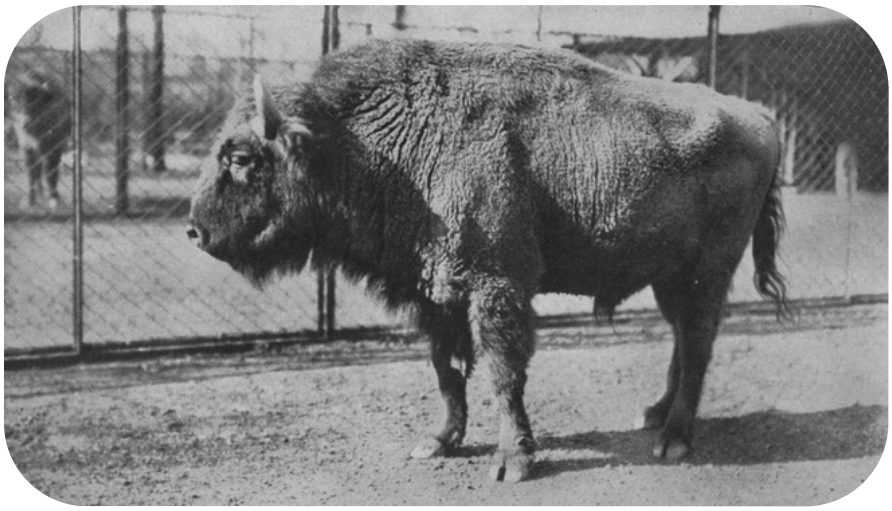
Nakon 1919., koja se uzima godinom izumiranja nizinske podvrste, samo je na zapadu Kavkaza preostala mala populacija kavkaske podvrste. Nakon stoljeća neodržive eksploatacije europski bizon konačno izumire u divljini 1927. godine, kada je ubijena posljednja slobodna jedinka na Kavkazu (Exalto, 2011).

2. ZAŠTITA EUROPSKOG BIZONA

2.1. Početni kapital – europski bizoni preživjeli nakon izumiranja u divljini

Nakon izumiranja, u zoološkim su vrtovima preostala 54 bizona koji su iskorišteni za obnovu vrste. Međutim utvrđeno je da su oni bili potomci manjeg broja predaka, tako da je stvaran broj osnivača populacije tek 12.

Od toga je sedmero bilo čiste nizinske linije, porijeklom od bizona iz Bjelovjeska šume u zoološke vrtove stiglih u 19. stoljeću kao državni poklon. Preostalih je pet osnivača imalo genetski doprinos kavkaske podvrste, točnije samo jednog kavkaskog bizona, bika po imenu Kaukasus (slika 6). On je uhvaćen u divljini 1908. godine i ostatak života proveo u jednom njemačkom zoološkom vrtu. Uginuo je 1925. ostavivši iza sebe miješane nizinsko-kavkaske potomke. Svi bizoni koji porijeklo vuku od Kaukasusovih potomaka predstavljaju stoga nizinsko-kavkasku liniju (Tokarska i sur., 2011).



Slika 6. Bik Kaukasus (Web 16).

Od inicijalnih 12 osnivača bilo je 7 krava i 5 bikova, no okvirno 90% genofonda današnjih populacija dolazi od 7 osnivača. Procijenjeni genetski doprinos Kaukasusa je s početnih 10% spao na trenutnih 6%. Istraživanja mitohondrijske DNA recentnih bizona otkrivaju da su zadržani geni samo 3 ženska osnivača, odnosno 3 haplotipa od čega se jedan pojavljuje u 93% populacije. Najveći genetski udio, čak 80%, dolazi od samo jednog para. Prema osnivačkoj pretpostavci uzima se da taj par, krava Planta i bik Plebejer, kao 2 dominantna osnivača nisu u

rodu. Međutim, Planta i Plebejer oboje dolaze iz istog relativno malog krda te je velika vjerojatnost da su bili u rodu (Tokarska i sur., 2011). Štoviše, za sve se osnivače, osim iznimke kavkaskog bika, smatra da su bili rođaci (Sipko, 2009). To znači da je pretpostavljeni ionako već visoki stupanj srodnosti u populaciji podcijenjen te je sigurno i viši. Procjene autora se malo razilaze, ali ugrubo koeficijent križanja u srodstvu za nizinsku liniju je skoro 50%, dok je za nizinsko-kavkasku nešto manji od 30%.
K tome, zbog prolaska kroz drastično usko grlo, vrsta ima jako nisku genetsku raznolikost sa H_E (vrijednost očekivane heteozigotnosti) od samo 0.23 do 0.29 (Tokarska i sur., 2011).

Nizinska linija unatoč vrlo visokom koeficijentu srodstva ne pokazuje negativne posljedice incesta, no one su itekako izraženije i značajnije za nizinsko-kavkasku liniju. Tipični simptomi uključuju smanjenje plodnosti (manja produkcija mlijeka i teža teljenja), niže adaptivne sposobnosti, lošije zdravlje i pad kondicije, slabiju otpornost na patogene te veću prijemljivost na bolesti. Uz to, uočeno je i skraćivanje neurocraniuma te sužavanje splanchnocraniuma, posebice kod ženki. Zanimljivo je i da koeficijent srodnosti kod miješane linije ima negativan učinak na preživljavanje teleta, dok je kod čiste linije situacija obrnuta pa veći stupanj incesta snažno pozitivno utječe na preživljavanje teleta u prvom mjesecu života. (Tokarska i sur., 2011).

Preživjeli bizoni u zoološkim vrtovima korišteni za uzgoj uglavnom su bili poznatog rodoslovlja. Osim dvije genetske linije, među njima je bilo i križanaca američke i europske vrste. Svi su oni 1929. godine dovedeni su u Bjelovjeska šumu u Poljsku na uzgoj. Američko-europski bizoni uklonjeni su iz uzgoja 1936. godine, a do 1950. izdvojeni su i nizinsko-kavkaski tako da su u Bjelovjeska šumi ostali isključivo bizoni čiste nizinske linije (Tokarska i sur., 2011).

2.2. Od zatočeništva do slobode

2.2.1. Bjelovjeska šuma – Poljska i Bjelorusija

Nakon godina uzgoja, u Poljskoj je u prvoj reintrodukciji 1952. godine na slobodu pušteno 40 bizona u Bjelovjeska šumu (Pucek i sur., 2004; Tokarska i sur., 2011; Deinet i sur., 2013). Šuma pokriva više od 3000 km^2 a nalazi se na granici Poljske i Bjelorusije (Web 15). Bizoni su slobodno migrirali i u bjeloruski dio šume (Tokarska i sur., 2011) (slika 7), gdje je pedesetih godina reintroducirano još jedinki (Pucek i sur., 2004). Bjelovjeska

populacija je eksponencijalno rasla i danas predstavlja najveću populaciju nizinske linije, kao i uopće najveću slobodnu populaciju europskih bizona (Tokarska i sur., 2011).

Slika 7. Bizoni su nekoć slobodno migrirali cijelom Bjelovjeska šumom (Web 17).

Nažalost, umjesto formiranja jedne velike grupe, bizoni su podijeljeni u dvije međusobno izolirane populacije – poljsku i bjelorusku, jer je zbog političkih razloga 1981. godine podignuta granična ograda između dvije zemlje. Diskutirano je bar djelomično uklanjanje ograde radi mogućnosti izmjene jedinki među populacijama, kako bi se reduciralo veliko križanje u srodstvu čiste linije. Međutim nedavno je utvrđeno da genom bjeloruske populacije sadrži neke alele koji postoje u miješanoj liniji, a nema ih u poljskoj populaciji. Stapanje populacija je stoga vrlo upitno jer bi ugrozilo genetsku čistoću poljske populacije, koja se smatra jedinom demografski sigurnom populacijom čiste linije (Tokarska i sur., 2011).

Trenutno, miješanje linija ne podupire većina stručnjaka jer smatraju da linije predstavljaju podvrste i zato ih je potrebno držati razdvojenima, radi očuvanja genetske raznolikosti i biodiverziteta. No budući da nizinska linija ima veći genofond ali i veći stupanj srodnosti od nizinsko-kavkaske linije, njihovim miješanjem bi se smanjila razina križanja u srodstvu i povećala genetska raznolikost, a usto i otpornost na bolesti (Exalto, 2011).

Inače, slinavka i šap uzrok je 5% godišnjeg mortaliteta u šumi, a na tu je bolest europski bizon posebno osjetljiv (Pucek i sur., 2004). Za Bjelovjeska populaciju karakterističan je i balanopostitis koji pogađa 5-10% bikova godišnje. Etiologija ove bolesti još je nepoznata, a zanimljivo, primjećena je samo u bikova koji žive ili potječu iz Bjelovjeska šume. Iz tog razloga

smatra se da je uzrok možda neki okolišni ili endemični faktor; tim više jer istraživanja pokazuju da bolest nije povezana s visokom razinom križanja u srodstvu, kako se prvotno mislilo (Tokarska i sur., 2011).

