

# Kontaminacija teškim metalima različitih tkiva divljih pataka ulovljenih korištenjem čelične sačme

---

**Spevec, Dominik**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:580944>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-04**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Dominik Spevec

Diplomski sveučilišni studij Zootehnika

Modul Lovstvo i pčelarstvo

**KONTAMINACIJA TEŠKIM METALIMA RAZLIČITIH TKIVA DIVLJIH**  
**PATAKA (*ANAS PLATYRYNCHOS*) ULOVLJENIH KORIŠTENJEM ČELIČNE**  
**SAČME**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2024.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dominik Spevec

Diplomski sveučilišni studij Zootehnika

Modul Lovstvo i pčelarstvo

**KONTAMINACIJA TEŠKIM METALIMA RAZLIČITIH TKIVA DIVLJIH  
PATAKA (*ANAS PLATYRYNCHOS*) ULOVLJENIH KORIŠTENJEM ČELIČNE  
SAČME**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Tihomir Florijančić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Ivica Bošković, mentor
3. prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, član

**Osijek, 2024.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. BIOLOGIJA DIVLJE PATKE.....	3
2.1. Sistematika .....	3
2.2. Rasprostranjenost i migracija .....	4
2.3. Morfološke osobine .....	5
2.4. Način života.....	7
2.5. Razmnožavanje.....	7
2.6. Prehrana .....	7
2.7. Lov.....	8
2.8. Status zaštite .....	8
3. TEŠKI METALI .....	10
3.1. Željezo .....	11
3.2. Kadmij .....	11
3.3. Cink .....	12
3.3.1. Cirkulacija cinka u prirodi .....	13
3.3.2. Potrebe za cinkom .....	14
3.4. Bakar.....	15
3.5. Olovo .....	16
4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....	18
4.1. Orografske osobine.....	19
4.2. Hidrografske osobine.....	19
4.3. Klimatske prilike .....	20
4.4. Biljne i druge zajednice .....	21
5. MATERIJALI I METODE .....	23
6. REZULTATI .....	31
6.1. Željezo .....	33
6.2. Cink .....	34
6.3. Bakar.....	35
6.4. Kadmij .....	36
6.5. Olovo .....	37
7. RASPRAVA .....	38
8. ZAKLJUČAK.....	40
9. LITERATURA .....	41
10. SAŽETAK .....	44
11. SUMMARY .....	45
12. POPIS TABLICA .....	46
13. POPIS SLIKA .....	47
14. POPIS GRAFOVA .....	47
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	49
BASIC DOCUMENTATION CARD .....	50

## **ZAHVALA**

Najveće zahvale upućujem svojoj obitelji za svu pruženu pomoć, strpljenje i bodrenje tijekom cijelog studiranja.

Od srca se zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Ivici Boškoviću na svim korisnim informacijama, na svakom utrošenom satu i svakom slobodnom trenutku koji je posvetio u formiranje ovog rada.

Također sam neizmjereno zahvalan svim profesorima i vanjskim suradnicima Veleučilišta u Karlovcu i Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku na svom prenesenom znanju.

Isto tako, neizmjereno sam zahvalan svim kolegama i prijateljima koji su studentske dane, kojima dolazi kraj pretvorili u nezaboravno putovanje i najljepše uspomene.

Zahvaljujem se i Tomislavu Rončeviću na ukazanoj volji za odstrel pataka za uzorkovanje kao i trgovačkom društvu PP Orahovica na lijepom gostoprimstvu u lovištu.

Na posljetku, veliko hvala svima koji su me podržavali na ovom putovanju.

## 1. UVOD

Divlja patka (*Anas platyrhynchos* L.), od koje je nastao veliki broj pasmina domaćih pataka, najrasprostranjeniji je i najbrojniji pripadnik porodice pataka plivačica u Hrvatskoj (Durantel, 2007.). Prema Zakonu o lovstvu, ali i u narodu, posebno u lovaca, je poznata pod imenom patka gluhara, a još neki od sinonima su sivka i plovka markuša.

Iako su u Hrvatskoj kategorizirane kao selice zbog migratornih osobina zastupljene su u sve tri kategorije ptica selica (zimovalice, prolaznice i gnjezdarice). Određen broj divljih pataka se stalno zadržava na prostorima Hrvatske tako da taj dio divljih pataka ubrajamo u naše stanarice. Iz svega navedenog se da zaključiti da je vrsta prisutna kroz cijelu godinu. Brojnost joj se povećava u jesenskim mjesecima kada dolazi do priljeva populacije iz sjevernijih krajeva Europe (Janicki i sur., 2007.).

Divlja patka lovna je vrsta u gotovo svim zemljama svijeta u kojima ju se može naći. Tradicionalna je i iznimno atraktivna lovna vrsta u Republici Hrvatskoj, te se prema Zakonu o lovstvu svrstava u sitnu pernatu divljač. Iz porodice pataka u Republici Hrvatskoj lovne vrste su: gluhara (*Anas platyrhynchos* L.), glavata (*Aythya ferina* L.), krunasta (*Aythya fuligula* L.), pupčanica (*Anas querquedula* L.) i kržulja (*Anas crecca* L.), (Anonymus 2018.). Druge vrste iz porodice pataka poput kreketaljke (*Anas strepera* L.), zviždara (*Anas penelope* L.), lastarka (*Anas acuta* L.), pupčanica (*Anas querquedula* L.), žličarka (*Anas clypeata* L.), gogoljica (*Netta rufina* L.), glavata (*Aythya ferina* L.), njorka (*Aythya nyroca* L.) krunata (*Aythya fuligula* L.) i batoglavica (*Bucephala clangula* L.) su trajno zaštićene i nisu lovne vrste (Radović i sur., 2003.).

Opće je poznato da je okoliš pogođen velikim brojem zagađivača. Ono što im je svima zajedničko je da samo njihova odsutnost može eliminirati pripadajući zdravstveni rizik. Stoga je vrlo važno prepoznati probleme i poduzeti odgovarajuće mjere na vrijeme. Zdravstveni rizik koji proizlazi iz zagađenja okoliša ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući apsorpciju i toksičnost kontaminirane hrane koja se konzumira te trajanje izloženosti. Kemijski ostaci izazvali su ozbiljne probleme i rizike koji će također postojati i u budućnosti.

Zbog ekologije, staništa i prehrane vrste dolazi do nakupljanja teških metala u tkivima pataka, a do razlike dolazi u pataka ronilica i pataka plivarica. Patke ronilice hrane se zaranjanjem i sakupljanjem sedimenta i hrane s dna vodenih površina, dok patke plivarice skupljaju hranu s rubova vodenih površina što ih dovodi do smanjenja mogućnosti konzumiranja određenih vrsta teških metala koji su antropogenog podrijetla.

Teški metali su prirodni sastojci zemljine kore, međutim, njihova višestruka uporaba i primjene od početka civilizacije, posebno nakon industrijske revolucije, u mnogim su slučajevima rezultirale dramatičnim poremećajem njihove prirodne geokemijske ravnoteže. To je pak dovelo do problema degradacije okoliša i toksičnog utjecaja na žive sustave. Budući da su metali prirodni sastojci okoliša zemlje, živi organizmi su im uvijek bili izloženi.

Neki metali poput željeza (Fe), cinka (Zn), bakra (Cu) i mangana (Mn) bitni su za normalan razvoj biljaka i životinja jer imaju dobro definirane biokemijske uloge i njihov nedostatak rezultira oštećenjem biološke funkcije. Važno je napomenuti da su i bitni metali toksični u pretjeranim količinama. Kad se prekorači prag koncentracije, homeostatska sposobnost organizma za regulaciju unutarnjih koncentracija se slama, te počinju biti izraženi različiti nepoželjni učinci koji konačno utječu na preživljavanje. Za druge metale, kao što su kadmij (Cd), olovo (Pb) i živa (Hg) nije dokazano da imaju bitnu funkciju i prisutni su u živim organizmima samo kao slučajni kontaminanti.

Dokazano je da divlje populacije ptica jako pate od onečišćenja okoliša teškim metalima čak i kad su kronično izložene subletalnim razinama. Ptice teške metale uglavnom unose putem prehrane, a u manjoj mjeri i pijenjem vode te udisanjem (Aloupi i sur., 2017).

Cilj ovog istraživanja bio je dokazati kolika je koncentracija metala, a posebice teških metala (olova i kadmija), u tijelu divljih pataka, odnosno koliko su uzorci koji su odstrijeljeni kontaminirani metalima unesenim kroz probavni i dišni trakt i vrstu kao takvu okarakterizirati dobrim ili lošim bioindikatorom onečišćenja.

Od velike važnosti za ovaj rad je bio odstrel pataka čeličnom municijom kako se uzorci ne bi dodatno kontaminirali olovom iz olovne sačme nego se dobila čista koncentracija metala skladištena u tijelu odstreljenih uzoraka. Također, jedan od glavnih razloga korištenja bezolovne municije je i sam zakon Europske unije donesen u siječnju 2021., a stupio na snagu u veljači 2023. koji u potpunosti zabranjuje upotrebu olovne sačme na području močvarnih staništa i 100 metara oko njih (Anonymus a).

## 2. BIOLOGIJA DIVLJE PATKE

### 2.1. Sistematika

Divlja patka spada u carstvo životinja, koljeno kralješnjaka, razred ptica, podrazred grebenki, red gušcarice, porodica pataka, što je prikazano u Tablici 1.

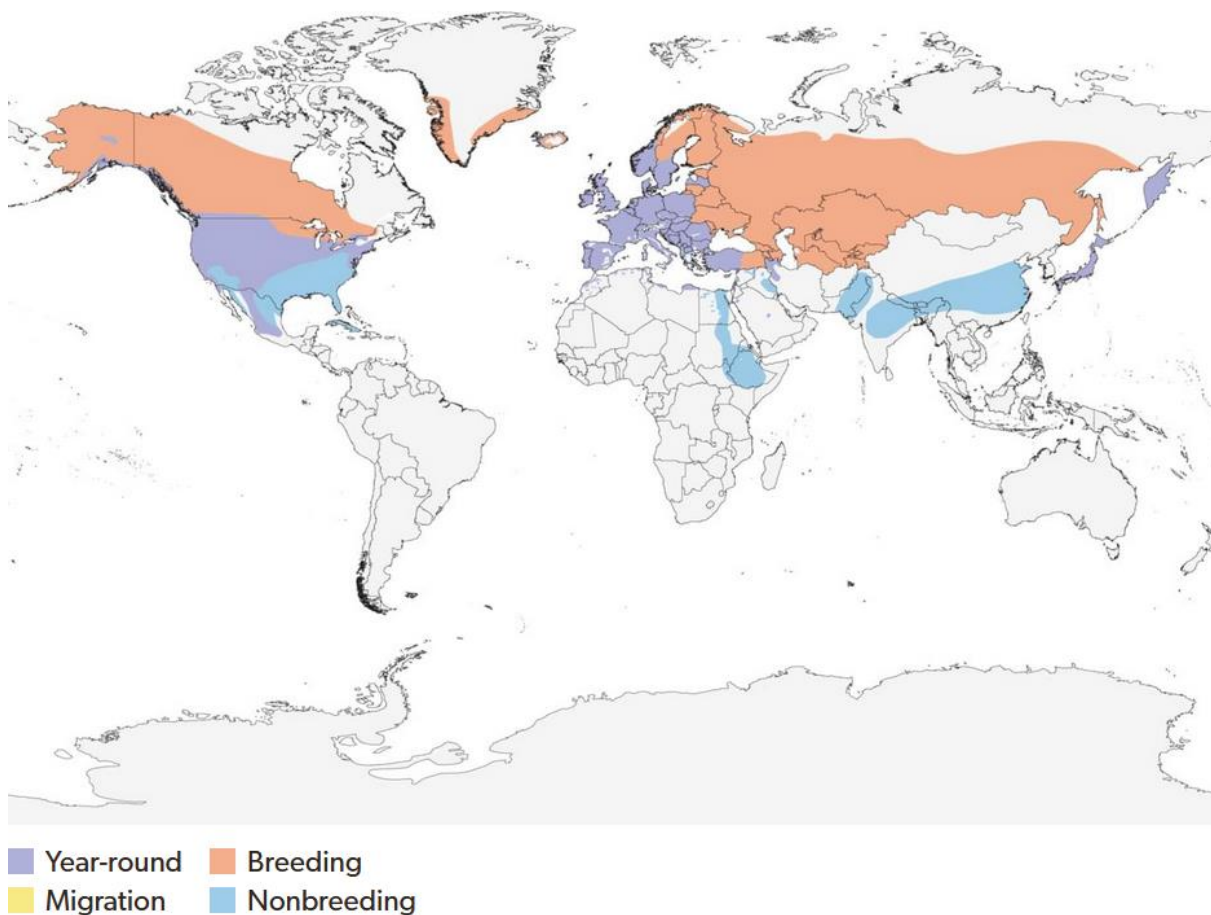
Tablica 1: Sistematika divlje patke (Izvor: Durantel, 2007.)

Carstvo	<i>Animalia</i> (Životinje)
Koljeno	<i>Chordata</i> (Kralješnjaci)
Razred	<i>Aves</i> (Ptice)
Podrazred	<i>Neognathe</i> (Grebenke)
Red	<i>Anseriformes</i> (Gušcarice)
Porodica	<i>Anatidae</i> (Patke)
Vrsta	<i>Anas platyrhynchos</i> (Divlja patka)



## 2.2. Rasprostranjenost i migracija

Divlja patka nastanjuje područje sjevernog umjerenog toplinskog pojasa Europe, Azije, Afrike i Sjeverne Amerike (Slika 1.), a unesena je u Australiju, Novi Zeland i Madagaskar te Južnu Afriku.



Slika 1: Prikaz rasprostranjenosti divlje patke u Svijetu - ljubičasta boja označava područje cjelogodišnjeg obitavanja, crvena boja područje gniježđenja dok plava označava područje koje vrsta koristi, ali se tamo ne razmnožava (Izvor: <https://www.allaboutbirds.org/guide/Mallard/maps-range#>)

Divlja patka naša je najpoznatija vrsta vodene pernate divljači. Rasprostranjena je gotovo po čitavom prostoru Hrvatske, a najvećim dijelom ih se može naći u nizinskim staništima (Janicki i sur., 2007.). Pojavljuje se gotovo u svakom tipu močvarnog staništa, iako obično izbjegava brzo tekuće, oligotrofne i duboke vode. Potrebna joj je voda manje od 1 m dubine kako bi pronašla hranu i pokazuje sklonost prema slatkovodnim staništima, iako može

posjećivati plitke slane vode ako pružaju zaklon u vidu potopljenih, plutajućih, izbijajućih ili obalnih biljaka, gustih trstika ili granja koje visi nad vodom. Uobičajena staništa uključuju poplavljene močvarne šume, sezonske poplavne ravnice, mokre travnate močvare i livade, meandrirane jezera, otvorene vode s plitkim blatnim površinama, obalama ili molićima, sustavima navodnjavanja, rezervoarima, ukrasnim vodama, kanalima i farmama za obradu otpadnih voda. Tijekom zime vrsta se može naći i u slanim staništima uz obalu gdje je voda plitka, prilično zaštićena i u vidokrugu kopna kao npr. slane lagune, slani estuariji i zaljevi. Gnijezdi na području cijele Hrvatske. Dio jedinki su selice, dio zimovalice dok dio populacije ostaje na našem teritoriju kroz cijelu godinu.

Nama najinteresantnije migracijska sezona je ona jesenska koja počinje početkom kolovoza i traje do početka prosinca. Najveća brojnost im je u razdoblju od prosinca do veljače kada se bilježi najviše divljih pataka na našim područjima zbog populacija koje dolete sa sjevernih krajeva (Atkinson i sur., 2006.).

Kako smo svjedoci vremenskih promjena, na same migracije i brojnost ptica iz godine u godinu variraju vremenskim prilikama (Janicki i sur., 2007.).

### **2.3. Morfološke osobine**

Divlja patka najkrupnija je patka plivarica koja obitava na području Hrvatske. Spolni dimorfizam je, najveći dio godine, izuzetno izražen što omogućuje razlikovanje mužjaka od ženke na prvi pogled.

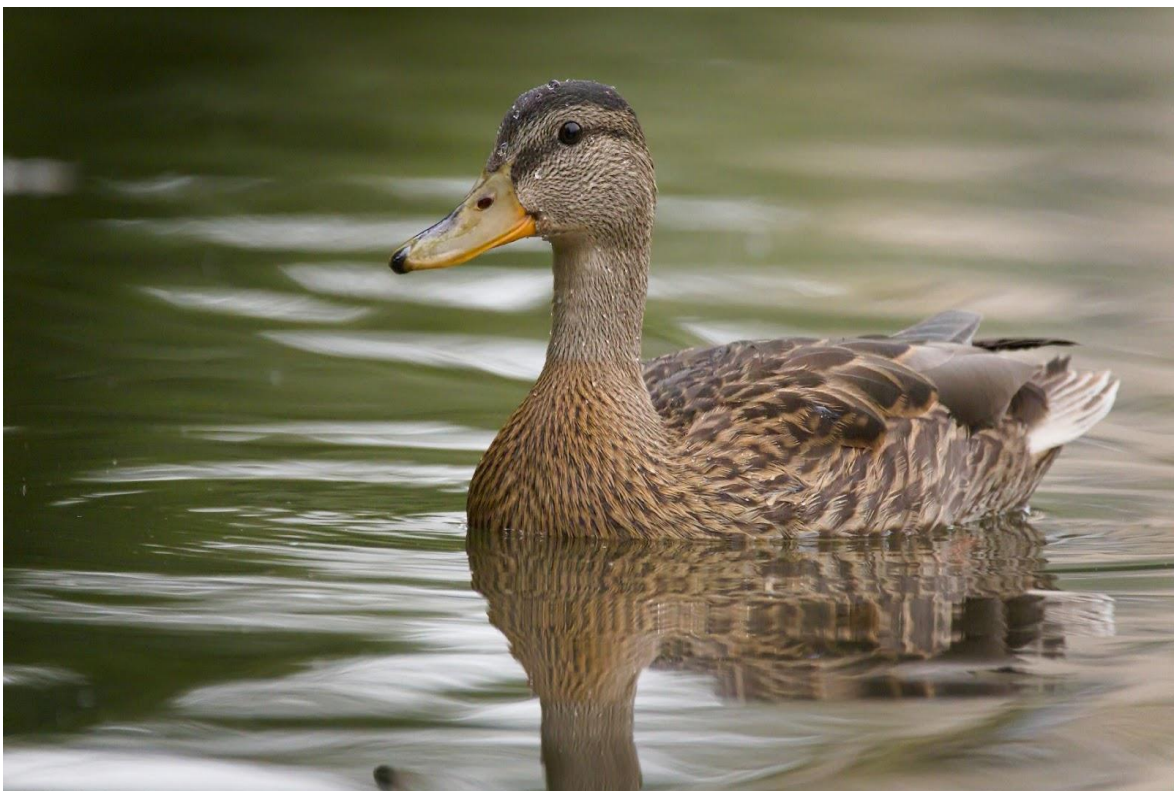
U mužjaka su glava i vrat vrlo sjajne opalescirajuće tamne boje koja se na suncu presijava te ostavlja dojam miješanih boja. Na prijelazu vrata i tijela nalazi se bijela ogrlica. Prsa su im kestenjasto smeđe boje. Leđa su im tamno sive boje dok im je donji dio trupa svjetlo siva. Repna pera su crna s bijelim vrhovima. Na vrhu repa imaju nekoliko crnih kovrčica. Na krilima se nalazi tako zvano "ogledalo" ili "zrcalo" što je područje ljubičasto - plave boje perja obrubljeno s dvije bijele pruge. Kljun je žut s crnom kukicom na vrhu, a noge su narančasto - crvene.

Ženka je neugledno obojana svijetlo - smeđim nijansama i ispjegana tamnijim bojama. Kljun je smeđe - siv, dok su noge kao i u mužjaka narančasto - crvene. Također, kao i kod mužjaka ima ljubičasto - plavo perje koje čini zrcalo, ali je kod njih znatno manje površine. Razlog ovakvog obojenja je mimikrija tijekom sezone gniježđenja (Janicki i sur., 2007.).

Razdoblje kada se mužjak i ženka gotovo i ne razlikuju po obojanosti ruha je razdoblje prije prvog mitarenja i razdoblje samog mitarenja. To je razdoblje nakon sezone gniježđenja kada mužjaci i ženke mitare svo perje te im raste identično ruho koje im traje oko mjesec, dva.



Slika 2: Mužjak u eklipsi (Izvor: <https://flic.kr/p/2hdmdmL>)



Slika 3: Ženka u eklipsi (Izvor: <https://flic.kr/p/2hgDjF9>)

## **2.4. Način života**

Tijekom većeg dijela godine žive u jatima, a tijekom sezone parenja se izdvajaju u parove. Nakon gniježđenja se ponovo formiraju mješovita jata u kojima provedu ostatak vremena. Takva jata najčešće obitavaju na vodenim površinama daleko od predatora gdje uređuju perje, tragaju za hranom ili podučavaju podmladak. Najaktivniji su u zoru i sumrak kada se razbijaju u manja jata i kreću u potragu za hranom.

## **2.5. Razmnožavanje**

Sparivanje divljih pataka započinje krajem zime. Najintenzivnije razdoblje života im je tijekom ožujka kada započinje gniježđenje koje traje kroz travanj i svibanj (Janicki i sur., 2007.). Period inkubacije najčešće traje 26 do 28 dana što znači da se pačići valjaju u svibnju i lipnju. Snesena jaja su ovalnog oblika sivkasto - zelene boje, a broj jaja varira od 9 od 13. Gnijezdi se na obali u blizini vode gdje je dovoljno sakrivena od predatora niskim raslinjem, šašem, trskom ili može gnijezditi u šupljinama drveća. Nije im strano niti korištenje gnijezda sačinjenih od strane ljudi u vidu košara i gnijezdećih kutija (Cramp i sur., 1977.).

Dok su ženke brižne majke, mužjaci se nakon sparivanja udaljavaju od ženke i nimalo ne sudjeluju u brizi za mladunce te za to vrijeme sparuju preostale ženke. Pačići postaju samostalni vrlo rano, a u potpunosti su samostalni nakon 50 do 60 dana. Spolnu zrelost postižu nakon gotovo godinu dana, a mlade ženke tijekom prvih gniježđenja imaju manji broj jaja, dok mladi mužjaci najčešće ne pare tijekom prve sezone parenja (Janicki i sur., 2007.).

## **2.6. Prehrana**

Vrsta je svejed i vrlo je prilagodljiva. Rado se hrani sjemenkama vodenog bilja, a tijekom noći može svratiti i na žitna polja. Hrane se mladicama koje izbijaju iz vode, vodenim beskralješnjacima, sitnom ribom i punoglavcima. Udio životinjske prehrane od izrazite je važnosti za prehranu pačića kako bi dobili više proteina (Durantel, 2007.).

Način prehrane jedan je od ključnih razloga njihove rasprostranjenosti i velike brojnosti u cijelom svijetu.

Obzirom da pripadaju u patke plivarice dok se hrane u vodi ne zaranjaju do dna već plutaju na površini vode sa zatiljkom u zraku (Slika 4.). Takav način prehrane im onemogućava

uzimanje sedimenta sa dna vodene površine što je razlog zašto su manje podložne trovanju teškim metalima od patka ronilica.



Slika 4: Specifičan način hranjenja pataka plivarica (Izvor: <https://flic.kr/p/fWcUwE>)

## 2.7. Lov

Divlju patku lovi se na jutarnjem i večernjem preletu, love se i potražice s psom, lovom iz čamca, ali s veslima bez motora, te prigonom u velikim ribnjacima i barama. Na ribnjacima gdje obitava velik broj pataka zna se loviti kroz cijeli dan (Sertić, 2008.). Za lov na patku dopušteno je koristiti lovačko oružje s glatkim cijevima i naboje promjera sačme od 2,5 do 3,5 mm, a najveća dopuštena daljina gađanja je 40 m (Anonymus, 2019.b). Lovostajem je zaštićena od 1. veljače do 31. kolovoza (Anonymus, 2019.a).

## 2.8. Status zaštite

Po IUCN-ovom statusu ugroženosti divlja je patka na globalnoj, Europskoj i Hrvatskoj razini smještena u LC (najmanje zabrinjavajuću) kategoriju. Globalna populacija broji više od 19 000 000 kljunova dok ih na području Europe obitava između 2 800 000 i 3 700 000.

Točna brojnost u Hrvatskoj je nepoznata, ali je kroz akciju Zimskog prebrojavanja ptica vodenih staništa (International Waterbird Census - IWC) u 2023. na 195 područja prebrojavanja izbrojano nešto više od 18 500 kljunova.

Populacijski trend na globalnoj razini ove vrste je u rastu, dok u Europi opada. (BirdLife International, 2024).

Međunarodno je zaštićena EU direktivom o pticama (dodatak II-A i III-A), Bernskom konvencijom (dodatak III) i Bonskom konvencijom (dodatak II), (Radović i sur., 2003.).

Vrsta nije ugrožena i ne zahtjeva hitno djelovanje očuvanja, ali će vjerojatno imati korist od mjera očuvanja koje se provode za druge močvarne vrste.

### 3. TEŠKI METALI

Iako su teški metali prirodno prisutni elementi koji se nalaze diljem Zemljine kore, većina onečišćenja okoliša i izloženosti ljudi rezultat je antropogenih aktivnosti kao što su rudarske i talioničke radnje, industrijska proizvodnja i uporaba, te kućna i poljoprivredna uporaba metala i spojeva koji sadrže metale. Onečišćenje okoliša također se može dogoditi putem korozije metala, atmosferskog taloženja, erozije tla s metalnim ionima i ispiranja teških metala, resuspenzije sedimenta i isparavanja metala iz vodenih resursa u tlo i podzemne vode. Prirodni fenomeni poput vremenskih utjecaja i vulkanskih erupcija također su značajno doprinijeli onečišćenju teškim metalima. Industrijski izvori uključuju obradu metala u rafinerijama, sagorijevanje ugljena u elektranama, izgaranje nafte, nuklearne elektrane i dalekovode, plastiku, tekstil, mikroelektroniku, zaštitu drva i postrojenja za preradu papira.

Zabilježeno je da su metali poput kobalta (Co), bakra (Cu), kroma (Cr), željeza (Fe), magnezija (Mg), mangana (Mn), molibdena (Mo), nikla (Ni), selena (Se) i cinka (Zn) esencijalni nutrijenti potrebni za različite biokemijske i fiziološke funkcije. Nedostatna opskrba ovim mikroelementima rezultira raznim bolestima ili sindromima nedostatka.

Esencijalni teški metali vrše biokemijske i fiziološke funkcije u biljkama i životinjama. Oni su važni sastojci nekoliko ključnih enzima i igraju važnu ulogu u raznim oksidacijsko-redukcijskim reakcijama.

U biološkim sustavima, zabilježeno je da teški metali utječu na stanične organele i komponente poput stanične membrane, mitohondrija, lizosoma, endoplazmatskog retikuluma, jezgri i nekih enzima uključenih u metabolizam, detoksikaciju i popravak oštećenja. Utvrđeno je da metalni ioni reagiraju sa staničnim komponentama poput DNK i nuklearnih proteina, uzrokujući oštećenja DNK i konformacijske promjene koje mogu dovesti do modulacije staničnog ciklusa, karcinogeneze ili apoptoze. Nekoliko slučajeva je pokazalo da proizvodnja reaktivnih kisikovih vrsta i oksidativni stres igraju ključnu ulogu u toksičnosti i kancerogenosti metala poput arsena, kadmija, kroma, olova i žive. Zbog njihove visoke toksičnosti, ovih pet elemenata svrstava se među prioritetne metale koji su od velikog javnozdravstvenog značaja. Svi su sistemski toksikanti koji su poznati po tome što uzrokuju oštećenja više organa, čak i pri nižim razinama izloženosti. Prema Američkoj agenciji za zaštitu okoliša (U.S. EPA) i Međunarodnoj agenciji za istraživanje raka (IARC), ovi metali također su klasificirani kao "poznati" ili "vjerojatni" ljudski kancerogeni na temelju

epidemioloških i eksperimentalnih studija koje pokazuju povezanost između izloženosti i učestalosti raka kod ljudi i životinja (Tchounwou i sur., 2012).

### **3.1. Željezo**

Željezo je ključno za svaku vrstu živog organizma, uključujući biljke, bakterije, životinje i ljude, za transport kisika (putem hemoglobina kod životinja i ljudi) i za proizvodnju energije (putem prijenosa elektrona u mitohondrijskom respiratornom lancu). Osim toga, željezo je neophodno za mnoge metaboličke procese, uključujući popravak i replikaciju DNK, regulaciju ekspresije gena i tako dalje. Mnogi su patogeni stoga visoko ovisni o opskrbi željezom te koriste različite putove da bi pribavili ili čak ukrali željezo iz okoliša ili od svog domaćina. Ove funkcije željeza uglavnom se temelje na njegovoj sposobnosti doniranja elektrona, što također omogućava proizvodnju slobodnih radikala, koji su potencijalno toksični za domaćina ili napadače. Željezo je stoga esencijalno za život, ali i potencijalno toksično. Zbog toga je njegov metabolizam fino podešen hormonom hepcidinom (Afrab i Rehman Hakeem, 2021).

### **3.2. Kadmij**

Kadmij je teški metal od značajnog ekološkog i profesionalnog interesa. Široko je rasprostranjen u Zemljinoj kori.

Kadmij se često koristi u raznim industrijskim aktivnostima. Glavne industrijske primjene kadmija uključuju proizvodnju legura, pigmenata i baterija. Iako je uporaba kadmija u baterijama znatno porasla posljednjih godina, njegova komercijalna uporaba opada u razvijenim zemljama zbog ekoloških zabrinutosti.

Glavni putevi izloženosti kadmiju su inhalacija ili dim cigareta te gutanje kontaminirane hrane. Ostali izvori kadmija uključuju emisije iz industrijskih aktivnosti, uključujući rudarstvo, taljenje i proizvodnju baterija, pigmenata, stabilizatora i legura. Kadmij je također prisutan u tragovima u određenim namirnicama kao što su lisnato povrće, krumpir, žitarice i sjemenke, jetra i bubrezi te rakovi i školjke.