Osim u Bjelovjeska šumi, u Poljskoj su slobodna krda prisutna na još par lokacija. Borecka i Knyszyn šuma na sjeveroistoku zemlje sadrže manji broj bizona čiste nizinske linije, reintroduciranih tamo šezdesetih i sedamdesetih godina. Dva krda miješane nizinsko-kavkaske linije prisutna su u Bieszczady planinama u poljskim Karpatima. Tamo su reintroducirana 1964. godine (Pucek i sur., 2003; Pucek i sur., 2004) i danas zajedno imaju oko 300 bizona (Tokarska i sur., 2011).

2.2.2. Litva i Latvija

Vjeruje se da bizoni prisutni na jugu Litve potječu iz Bjelorusije i Poljske, obzirom na relativnu blizinu Bjelovjeska i Borecka šume (Pucek i sur., 2004). U Litvu je inače 1969. godine na uzgoj došlo 10 bizona iz Rusije, a prvo puštanje na slobodu uslijedilo je 1973. u blizini uzgojne stanice u Pašiliai šumu, u središnjem dijelu države. Do kraja devedesetih godina u Litvi je bilo oko 50 bizona od čega je tridesetak slobodnih bilo široko raštrkano od mjesta puštanja (Balčiauskas, 1999).

Bizoni su sjeverno znali migrirati i u Latviju, no ondje nisu uspjeli opstati zbog krivolova. Tek je 2004. godine službeno u Latviju reintroducirana grupa od 5 jedinki u ograđeni obor od 200 hektara. Planira ih se, kao i sve buduće reintroducirane bizone, puštati na slobodu kako bi se omogućila izmjena jedinki između latvijske i sjeverne litvanske populacije (Pucek i sur., 2004).

2.2.3. Ukrajina

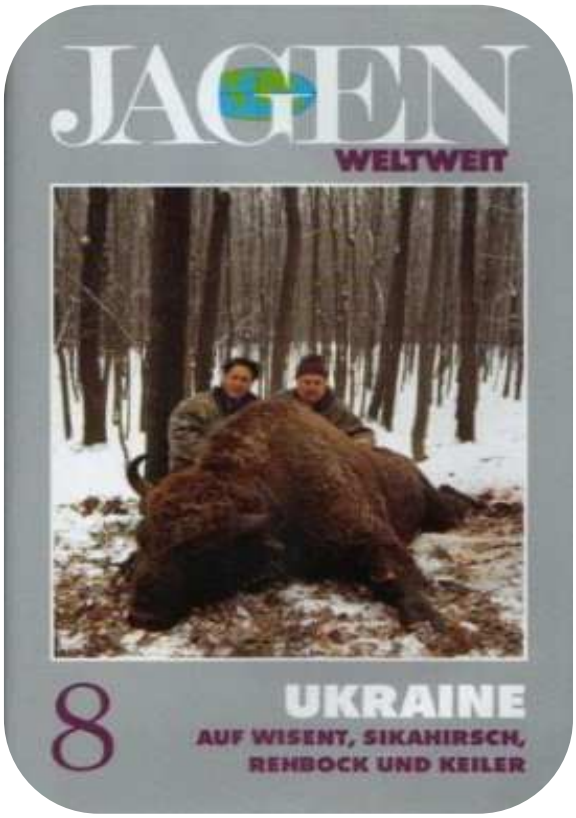
Prva reintrodukcija uopće dogodila se zapravo i prije izumiranja vrste, i to u Ukrajini. Već 1913. godine nekoliko je europskih i američkih bizona pušteno u privatni lovački park na sjeverozapadu zemlje, te na poluotok Krim. Nažalost, nedugo nakon toga uslijedio je svjetski rat koji životinje nisu preživjele. Ista je sudbina snašla i bizone uvedene 1937. godine u Nacionalni park Askania Nova na jugu države.

U trećem pokušaju 1965. godine, u Ukrajinu su iz uzgojnih centara Sovjetskog saveza (iz Poljske i Rusije) uvedene jedinke miješane linije. Do 1986. krda su postojala u sjevernim, sjeverozapadnim i zapadnim dijelovima zemlje (oblasti: Lavov, Volinj, Rivne, Hmeljnicki,

Ivano-Frankvisk, Černovci, Vinicja, Kijev i Sumi). Ukrajina je maksimalan broj od 685 bizona imala 1992.godine.

Raspadom Sovjetskog saveza 1991. godine stanje se u Ukrajini mijenja, za bizone – na gore. Zbog političke i socijalne nestabilnosti raste siromaštvo, posljedično jača korupcija i zakoni se ne provode u potpunosti, što zatim potiče ilegalnu upotrebu resursa i krivolov. Ova kaskada započeta padom socijalizma označila je kraj državne pažnje za zaštitu i očuvanje bizona, što je dovelo do drastičnog smanjenja brojnosti. Tako je 2007. godine bilo svega oko 250 bizona, čak trostruko manje nego 15 godina prije (Parnikoza i sur., 2009).

Za istrijebljenje 4 od 10 krda zaslužan je isključivo krivolov, što govori koliko je europski bizon luksuzan lovni trofej. Krivolov se provodi pod krinkom selektivnog odstrela koji je inače zakonom dopušten za vrste iz Crvene knjige, ukoliko je osnovan. To se odnosi na životinje koje su: ranjene, bolesne, stare i sa znakovima starosnog propadanja, nesposobne za reprodukciju ili sa znakovima genetičkih degeneracija, te ispodprosječno razvijene mlade životinje. U skladu s time, svaki odstrel zaštićene životinje mora odobriti posebno povjerenstvo, a jedini takav dogovor postignut je 2007. godine. Problem krivolova dodatno je pogoršan 2002. godine donošenjem naloga koji definira tarife i plaćanje komercijalnog lova strancima za dvije vrste iz Crvene knjige – europskog bizona i medvjeda (*Ursus arctos*, Linnaeus 1758). Prema tim odredbama maksimalan iznos za odraslog mužjaka ocijenjenog zlatnom medaljom (prema procjeni CIC – *Conseil International de la Chasee et de la Conservation de Gibier*, Međunarodno vijeće za lovstvo i zaštitu divljači) iznosi 3600 UAH (ukrajinske hrivnje), dok je najmanji iznos od 800 UAH za mladu životinju (Parnikoza i sur., 2009). To je preračunato od samo 28 do maksimalno 125 € (Web 18), smiješno niska cijena koju lovci strani državljani trebaju platiti za ubijanje bizona (slika 8).



Slika 8. Naslovnica jednog lovačkog časopisa (Web 19).

Obzirom da su lovni trofeji odraslih bikova najprofitabilniji, u ukrajinskim krdima vidljiva je dominacija ženki nad mužjacima. Osim toga, karakteristika ukrajinskih populacija je i nedostatak originalnih putovnica koje su, neobično, izgubljene prilikom premještanja dokumenata iz jedne zgrade u drugu. Sve to jasno dokazuje da je selektivni odstrel samo paravan komercijalnog ubijanja i VIP-krivolova. Krivolov uglavnom ostaje nekažnjavan, a i propisane kazne su, s obzirom na učinjenu štetu, realno jako niske. Novčane kazne iznose od 1700-2500 UAH (Parnikoza i sur., 2009), odnosno između 60 i 90 € (Web 18), a najstrožu, zatvorsku kaznu u trajanju od 3 godine, nije poznato da je itko dobio (Parnikoza i sur., 2009).

Osim krivolova, problem je i što Ministarstvo zaštite okoliša ne pokazuje zanimanje, te ne postoji nikakav državno financirani program za zaštitu bizona. Farmeri ne dobivaju naknade za štetu počinjenu od strane bizona, poput gubitka usjeva i uništavanja sadnica ili ograda, što pridonosi negativnom stavu lokalnog stanovništva. Protok genetskog materijala nije nadziran jer nema uzgojnih centara, time nema ni veterinarske skrbi, a uvjeti za uzgoj u zoološkim vrtovima su poražavajući. Gotovo je nečuveno dobiti dozvolu za hvatanje divljeg bizona za zoološki vrt, tako da su u zoološkim vrtovima obično izložene pojedinačne i stare jedinke. Povrh toga, stanje je u njima toliko loše da je u jednom čak uginula bređa krava, navodno zbog gladi (Parnikoza i sur., 2009).

Preostalih je šest ukrajinskih krda smanjeno i međusobno izolirano jer se svako nalazi u jednoj oblasti. Bizoni žive na lovnim posjedima u oblastima Sumi, Kijev i Vinicij gdje njihova zaštita nije u interesu, stoga bi ih trebalo prebaciti u oblasti Černovci, Lavov i Volinj gdje su populacije u nacionalnim parkovima i rezervatima prirode (Parnikoza i sur., 2009).

2.2.4. Kavkaz

Na Kavkazu je uzgoj započeo 1940. godine. Prvi su bizoni pušteni na slobodu šest godina kasnije, široko su migrirali naselivši doline i općenito dobro napredovali, sve dok im broj nije počeo opadati ranih devedesetih godina dvadesetog stoljeća. Zaštita bizona se tada, kao i u Ukrajini, srozala raspadom Sovjetskog saveza uslijed nastalih socijalnih i političkih neprilika. Između 1991. i 1993. godine uslijedio je značajan pad brojnosti bizona, čemu su dodatno pripomogle vremenske anomalije i ekstremno snježne zime, za Kavkaz tipične svakih 5-7 godina (slika 9). Do kraja devedesetih godina sva su krda izvan zaštićenih područja istrijebljena (Sipko, 2009).

Slika 9. Obilan snijeg otežava bizonima kretanje i pronalaženje hrane (Web 20).

Danas je u rezervatu Teberdinsky pedesetak bizona (Web 21), Tseysky rezervat nastanjuje njih oko 260, a najviše ih je, preko 400, u rezervatu Zapadni Kavkaz (Sipko, 2009). Brojevi doduše ne uključuju američko-europske hibride kojih ima u rezervatu. Srećom, njih od krda europskih bizona dijele nepremostive fizičke barijere tako da ne postoji mogućnost miješanja (Pucek i sur., 2004).

Područje rezervata nudi dovoljno hrane kroz cijelu godinu tako da bizoni nisu suplementarno hranjeni zimi, a prema procjenama kapacitet okoliša je za 5000 grla. Izvan zaštićenih područja opstanak bizona na Kavkazu je nerealan, zbog ekonomskih i socijalnih problema lokalnog stanovništa (Sipko, 2009).

2.2.5. Rusija

Prema mišljenju stručnjaka Rusija je, nakon Poljske, druga najpogodnija zemlja za osnivanje velike održive populacije divljih bizona jer posjeduje velike površine prikladnog staništa jedva naseljene ljudima. Početne točke u ostvarivanju tog cilja su ekspanzije postojećih populacija (Exalto, 2011).

Dobar kandidat za to je krdo tridesetak bizona u dolini rijeke Sjeverna Dvina, 400 km sjeverno od Moskve u Vologodoskaya Oblasti. Pet bizona na to je područje pušteno 1991. godine, te cijelo vrijeme dosad žive bez dodatnog hranjenja zimi. Osobita značajka te grupe su i dva teljenja blizanca gdje su oba blizanca preživjela, što je jedinstven slučaj.

64% površine ove uzdignute ravnice (110-200 m nadmorske visine) prekriveno je šumom. Većina stanovništva je migrirala zbog neučinkovite poljoprivrede pa su zapuštene velike

površine nekadašnjih polja, a uz to područje graniči sa nacionalnim parkom Ruski Sjever. Sav taj očiti potencijal dobro je mjesto i prilika za stvaranje velike populacije bizona od barem 1000 jedinki. No prije svega potrebno je uvesti nove jedinke da se smanji veliko križanje u srodstvu, budući da cijela ta populacija potječe od samo pet predaka uvedenih prije 25 godina.

U tom kontekstu, važna je i kvaliteta reintroduciranih jedinki, a ne samo kvantiteta. Uzgojni centar na sjeverozapadu Altajskih planina pruža dobar primjer koliko je bitno pažljivo i savjesno uzgajati nove jedinke za reintrodukcije. U Altaj je 1982. godine dovedeno 11 bizona čiste linije na uzgoj. Međutim, uzgoj se kroz 25 godina odvijao bez unosa ijedne nove jedinke, što je potpuno kontradiktorno ciljevima uzgojnog centra. Sustavno križanje u srodstvu reducira genetski polimorfizam, a rezultat je smanjen adaptacijski potencijal i slabije reproduktivne sposobnosti. Uz veliku smrtnost teladi, zamijećeno je i da što su bizoni iz uzgoja kasnije puštani na slobodu, slabije je bilo napredovanje populacija (Sipko, 2009).

Značajan potencijal za osnivanje velike populacije ima i šumsko područje na krajnjem zapadu Rusije. Velika listopadna šuma široka 50 a dugačka 400 km, jedna je od najbolje očuvanih šuma u Rusiji. Pokriva Orelsku, Brjansku i Kalušku (Orlovskaya, Brynaskaya, Kaluzhskaya) Oblast, zbog čega je kao dio obrambenog kruga Moskve do sredine 18. stoljeća čuvana Vladom te je bilo strogo zabranjeno čak i hodati šumom; „da se ne bi utabale stazice za neprijatelje“. Na tom su području 4 nacionalna parka i 3 rezervata prirode.
1996. godine tamo je uvedeno 85 bizona koji su aktivno migrirali unutar šume i sada ih je skoro 200, a njihov genetski potencijal slovi za najbolji od svih slobodnih populacija. Još par godina planira se uvoditi po 10 životinja godišnje do okvirno 400 bizona. Ta brojka predstavlja sigurnu populaciju koja bi, prema populacijskim modelima, mogla postići preporučenu brojnost od 1500 jedinki do 2037. godine (Sipko, 2009).

2.2.6. Karpati

Na Karpate bizoni su uvedeni šezdesetih godina, dva stoljeća nakon njihovog istrijebljenja s tog područja. Bizoni su danas prisutni u međugraničnom području Poljske, Slovačke, Ukrajine i Rumunjske. Karpatsku populaciju čini oko 400 grla isključivo miješane nizinsko-kavkaske linije, neravnomjerno raspoređenih u 7 krda (Ziołkowska i sur., 2012).

Europski najveći planinski lanac proteže se kroz 8 država, ukupne je površine 210 000 km^2, od čega je pola prekriveno šumama. Zbog toga upravo se regija Karpata nameće kao jedino mjesto u Europi gdje je moguće osnovati veliku nezavisnu metapopulaciju, glavni cilj

konzervacije europskog bizona. U ostvarivanju tog cilja potrebno je povećati postojeće populacije te poboljšati njihovu međusobnu povezanost, prvenstveno uvođenjem novih krda na par ključnih mjesta. Iz tog razloga prvo je važno shvatiti kakva mjesta zapravo predstavljaju kvalitetno stanište, te kolika im je širokopojasna distribucija i dostupnost (Ziołkowska i sur., 2012).

2.3. Istrage potencijalnog staništa

2.3.1. Šuma ili livada – brštenje ili ispaša

Suvremena teorija sugerira da su povećano pošumljavanje stepa u holocenu i ljudski pritisak bizona potjerali u šume kao izbjegličko stanište (Deinet i sur., 2013; Bocherens i sur., 2015). Prema toj izbjegličkoj teoriji, bizon je prisilno potisnut u šumu što mu je dopustilo da egzistira samo u jednom dijelu svoje fundamentalne niše. Trenutna saznanja o selekciji staništa, bazirana na opažanjima sa terena, karakteriziraju stoga samo ostvarenu nišu (Kuemmerle i sur., 2011a).

U skladu s time, europski se bizon generalno smatra šumskom vrstom. Do tog se zaključka vjerojatno došlo zbog njegove tendencije naseljavanja i obitavanja u šumskim staništima kroz pisanu ljudsku povijest (Bocherens i sur., 2015). Osim toga, najveći zabilježeni broj slobodnih bizona nekad, a i danas, nastanjuje Bjelovjeska šumu gdje im očito odgovaraju životni uvjeti, tako da u prošlosti nije bilo sporno je li šuma idealno stanište bizona (Ziołkowska i sur., 2012). Ipak, neke morfološke karakteristike bizona govore drugačije. Primjerice, široka njuška, hipsodontni zubi i duljina prednjeg dijela čeljusti ukazuju na adaptaciju ispaše na otvorenom umjesto brštenja u šumi, što upućuje da se vrsta možda razvila na travnatim ili miješanim staništima (Bocherens i sur., 2015).

Koncept europskog bizona kao izbjegličke vrste je dokazan istraživanjem sastava stabilnih izotopa ugljika i dušika u fosilnim kostima. Vrijednosti navedenih izotopa u kolagenu ovise o prehrani i stoga mogu poslužiti za rekonstrukciju prehrambenih navika i korištenja staništa biljojeda. Naime, različite biljke sa različitih staništa imaju različite vrijednosti ^{13}C i ^{15}N. Tako se na temelju omjera ovih izotopa mogu razlučiti drvenaste od zeljastih biljaka, ili oboje od trava (zbog posebno karakterističnih vrijednosti), kao i jesu li biljke rasle na vlažnijem ili sušem staništu.