Kadmij je slab mutagen u usporedbi s drugim kancerogenim metalima. Prethodna izvješća pokazala su da kadmij utječe na signalne transdukcijske puteve; inducira stvaranje inozitol polifosfata, povećava citosolne slobodne razine kalcija u raznim vrstama stanica i blokira kalcijske kanale.



U nižim koncentracijama, kadmij se veže na proteine, smanjuje popravak DNK, aktivira razgradnju proteina, povećava regulaciju citokina i proto-onkogeni, i inducira ekspresiju nekoliko gena uključujući metalotioneine, heme-oksigenaze, glutation transferaze, proteine toplinskog šoka, akutne fazne reaktante i DNK polimerazu  $\beta$ .

Kadmijevi spojevi klasificirani su kao kancerogeni za ljude od strane nekoliko regulatornih agencija. Ciljana tkiva karcinogeneze kadmija u životinja uključuju mjesta injekcije, nadbubrežne žlijezde, testise i hematopoetski sustav. U nekim studijama, profesionalna ili okolišna izloženost kadmiju također je povezana s razvojem karcinoma prostate, bubrega, jetre, hematopoetskog sustava i želuca. Kancerogeni metali, uključujući arsen, kadmij, krom i nikal, svi su povezani s oštećenjem DNK kroz mutacije parova baza, deleciju ili napad kisikovih radikala na DNK (Tchounwou i sur., 2012).

Za kadmij je također poznato da se nalazi u derivatima ulja i automobilskim gumama, te se kao takav uslijed trošenja istih nakuplja u biljkama (Florijančić i sur., 2009).

### 3.3. Cink

Cink se prirodno pojavljuje u Zemljinoj kori, raznim mineralima, vodi, tlu i atmosferi. Rijetko se nalazi u svom čistom elementarnom obliku; obično se nalazi kao sastavni dio minerala. Neki od prirodnih izvora cinka uključuju:

- **Minerali:** Cink se uglavnom ekstrahira iz ruda poput sfalerita (poznatog i kao cink blenda), što je najznačajniji izvor cinka.
- **Stijene:** Cink se može naći u sedimentnim, magmatskim i metamorfnim stijenama. Najčešće se nalazi u sedimentnim stijenama, posebno onima koje sadrže vapnenac, škriljevac i pješčenjak.
- **Tla:** Koncentracija cinka u tlima varira ovisno o čimbenicima kao što su matična stijena, procesi trošenja i prisutnost organskih tvari. Općenito, cink je više zastupljen u tlima nastalim od stijena bogatih cinkovim mineralima.
- **Voda:** Cink se može naći u različitim koncentracijama u slatkovodnim i slanim izvorima, uključujući rijeke, jezera, oceane i podzemne vode. Prisutnost cinka u vodi može biti posljedica prirodnih procesa kao što su trošenje stijena i minerala ili ljudskih aktivnosti.
- **Zrak:** Cink je prisutan u atmosferi u tragovima, prvenstveno u obliku finih čestica. Ove čestice mogu potjecati iz prirodnih izvora, kao što su vulkanske erupcije i

prašina nošena vjetrom, ili iz antropogenih izvora, poput sagorijevanja fosilnih goriva, rudarstva i industrijskih procesa.

- **Biota:** Cink je esencijalni element za sve žive organizme i može se naći u biljkama, životinjama i mikroorganizmima. Biljke obično dobivaju cink iz tla putem svojih korijena, dok ga životinje dobivaju putem prehrane. Unos cinka kod biljaka i životinja varira ovisno o dostupnosti cinka u njihovom okolišu i njihovim specifičnim biološkim potrebama. Budući da je cink esencijalan element, unutarnje koncentracije cinka su strogo regulirane od strane organizma.

### 3.3.1. Cirkulacija cinka u prirodi

Ciklus cinka odnosi se na biogeokemijske procese kojima cink cirkulira kroz različite dijelove Zemlje, uključujući litosferu (stijene i tlo), hidrosferu (voda), atmosferu (zrak) i biosferu (živi organizmi). Na ciklus cinka utječu prirodni procesi i ljudske aktivnosti. Glavni procesi uključeni u ciklus cinka uključuju:

- **Trošenje i erozija:** Primarni izvor cinka u okolišu je trošenje i erozija stijena i minerala koji sadrže cink. S vremenom, fizički i kemijski procesi trošenja razgrađuju ove stijene i minerale, oslobađajući cink u sustave tla i vode.
- **Isparavanje i taloženje:** Cink u tlu može se otopiti u vodi i transportirati do rijeka, jezera i oceana kroz proces nazvan ispiranje. Otvoreni cink može se taložiti i akumulirati u sedimentima na dnu ovih vodenih tijela. S vremenom, sedimentacija može dovesti do formiranja sedimentnih stijena, koje mogu postati izvor cinka za buduće procese trošenja i erozije.
- **Biološki unos i razgradnja:** Biljke apsorbiraju cink iz tla putem svojih korijena, koji se zatim ugrađuje u njihova tkiva. Životinje dobivaju cink konzumiranjem biljaka, drugih životinja ili putem svojih škruga. Cink igra ključne uloge u različitim biološkim procesima u biljkama i životinjama. Kada biljke i životinje umru, njihovi ostaci se razgrađuju, oslobađajući cink natrag u tlo, gdje ga mogu ponovo apsorbirati biljke ili ispirati u vodene sustave.
- **Vulkanske emisije i šumski požari:** Cink se može osloboditi u atmosferu kroz vulkanske emisije i šumske požare. Vulkanke erupcije emitiraju plinove i pepeo koji sadrže različite elemente, uključujući cink. Slično, šumski požari mogu osloboditi cink u zrak u obliku finih čestica. Ove čestice mogu biti transportirane vjetrom i konačno taložene na površini Zemlje, doprinoseći ciklusu cinka.

- **Ljudske aktivnosti:** Ljudske aktivnosti mogu promijeniti prirodni ciklus cinka, iako ove aktivnosti ne povećavaju ukupnu količinu cinka na globalnoj razini.

### 3.3.2. Potrebe za cinkom

Cink je esencijalni element u prirodi zbog svoje ključne uloge u širokom rasponu bioloških procesa u biljkama i životinjama, uključujući ljude i mikroorganizme. Neki od razloga zašto je cink esencijalan u prirodi uključuju:

- **Biokemijski procesi:** Cink služi kao kofaktor za brojne enzime i proteine, koji su ključni za metaboličke procese poput replikacije DNA, sinteze proteina, proizvodnje energije i razgradnje ugljikohidrata, lipida i proteina.
- **Strukturalna stabilnost:** Cink pomaže stabilizirati strukturu proteina, nukleinskih kiselina i staničnih membrana, doprinoseći ukupnoj stabilnosti biomolekula i staničnoj cjelovitosti.
- **Genska ekspresija:** Cink je uključen u regulaciju genske ekspresije kroz svoju ulogu u transkripcijskim faktorima, gdje tvori dio proteina cinkovih prstiju koji se vežu na specifične sekvence DNA, utječući na transkripciju gena.
- **Funkcija imunološkog sustava:** Cink igra vitalnu ulogu u imunološkom sustavu životinja i ljudi, doprinosi razvoju i funkciji imunoloških stanica, poput T stanica i B stanica, te regulira proizvodnju citokina i drugih proteina povezanih s imunitetom.
- **Rast i razvoj:** Cink je neophodan za rast i razvoj kod životinja i ljudi, jer je uključen u staničnu diobu, diferencijaciju i popravak tkiva. Nedovoljan unos cinka može rezultirati zaostajanjem u rastu, oslabljenom funkcijom imuniteta i drugim zdravstvenim problemima.
- **Antioksidativna svojstva:** Cink ima antioksidativna svojstva, štiteći stanice od oksidativnog stresa i oštećenja uzrokovanih reaktivnim kisikovim vrstama (ROS). Ovo pomaže održati pravilno funkcioniranje stanica i smanjiti rizik od bolesti povezanih s oksidativnim stresom, poput raka i neurodegenerativnih poremećaja.
- **Ciklus hranjivih tvari:** Cink je esencijalna komponenta ciklusa hranjivih tvari u ekosustavima, jer igra ulogu u biološkim procesima biljaka, životinja i mikroorganizama koji su odgovorni za recikliranje organske tvari i održavanje plodnosti tla.

Važnost cinka u ekosustavima naglašava potrebu za održavanjem adekvatnih razina ovog mikronutrijenta u okolišu i osiguravanjem njegove dostupnosti za sve žive organizme. Ako dođe do neadekvatnog taloženja cinka, njegovi radikali počinju u prevelikim koncentracijama stvarati probleme u tijelima jedinki i dolazi do toksikološkog prezasićenja što dovodi do otrovanja nakon kojeg nastupaju razni simptomi koji mogu dovesti i do smrti (Anonymus b).

### **3.4. Bakar**

Bakar je glavni zagađivač među teškim metalima koji se javlja prirodno i antropogeno. Prirodno se nalazi u stijenama, vodi i zraku, dok su njegovi glavni antropogeni izvori industrije kao što su rafinerije, metalurgija, proizvodnja gnojiva, proizvodnja tiskanih ploča, fungicidi, kemijska proizvodnja, boje, rudnički ispusti, poljoprivredni i komunalni otpad te oborinske vode, kao i emisije iz prometa.

U posljednje vrijeme, bakar se u velikim količinama ispušta u ekosustav kroz razne agronomske aktivnosti zbog njegove poljoprivredne uporabe kao baktericida, algicida i fungicida. Toksičnost bakra nije samo povezana s povećanim industrijskim aktivnostima, već i s preradom metala, korištenjem mulja, galvanizacijom, rudarenjem metala, bojama, gnojivima, bojama, fungicidima i pesticidima. Biocidi koji sadrže bakar široko se koriste za zaštitu od biorazgradnje uzrokovane gljivama ili insektima. Godišnja potrošnja bakra iznosila je više od 79.000 t na tržištu za zaštitu drva u Sjevernoj Americi, što čini 50% globalnog tržišta za zaštitu drva.

Bakar je također esencijalni element koji se često koristi u algicidima i pesticidima kao što su bakar oksiklorid, bakar sulfat i bakar hidroksidi. Bakar sulfat se smatra prvim kemijskim sredstvom korištenim protiv biljnih bolesti.

Zbog povećane uporabe bakra u različitim poljoprivrednim i industrijskim operacijama, svake godine se kopa velike količine bakra širom svijeta. Globalna godišnja proizvodnja bakra u rudnicima u 2018. godini iznosila je približno 21000 tona, s procijenjenom uporabom od 44% u gradnji zgrada, 20% u transportnoj mehanizaciji, 19% u elektroničkim uređajima, 11% u općim i potrošačkim proizvodima te 6% u industrijskoj opremi i strojevima.

Upravo iz razloga povećane uporabe u poljoprivredi i taloženja bakra u biljkama, životinjskim vrstama koje se hrane istima je dostupniji u većim količinama što ih dovodi do prezasićenja isim.

Iako je bakar vrlo opasan, on na primjer služi kao esencijalni kofaktor za nekoliko enzima povezanih s oksidativnim stresom, uključujući katalazu, superoksid dismutazu, peroksidazu, citokrom c oksidazu, feroksidaze, monoamin oksidazu i dopamin  $\beta$ -monooksigenazu. Stoga je bakar esencijalni nutrijent koji se ugrađuje u brojne metaloenzime uključene u stvaranje hemoglobina, metabolizam ugljikohidrata, biosintezu kateholamina i umrežavanje kolagena, elastina i keratina u kosi. Također, prekomjerna izloženost bakru povezana je s oštećenjem stanica koje dovode do Wilsonove bolesti kod ljudi (Shabbir i sur., 2020).

### **3.5. Olovo**

Olovo je mikroelement koji se prirodno nalazi u tragovima u svim biološkim materijalima, uključujući tlo, vodu, biljke i životinje. Ono nema fiziološku funkciju u organizmima. Prema nekim istraživanjima, glavni izvori kontaminacije olovom su talionice, sustavi za pročišćavanje otpadnih voda, promet, kiša, snijeg, tuča i drugi. Približno 98% olova u atmosferi potječe od ljudskih aktivnosti. Brojne studije dokumentirale su povećane koncentracije olova u zraku, tlu, vegetaciji blizu ulica i autocesta. Koncentracije olova brzo opadaju u tlu s udaljenošću od ulica i autocesta te s dubinom tla.

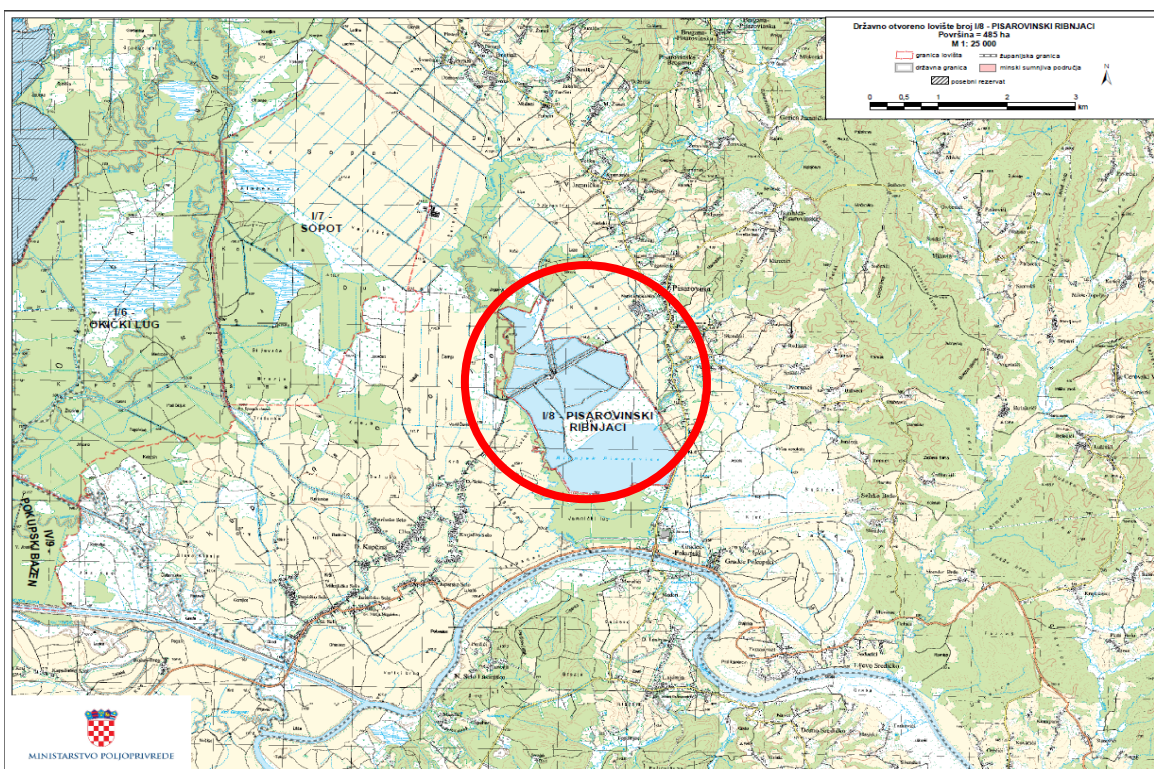
Neki istraživači proširili su izvore zagađenja olovom na boje, olovni otpad, baterije, olovne lemове i farme. Olovo biljke apsorbiraju kroz korijenje gdje se većina olova i nakuplja. Intoksikacija životinja olovom događa se posebno nakon ispaše na pašnjacima kontaminiranim olovom. Olovo ulazi u organizme putem hrane i zraka. Tlo u blizini topionica olova, rudnika olova, kuća obojenih olovnim bojama, voćnjaka tretiranih arsenatom i urbanih područja s gustim prometom vjerojatno sadrži visoke koncentracije olova. Izvori olova u prašini i tlu uključuju i olovo koje pada na tlo iz zraka te ljuštenje i otpadanje boje na bazi olova s građevina i drugih struktura. Varijacije u sadržaju olova u tlu mogu također biti rezultat povijesnih čimbenika poput prošlih prometnih gužvi, industrije i vrste tla. Od tih čimbenika, promet i povezano korištenje olovnog benzina imali su najvažniju ulogu u određivanju gdje se olovo nalazi u gradskim i ruralnim tlima. Visoke razine olova u tlu znače da se stanovnici i životinje u takvim područjima suočavaju s rizikom od trovanja olovom iz tla.