Za potrebe istraživanja upotrijebljene su kosti europskog bizona, tura i losa (*Alces alces*, Linnaeus 1758) iz holocena, te kosti recentnih bizona. Tur i los predstavljaju 2 krajnja

oblika hranjenja, jer tur isključivo pase dok los brsti lišće. Usporedbom vrijednosti izotopa tura i losa sa vrijednostima bizona utvrđen je način prehrane bizona iz holocena, odnosno stupanj ispaše u odnosu na stupanj brštenja.

Rezultati su pokazali da je bizon ranog holocena uz primarnu ispašu u maloj količini i brstio te vjerojatno jeo i lišajeve. To ne iznenađuje jer su mjesta na kojima su pronađene kosti iz tog perioda, dakle sjever Njemačke i jug Danske, bila pretežno tundre i stepe sa malo šuma. Rezultati recentnih bizona iz pretežno šumskih staništa pokazuju niže vrijednosti ^{13}C u odnosu na rezultate bizona ranog holocena. Biljke otvorenijih i suših staništa imaju višu vrijednost ^{13}C za razliku od zeljastih biljaka šumskih staništa, što potkrepljuje izbjegličku teoriju vrste (Bocherens i sur., 2015).

Slika 10. U vegetacijskoj sezoni bizoni rijetko brste (Web 22).

Širenje šuma u holocenu te bujanje ljudske populacije i ekspanzija poljoprivrede, bizona je po svemu sudeći potisnulo u manje optimalna šumska staništa (slika 10). Međutim ona ne mogu uzdržavati velik broj velikih biljojeda. Štoviše, upitno je bi li velike populacije bizona mogle preživjeti u isključivo šumskom staništu bez ljudske pomoći i dodatnog prihranjivanja. U suprotnom prije ili kasnije dođe do migracija i širenja ranga krda kako bi se uključili i otvoreniji sklopovi (Bocherens i sur., 2015). Primjera radi, loše isplanirana reintrodukcija u ruski rezervat Bryansky Les 1997. godine potvrdila je upravo to. Bizoni su migrirali

i zaposjeli okolne stočarske i poljoprivredne farme koje su nudile bolje uvjete za život od guste šume, stoga je cijelo krdo relocirano (Sipko, 2009).

Iako bizoni uglavnom naseljavaju šume, ne smije se smesti s uma važnost agrobiocenoza i livadnih ekosistema za njihovo preživljavanje (Parnikoza i sur. 2009), budući da je udio trava u prehrani oko 80% (Deinet i sur., 2013).

2.3.2. Selekcija staništa

Staništa bizona uglavnom su proučavana u Bjelovjeska šumi i poljskom dijelu Karpata s tendencijom fokusiranja na male izolirane površine. Osim saznanja da bizon voli miješane šume i mozaični tip staništa, generalno selekcija staništa za populaciju u cijelosti ostaje nejasna te je potrebno još informacija (Kuemmerle i sur., 2011a; Ziołkowska i sur., 2012).

Za dobivanje boljih uvida u selekciju staništa, 2012. godine grupa od 7 bizona dovedena je u Almindingen šumu na danskom otoku Bornholm. Bizoni su uvedeni u zatvoreni obor od 200 hektara kojim dominiraju šume (51% četinjača i 26% listopadnih) uz slabo zastupljene otvorene površine (11% staništa označenog kao „ostalo“ što pretežno predstavljaju raskrčene šume četinjače, te 5% livada). Mužjak i ženka označeni su GPS ogrlicama (slika 11) preko kojih im je praćena lokacija kroz 13 tjedana vegetacijske sezone.

Slika 11. Bizon opremljen GPS-ogrlicom (Web 23).

Prema 6980 prikupljenih GPS lokacija, bizoni su najviše vremena proveli u šumama (45% u četinjačama i 23% u listopadnim), zatim u staništu pod „ostalo“ (25%) dok su na livadama proveli najmanje vremena (5%). Unatoč činjenici da bizon ne brsti mnogo u vegetacijskoj sezoni a boravak u šumi se pripisuje izbjegavanju ljudi i opasnosti (kojih u oboru nema), ovi su bizoni ipak najviše vremena proveli u šumi. Pritom je kao razlog isključena kompeticija jer u oboru živi samo srna (*Capreolus capreolus*, Linnaeus 1758) koja nije kompetitor zbog različite strategije hranjenja. Ovim istraživanjem dobivene su vrijedne informacije o selekciji staništa bizona bez prisutnosti ljudi, predatora ili većih kompetitora (Brandtberg i Dabelsteen, 2013).

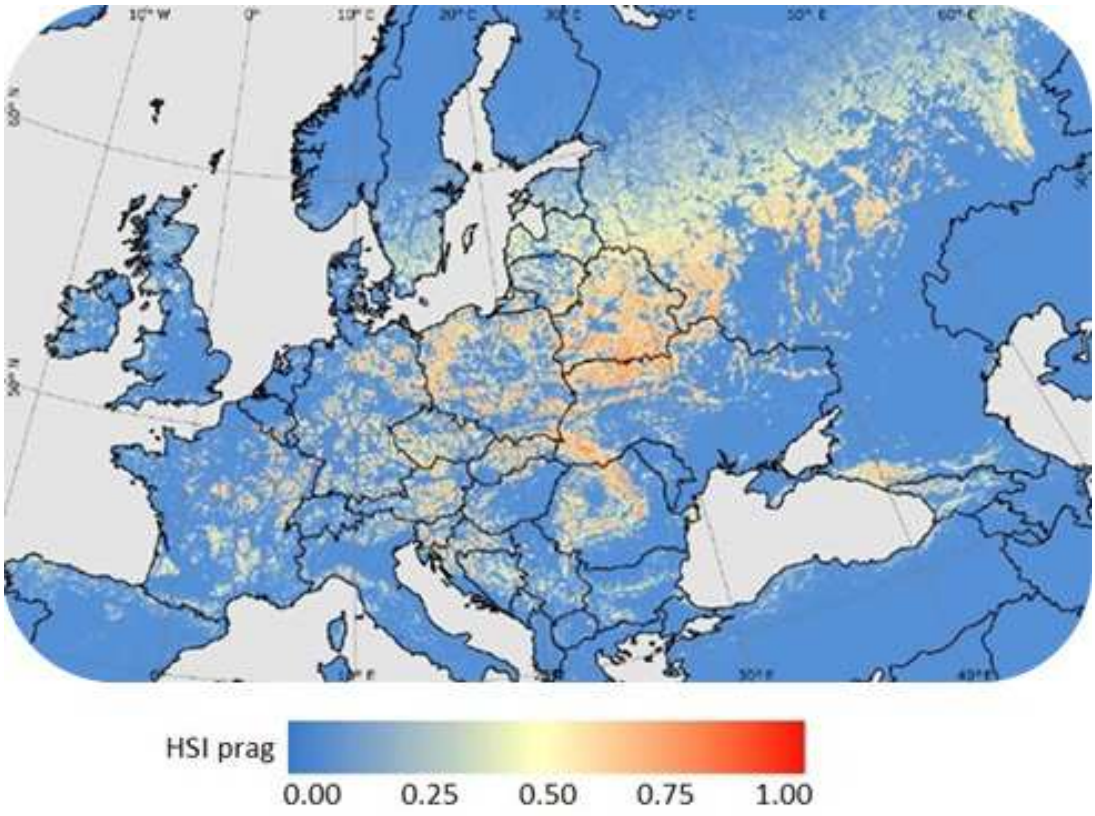
2.3.3. Dostupna staništa

Cilj zaštite bizona je, kako je spomenuto, stvoriti veliku održivu metapopulaciju. Potrebe bizona i kakav tip staništa populacija zahtijeva donekle je razjašnjeno, međutim slijedi pitanje gdje prikladna staništa unutar povijesnog areala vrste postoje? Koliko je takvih staništa, te ima li ih u područjima s malim konzervacijskim konfliktima (Kuemmerle i sur., 2011a).

Za širokopojasnu procjenu podobnog i dostupnog staništa korišteni su računalni programi koji na temelju zadanih parametara vrše analize i procjenjuju podobnost staništa (Kuemmerle i sur., 2011a). Pojam podobnog staništa je najjednostavnije opisan rangovima slobodnih krda, jer je pretpostavka da područja trenutno okupirana bizonima predstavljaju prikladno stanište. Karakteristike tih staništa korištene su kao zadani parametri kojima program razlučuje kvalitetno stanište od pozadinskog matriksa (Kuemmerle i sur., 2010), odnosno za filtriranje kvalitetnog od nekvalitetnog staništa. Najvažniji parametri su: topografija, pokrov tla (tip biljnog pokriva, udaljenost od šume), te varijable ljudske prisutnosti (gustoća naselja i udaljenost od naselja, gustoća cesta i udaljenost od cesta). Na temelju zadanih parametara koje je računalni program implementirao i analizirao na poznatoj karti, stvorene su mape staništa, odnosno identificirane su lokacije koje zadovoljavaju zadane kriterije. Ta su staništa s 3 HSI praga (*habitat suitability index*) podijeljena na prikladno, kvalitetno i visokokvalitetno stanište. Dodatni filteri izdvojili su samo dovoljno velika područja (iznad 200 km^2, jer to predstavlja minimalno područje za populaciju od 50-70 bizona), ona bez ili s niskim konzervacijskim konfliktom, zatim zaštićena područja i slično (Kuemmerle i sur., 2011a).

Pri procjeni cijele Europe i europskog dijela Rusije sveukupno je predviđeno 783 000 km^2 staništa sa HSI pragom 0.5. Naravno, nije ni približno iskoristiva cijela ta površina. Eliminiranjem područja s bar jednim konzervacijskim konfliktom (visoka gustoća stoke, poljoprivredne površine, kvalitetna zemlja za poljoprivredu) isključena je većina staništa iz zapadne Europe. Time je preostalo 208 mjesta većih od 200 km^2, čija je površina oko 40 puta veća od područja trenutno okupiranih bizonima.

Najbolja mjesta za velike populacije su ona s niskim konzervacijskim konfliktom, te dobrom međusobnom povezanosti. Takvih je najviše u istočnoj Europi (slika 12) te europskoj Rusiji (49 identificiranih područja s HSI 0.7) i velikim su dijelom neokupirana. Od toga je velik broj dobrog staništa izvan zaštićenih područja, stoga ovi modeli mogu poslužiti i kao smjernice za proširivanje zaštite na nova područja (Kuemmerle i sur., 2011a).



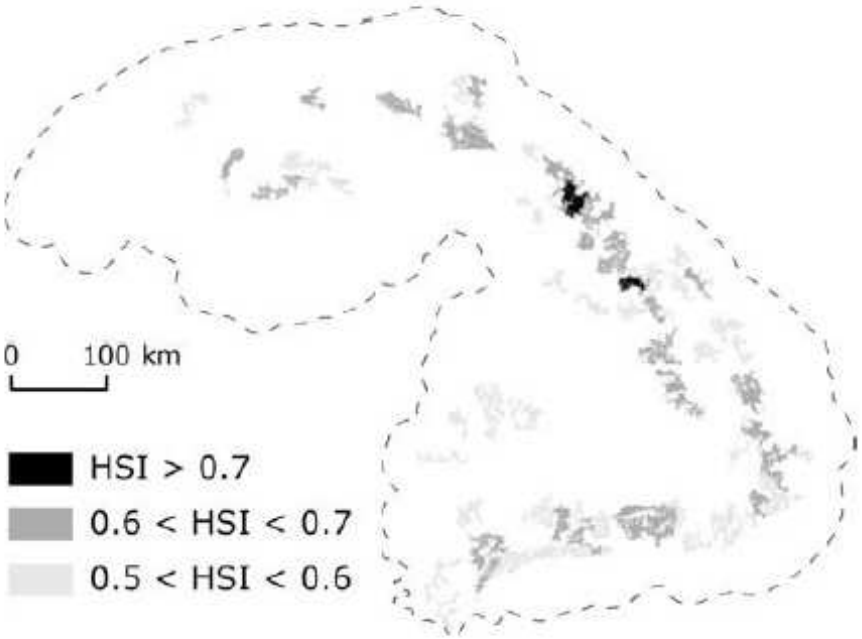
Slika 12. Rezultati analize Europe pokazuju da su najkvalitetnija staništa (HSI ≥ 0.7) najvećim dijelom distribuirana u istočnoj Europi (Kuemmerle i sur., 2011a (prilagodila M. Bešenić)).

Za osnivanje velike populacije bizona stručnjaci su naglasak stavili na Karpate i prije nego su računalne analize to potvrdile, stoga je istim programom podrobnije usko analizirana samo regija Karpata. Pritom su korišteni rangovi isključivo karpatskih krda. Telemetrijski podaci dostupni su samo za dva poljska krda iz Bieszczady planina. Prikupljani su 4 godine

od 6 bizona a pokrivaju područje od 1200 km^2, s kojih su dobivene 99222 GPS-lokacije. Podatke o rangu slovačkog i ukrajinskih krda pružili su lokalni stručnjaci za bizone. Njihov je rang, prema procjenama s topografskih karti, površine od 792 km^2 (Kuemmerle i sur., 2010).

Korištenjem podataka samo karpatskih krda primijećeno je da miješana linija (jer svi karpatski bizoni su miješane linije) ima nešto širi spektar stanišnih uvjeta (nadmorska visina, na primjer) od čiste linije. To se može objasniti reintrodukcijskim programima u prošlosti kojima su dvije linije držane geografski odvojene, iako su im staništa generalno slična (Kuemmerle i sur., 2011a). Europski bizon preferira mozaični tip okoliša kojim dominira šuma izmiješana sa travnatim površinama, te daleko od ljudskog uznemiravanja. Na selekciju staništa karpatskih krda pokazalo se da najviše (do 95%) utječu 4 parametra: fragmentacija šume, udaljenost od šume, udaljenost od naselja i pokrov tla; pri čemu podobnost staništa raste sa udaljavanjem od naselja, a pada udaljavanjem od ruba šume (Kuemmerle i sur., 2010). Pretpostavka je da bizon preferira listopadne šume od četinjača, iako neka istraživanja to ne potvrđuju (Brandtberg i Dabelsteen, 2013).

Analiza Karpata pokazala je da postoji mnogo lokaliteta velike površine s kvalitetnim staništem (slika 13), čak 39 (HSI 0.5) većih od 200 km^2 od kojih je najveće kontinuirano u Rumunjskoj (4310 km^2). Prema procjenama u toj su zemlji najbolja mjesta za potencijalne reintrodukcije (Kuemmerle i sur., 2010).



Slika 13. Rezultati analize staništa Karpata; označena su samo mjesta kvalitetnog staništa veća od 200 km^2. Najveće kontinuirano stanište je u Rumunjskoj, dok su najkvalitetnija staništa u središnjem dijelu Karpata na teritoriju Ukrajine (Kuemmerle i sur., 2010).

2.3.4. Povezanost staništa

Nedvojbeno je da u Karpatima postoji dosta prikladnih staništa za bizone, međutim potrebno je gledati širu sliku i u obzir uzeti i općenitu povezanost, ne samo tih staništa, već i krda.

Više od tri četvrtine karpatskih bizona je na poljskoj strani u Bieszczady planinama, no čak ni ta populacija (podijeljena u 2 krda) nije dovoljno velika za dugoročnu i demografsku stabilnost. Ostala su krda mala i izolirana, te među njima nema izmjene jedinki jer ih razdvajaju velika područja neadekvatnog staništa ili, u slučaju kratke euklidske udaljenosti, nepremostive barijere.

Barijere predstavljaju ceste, naselja, veće rijeke ili neke druge izražene geografske značajke koje onemogućavaju disperziju jedinki. Poradi toga, osim određivanja samih lokacija program je analizirao i njihovu međusobnu povezanost. Od svih identificiranih staništa, važno je istaknuti ona gdje bi buduće reintrodukcije uvelike pomogle u povezivanju postojećih krda, ali da su opet dovoljno adekvatna veličinom s mogućnošću uzdržavanja velike populacije (Ziołkowska i sur., 2012).

Analiza povezanosti staništa u suštini je ista kao i model procjene staništa. Uz standardne parametre bitne da bi se uopće detektirala mjesta kvalitetnog staništa, model dodatno ukazuje na takozvane „zakrpe“ staništa. Te „zakrpe“ su male površine podobnog staništa nedovoljne za uzdržavanje velikih populacija, ali predstavljaju ekološke koridore za disperziju bizona. Jednostavno rečeno, model posebno naglašava veze među staništima.