Olovo je malo vjerojatno prisutno u izvornoj vodi osim ako ne postoji specifičan izvor kontaminacije. Međutim, olovo se dugo koristilo u vodovodnim materijalima i lemovima koji su u kontaktu s pitkom vodom dok se transportira iz svog izvora do kuća. Olovo se ispire u vodu iz slavine korozijom vodovodnih materijala koji sadrže olovo. Što je veća koncentracija olova u pitkoj vodi i što se više vode kontaminirane olovom konzumira, to je veća izloženost olovu (Tiwari i sur., 2013).

Jedan od većih izvora olova u prirodi odlaganje olova prilikom rekreacijskih radnji kao što su lov i ribolov. Kako olovo nije dobro topljivo u vodi, ono ostaje na dnu zajedno sa sedimentom gdje se polagano troši dok ga riba ili ptica ne unesu u organizam. Olovo koje ostaje na kiselim tlima se razgrađuje i kao takvo ulazi u dubinu zemlje iz koje ga resorbiraju biljke kroz korijen. Nakon unosa olova kroz korijen, biljka kroz proces fotosinteze dovodi olovo do lišća u kojemu se ono akumulira. Ako dođe do toga da ta biljka bude pojedena od strane životinje, ili čak i čovjeka, olovo se nastavlja razgrađivati u tijelu konzumatora.

#### 4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno u državnom lovištu - uzgajalištu divljači broj I/8 - "Pisarovinski ribnjaci" na području Zagrebačke županije. Temeljem članka 10. Stavak 5. Zakona o lovstvu "Uzgajalište divljači je lovište površine 100 do 2000 ha vlastitog zemljišta na kojem se mogu uzgajati pojedine vrste divljači za proizvodnju većeg broja divljači namijenjene lovu i razmnožavanju. Lovoovlaštenik u lovištu - uzgajalištu divljači I/8 - "Pisarovinski ribnjaci" je Trgovačko društvo "PP Orahovica" d.o.o. iz Orahovice. Lovište - uzgajalište divljači ustanovljeno je na površinama ribnjaka Pisarovina s obalnim zemljištem površine 485 ha od čega 79 ha zauzimaju šume, 144 ha poljoprivredna staništa i 258 ha vodenih staništa.



Slika 5: Karta lovišta mjerilu 1 : 25000 (Izvor: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sle.mps.hr/Documents/Karte/01/I\_8\_PISAROVINSKI%20RIBNJACI.pdf)

Opća karakteristika reljefa svrstava lovište u nizinski tip lovišta ravničarskog tipa i nema razvijenu konfiguraciju terena. Najniža nadmorska visina lovišta - uzgajališta divljači je 107,0 metara, dok je najviša nadmorska visina 111,3 metara. Iz navedenog se vidi da je visinska razlika u lovištu oko 4,3 metra. Odlukom o ustanovljenju, ovo je lovište – uzgajalište divljači namijenjeno uzgoju patke divlje i liske crne, sa svrhom uzgoja, zaštite, lova i korištenja divljači, a spomenute vrste ujedno i predstavljaju glavne i gospodarske vrste divljači u lovištu (Anonymus, 2016.).

#### **4.1. Orografske osobine**

Ravničarski karakter okolnog terena, zajedno s rijekom Kupom, ali i velikim brojem ostalih manjih i većih rječica i potoka, koje odvođe prema rijeci Kupi vodu sa Vukomeričkih gorica, ali i udaljenijih područja same nizine, uvjetovao je da se na ovom području razvilo više depresija i znatno vlažnijih područja koja su bila dobar preduvjet za izgradnju ribnjaka. Zbog ravničarskog okolnog terena ispresijecanog velikim brojem vodotoka i kanala, dolazi razlika u mikroreljefu. Cijelo lovište – uzgajalište divljači je, kao i njegovo šire područje, halogena ravan sa karakterističnim terasnim reljefom koja se samo prema istoku i sjeveroistoku blago uzdiže prema Vukomeričkim goricama.

Kao matični supstrat u lovištu prevladavaju lesne naslage koje se na području uzgajališta uglavnom nalaze u dubljim slojevima i često su pokrivene drugim matičnim supstratima, a na njima prevladavaju ili merizirana tla i ravničarski pseudoglej. Kao matični supstrat prisutne su i romboidne naslage, pleistocenske karbonatne i nekarbonatne ilovače i gline u kojima prevladava pseudoglej ravničarski, euglej – epiglej, hipoglej, semiglej karbonatni i amfiglej. Aluvijalni nanosi su od i uz rijeku Kupu te ostale veće i manje vodotoke, a sadrže ilovinu, glinu, pijesak, pješčani mulj. Na različitim matičnim supstratima tijekom vremena, a utjecajem klime i čovjeka, razvilo se nekoliko grupa tala, a u njima cijeli niz podgrupa (Anonymus, 2016.).

#### **4.2. Hidrografske osobine**

Voda je jedan od tri najvažnija čimbenika za opstanak svakog živog bića. Ona ima znakovitu ulogu u svakom lovištu i/ili uzgajalištu divljači. Važna je za opstanak i rast vegetacije koja služi za prehranu i zaklon divljači. Područje na kojem je rađeno istraživanje ustanovljeno je najvećim dijelom na vodenim površinama privrednog ribnjaka slatkovodne ribe Pisarovina. Šira okolica obiluje pitkom vodom tijekom čitave godine i to u većem broju prirodnih vodotoka i umjetnih kanala. Rječica Velika čini na najvećem dijelu sjeverozapadu i zapadnu granicu lovišta – uzgajališta te se i sami ribnjaci Pisarovina opskrbljuju vodom iz navedene rječice. Prilikom većih oborina ili dotoka vode pojavljuje se kao povremeni pritok i Pisarovinski potok. Na sjevernoj granici u ribnjake utječe potok Ratkovec, dok na istoku utječe potok Skopljak. Isto tako važno je istaći i da se sami ribnjaci nalaze svega oko 800 metara sjeverno od rijeke Kupe, što otvara mogućnost opskrbe vodom uz pomoć crpki u slučaju izrazito nepovoljnih hidroloških prilika.



Iz svega navedenog možemo zaključiti da zbog velikih vodenih površina na području državnog lovišta – uzgajališta divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ sva divljač ima u izobilju vode za sve životne potrebe tijekom cijele godine. Manjak vode ne postoji ni u najsušnijem periodu, ali isto tako poremećaj u opskrbi vodom mogu jedino nastati u zimskom razdoblju, kada se rubne i neke manje površine ribnjaka i kanala zamrznu. Sveukupne hidrografske prilike mogu se ocijeniti kao vrlo povoljne za obitavanje i uzgoj pataka divljih i liske crne (Anonymus, 2016.).

### 4.3. Klimatske prilike

Klimom ili podnebljem podrazumijeva se skup vremenskim pojava koje su mnogogodišnjim motrenjem zapažene kao redovne i pravilne, pa se mogu uzeti karakterističnim za pojedino područje. Prema Thornthwait – ovoj klasifikaciji koja područja dijeli po veličini indeksa efektivnosti oborina, ovo područje se nalazi u zoni humidne klime. Prema Köppen – u ovo područje nosi oznaku C f w b x <sup>2</sup> klime odnosno toplo umjerene kišne klime s pojavom mraza i snijega u zimskom (hladnom) dijelu godine. Nije rijetka pojava da je zimski period isprekidan toplijim razdobljima, što uzrokuje topljenje snijega. Prema svjetskom atlasu klimatskih dijagrama klima ovoga područja pripada klimatskom tipu VI koji označuje temperaturu humidne zone s izraženim ili kratkotrajnim hladnim razdobljem. Ova je zona označena kao srednjoeuropska i neznatno je pod utjecajem submediteranske klime, što se očituje u ljetnim depresijama oborina. Prema Köppen – u ovo područje pripada u umjereno toplo klimatsku zonu, a u klasifikaciji prema kišnom faktoru u humidnu klimu.

Najtopliji mjesec u godini prema meteorološkoj postaji Karlovac je mjesec srpanj sa srednjom temperaturom od 21,3 °C, dok je mjesec siječanj najhladniji sa srednjom temperaturom od 0,4 °C. Srednja godišnja temperatura zraka u prikazanom razdoblju mjerenja iznosi 11,0 °C.

Tablica 2: Prosječna temperatura lovišta po mjesecima (Izvor: Anonymus, 2016.)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Godišnji prosjek
0,4	1,5	5,9	11,2	15,9	19,5	21,3	20,4	16,5	11,2	6,2	2,6	11,0

Prema podacima meteorološke postaje Karlovac pojava mraza zabilježena je u vremenu od mjeseca listopada pa čak sve do kraja mjeseca travnja, izuzetno i početka mjeseca svibnja.

Najveći broj dana s mrazom zabilježen je u mjesecu prosincu i mjesecu ožujku, ali i mjesecu veljači.

Tablica 3: Prosječan broj dana s mrazom u lovištu po mjesecima (Izvor: Anonymus, 2016.)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Godišnje
5,9	6,2	8,1	2,3	0,3	-	-	-	-	1,5	5,5	8,5	38,3

Prosječna godišnja količina oborina prema meteorološkoj postaji Karlovac iznosi 1.121 mm. Raspored oborina povoljan je za razvoj vegetacije i svih vrsta divljači koje prirodno obitavaju i uzgajaju se u lovištu – uzgajalištu divljači. Oborine zajedno s pojavom kasnih ili ranih mrazova mogu negativno utjecati na koćenje i leženje sitne divljači (Anonymus, 2016.).

Tablica 4: Prosječna količina oborina u mm za lovište po mjesecima (Izvor: Anonymus, 2016.)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Godišnji prosjek
101	73	68	84	96	108	99	77	88	104	119	104	1.121

#### 4.4. Biljne i druge zajednice

Rubove stajaćih vodenih površina, nasipe, dovodne odnosno odvodne kanale obrastaju zajednice biljaka močvarica i vodenjara. Neke od najčešćih vrsta su busenasti šaš (*Carex elata*), ljutak (*Cladium mariscus*), ježinac (*Sparganium neglectum*) i potočna pirevina (*Glyceria fluitans*). Obično u gustim visokim skupinama rastu trska (*Phragmites communis*), širokolisni i uskolisni rogoz (*Typha latifolia* i *Typha angustifolia*), obični obli (*Scirpus lacustris*), zatim žuta perunika (*Iris pseudacorus*), žaboun (*Alisma plantago-aquatica*), movarna preslica (*Equisetum palustre*), te vodoljub (*Butomus umbellatus*). U još dubljim slatkim vodama, dubine do nekoliko metara, rasprostranjene su zajednice vodenjara. Tu rastu biljke koje su ukorijenjene na dnu, a tijelo im je ili potpuno uronjeno u vodu ili na površini vode imaju plutajuće listove. Tom tipu vegetacije pripada bijeli lopoč (*Nymphaea alba*), žuti lokvanj (*Nuphar lutea*), orašac (*Trapa natans*), razne vrste mrijesnjava (*Potamogeton*), vošika (*Ceratophyllum demersum*), i pršljenasti krocanj (*Myriophyllum*

*verticillatum*). Na mjestima gdje je voda preduboka za ukorjenjivanje biljaka rastu zajednice plutajućih biljaka.

Na području lovišta – uzgajališta divljači dolazi i zajednica obične busike (*Deschampsietum caespitosae*).

Na pojedinim dijelovima lovišta – uzgajališta divljači pojavljuju se i nepotpune zajednice vrba, topola i crne johe. Navedeno je posljedica neodržavanja i prestanka proizvodnje na pojedinim ribnjačkim kasetama. Navedene vrste razvijene su u obliku grmlja, ali i drveća te pružaju odlična mjesta za skrivanje i gniježđenje pataka divljih i liske crne. U sloju drveća, koji je inače vrlo bujan, prevladava hrast lužnjak (*Quercus robur*), no znatan udio (mjestimično i do 40%) zauzimaju poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*), crna joha (*Alnus glutinosa*), nizinski brijest (*Ulmus carpinifolia*), vez (*Ulmus laevis*), crna topola (*Populus nigra*) i bijela topola (*Populus alba*) (Anonymus, 2016).

## 5. MATERIJALI I METODE

Za potrebe istraživanja prikupljeno je  $n = 11$  uzoraka divlje patke (*Anas platyrhynchos* L.), od čega  $n = 6$  mužjaka i  $n = 5$  ženki, tijekom mjeseca ožujka lovne godine 2022./2023. Uzorci su prikupljeni odstrjelom u lovištu - uzgajalištu divljači broj I/8 "Pisarovinski ribnjaci" na području Zagrebačke županije kojim gospodari "PP Orahovica". Za odstrel divljih pataka korišteni su bezolovna naboji "Rottweil" u kalibru 16/67.5 s čeličnom sačmom promjera zrna 3.0 mm težine 26 grama.



Slika 6: Naboji korišteni u istraživanju (Izvor: osobna fotografija)

Nakon odstrela pataka uzorci su smrznuti na  $-20^{\circ}\text{C}$  i nakon toga predani Hrvatskom veterinarskom institutu u Zagrebu na odjelu patologije gdje je sa svakog uzorka patke uzeto  $n = 6$  tkiva za analizu.