Rezultati su otkrili da su krda generalno međusobno izolirana jer zbog barijera uopće nemaju mogućnost dolaska u kontakt. Primjerice, poljsko i najbliže ukrajinsko krdo nemaju mogućnost povezivanja, kao i ukrajinska krda međusobno, jer ih razdvaja područje nekvalitetnog staništa karakterizirano velikom ljudskom gustoćom naseljenosti i poljoprivredne aktivnosti. S druge strane, najveću vjerojatnost povezivanja imaju poljska sa slovačkim krdom (u Bukovska planinama) između kojih je i primijećeno kretanje bizona. Opažanja s terena stoga potvrđuju pouzdanost računalne analize (Ziołkowska i sur., 2012).

2.3.5. Populacijski modeli i povezane procjene

Sumirani rezultati analiza kvantitete i kvalitete staništa Karpata ističu važnost Ukrajine koja velikim kvalitetnim staništima dobro povezuje sjeverne i južne Karpate (Kuemmerle i sur., 2010; Kuemmerle i sur., 2011a; Ziołkowska i sur., 2012). Nažalost, konzervacijski menadžment Ukrajine, ili bolje rečeno nedostatak istog, mogao bi predstavljati zapreku na

putu ostvarivanja glavnog cilja – osnivanja velike slobodne, stabilne, samoodržive populacije (Parnikoza i sur., 2009). Doduše, unatoč ukrajinskom problemu krivolova, populacijski modeli predviđaju da bi za 100 godina na Karpatima moglo biti i više od 4000 bizona uz dobar konzervacijski menadžement (Kuemmerle i sur., 2011b).

Analizirana je budućnost karpatske metapopulacije uslijed 3 različite konzervacijske strategije – a) reintrodukcija, b) gradnja prijelaza za divlje životinje i c) antikrivolovne mjere. Isplativost pojedine strategije procijenjena je prema konačnom broju jedinki u populaciji. Najisplativijom konzervacijskom strategijom pokazale su se reintrodukcije na pravilno odabranim kvalitetnim staništima. U kombinaciji sa strateški smještenim prijelazima za divlje životinje, reintrodukcije značajno poboljšavaju održivost i napredovanje populacija. Prosječan trošak gradnje prijelaza iznosi 2 milijuna eura, no on se itekako dugoročno isplati jer omogućava disperziju i genetsku razmjenu među populacijama, a osim toga povećava i sigurnost u prometu. Prosječna cijena reintrodukcije je oko 250 000 €.

Procijenjeno je da zaštita manjeg krda (do 25 bizona) od krivolova stoji 20 000 € godišnje, što se populacijskim modelom pokazalo kao najneisplativija konzervacijska opcija. Čuvanje krda samo malo poboljšava održivost i napredovanje ukrajinskih populacija, stoga bi ta sredstva bolje bilo upotrijebiti za reintrodukcije.

Uostalom, model demonstrira da bi se velik broj bizona mogao loviti bez značajnog utjecaja na održivost metapopulacije, a lovni bi trofeji (slika 14) predstavljali dodatana sredstva za konzervacijske fondove (Kuemmerle i sur., 2011b). Dobar primjer pružaju Poljska i Bjelorusija gdje se dosljedno provodi legitiman selektivni odstrel u Bjelovjeska šumi. Budući da i jedinke za koje je selektivni odstrel osnovan mogu imati rogove trofejne kvalitete, na takve se životinje organizira lov te se profitom od takvih akcija dodatno fundiraju uzgojni centri (Parnikoza i sur., 2009).

Slika 14. Cijenjeni trofeji europskog bizona (Web 24).

Ipak, treba napomenuti da modeli pružaju okvirne procjene koje se ne mogu uzeti zdravo za gotovo. Ne smije se isključiti mogućnost prevelikog predviđanja, odnosno dobivanja puno boljih rezultata staništa nego realno jesu, što je itekako moguće zbog eventualno neuključenih parametara ili nedostajućih, pa čak i krivih varijabli (Kuemmerle i sur., 2010). Primjerice, zasad najveća zabilježena gustoća iznosi 13 jedinki na 1000 hektara, u planinskim šumama Kavkaza, dok u Karpatima na istu površinu dolazi manje od 10 bizona (Deinet i sur., 2013). Pouzdani podaci o sposobnosti disperzije nisu dostupni jer je ona ovisna o gustoći, a trenutne gustoće bizona su daleko ispod kapaciteta okoliša. Mijenja li se selekcija staništa sa većom gustoćom populacije i kakva je disperzna rata, ostaje nepoznato (Kuemmerle i sur., 2011b; Ziołkowska i sur., 2012).

Nadalje, modeli ne uključuju biotičke faktore (kompeticija, predatorstvo) demografske varijacije, ponašanje ili klimatske devijacije. K tome na potencijalnim, kao i trenutno okupiranim staništima, mogu iskrsnuti razni nepredviđeni problemi ili katastrofe (antropogenog ili prirodnog faktora) što sve može utjecati na odabir staništa i dinamiku populacije (Kuemmerle i sur., 2010). Također, pri analizama isplativosti nisu uključene eventualne štete od velike populacije bizona (štete u poljoprivredi, na primjer), ali niti potencijalni doprinosi, poput profita od lovnih trofeja ili turizma (Kuemmerle i sur., 2011b) (slika 15). Primjera radi, do 150 000 turista godišnje posjeti Bjelovjeska šumu u Poljskoj, od kojih vjerojatno bar jedan dio dođe u želji vidjeti slobodne bizone (Web 15).

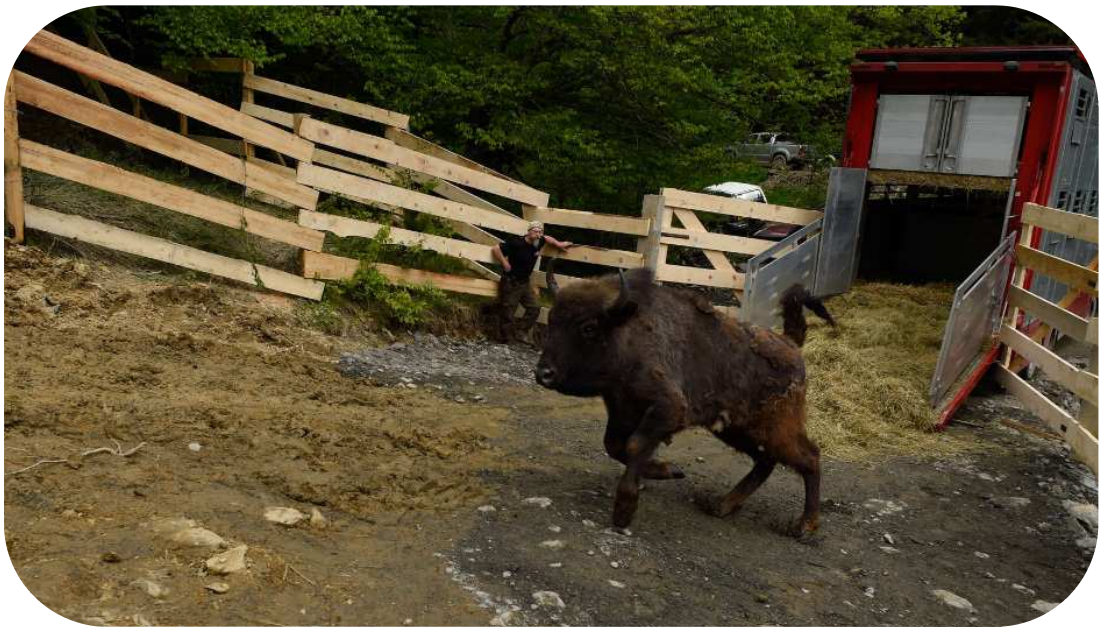
Slika 15. Poluslobodna krda dio su turističke ponude u Njemačkoj (Web 25).

Naposljetku, u obzir treba uzeti i mogućnost promjene okoliša ili dijela ekosustava zbog velikih populacija biljojeda. Upravo su iz tog razloga bizoni uvedeni u Almindingen šumu na danskom otoku Bornholm 2012. godine; iako je ideja izoliranog otočnog krda pomalo smiješna i kontradiktorna zbog potenciranja križanja u srodstvu. Bizoni su uvedeni s

ciljem razrjeđivanja šuma i stvaranja otvorenijih staništa, svojevrsno kao potencijalni inžinjeri ekosistema. Praćenjem grupe dobivene su korisne informacije o selekciji staništa (Brandtberg i Dabelsteen, 2013), a krdo će također poslužiti i za testiranje metapopulacijskih modela i programa razvijanih na Sveučilištu u Kopenhagenu (Brandtberg, 2012).