Tkiva uzeta za uzorkovanje su:

- batak i zabatak
- bubreg
- jetra
- masno tkivo
- mozak
- prsni mišić



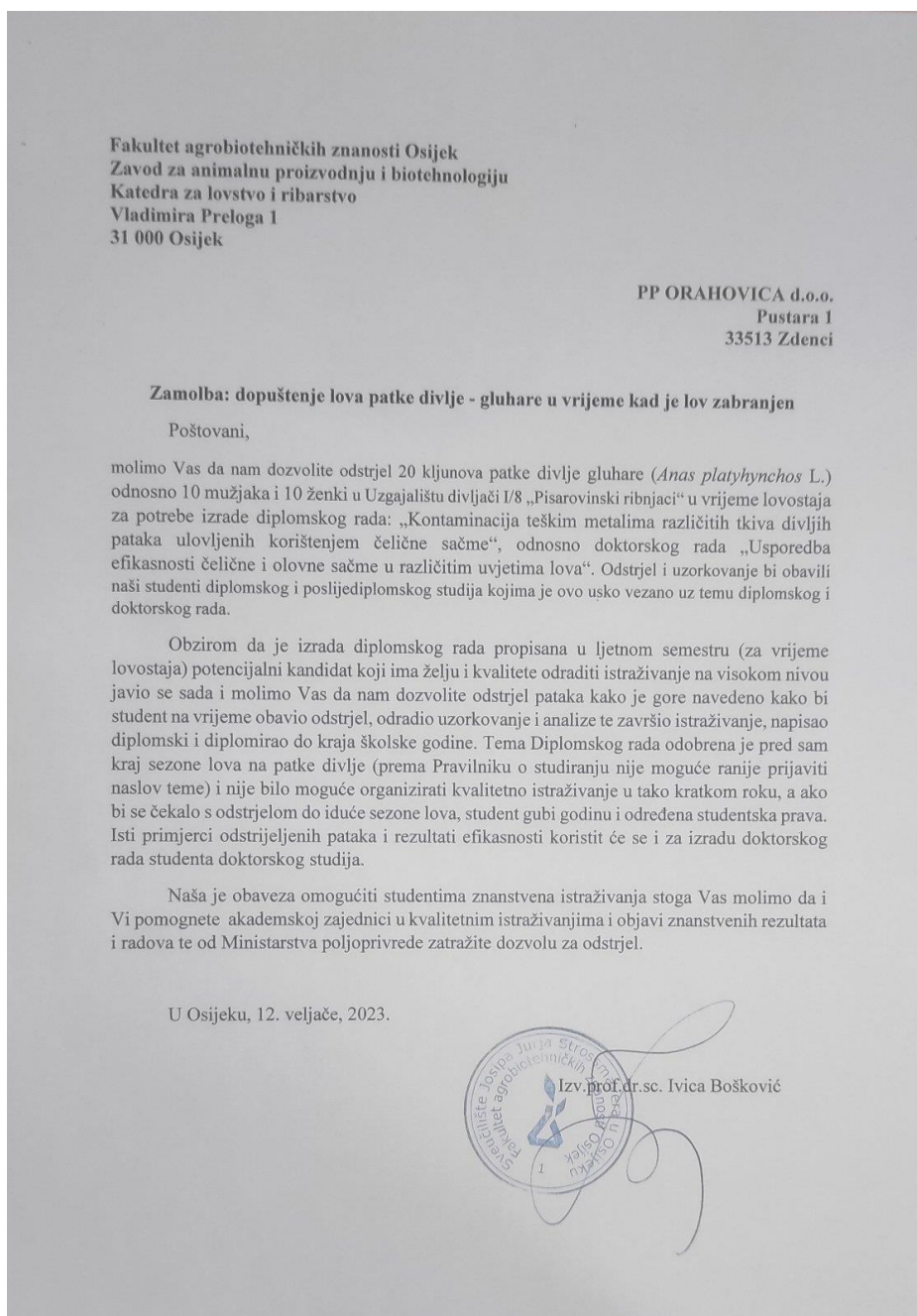
Slika 7: Pripremanje patke za uzorkovanje (Izvor: osobna fotografija)



Slika 8: Uzorak masnog tkiva (Izvor: osobna fotografija)

Sve patke odstrijeljene su u skladu sa Zakonom o lovstvu (Anonymus, 2018.) i lovnogospodarskom osnovom za državno lovište – uzgajalište divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ (Anonymus, 2016.).

Odstrel je izvršen u vrijeme lovostaja zbog potrebe odstrela pataka koje su stanarice, a sve u svrhu izbjegavanja potencijalno kontaminiranih patka iz drugih područja. U tu svrhu poslana je zamolba lovoovlašteniku za izvanredan lov pataka (Slika 10) nakon čega je poslana zamolba Ministarstvu poljoprivrede koje je istu i odobrilo (Slika 11).



Slika 9: Molba lovoovlašteniku za izvanredan odstrjel divljih pataka (Izvor: osobna fotografija)



## Obrazloženje

Ministarstvo poljoprivrede zaprimilo je, dana 23. veljače 2023. godine, zahtjev lovoovlaštenika Državnog lovišta – uzgajališta divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ za dopuštenje lova ptica – divljači vrste patka divlja – gluhara (*Anas platyrhynchos* L.), za potrebe istraživanja i obrazovanja, u Državnom lovištu – uzgajalištu divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ u vrijeme kad je lov zabranjen.

U podnesku je u bitnome navedeno da su od Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek zamoljeni da u Uzgajalištu divljači I/8 „Pisarovinski ribnjaci“ omoguće istraživanje i uzorkovanje određenog broja (10 mužjaka i 10 ženki) kljunova patke divlje gluhare (*Anas platyrhynchos* L.) u vrijeme lovistaja za potrebe izrade diplomskog rada: „Kontaminacija teškim metalima različitih tkiva divljih pataka ulovljenih korištenjem čelične sačme“. S obzirom na to da je izrada diplomskog rada propisana u ljetnom semestru (za vrijeme lovistaja) potencijalni kandidat koji ima želju i kvalitete odraditi istraživanje na visokom nivou javio se sada te lovoovlaštenik moli da se dopusti odstrjel pataka kako bi student na vrijeme obavio odstrjel, odradio uzorkovanje i analize te završio istraživanje, napisao diplomski i diplomirao do kraja školske godine. Tema Diplomskog rada odobrena je pred sam kraj sezone lova na patke divlje (prema Pravilniku u studiranju nije moguće ranije prijaviti naslov teme) i nije bilo moguće organizirati kvalitetno istraživanje u tako kratkom roku, a ako bi se čekalo s odstrjelom do iduće sezone lova, student gubi godinu i određena studentska prava. Lovoovlaštenik na kraju navodi da mu je želja omogućiti znanstvena istraživanja i pomoći akademskoj zajednici u kvalitetnim istraživanjima i objavi znanstvenih rezultata i radova.

S tim u svezi podnositelj moli dopuštenje za lova ptica – divljači vrste patka divlja – gluhara (*Anas platyrhynchos* L.), za potrebe istraživanja i obrazovanja, u Državnom lovištu – uzgajalištu divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ u vrijeme kad je lov zabranjen.

Člankom 46. stavkom 1. Zakona o lovstvu propisano je između ostaloga da je Program uzgoja divljači planski akt kojim se uređuje gospodarenje, uzgoj, zaštita, lov i korištenje divljači u uzgajalištima divljači. Program uzgoja divljači za Državno lovište – uzgajalište divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ odobren je Rješenjem ovog Ministarstva KLASA: UPI-323-03/16-02/304, URBROJ: 525-11/1029-16-6 od 22. rujna 2016. godine.

Nadalje, Zakon o lovstvu člankom 60. stavkom 1. propisuje da lova divljači obuhvaća između ostaloga i odstrjel divljači, a člankom 63. stavkom 1. točkom 4. Zakona o lovstvu, Ministarstvo je, kao tijelo ovlašteno za proglašenje postojanja traženih uvjeta i za odlučivanje o tome koja se sredstva, mjere ili metode smiju koristiti, u okviru kojih ograničenja i tko ih smije koristiti, ovlašteno rješenjem dopustiti, ako ne postoji drugo zadovoljavajuće rješenje, lov ptica navedenih u popisu divljači iz ovoga Zakona u vrijeme kad je lov zabranjen, između ostaloga i za potrebe istraživanja i obrazovanja.

Također, člankom 65. stavkom 1. Zakona o lovstvu propisano je da su lovoovlaštenici dužni u lovu omogućiti rad znanstvenoistraživačkih i znanstveno-nastavnih ustanova, predviđen posebnim programom tih ustanova.

Nadalje, člankom 67. stavkom 1. i 2. Zakona o lovstvu propisano je da divljač smije loviti lovac koji ima uza se važeću lovačku iskaznicu i prethodno izdano pisano dopuštenje lovoovlaštenika dok divljač smije odstrjeljivati lovac koji uz navedeno u stavku 1. ovoga članka ima uza se i važeći oružni list za držanje i nošenje oružja u svrhu lova.

2

Budući da je lovoovlaštenik od Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek zamoljen da u Uzgajalištu divljači I/8 „Pisarovinski ribnjaci“ omogući istraživanje i uzorkovanje određenog broja (10 mužjaka i 10 ženki) kljunova patke divlje gluhare (*Anas platyrhynchos* L.) u vrijeme lovistaja za potrebe izrade diplomskog rada: „Kontaminacija teškim metalima različitih tkiva divljih pataka ulovljenih korištenjem čelične sačme“ uz opravdanje razloga radi kojeg uzorkovanje nije provedeno u sezoni lova, a prihvatljivo je za potrebe istraživanja i obrazovanja dopustiti lov te vrste divljači i u vrijeme kad lov nije dopušten, valjalo je riješiti kao u izreci.

U skladu s odredbom članka 63. stavka 6. Zakona o lovstvu, Ministarstvo dostavlja primjerak rješenja iz stavka 1. točke 4. ovoga članka ministarstvu nadležnom za poslove zaštite prirode za potrebe izvješćivanja.

Upravna pristojba po tarifnom broju 2. stavak 1. Uredbe o tarifama upravnih pristojbi (Narodne novine br. 156/22) ne plaća se pred tijelima državne uprave.

### Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovoga Rješenja nije dopuštena žalba, već se može pokrenuti upravni spor, tužbom kod mjesno nadležnog upravnog suda, u roku 30 dana od dana dostave Rješenja.

MINISTARICA POLJOPRIVREDE



DOSTAVITI:  
1. PP ORAHOVICA d.o.o., Stjepana Mlakara 5, 33515 Orahovica  
2. Pismohrana

O tome obavijest:  
1. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, putem e-pošte  
2. MUP RH, Policijska uprava zagrebačka, Ulica Matice hrvatske 4, 10000 Zagreb  
3. MUP RH, PP Jastrebarsko, I. B. Mažuranić 1, 10450 Jastrebarsko  
4. Državni inspektorat, lova inspekcija, putem e-pošte

Ministarstvo poljoprivrede, Zagreb, Ulica Grada Vukovara 78, OIB: 76767369197, na temelju članka 63. stavka 1. točke 4. Zakona o lovstvu (Narodne novine br. 99/18, 32/19 i 32/20) i članka 96. stavka 1. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine br. 47/09 i 110/21), rješavajući povodom zahtjeva PP ORAHOVICA d.o.o. Orahovica, Pustara 1, 33513 Zdeni, OIB: 70427199569, lovoovlaštenika Državnog lovišta – uzgajališta divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ za dopuštenje lova ptica – divljači vrste patka divlja – gluhara (*Anas platyrhynchos* L.), za potrebe istraživanja i obrazovanja, u Državnom lovištu – uzgajalištu divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ u vrijeme kad je lov zabranjen, d o n o s i

### RJEŠENJE

1. Lovoovlašteniku Državnog lovišta – uzgajališta divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“, PP ORAHOVICA d.o.o. Orahovica, za potrebe istraživanja i obrazovanja, u skladu s Programom uzgoja divljači za Državno lovište – uzgajalište divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ odobrenog Rješenjem ovog Ministarstva KLASA: UPI-323-03/16-02/304, URBROJ: 525-11/1029-16-6 od 22. rujna 2016. godine, za vrstu divljači patka divlja – gluhara (*Anas platyrhynchos* L.) dopušta se lov do 20 kljunova i to do 10 muških i do 10 ženskih, u vrijeme kad je lov zabranjen i to isključivo čeličnom sačmom.

2. Rok za izvršenje radnje iz točke 1. izreke ovog Rješenja je do 31. ožujka 2023. godine.

3. Lovoovlaštenik Državnog lovišta – uzgajališta divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“, PP ORAHOVICA d.o.o. Orahovica, dužan je do 31. svibnja 2023. godine podnijeti ovom Ministarstvu i ministarstvu nadležnom za poslove zaštite prirode izvješće o izvršenju točke 1. izreke ovoga Rješenja kojim se navodi vrsta koja je predmet odstupanja, broj ulovljenih ptica, korištena sredstva, mjere i metode lova te geografska lokacija provedbe odstupanja.

4. Lovoovlaštenik Državnog lovišta – uzgajališta divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“, PP ORAHOVICA d.o.o. Orahovica, dužan je svesti razinu rizika prilikom provedbi radnji iz točke 1. izreke ovog Rješenja na najmanju moguću mjeru tako što je, putem e-pošte: [lovna.inspekcija@dirh.hr](mailto:lovna.inspekcija@dirh.hr), najmanje sedam dana ranije dužan o svakom planiranom lovu iz točke 1. izreke ovog Rješenja obavijestiti lovnu inspekciju Državnog inspektorata.

5. Dopuštenje iz točke 1. izreke ovog Rješenja počinje teći s danom primitka Rješenja putem e-pošte.

6. Kontrolu izvršenja ovog Rješenja provodi lova inspekcija Državnog inspektorata.

Konačno, člankom 11. Pravilnika o načinu uporabe lovačkog oružja i nabojima propisano je da je prilikom lova na pernatu divljač u mećvarnim staništima zabranjen odstrjel uporabom naboja s olovnom sačmom.

Vodeći se između ostaloga i dokumentom pod nazivom „Smjernice za izlovljavanje u skladu s Direktivom Vijeća 79/409/EEZ o očuvanju divljih ptica“, iz veljače 2008. godine, Ministarstvo poljoprivrede moralo je odlučiti o proglašenju postojanja traženih uvjeta i o tome koja se sredstva, mjere ili metode smiju koristiti, u okviru kojih ograničenja i tko ih smije koristiti. Predviđena mogućnost koja se odnosi na odstupanje navedeno u članku 63. stavku 1. točki 4. podliježe trima uvjetima. Prvo, mora se ograničiti odstupanje na slučajeve u kojima ne postoji zadovoljavajuće rješenje. Drugo, odstupanje se mora temeljiti na najmanje jednom od razloga koji su iscrpno navedeni u članku 63. stavku 1. točki 4. Zakona o lovstvu. Treće, odstupanje mora biti u skladu s točnim formalnim uvjetima utvrdnima u članku 63. stavku 2. Zakona o lovstvu, kojima je svrha ograničiti odstupanja na ono što je strogo potrebno.

Pojam „zadovoljavajuće“ može se tumačiti tako da znači rješenje za određeni problem s kojim se suočavaju nadležna tijela i kojim se istovremeno u najvećoj mogućoj mjeri poštuju zabrane utvrđene Zakonom. Program uzgoja divljači za Državno lovište – uzgajalište divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ koji propisuje gospodarenje istim državnim lovištima – uzgajalištima divljači, odobren je Rješenjem ovog Ministarstva KLASA: UPI-323-03/16-02/304, URBROJ: 525-11/1029-16-6 od 22. rujna 2016. godine. Tako je tim programom patka divlja – gluhara glavna vrsta sitne divljači u predmetnom lovištu s propisanim matičnim fondom od 900 kljunova te planiranim lovom svake lovne godine u količini od 900 kljunova. Za potrebe istraživanja i obrazovanja zatražen je odstrjel u količini od ukupno 20 kljunova odnosno samo 2,2% planiranog lova uz obrazloženje zašto nije bilo moguće realizirati odstrjel ranije te koje će posljedice imati odgoda. Kako lovistaj na vrstu divljači patka divlja – gluhara (*Anas platyrhynchos* L.) traje od 1. veljače do 31. kolovoza, prihvatljivo je za potrebe istraživanja i obrazovanja dopustiti lov te vrste divljači i u vrijeme kad lov nije dopušten, a budući da je lova godina vremenska jedinica propisana Zakonom o lovstvu od 1. travnja tekuće godine do 31. ožujka iduće godine, razuman rok za provedbu lova na ovu vrstu divljači jest do kraja važeće lovne godine odnosno do 31. ožujka 2023. godine.

Nadalje, strogo nadzirani uvjeti na selektivnoj osnovi osigurani su sustavom pojedinačnih dopuštenja za lov koja jamče visok stupanj odgovornosti kao i obvezom prijave svakog lova iz točke 1. izreke ovog Rješenja lovnj inspekciji Državnog inspektorata najmanje sedam dana ranije.

- U odnosu na odstupanja sljedeći formalni uvjeti su poštovani i određeni:
- vrste koje su predmet odstupanja – isključivo vrsta divljači patka divlja – gluhara (*Anas platyrhynchos* L.) i to u količini do 20 kljunova i to do 10 muških i do 10 ženskih
- sredstva, mjere ili metode koje su odobrene za hvatanje ili ubijanje – lov odgovarajućim lovačkim oružjem ali isključivo čeličnom sačmom
- uvjeti rizika i okolnosti s obzirom na vrijeme i mjesto pod kojima se takva odstupanja mogu odobriti – razdoblje odstupanja je do 31. ožujka 2023. godine, mjesto odstupanja je Državno lovište – uzgajalište divljači broj: I/8 – „PISAROVINSKI RIBNJACI“ sukladno Programu uzgoja divljači odobrenog Rješenjem ovog Ministarstva KLASA: UPI-323-03/16-02/304, URBROJ: 525-11/1029-16-6 od 22. rujna 2016. godine, a dopuštenja za lov divljači izdaju se samo za ovu vrstu divljači uz navođenje točnih podataka o vremenu odstupanja i uz obvezu prijave svakog lova iz točke 1. izreke ovog Rješenja lovnj inspekciji Državnog inspektorata najmanje sedam dana ranije
- tijelo ovlašteno za proglašenje postojanja traženih uvjeta i za odlučivanje o tome koja se sredstva, mjere ili metode smiju koristiti, u okviru kojih ograničenja i tko ih smije koristiti – propisano je člankom 63. Zakona o lovstvu
- kontrole koje će se provesti – kontrola provodi lova inspekcija Državnog inspektorata.

3

Slika 10: Odobrenje Ministarstva poljoprivrede za izvanredan odstrjel pataka (Izvor: osobna fotografija)



Odstrjel pataka izvršen je različitim tehnikama pojedinačnog lova i večernjim preletom temeljem Pravilnika o uvjetima i načinu lova, nošenju lovačkog oružja, obrascu i načinu izdavanja lovačke iskaznice, dopuštenja za lov i evidenciji o obavljenom lovu (Anonymus, 2010.). Sve odstrijeljene jedinke su adultne dobi. Odstrijeljeno je 6 muških i 5 ženskih jedinki što je vidljivo na Slici 11. i Slici 12.

Obrazac PPD

Lovište (površina zemljišta): 1/8 PISAZOVINSKI ZIBH/021

Ovlaštenik prava lova: FP OZAHOVICA

Lovna godina: 2022/23 Serija: D

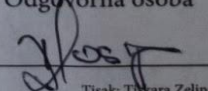
### POTVRDA O PODRIJETLU DIVLJAČI I NJEZINIH DIJELOVA 582797

Na temelju članka 75. stavka 3. Zakona o lovstvu (»Narodne novine«, br. 99/18) ovim se potvrđuje da je DOMINIK STEVEC iz ZAGREBA ulica SV. ROK br. 20, stekao/la ODLUKOM dana 22.3.2023 (na koji način)

sljedeću vrstu divljači:

R.br.	VRSTA DIVLJAČI	KOLIČINA (kom./kg.)	BROJ DOPUŠTENJA	BROJ ZAPISNIKA	BROJ MARKICE
1.	D. PATKA	6/3	945238	505828	/
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

Napomena (potpis osobe ovlaštene za prvi pregled odstrijeljene divljači i dr.):  
U PISAZOVINI dana 22.3.2023

Odgovorna osoba  


POLJOPRIVREDNO PODUZEĆE  
 ORAHOVICA d.o.o. 16

Tisak: Tiskara Zelina d.d.

Izdaje: Hrvatski lovački savez

Slika 11: Potvrda o podrijetlu divljači stečene 22. ožujka 2023. (Izvor: osobna fotografija)

Obrazac PPD

Lovište (površina zemljišta): 48 PISAZOVIHSKI ŽIBNJAČI

Ovlaštenik prava lova: TT ORANOVIČA

Lovna godina: 2022/23 Serija: D

### POTVRDA O PODRIJETLU DIVLJAČI I NJEZINIH DIJELOVA 582798

Na temelju članka 75. stavka 3. Zakona o lovstvu (»Narodne novine«, br. 99/18) ovim se potvrđuje da je DOMINIK STEVEC iz ZAGREBA ulica SU. ROŠE br. 20, stekao/la OLUKOM dana 31.3.2023 (na koji način)

sljedeću vrstu divljači:

R.br.	VRSTA DIVLJAČI	KOLIČINA (kom./kg.)	BROJ DOPUŠTENJA	BROJ ZAPISNIKA	BROJ MARKICE
1.	<u>D. FATKA</u>	<u>5/2,5</u>	<u>945938</u>	<u>505829</u>	<u>/</u>
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

Napomena (potpis osobe ovlaštene za prvi pregled odstrijeljene divljači i dr.):  
U PISAZOVIĆI dana 31.3.2023 Odgovorna osoba

POLJOPRIVREDNO PODUZETJE  
ORANOVIČA d.o.o.

Izdaje: Hrvatski lovački savez Tisak: tiskara Zelina d.d.

Slika 12: Potvrda o podrijetlu divljači stečene 31. ožujka 2023. (Izvor: osobna fotografija)

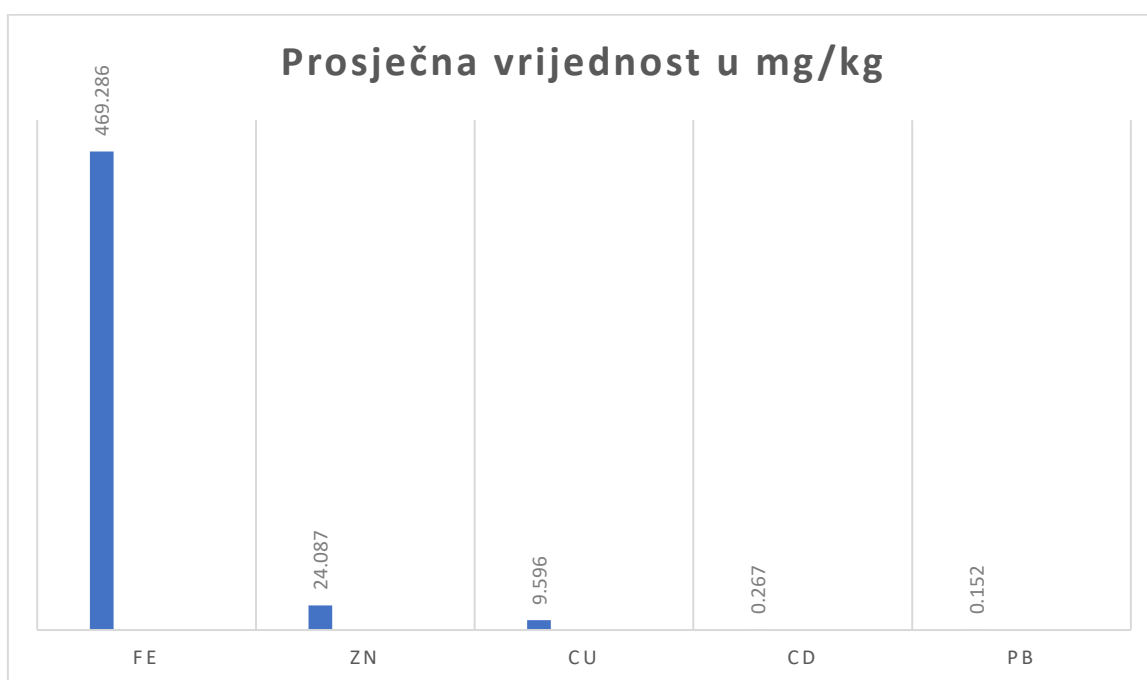
Za potrebe ovog rada obrađena je analiza nekoliko metala i teških metala u tkivima, a to su redom željezo (Fe), bakar (Cu), cink (Zn), olovo (Pb) i kadmij (Cd). Kako bi se dobila koncentracija uzorkovanih tkiva koristila se metoda spektrometrijske mase s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS). To je struja visoko ioniziranog argona koji prolazi kroz magnetno polje zavojnice. Ona prilikom prolaska kroz frekventno magnetno polje ionizira argon, koji je inertni plin i formira se plazma. Plazma razvija temperature od 8000 – 10000 K što joj omogućuje determinaciju oko 75 elemenata iz periodnog sustava. Istraživani metali

odrediti će se kvantificiranjem iz uzoraka pripremljenih mokrim spaljivanjem (wet weight) pomoću uređaja za mikrovalnu razgradnju (mikrovalna pećnica, Anton-Paar Multiwave 3000). Toplinska energija (8000 – 10000 K) atomizira i ionizira uzorak. Ioni, zajedno s argonom, ulaze u maseni spektrometar preko sučelja koje razdvaja ICP, radeći pri atmosferskom tlaku (oko 760 Torra), od masenog spektrometra koji radi na približno  $10^{-5}$  tora. Maseni spektrometar omogućuje detekciju iona na svakom omjeru mase i naboja u brzom slijedu, omogućujući određivanje pojedinačnih izotopa elementa. Nakon ulaska u maseni spektrometar, ioni prolaze kroz ionsku optiku, zatim kvadrupol prije nego što budu detektirani na detektoru. Ionska optika fokusira snop iona pomoću električnog polja.

## 6. REZULTATI

Tjelesna masa uzorkovanih ptica je bila prosjeku oko 1.5 kg kod mužjaka dok su ženke bile nešto lakše, u prosjeku oko 1,2 kg. Navedene mase ukazuju na dobru kondiciju pataka uzetih za uzorkovanje.

Koncentracija svih metala uzorkovanih tkiva pataka se statistički ne razlikuju s obzirom na spol jedinki. Kako bi se vidjela razlika količine metala koja se nalazi u tijelu patke izračunate su srednje vrijednosti svakog metala u svim tkivima kod svih 11 uzoraka pataka i prikazana u mg/kg, nakon čega možemo koncentraciju metala poredati po veličini sljedećim redoslijedom: Fe > Zn > Cu > Cd > Pb



Grafikon 1: Prosječna vrijednost teških metala izražena u mg/kg

Granica detekcije (LoD) je najniža koncentracija koja se može izmjeriti (detektirati) sa statističkom značajnošću pomoću određene analitičke metode dok LoQ označava najnižu koncentraciju pri kojoj se analit pouzdano detektira.

U Tablici 5. su prikazane vrijednosti LoD i LoQ za uzorkovane metale.

Tablica 5: Prikaz LoD (Limit of detection) i LoQ (Limit of Quantitation) vrijednosti analiziranih metala.

Metal	LoD	LoQ
Fe	<b>0.002 mg/kg</b>	<b>0.006 mg/kg</b>
Zn	<b>0.006 mg/kg</b>	<b>0.017 mg/kg</b>
Cu	<b>0.003 mg/kg</b>	<b>0.010 mg/kg</b>
Cd	<b>0.003 mg/kg</b>	<b>0.010 mg/kg</b>
Pb	<b>0.003 mg/kg</b>	<b>0.010 mg/kg</b>

Prema pravilniku o toksinima, metalima, metaloidima te drugim štetnim tvarima, vrijednosti koje se mogu nalaziti u hrani (Anonymus, 2005.) prema članku 7. spomenutog pravilnika za ovaj rad bitne metale su prikazane su u tablicama u razradi svakog metala zasebno.

Također, u tablicama metala, kod kojih je to moguće, crvenom bojom označena je nedozvoljena koncentracija za ljudsku upotrebu uzimajući u obzir spomenuti pravilnik.

## 6.1. Željezo

Kao što je vidljivo iz Grafikona broj 1, od pet obrađenih teških metala najviša koncentracija se očituje u razini željeza u tkivima svih uzorkovanih pataka s najvišom zabilježenom koncentracijom od 5694.63 mg/kg u jetri uzorka broj 1 kao što je prikazano u Tablici 6. Budući da je jetra primarni organ za resorpciju crvenih krvnih zrnaca i recikliranje Fe, najveća koncentracija Fe opažena je upravo u tom organu ptica. Iako su funkcije bubrega i jetre usko povezane i oba organa su mjesta detoksikacije metala kod ptica (Khwankitritikul i sur., 2024), razina željeza u bubrezima je daleko niža od onih u jetri što je ujedno i vidljivo u Tablici 6.

Tablica 6: Koncentracija željeza u tkivima uzorkovanih pataka prikazanih u mg/kg

Fe	Prsni mišić	Batak i zabatak	Jetra	Bubreg	Mozak	Masno tkivo
Uzorak 1	74.44	80.90	5694.63	149.79	41.30	31.33
Uzorak 2	73.20	40.97	2230.30	288.71	54.29	31.97
Uzorak 3	68.03	39.41	1144.36	140.65	26.49	46.85
Uzorak 4	57.49	40.85	1104.29	197.58	22.90	21.01
Uzorak 5	56.66	27.33	3785.59	139.77	52.98	51.86
Uzorak 6	63.68	41.55	4026.29	134.93	81.40	18.44
Uzorak 7	49.77	36.50	1550.91	106.69	51.04	39.33
Uzorak 8	57.74	33.95	461.00	75.19	38.22	19.22
Uzorak 9	41.40	55.31	2632.11	180.36	19.40	24.78
Uzorak 10	73.50	47.87	2556.60	145.81	18.05	19.31
Uzorak 11	47.73	35.07	2256.21	85.25	22.40	9.86

## 6.2. Cink

Najviša koncentracija cinka zabilježena je u jetri uzorka br. 5, a iznosi 109.11 mg/kg. Ostale vrijednosti za koncentraciju cinka u tkivima su prikazane u Tablici 7.

Tablica 7: Koncentracija cinka u tkivima uzorkovanih pataka prikazanih u mg/kg

<b>Zn</b>	Prsni mišić	Batak i zabatak	Jetra	Bubreg	Mozak	Masno tkivo
Uzorak 1	8.21	37.48	36.45	29.03	11.99	11.70
Uzorak 2	8.00	18.77	27.84	21.00	11.91	8.78
Uzorak 3	11.52	24.54	29.60	22.74	11.83	11.61
Uzorak 4	9.45	31.29	70.64	28.65	11.59	10.58
Uzorak 5	11.35	30.86	109.11	23.58	21.55	14.26
Uzorak 6	11.84	35.02	50.31	30.13	11.37	6.73
Uzorak 7	8.34	32.35	59.61	26.84	11.52	24.10
Uzorak 8	10.39	36.35	33.86	26.37	11.60	10.04
Uzorak 9	11.20	50.83	39.10	23.60	12.03	7.15
Uzorak 10	16.20	33.60	42.64	26.98	12.72	4.34
Uzorak 11	8.51	52.23	51.24	29.17	12.95	2.51

### 6.3. Bakar

Najviša koncentracija bakra pronađena je u jetri uzorka br. 5, a iznosi 132.94 mg/kg. Iako je koncentracija bakra u jetri spomenutog uzorka veća od koncentracije cinka u jetri istog uzorka, u ostalim tkivima i uzorcima su vrijednosti bakra ipak manje od vrijednosti cinka. Ostale vrijednosti su vidljive u Tablici 8.