2.4. Smjernice za budućnost

Računalne su analize od velike pomoći u konzervacijskom planiranju i procjenama različitih konzervacijskih opcija (Kuemmerle i sur., 2010). Nakon što je mnogo toga ukazalo na potencijal rumunjskih Karpata, tamo je 2014. godine i uvedeno krdo od 17 bizona (slika 16). Iduće godine uslijedila je još jedna reintrodukcija čime se broj rumunjskih bizona popeo na 28. Kontinuiranim godišnjim reintrodukcijama u planu je do 2024. postići brojnost od 500 jedinki, što će biti odličan temelj za daljnji rast populacije prirodnim putem prema zacrtanom cilju (Web 26; Web 27; Web 28).



Slika 16. Reintrodukcija u rumunjskim Karpatima 2014. godine (Web 26).

Treba napomenuti da je posebno potrebno pratiti reintroducirane bikove i osigurati da što više mužjaka sudjeluje u razmnožavanju. Prijašnja su iskustva pokazala da bikovi iz uzgojnih centara ne mogu parirati dominantnim divljim bikovima, zbog čega su život obično proveli na marginalnim mjestima oslobađanja. Reintrodukcija mužjaka bi po tome bila

besmislena, stoga kako bi se i pridošlice uključile u razmnožavanje, prakticirano je premještanje lokalnih bikova na druge lokacije (Sipko, 2009).

Što se daljnjeg uzgoja tiče, u uzgojnim centrima potrebno je redovito „osvježavanje krvi“ razmjenom jedinki među centrima ili uvođenjem novih, kako bi se minimaliziralo križanje u srodstvu. Posebno bi korisno bilo apliciranje SNP-čip tehnologije za uzgojne parove čime bi se dobio uvid u njihovo stvarno genetsko srodstvo, u odnosu na tradicionalno odabiranje parova na temelju rodoslovnih podataka (Tokarska i sur., 2011).

Informacije o rodoslovlju su inače dostupne iz pedigree registra (EBPB, *European Bison Pedigree Book*), začetog davne 1931. godine s ciljem bolje organizacije uzgoja u zatočeništvu prilikom obnove vrste (Web 29). Rodoslovni podaci svih tada živućih europskih bizona i njihovih hibrida prikupljeni su u jedinstven registar, gdje su i danas registrirani svi europski bizoni iz uzgojnih centara. Registar se godišnje ažurira tako da se navodi točan broj krava i bikova u uzgojnim centrima, upisuju nove životinje rođene te godine, evidentiraju uginule životinje, bilježe svi transferi životinja među uzgajivačima te vodi popis uzgajivača. Međutim, oko stotinu uzgojnih centara i zooloških vrtova sustavno ne šalje podatke, što znači da više od 700 europskih bizona iz tih uzgojnih jedinica nije uključeno u EPBP (Pucek i sur., 2004). Uz to, velik je problem što registrirani uzgojni centri imaju tendenciju raditi neovisno jedan od drugoga. Da bi se to reduciralo, 2005. godine osnovan je Konzervacijski centar za europske bizone, EBCC (*European Bison Conservation Center*), čiji je glavni cilj koordiniranje rada uzgojnih centara radi boljeg protoka gena i očuvanja genetske raznolikosti. Stoga kako bi uzgojne jedinice kooperativno radile za isti cilj, od krucijalne je važnosti da se sve pridruže EBCC-u (Exalto, 2011).

Danas ima oko 200 uzgojnih jedinica u kojima je više od 1200 bizona, no potrebno ih je više i idealno bi bilo da su locirane blizu mjesta reintrodukcija. Životinjama bi tako trebalo manje vremena da se aklimatiziraju na područje reintrodukcije, a uz to smanjili bi se troškovi transporta kao i potencijalni zdravstveni problemi uzrokovani dugim putovanjem i popratnim stresom (Exalto, 2011).

Također, bilo bi dobro oformiti svojevrsnu gensku banku gdje bi se pohranjivalo sjeme bikova. Ono osim što bi olakšalo gensku razmjenu među uzgojnim centrima, usto bi pružilo i dodatnu sigurnost očuvanja genetske raznolikosti (Pucek i sur., 2004).

Većina stručnjaka smatra da se dvije genetske linije nastavi držati odvojenima i ne inicira njihovo miješanje sve dok prirodno ne dođu u kontakt. Tvrde da je to nužno za očuvanje biodiverziteta jer obje linije predstavljaju čiste podvrste, s čime se neki ne slažu jer smatraju da je razdvajanje linija umjetno i ne beneficira vrsti. Nema dokaza da bi miješanje linija ugrozilo genetsku raznolikost vrste, dapače; budući da nizinska linija ima veći genofond a nizinsko-kavkaska manji koeficijent srodnosti, miješanjem bi linije mogle genetički upotpuniti jedna drugu. Vrsta bi vjerojatno mogla više beneficirati miješanjem, nego odvajanjem linija. No malo je vjerojatno da će se linije spojiti prirodnim putem na slobodi, budući da se aktivno drže geografski razdvojenima.

Također, stručnjaci ističu da nema potrebe za uzgojem hibrida (slike 17 i 18) jer nemaju konzervacijsku vrijednost i prijetnja su genetskoj čistoći vrste (Exalto, 2011).

Slika 17. Američko-europski hibrid (Bison bison x Bison bonasus) u zoološkom vrtu (Web 30).

Slika 18. Żubroń – hibrid domaće stoke i europskog bizona (Bos taurus x Bison bonasus) (Web 31).

Nadalje, pojedinačne reintrodukcije u Francuskoj, Njemačkoj ili Španjolskoj su diskutabilne, jer realno izvan Karpata nije moguće stvoriti veliku održivu metapopulaciju. Budućnost malih i izoliranih krda je upitna bez ljudske intervencije. Redovita izmjena jedinki kratkoročno pomaže ali nije dugotrajno riješenje. To je stresno za životinje zbog transporta i kasnije reaklimatizacije na novo područje, a k tome i vrlo skupo. Uglavnom, u zapadnoj Europi realno nema mogućnosti za potpuno i dugoročno vraćanje bizona u divljinu.
K tome, povijesna prisutnost vrste na Iberijskom poluotoku i dalje je predmet debate, stoga bi jedinke bilo bolje iskoristiti za reintrodukcije u područjima gdje već postoje slobodna krda (Exalto, 2011).

Slika 19. Poljski informativni plakat „Kako se nositi s tvrdoglavim bizonom?“ (Web 32).

Za kvalitetno očuvanje vrste je između ostalog vrlo važna i edukacija javnosti (slika 19). Potrebno je mijenjanje negativnog stava stanovništva ruralnih područja gdje su slobodna krda; širenjem informativnog materijala u školama i lovačkim časopisima, posebice u Ukrajini. Ukrajinskim farmerima država bi trebala kompenzirati štetu uzrokovanu bizonima, poput gubitka usjeva i uništenih sadnica ili ograda (Parnikoza i sur., 2009). Također, po uzoru na zemlje članice Europske unije, Ukrajina bi trebala uvesti i naknade za održavanje livada koje bi, ukoliko su dovoljno daleko od ljudi, uvelike koristile bizonima (Kuemmerle i sur., 2010).

Još jedna komponenta u konzervaciji bizona su i razne akcije i inicijative koje promoviraju zaštitu vrste. Primjera radi, tako se u Poljskoj od 2004. godine pojedincima sa značajnim doprinosom u zaštiti bizona dodjeljuje simbolična nagrada – medalja „Przyjaciel żubra“ (hrv. prijatelj bizona) (Parnikoza i sur., 2009). Uz to, spomenici i skulpture ove životinje na javnim mjestima ukazuju na povijesnu važnost vrste i potiču njeno prihvaćanje u društvu (Krasińska i Krasiński, 2013).

Slika 20. Medalja „Prijatelj bizona“(Krasińska i Krasiński, 2013).

Slika 21. Skulptura bizona prirodne veličine u Poljskoj (Krasińska i Krasiński, 2013).

3. ZAKLJUČAK

Europski je bizon još jedan primjer u nizu kako antropogena transformacija terestričkih ekosistema i pretjerana eksploatacija imaju razorne posljedice. Nakon izumiranja u divljni preostalo je samo pedesetak jedinki u zatočeništvu, i iako im se broj od tada ustostručio, budućnost vrste je i dalje nesigurna, prvenstveno zbog male genetske varijabilnosti.

Više od polovice europskih bizona je u slobodnim krdima, no problem je što su ona pretežno mala i međusobno izolirana. Glavni je konzervacijski cilj stoga stvoriti veliku metapopulaciju od tisuću i više jedinki, a dugoročno i nekoliko takvih. Po tom pitanju tekući problemi su neadekvatan konzervacijski menadžment i nekoordinirani rad uzgojnih centara. Dostupno stanište nije sporno jer ga ima dovoljno u istočnoj Europi i Rusiji. Ondje gdje već postoje slobodne populacije, treba biti i fokus budućih reintrodukcija.