Tablica 8: Koncentracija bakra u tkivima uzorkovanih pataka prikazanih u mg/kg

<b>Cu</b>	Prsni mišić	Batak i zabatak	Jetra	Bubreg	Mozak	Masno tkivo
Uzorak 1	4.02	2.11	66.23	9.07	3.19	0.58
Uzorak 2	3.42	1.26	24.02	6.72	5.24	0.59
Uzorak 3	6.02	1.94	8.14	5.71	5.49	1.04
Uzorak 4	4.90	2.03	27.33	8.84	3.33	0.74
Uzorak 5	5.75	1.89	132.94	7.63	3.96	1.17
Uzorak 6	6.29	2.90	50.39	7.94	2.93	0.36
Uzorak 7	3.21	2.80	39.08	8.50	7.25	0.85
Uzorak 8	6.19	2.87	20.41	5.62	2.90	0.60
Uzorak 9	2.84	2.94	19.22	5.52	3.33	0.40
Uzorak 10	6.72	1.76	21.17	6.48	3.19	0.43
Uzorak 11	4.38	2.30	13.04	8.56	4.43	0.19



## 6.4. Kadmij

Za razliku od željeza, cinka i bakra, kadmij spada u kategoriju teških metala koji mogu dovesti do ozbiljnih problema u funkciji organizma ako se u istome nalaze iznad dozvoljene količine. Kadmiju se najviša koncentracije očituje u bubregu uzorka br. 10, a iznosi 2.559 mg/kg dok su ostale vrijednosti prikazane u Tablici 9. Crvenom bojom su označene vrijednosti određenih tkiva koje sadrže preveliku koncentraciju kadmija i kao takvi nisu dozvoljene za ljudsku upotrebu, dok su podebljane vrijednosti koje su na rubnoj granici.

Tablica 9: Koncentracija kadmija u tkivima uzorkovanih pataka prikazanih u mg/kg

Cd	Prsni mišić	Batak i zabatak	Jetra	Bubreg	Mozak	Masno tkivo
Uzorak 1	0.001	0.002	0.232	<b>0.992</b>	0.001	0.004
Uzorak 2	0.002	0.004	0.172	<b>0.905</b>	0.001	0.003
Uzorak 3	0.003	0.003	0.250	<b>0.900</b>	0.001	0.006
Uzorak 4	0.001	0.002	0.309	0.795	0.001	0.002
Uzorak 5	0.001	0.002	0.391	0.563	0.001	0.004
Uzorak 6	0.005	0.004	0.170	2.307	0.001	0.003
Uzorak 7	0.003	0.003	0.404	1.251	0.001	0.008
Uzorak 8	0.002	0.002	0.253	<b>0.984</b>	0.001	0.003
Uzorak 9	0.004	0.006	<b>0.467</b>	2.266	0.002	0.004
Uzorak 10	0.006	0.008	0.442	2.559	0.002	0.004
Uzorak 11	0.002	0.004	0.404	0.459	0.001	0.001

Zbog njegove toksičnosti bitno je usporediti vrijednosti u tkivima pataka koje smo uzorkovali sa spomenutim zakonom o kontaminatima u hrani. U Tablici 10. stoje dopuštene količine kadmija u hrani iz kojih je vidljivo da je nekoliko uzoraka iznad granice dozvoljene za ljudsku uporabu.

Tablica 10: Dozvoljene količine kadmija u hrani u skladu sa Zakonom o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani (Izvor: Anonymus, 2005).

meso goveda, ovaca, svinja i peradi, osim iznutrica	0.050 mg/kg
jetra goveda, ovaca, svinja, peradi i konja	0.50 mg/kg
bubreg goveda, ovaca, svinja, peradi i konja	1 mg/kg

## 6.5. Olovo

Kao posljednji uzorkovani metal obrađeno je olovo. Kod određenih uzorkovanih pataka pronađena je povećana koncentracija olova koja je nedozvoljena za ljudsku upotrebu, a te vrijednosti su u tablici označene crvenom bojom, dok su vrijednosti na gornjoj granici podebljane. Najviša zabilježena iznosi 1.568 mg/kg u jetri uzorka br. 10. Ostale vrijednosti se nalaze u Tablici 11, s naglaskom na nedostatak koncentracije olova u mozgu Uzorka 5 zbog pogreške prilikom analize.

Tablica 11: Koncentracija olova u tkivima uzorkovanih pataka prikazanih u mg/kg

<b>Pb</b>	Prsni mišić	Batak i zabatak	Jetra	Bubreg	Mozak	Masno tkivo
Uzorak 1	0.009	0.012	0.887	0.329	0.082	0.022
Uzorak 2	0.513	0.016	0.304	0.347	0.061	0.015
Uzorak 3	0.003	0.004	0.024	0.042	0.006	0.011
Uzorak 4	0.005	0.006	0.039	0.170	0.008	0.007
Uzorak 5	0.006	0.049	0.235	0.298	/	1.531
Uzorak 6	0.002	0.002	0.061	0.040	0.015	0.008
Uzorak 7	0.003	0.004	0.105	0.144	0.050	0.022
Uzorak 8	0.002	0.002	0.023	0.065	0.018	0.007
Uzorak 9	0.009	0.010	1.155	<b>0.449</b>	0.100	0.021
Uzorak 10	0.008	0.024	1.568	0.519	0.075	0.016
Uzorak 11	0.005	0.007	0.128	0.159	0.033	0.006

Uz kadmij, jedan od poznatih teških metala je i olovo. Za olovo je poznato da čak i manja količina u organizmu izaziva toksičnost, stoga je u Tablici 12 vidljiva dozvoljena količina olova u pojedinim segmentima hrane po ranije spomenutom zakonu.

Tablica 12: Dozvoljene količine olova u hrani u skladu sa Zakonom o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani (Izvor: Anonymus, 2005)

meso goveda, ovaca, svinja i peradi, osim iznutrica	0.10 mg/kg
iznutrice goveda, ovaca, svinja i peradi	0.50 mg/kg

## 7. RASPRAVA

Uzevši u obzir vrijednosti iz tablica opisanih u prethodnom poglavlju vidimo da se za željezo ne spominje vrijednosti dozvoljene za unos u ljudski organizam po spomenutom Pravilniku o toksinima, metalima, metaloidima te drugim štetnim tvarima, vrijednosti koje se mogu nalaziti u hrani jer kao takve ne postoji s obzirom da se željezo uzima kao suplement i dodatak prehrani. Iako je željezo generalno koristan metal u tijelima, prevelika, kao i premala količina može dovesti do disfunkcije organizma i izazvati ozbiljne probleme kod životinja i ljudi. Neka istraživanja pokazuju kako je najviša dozvoljena količina unosa željeza u ljudski organizam između 45 i 60 mg dnevno (Kannall, 2024.).

Cink je također, kao i željezo, metal koji se unosi u tijelo kao suplement i dodatak prehrani, a previsoka ili preniska koncentracija dovodi do disfunkcije organizma i težih posljedica. Upravo iz tog razloga ne postoji zakon kojim se propisuje najveća dopuštena količina unošenja u organizam. Prema NIH (National Institutes of Health) najveća dopuštena količina cinka koja se smije unijeti u tijelo je 40 mg dnevno (Anonymus c).

Bakar se, zajedno sa željezom i cinkom uzima kao dodatak hrani. Iz tog razloga ne postoje granične vrijednosti koje propisuje zakon. On je kofaktor enzima uključenih u redoks reakcije stanice odnosno, bakar je dio citokrom C oksidaze – multiproteinskog kompleksa koji igra ključnu ulogu u proizvodnji energije u eukariotskim stanicama (Petukhov 2016). Iako bakar koristi u stvaranju energije, koja je jedinkama koje migriraju i više nego potrebna, treba imati na umu da se prekomjerno taloženje istoga smatra opasnim i dovodi do određenih disfunkcija u organizmu.

Određena granica unosa bakra kroz ljudsku prehranu zakonom nije propisana, ali referirajući se na NIH (National Institutes of Health) najveća dopuštena količina bakra koja se smije unijeti u tijelo je 10 mg dnevno (Anonymus d).

Kada je riječ o kadmiju, povećane vrijednosti nalazimo isključivo u bubrezima (Bojar, H. i I., 2008). Razlog povećane koncentracije kadmija isključivo u bubrezima je neposredna blizina nekoliko prometnica. Ribnjaci su smješteni nedaleko od autoputa A1, a same ribnjake na dva dijela presijeca D36. Za kadmij je poznato da se nalazi u derivatima ulja i automobilskim gumama, te se kao takav uslijed trošenja istih nakuplja u biljkama koje su primarna hrana divljoj patki (Florijančić i sur., 2009).

Iako je koncentracija 4 uzoraka preko granice za ljudsku upotrebu, a još 4 su na gornjoj granici, usporedno s koncentracijama kadmija u bubrezima pataka odstrijeljenih u Poljskoj

(Binkowski i Sawicka-Kapusta, 2014) su dosta niska. Sa središnjom vrijednošću od 0.72 mg/kg u jetri i 6.63 mg/kg u bubregu kod uzorkovanih pataka s područja regije Zator imamo veliko odstupanje od uzorkovanih pataka iz ovog rada (Binkowski i Sawicka-Kapusta, 2014). Drugo istraživanje pokazuje središnju koncentraciju kadmija u jetri od 3.448 mg/kg i središnju koncentraciju kadmija u bubrezima od 8.425 mg/kg (Binkowski i sur., 2013). Središnja vrijednost koncentracije kadmija u jetri pataka u ovom radu je 0.317 mg/kg, dok mu središnja vrijednost u bubrezima iznosi 1.271 mg/kg.

Kako je vidljivo iz tablica, koncentracija olova u tkivima određenih pataka je viša od propisane pravilnikom. Iako smo opisali način hranjenja divlje patke, uz ovakve koncentracije u pojedinim uzorcima ne treba izostaviti mogućnost unošenja olova kroz probavni trakt.

Usporedno s istraživanjem iz Austrije, bez obzira na određena tkiva koja sadrže veću koncentraciju olova od dopuštene, prosječna vrijednost olova u ovom radu od 0,152 mg/kg odgovara ranijem istraživanju razina olova u divljim patkama iz Austrije u kojem je izvještena prosječna vrijednost od 0,177 mg/kg (Plesl i sur., 2016).

Uspoređujući s rezultatima iz Poljske regije Lublin za očekivati je taloženje veće koncentracije olova u jetri i bubrezima (Bojar, H. i I., 2008). U usporedbi rezultata olova iz ovog rada s radom iz regija Siedice i Leszno vidljivo je da je količina olova u jetri uzoraka iz ovog rada viša od uzoraka iz Poljske. Srednja koncentracija uzoraka olova u jetri uzorkovanih u Poljskoj iznosi 0.146 mg/kg (Bombik i sur., 2023) dok središnja vrijednost olova u jetri ovoga radu iznosi 0.411 mg/kg.

S obzirom da je odstrel u Poljskoj vršen olovnom sačmom, zanimljivo je usporediti količinu olova u mišićnim tkivima koja stradavaju i kontaminiraju se prilikom odstrela. Središnja vrijednost olova u prsnim mišićima u Poljskim uzorcima je 0.090 mg/kg, dok je u mišićima batka i zabatka središnja vrijednost 0.134 mg/kg. Usporedno s time, središnja vrijednost olova u uzorkovanim prsnih mišićima pataka ovog rada iznosi 0.051 mg/kg dok središnja vrijednost olova u uzorkovanim mišićima batka i zabatka iznosi 0.012. mg/kg (Bombik i sur., 2023). Upravo su ovo rezultati koji su željeli biti izbjegnuti što je ujedno i jedan od razloga odstrela pataka bezolovnom municijom.

## 8. ZAKLJUČAK

U rezultatima istraživanja vidljivo je da divlja patka može poslužiti kao fantastičan bioindikator stanja onečišćenost okoliša odnosno kako se u tkivima koje konzumiramo može očitovati kvaliteta zraka i okoliša u kojoj boravimo. Obzirom da su patke koje su analizirane u istraživanju naše stanarice i gnjezdarice, možemo zaključiti da je koncentracija određenih metala u prirodi visoka. Kako je divlja patka vrsta koja se većinom hrani na poljoprivrednim površinama oko ribnjaka na kojima obitava možemo zaključiti da su industrija, poljoprivreda i intenzivno korištenje fosilnih goriva uvelike zagadili područje obitavanja analiziranih jedinki. Zbog korištenja mesa odstrijeljenih divljih pataka u prehrani ljudi razine teških metala u tkivima unutrašnjih organa (jetra i bubrezi) su zabrinjavajuće. Količine željeza, cinka i bakra koje se u ljudskoj prehrani koriste kao suplementi su u vrlo velikim koncentracijama, ali oni nisu opasni po ljudsko zdravlje. No količine kadmija i olova su kod određenih jedinki u tkivima jetre i bubrega u nedozvoljenim koncentracijama i njih ne bi trebalo koristiti u prehrani ljudi. Ako se usporede vrijednosti uzorkovanih tkiva kontaminiranih kadmijem (Tablica 9) i dozvoljene količine kadmija u hrani (Tablica 10) može se zaključiti kako je koncentracija kadmija u bubrezima uzoraka 1, 2, 3 i 8 na gornjoj granici, dok su uzorci 6, 7, 9 i 10 kontaminirani i neupotrebljivi za ljudsku konzumaciju. Kada govorimo o koncentraciji olova u uzorcima, usporedbom Tablice 11 i Tablice 12 možemo zaključiti da je koncentracija olova u jetri uzoraka 1, 9 i 10, prsnih mišića u uzorku 2 i masnog tkiva u uzorku 5 viša od dozvoljene za ljudsku upotrebu. Uspoređivanjem dobivenih rezultata s rezultatima drugih istraživanja može se zaključiti da je korištenje bezolovne sačme imalo ulogu u smanjenju koncentraciji olova u uzorkovanim tkivima prsa i bataka s nadbaticima što nam ukazuje na vrlo brzo razlaganje olova u mišićnom tkivu i povećavanje njegove koncentracije u tkivu, a posljedično tome i u ljudskom organizmu. Generalno gledajući, rezultatima istraživanja dokazano je da divlja patka može biti dobar bioindikator onečišćenja tla i okoliša oko ribnjaka i značajno ukazivati na promjene koje se događaju oko nas.