Potrebno je da se sve uzgojne jedinice pridruže EBCC-u radi bolje organizacije u razmjeni jedinki i kontrole protoka gena. Genetsku stabilnost vjerojatno bi pomoglo stapanje linija, no ono zasad ne dolazi u obzir.

Iako je europski bizon internacionalno zaštićena vrsta, svejedno ga treba štititi od krivolova i educirati javnost o njegovoj ugroženosti. Za očuvanje vrste mnogo europskih zemalja treba ujediniti snage, poglavito u financijskom smislu po pitanju reintrodukcija. U konačnici, vraćanje europskog bizona u divljinu nije zadaća samo onih zemalja gdje za to postoje uvjeti, već odgovornost čitave Europe koja ga je i istrijebila.

4. LITERATURA

Balčiauskas L. 1999. European bison (Bison bonasus) in Lithuania: Status and possibilities of range extension. *Acta Zoologica Lithuanica. Biodiversity* 9:3.

Brandtberg NH. 2012. Modeling of population growth for the European bison Bison bonasus. *European Bison Conservation Newsletter* 5:113-116.

Brandtberg NH, Dabelsteen T. 2013. Habitat selection of two European bison (*Bison bonasus*) on the Danish island Bornholm. *European Bison Conservation Newsletter* 6:73-80.

Benecke N. 2005. The Holocene distribution of European bison – the archaeozoological record. *Munibe (Antropologia-Arkeologia)* 57:421-428.

Bocherens H, Hofman-Kamińska E, Drucker DG, Schmölche U, Kowalczyk R. 2015. European Bison as a Refugee Species? Evidence from Isotopic Data on Early Holocene Bison and Other Large Herbivores in Northern Europe. *PloS ONE* 10(2) doi:10.1371/journal.pone.0115090

Deinet S, Ieronymidou C, McRae L, Burfield IJ, Foppen RP, Collen B, Böhm M. 2013. *Wildlife comeback in Europe*. The recovery of selected mammal and bird species. Zoological Society of London: United Kingdom.

Exalto Y. 2011. Current status of the European bison (*Bison bonasus*) and future prospects in Pan-Europe. *A Large Herbivore Network project.* European Centre for Nature Conservation (ECNC), Tilburg, Netherlands.

Krasińska M, Krasiński ZA. 2013. *European Bison The Nature Monograph.* Second Edition. Springer, Berlin, DE https://books.google.hr/books?id=nR1GAAAAQBAJ&pg=PA314&lpg=PA314&dq=friend+of+the+bison+medal&source=bl&ots=tU-y1lifU1&sig=hzkEKZpjS5eU9YQ3VK_tJBpiikA&hl=hr&sa=X&ved=0ahUKEwicsai60ZzMAhWKXhoKHRGNAAEQ6AEIGTAA#v=onepage&q=friend%20of%20the%20bison%20medal&f=fal 22.4.2016.

Kuemmerle T, Perzanowski K, Chaskovskyy O, Ostapowicz K, Halada L, Bashta AT, Kruhlov I, Hostert P, Waller DM, Radeloff VC. 2010. European bison habitat in the Carpathian Mountains. *Biological Conservation* 143:908-916.

Kuemmerle T, Radeloff VC, Perzanowski K, Kozlo P, Sipko T, Khoyetskyy P, Bashta AT, Chikurova E, Parnikoza I, Baskin L, Angelstam P, Waller DM. 2011a. Predicting potential European bison habitat across its former range. *Ecological Applications* 21(3):830-843.

Kuemmerle T, Perzanowski K, Akçakaya R, Beaudry F, Van Deelen TR, Parnikoza I, Khoyetskyy P, Waller DM, Radeloff VC. 2011b. Cost-effectivenes of strategies to establish a European bison metapopulation in the Carpathians. *Journal of Applied Ecology* 48:317-329.

Parnikoza I, Boreiko V, Sesin V, Kaliuzhna M. 2009. History, current state and perspectives of conservation of European bison in Ukraine. *European Bison Conservation Newsletter* 2:5-16.

Pucek Z, Belousova IP, Krasiński ZA, Krasińska M, Olech W. 2003. European bison (Bison bonasus) Current state of the species and an action plan for its conservation. *Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats.* T-VPS/Inf(2003)20.

Pucek Z, Belousova IP, Krasińska M, Krasiński ZA, Olech W. 2004. *European bison*. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK

Sipko T. P. 2009. European bison in Russia – past, present and future. *European Bison Conservation Newsletter* 2:148-159.

Tokarska M, Pertoldi C, Kowalczyk R, Perzanowski K. 2011. Genetic status of European bison Bison bonasus after extinction in the wild and subsequent recovery. *Mammal Review* doi:10.1111/j.1365-2907.2010.00178.x.

Ziołkowska E, Ostapovicz K, Kuemmerle T, Perzanowski K, Radeloff VC, Kozak J. 2012. Potential habitat connectivity of European bison (Bison bonasus) in the Carpathians. *Biological Conservation* 146:188-196.

Web izvori:

1 - http://www.bison-ebcc.eu/ 16.4.2016.
2 - http://www.iucnredlist.org/details/2814/0 16.4.2016.
3 - https://en.wikipedia.org/wiki/European_bison 15.4.2016.
4 - https://en.wikipedia.org/wiki/Carpathian_wisent 18.4.2016.
5 - http://d1bvpoagx8hqbg.cloudfront.net/originals/28-reasons-visit-poland-ever-aa86c07ec4490556ab6404c387fbb343.jpg 8.5.2016.
6 - http://animaldiversity.org/accounts/bison_bonasus/ 15.4.2016.
7 - http://belnaviny.by/wp-content/uploads/2015/12/belnaviny.by_2015-12-21_16-19-28.jpg 8.5.2016.
8 - http://www.ultimateungulate.com/Artiodactyla/Bison_bonasus.html 16.4.2016.
9 - http://www.arkive.org/european-bison/bison-bonasus/ 17.4.2016.
10 - http://www.manimalworks.com/plaatjes/kaartfotos/wisent01.jpg 9.5.2016.
11 - https://en.wikipedia.org/wiki/American_bison 17.4.2016.
12 - http://www.naturephoto-cz.com/photos/auer/european-bison,-wisent-xxximg_7228mw.jpg 9.5.2016.
13 - http://www.kimballstock.com/pix/MAM/26/MAM-26-TL0033-01P.JPG 9.5.2016.
14 - https://en.wikipedia.org/wiki/File:Bison_bonasus_historic_holocene.svg 9.5.2016.
15 - https://en.wikipedia.org/wiki/Bia%C5%82owie%C5%BCa_Forest 18.4.2016.
16 - http://gutenberg.spiegel.de/gutenb/brehm/band09/bilder/b0007.jpg 9.5.2016.
17 - http://wildpoland.com/wp-content/uploads/2014/09/bison-bialowieza-forest-poland-42.jpg 9.5.2016.
18 - http://hr.coinmill.com/EUR_UAH.html 21.4.2016.
19 - http://ecx.images-amazon.com/images/I/51RnN1jnQrL._SY445_.jpg 9.5.2016.
20 - http://www.animalsglobe.ru/wp-content/uploads/2012/03/zubr-7.jpg 8.5.2016.
21 - http://www.wild-russia.org/bioregion5/5_TEBERDINSKY/5_teberd.htm#sect1 7.4.2016.

22 - http://www.animalsglobe.ru/wp-content/uploads/2012/03/zubr-2.jpg 8.5.2016.
23 - http://www.wisent-welt.de/uploads/media/20130508_0058.jpg 9.5.2016.
24 - http://www.terioshkola.org.ua/faunafig/ungulata/bison-5.jpg 9.5.2016.
25 - http://www.schmallenberger-sauerland.de/uploads/pics/Wisent_Wildnis_Foto_WisentWildnis_Wittgenstein_01.jpg 9.5.2016.
26 - https://www.rewildingeurope.com/news/finally-back-on-stage-after-more-than-250-years/ 20.4.2016.
27 - https://www.rewildingeurope.com/news/28-european-bison-now-roaming-the-tarcu-mountains-in-the-southern-carpathian/ 20.4.2016.
28 - http://voices.nationalgeographic.com/2014/05/19/rewilding-europe-brings-back-the-continents-largest-land-animal/ 20.4.2016.
29 - http://www.bison-ebcc.eu/publications/obraz23/ 16.4.2016.
30 - http://zooinstitutes.com/animals/21161.jpg 9.5.2016.
31 - http://www.polskiekrajobrazy.pl/images/stories/big/56775.jpg 9.5.2016.
32 - http://www.krainazubra.pl/upload/uparty_zubr.jpg 10.5.2016.