## 9. LITERATURA

1. Afrab, T., Rehman Hakeem, K. (2021): *Frontiers in Plant-Soil Interaction: Molecular Insights into Plant Adaptation*
2. Aloupi, M., Karagianni, A., Kazantzidis, S. et al. (2017): Heavy Metals in Liver and Brain of Waterfowl from the Evros Delta, Greece. *Arch Environ Contam Toxicol* 72, 215–234
3. Anonymus (2005): Pravilnik o toksinima, metalima, metaloidima, te drugim štetnim tvarima koje se mogu nalaziti u hrani (“Narodne novine” 16/2005) [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_02\\_16\\_283.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_02_16_283.html)
4. Anonymus (2010): Pravilnik o uvjetima i načinu lova, nošenju lovačkog oružja, obrascu i načinu izdavanja lovačke iskaznice, dopuštenju za lov i evidenciji o obavljenom lovu, Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva (“Narodne novine” 70/2010) [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_06\\_70\\_2132.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_06_70_2132.html)
5. Anonymus (2016): Program uzgoja divljači za državno lovište - uzgajalište divljači broj: I/8 - “Pisarovinski ribnjaci” za razdoblje od 1.4.2016. Do 31.3.2026.
6. Anonymus (2018): Zakon o lovstvu (“Narodne novine” 99/2018), ([https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_11\\_99\\_1913.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_11_99_1913.html)).
7. Anonymus (2019a.): Pravilnik o lovostaju (“Narodne novine” 94/2019), [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_10\\_94\\_1848.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_10_94_1848.html)
8. Anonymus (2019b): Pravilnik o načinu uporabe lovačkog oružja i naboja (“Narodne novine” 37/2019), [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_04\\_37\\_779.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_04_37_779.html)
9. Anonymus a: ECHA – European chemical agency, <https://echa.europa.eu/hot-topics/lead-in-shot-bullets-and-fishing-weights>
10. Anonymus b: International zinc association (<https://www.zinc.org/natural/#:~:text=The%20dissolved%20zinc%20may%20precipitate,future%20weathering%20and%20erosion%20processes>)
11. Anonymus c: Zinc (<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-HealthProfessional/>)
12. Anonymus d: Copper (<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Copper-HealthProfessional/#h3>)

13. Atkinson, P.W., Clark, J.A., Delany, S., Diagona, C.H., du Feu, C., Fiedler, W., Fransson, T., Gauthier-Clerc, M., Grantham, M.J., Gschweng, M., Hagemeyer, W., Helmink, T., Johnson, A., Khomenko, S., Martakis, G., Overdijk, O., Robinson, R.A., Solokha, A., Spina, F., Sylla, S.I., Veen, J. & Visser, D. (2006): Urgent preliminary assessment of ornithological data relevant to the spread of Avian Influenza in Europe. 134 - 144 (<https://www.wetlands.org/publication/urgent-preliminary-assessment-of-ornithological-data-relevant-to-the-spread-of-avian-influenza-in-europe-phase-1-2/>)
14. Bombik, E., Bombik, A., Pietrzekiewicz, K. (2023) Content of Lead and Cadmium in the Tissues and Organs of the Wild Mallard Duck (*Anas platyrhynchos* L.) Depending on the Region of Poland Where It Is Harvested - by
15. Binkowski, Ł., Sawicka-Kapusta, K. (2014) Cadmium concentrations and their implications in Mallard and Coot from fish pond areas
16. Binkowski, Ł., Stawarz, R., Zakrzewski, M. (2013) Concentrations of cadmium, copper and zinc in tissues of mallard and coot from southern Poland, *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 48:5, 410-415
17. BirdLife International (2024) Species factsheet: *Anas platyrhynchos*. Downloaded from <https://datazone.birdlife.org/species/factsheet/mallard-anas-platyrhynchos>
18. Bojar, H. i Bojar, I (2008): Assessment Of The Lead And Cadmium Contamination Levels In The Lublin Region Wetlands Using Mallards (*Anas Platyrhynchos*) As A Contamination Vector, 139 - 147
19. Cramp, S., Simmons, K. E. L. (1977): *The birds of Western Palearctic*. Vol 1. Oxford University Press
20. Durantel, P. (2007): *Enciklopedija lovstva*. Zagreb, 498 – 530
21. Kannall E. (2024.): How much is too much iron supplement? (<https://www.livestrong.com/article/396590-how-much-is-too-much-iron-supplement/>)
22. Florijančić, T., Opačak, A., Bošković, I., Jelkić, D., Ozimec, S., Bogdanović, T., Listeš, I., Škrivanko, M., Puškadija, Z. (2009): Heavy metal concentrations in the liver of two wild duck species: influence of species and gender, *Italian Journal of Animal Science*, 8:sup3, 222-224, DOI: 10.4081/ijas.2009.s3.222
23. Janicki, Z., Konjević, D., Severin, K., Slavica, A. (2007): *Zoologija divljači*. Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači. Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet, 182 - 186

24. Khwankitrittikul P, Poapolathep A, Poapolathep S, Prasanwong C, Kulprasertsri S, Khidkhan K. (2024.) Species Differences and Tissue Distribution of Heavy Metal Residues in Wild Birds. *Animals*, Basel
25. Petukhov, L.V., Anatolievna, A. I., Sergeevna, K. E., Alexandrovich, K.M., Igorevna, S.O., Sergeevna, K.O., Valerievna, K.T., Vladimirovna O.L. (2016): Effect of Copper On Biological and Productive Parameters of Laying Hens. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 1093 – 1098
26. Plessl, C., Jandrisits, P., Krachler, R., Keppler, B., Jirsa, F. (2016): Heavy metals in the mallard *Anas platyrhynchos* from eastern Austria (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27964989/>)
27. Radović, D., Kralj, J., Tutiš, V., Ćiković, D. (2003): Crvena knjiga ugroženih ptica Hrvatske. Zagreb, 164
28. Sertić, D. (2008): Lovljenje divljači i lovačka etika. Veleučilište u Karlovcu. Karlovac.
29. Shabbir, Z., Sardar, A., Shabbir, A., Abbas, G., Shamshad, S., Khalid, S., Ghulam Murtaza, N., Dumat, C., Shahid, M. (2020): Copper uptake, essentiality, toxicity, detoxification and risk assessment in soil-plant environment, *Chemosphere*, Volume 259
30. Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. (2012): Heavy metal toxicity and the environment
31. Tiwari, S., Tripathi, I.P., Tiwari, H.L. (2013): *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*; Effects of Lead on Environment. 2278-9359.



## **10. SAŽETAK**

Divlja patka, kao lovna vrsta je izuzetno dobar indikator u stanje okoliša koje nas okružuje. Kao takva se koristila u ovom radu. Odstreljenih 11 jedinki s područja Pisarovinskih ribnjaka poslano je na Hrvatski veterinarski institut u Zagrebu na toksikološku analizu 6 redom navedenih tkiva – prsni mišić, batak i zabatak, jetra, bubreg, mozak i masno tkivo. Korištena metoda toksikološke analize je spektrometrija mase s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS) nakon koje smo dobili rezultate 5 metala – željezo, cink, bakar, kadmij i olovo, u spomenutim tkivima pataka. Kroz obradu podataka prikazana je koncentracija pojedinih metala u određenim tkivima kod svake pojedine vrste izražene u mg/kg svake uzorkovane patke. Kako bi se dobila vrijednost dopuštena za konzumiranje kod teških metala – kadmij i lovo uzeta je dozvoljena koncentracija istih u hrani propisanih Zakonom o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani, nakon čega je utvrđeno da se u svih 11 uzorkovanih pataka nalazi prevelika, odnosno nedopuštena količina za konzumaciju. Takvim rezultatima smo dobili uvid u stanje okoliša u kojem borave odstreljene patke, odnosno u stanje okoliša koje nas okružuje.

**Ključne riječi:** divlja patka, toksikologija, metali, teški metali

## **11. SUMMARY**

The wild duck, as a game species, is an extremely good indicator of the environmental condition that surrounds us. It was used as such in this study. Eleven individuals from the Pisarovina fishponds area were sent to the Croatian Veterinary Institute in Zagreb for toxicological analysis of six tissues - breast muscle, drumstick and thigh, liver, kidney, brain, and fat tissue. The method used for toxicological analysis was inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) after which we obtained the results for 5 metals - iron, zinc, copper, cadmium, and lead, in the mentioned duck tissues. Through data processing, the concentration of individual metals in certain tissues for each species expressed in mg/kg of each sampled duck was presented. To determine the permissible consumption value for heavy metals - cadmium and lead, the allowable concentration of the same in food prescribed by the Law on the maximum permissible quantities of certain contaminants in food was taken, after which it was found that all 11 sampled ducks contained excessive, i.e., non-permissible amounts for consumption. With such results, we gained insight into the environmental condition in which the shot ducks reside, i.e., the environmental condition that surrounds us.

Keywords: wild duck, toxicology, metals, heavy metals.

**Keywords:** wild duck, toxicology, metals, heavy metals

## 12. POPIS TABLICA

Tablica 1: Sistematika divlje patke (Izvor: Janicki i sur. 2007)	3
Tablica 2: Prosječna temperatura lovišta po mjesecima (Izvor: Anonymus 2016).	20
Tablica 3: Prosječan broj dana s mrazom u lovištu po mjesecima (Izvor: Anonymus 2016)	21
Tablica 4: Prosječna količina oborina u mm za lovište po mjesecima (Izvor: Anonymus 2016)	21
Tablica 5: Prikaz LoD (Limit of detection) i LoQ (Limit of Quantitation) vrijednosti analiziranih metala (Izvor: Veterinarski institut Zagreb 2023)	32
Tablica 6: Koncentracija željeza u tkivima uzorkovanih pataka (Izvor: Veterinarski institut Zagreb 2023).	33
Tablica 7: Koncentracija cinka u tkivima uzorkovanih pataka (Izvor: Veterinarski institut Zagreb 2023)	34
Tablica 8: Koncentracija bakra u tkivima uzorkovanih pataka (Izvor: Veterinarski institut Zagreb 2023)	35
Tablica 9: Koncentracija kadmija u tkivima uzorkovanih pataka (Izvor: Veterinarski institut Zagreb 2023)	36
Tablica 10: Dozvoljene količine kadmija u hrani u skladu sa Zakonom o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani (Anonymus 2007)	36
Tablica 11: Koncentracija olova u tkivima uzorkovanih pataka (Izvor: Veterinarski institut Zagreb 2023)	37
Tablica 12: Dozvoljene količine olova u hrani u skladu sa Zakonom o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani (Anonymus 2007)	37

### 13. POPIS SLIKA

Slika 1: Prikaz rasprostranjenosti divlje patke - Plava boja označava područje cjelogodišnjeg obitavanja, crvena boja područje gniježđenja dok plava označava područje koje vrsta koristi, ali se tamo ne pari (Izvor: <https://www.allaboutbirds.org/guide/Mallard/maps-range#>)  
Pristup: 14.3.2024.

..... 4  
Slika 2: Mužjak u eklipsi (Izvor: <https://flic.kr/p/2hdmdmL>). Pristup: 21. 03. 2024.

..... 6  
Slika 3: Ženka u eklipsi (Izvor: <https://flic.kr/p/2hdmdmL>). Pristup: 21. 03. 2024.

..... 6  
Slika 4: Specifičan način hranjenja pataka plivačica (Izvor: <https://flic.kr/p/fWcUwE>).  
Pristup: 06. 02. 2024.

..... 8  
Slika 5: Karta lovišta mjerilu 1 : 25000 (Izvor: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://sle.mps.hr/Documents/Karte/01/I\\_8\\_PISAROVINSKI%20RIBNJACI.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://sle.mps.hr/Documents/Karte/01/I_8_PISAROVINSKI%20RIBNJACI.pdf)). Pristup: 06. 05. 2024.

..... 18  
Slika 6: Korištena municija (Izvor: Osobna slika). Pristup: 20. 03. 2023.

..... 23  
Slika 7: Priprema patke za uzimanje uzoraka (Izvor: Osobna slika). Pristup: 28. 03. 2023.

..... 24  
Slika 8: Uzorak masnog tkiva (Izvor: osobna slika). Pristup: 28. 03. 2023.

..... 25  
Slika 9: Molba lovoovlašteniku za izvanredan odstrel divjih pataka (Izvor: Osobna slika).  
Pristup: 3.7.2024.

..... 26  
Slika 10: Odobrenje Ministarstva poljoprivrede za izvanredan odstrel pataka (Izvor: Osobna slika). Pristup: 3.7.2024.

..... 27  
Slika 11: Potvrda o podrijetlu divljači stečene 22. ožujka 2023. (Izvor: Osobna slika).  
Pristup: 22.3.2023.

..... 28  
Slika 12: Potvrda o podrijetlu divljači stečene 31. ožujka 2023. (Izvor: Osobna slika).  
Pristup: 31. 03. 2023.

..... 29

### 14. POPIS GRAFOVA

Graf 1: Prosječna vrijednost teških metala izražena u mg/kg

..... 31

Kontaminacija teškim metalima različitih tkiva divljih pataka (*Anas platyrhynchos*) ulovljenih korištenjem  
čelične sačme

Dominik Spevec

**Sažetak:** Cilj istraživanja bio je obraditi koncentraciju teških metala u tijelu divlje patke (*Anas platyrhynchos*) u oba spola i utvrditi postoji li prekomjerna koncentracija ikojeg teškog metala. Tijekom ožujka 2023. godine skupljeno je 11 uzoraka sa Pisarovinskih ribnjaka. Neposredno nakon odstrjela uzorci su u 2 navrata odneseni u Veterinarski institut u Zagrebu gdje su uzeta tkiva za analizu. U svrhu analize uzeto je 6 različitih tkiva. Uzorci su se zatim obradili nakon čega smo dobili parametre 14 teških metala. Od svih parametara dobivenih u analizi, obrađeno je odabranih 5, a to su redom željezo (Fe), cink (Zn), bakar (Cu), kadmij (Cd) i olovo (Pb). Obradom podataka zaključeno je da se u tijelima pataka nalazi povišena koncentracija teških metala što ukazuje na onečišćenje okoliša u kojem obitavaju.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Ivica Bošković

**Broj stranica:** 40

**Broj slika:** 12

**Broj tablica:** 12

**Broj grafova:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 31

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** divlja patka, toksikologija, metali, teški metali

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Tihomir Florijančić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Ivica Bošković, mentor
3. prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, član
4. doc.dr.sc. Dinko Jelkić, zamjenski član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josip Juraj Strossmayer University of Osijek****Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek****Graduate University Study Zootechnique, Course: Hunting and Beekeeping****Graduate thesis**

Heavy metal contamination of wild ducks (*Anas platyrhynchos*) different tissues caught by using steel shot

Dominik Spevec

**Abstract:** The aim of the research was to analyze the concentration of heavy metals in the body of the wild duck (*Anas platyrhynchos*) in both sexes and to determine if there is an excessive concentration of any heavy metal. During March 2023, 11 samples were collected from the Pisarovina fish ponds. Immediately after the culling, the samples were taken twice to the Veterinary Institute in Zagreb, where tissues were collected for analysis. For the purpose of the analysis, six different tissues were taken, with the note that an additional already-formed egg was taken from one female specimen. The samples were then processed, after which we obtained parameters for 14 heavy metals. Out of all the parameters obtained in the analysis, five were selected for processing, namely iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), cadmium (Cd), and lead (Pb). The data analysis concluded that there is an elevated concentration of heavy metals in the bodies of the ducks, indicating environmental pollution in their habitat.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** Ivica Bošković, Ph. D., Full Professor

**Number of pages:** 40

**Number of figures:** 12

**Number of tables:** 12

**Number of graphs:** 1

**Number of references:** 31

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** wild duck, toxicology, metals, heavy metals

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Tihomir Florijančić, Ph. D., Full Professor, President
2. Ivica Bošković, Ph. D., Full Professor, Mentor
3. Zlatko Puškadija, Ph. D., Full Professor, Member

**Thesis deposited at:** Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek