

Utjecaj lova olovnom sačmom na ekosustav močvara

Gošev, Maša

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:825587>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Maša Gošev

**Utjecaj lova olovnom sačmom na ekosustav
močvara**

Završni rad

Zagreb, 2023.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Maša Gošev

**The impact of lead ammunition used in
hunting on the ecosystem of wetlands**

Bachelor thesis

Zagreb, 2023.

Ovaj rad je izrađen u sklopu studijskog programa Znanosti o okolišu na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Perice Mustafića.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Završni rad

Utjecaj lova olovnom sačmom na ekosustav močvara

Maša Gošev

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Močvarna staništa jedna su od glavnih žarišta biološke raznolikosti na Zemlji. Osim što su dom brojnim biljnim i životinjskim vrstama, njihova važnost leži i u raznolikim uslugama ekosustava koje pružaju, poput obrane od poplava, pročišćavanja podzemne vode, regulacije ugljika, ali i mogućnostima za razvoj turizma i rekreacije. Međutim, močvarna staništa diljem Europe svakodnevno se ugrožavaju zbog korištenja olovne sačme u lovu. Olovo je teški metal koji štetno djeluje na zdravlje živih organizama, a zbog svoje se nerazgradivosti nakuplja u prirodi, apsorbira u tlo i prodire u podzemne vode. Nadalje, vrlo često životinje zabunom progutaju kuglice olovne sačme zaostale u prirodi nakon lova. Meso divljači ulovljene olovnom sačmom također nije sigurno za konzumaciju jer se sačma u tijelu životinje rasprši na male komadiće koje nije moguće u potpunosti odstraniti te je zbog toga konzument mesa u opasnosti od trovanja olovom. Kako bi se riješio ovaj problem, 2023. godine je Uredbom REACH zabranjeno nošenje i korištenje olovne sačme u močvarnim područjima u svim zemljama Europske Unije, a predložene su i široko dostupne, a manje štetne alternative, poput čelične ili bakrene sačme. Ovom Uredbom nastoje se sačuvati neprocjenjivo važna močvarna staništa i brojni organizmi koji u njima žive.

Ključne riječi: Ramsarska konvencija, ptice močvarice, divljač, uredba REACH
(24 stranice, 7 slika, 1 tablica, 28 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)
Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Mentor: prof. dr. sc. Perica Mustafić

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Bachelor thesis

The impact of lead ammunition used in hunting on the ecosystem of wetlands

Maša Gošev

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Wetlands are one of the main hotspots of biodiversity on planet Earth. Besides being the home for many plant and animal species, their value also lies in the diverse ecosystem services they provide, such as protection from floods, purification of groundwater, carbon regulation, as well as tourism and recreation opportunities. However, wetlands across Europe are being threatened by using lead ammunition in hunting. Lead is a heavy metal that has a harmful effect on the health of living beings and, as it is non-degradable, it accumulates in nature, infiltrates the soil and contaminates the ground water. Animals are also likely to accidentally consume it, mistaking it for food. Furthermore, game hunted with lead ammunition is deemed unsafe for consumption because this ammunition disperses into small pieces, which cannot be removed from the flesh. Thus, the consumer of such meat is in danger of lead poisoning. To solve this problem, REACH regulation has been issued to ban carrying and using lead ammunition in all wetlands in the European Union, suggesting widely available and less harmful alternatives instead, such as copper and steel ammunition. This regulation aims to protect vitally important wetlands.

Keywords: Ramsar convention, waterfowl, game, REACH regulation
(25 pages, 7 figures, 1 table, 28 references, original in: Croatian)
Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: prof. dr. sc. Perica Mustafić

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Močvare	2
2.1. Definicija močvara	2
2.2. Glavne sastavnice močvara.....	3
2.3. Bogatstvo močvara	5
3. Olovo	7
3.1 Olovo u ljudskom tijelu.....	7
3.2 Olovo u okolišu.....	8
3.3 Olovna sačma.....	10
4. Uredba REACH	13
5. Zaključak	15
6. Literatura	16
7. Životopis	19

1. Uvod

Močvarna staništa smatraju se jednim od glavnih žarišta biološke raznolikosti u kojima obitavaju mnogobrojne ptice, sisavci, gmazovi, vodozemci, ribe i beskralježnjaci, kao i raznolike biljne vrste (Ramsar Convention Secretariat, 2007). Velika važnost močvara može se pripisati i njihovoj sposobnosti da, poput svojevrsnih spužava, ovisno o količini podzemne i površinske vode, otpuštaju ili zadržavaju vodu te na taj način kontroliraju poplave okolnog područja. Također, prirodni su pročišćivači vode jer pomoću močvarnih biljaka mogu preraditi zagađenu vodu, ukloniti fosfate i dušikove spojeve tako da voda koja dolazi u podzemlje bude kvalitetna za piće (Hrvatske vode, 2020). Međutim, močvarna staništa ujedno su i najugroženiji ekosustavi, zbog isušivanja s ciljem dobivanja poljoprivrednih površina, onečišćenja umjetnim gnojivima i odlaganjem otpada te prekomjernog iskorištavanja resursa lovom i ribolovom (Sabolić, 2022 prema Duplić et al., 2015). Stoga je 1971. godine u Iranu potpisana Ramsarska konvencija kako bi se pametnim nacionalnim politikama i zajedničkim međunarodnim djelovanjem osigurala zaštita i mudro korištenje močvarnih ekosustava te pripadajuće flore i faune (UNESCO, 1996). No, Ramsarskom konvencijom nije zabranjen lov na močvarnim područjima te je uporaba olova u lovstvu još uvijek veliki znanstveni problem koji negativno utječe ne samo na životinje i njihova staništa, već i na ljudsko zdravlje. Cilj ovog rada jest pobliže objasniti taj negativan utjecaj olova na močvarne ekosustave.

2. Močvare

Močvare su područja stalno ili periodički zasićena ili poplavljena vodom, u kojima većinski raste nedrvenasta vegetacija prilagođena na uvjete vlažnog tla. Pojavljuju se tamo gdje je razina podzemne vode iznad ili gotovo iznad razine tla te tamo gdje voda potpuno prekriva zemljinu površinu (Ramsar Convention Secretariat, 2007). Močvarna staništa prekrivaju samo 4-6% površine planeta Zemlje, ali pružaju utočište za čak oko 40% vrsta svih živih bića, zbog čega se, zajedno s tropskim kišnim šumama, smatraju svjetskim središtima bioraznolikosti. Močvare nalazimo na svim kontinentima osim na Antarktici te u svim klimatskim zonama, od tundre do tropa, od najviših planina sve do oceana (Ramsar convention on wetlands, 2023).

2.1. Definicija močvara

S obzirom na to da nije postojala jedna definicija močvara koja bi obuhvatila sva njezina raznolika staništa, Konvencijom o močvarnim područjima (Ramsarskom konvencijom) donesena je 1971. godine međunarodno prihvaćena definicija prema kojoj su močvare prirodna ili umjetna, stalna ili povremena područja s tekućom ili stajaćom, slanom, slatkom ili bočatom vodom. Definicija obuhvaća i morska područja u kojima voda ne doseže više od šest metara dubine tijekom oseke te susjedna obalna područja (Ramsar Convention Secretariat, 2007).

Ovom opsežnom definicijom obuhvaćena su čak 42 tipa močvarnih staništa (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2009), koja su zbog lakše orijentacije podijeljena u pet glavnih kategorija:

- Morska, koja uključuje i priobalne lagune, stjenovite obale te koraljne grebene
- Jezerska
- Estuarijska, koja uključuje i delte, slane močvare te močvare mangrova
- Fluvijalna, koja, uz rijeke, uključuje i potoke
- Palustrinska, koja podrazumijeva močvarna staništa u užem smislu, bare, tresetišta i cretove.

Povrh toga postoje i umjetno napravljene močvare, koje imaju niz različitih namjena, kao što je zadržavanje određene količine vode i borba protiv poplava, poljoprivreda i ribarstvo ili očuvanje flore i faune. Ovdje svrstavamo rezervoare, brane, šljunčare, solane, rižina polja,

ribnjake, uzgajališta škampa i školjaka i brojna druga staništa koja je čovjek napravio za svoju korist ili za korist okoliša (Ramsar Convention Secretariat, 2007).

Od ukupno 42 tipa Ramsarskih močvarnih staništa, u Hrvatskoj je inventarizacijom 2003. godine utvrđena prisutnost 28 staništa, što je prikazano u tablici 1 (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2009).

Tablica 1. Inventarizacija Ramsarskih tipova močvarnih staništa u Hrvatskoj

Ramsarski tipovi močvarnih staništa	Broj područja	Duljina (km)	Površina (ha)
Kompleksi močvarnih staništa	11		800.365
A/B Priobalna morska voda i dno			26.028
D Stjenovita morska obala*		5599	
E Pjeskovita ili šljunkovita obala*		354	
F Estuariji	8		7523
G Muljevite, pješčane ili slane pličine	18		666
H Obalne slane močvare	83		
J Obalne morske/bočate lagune	6		4058
Zk(a) Morski/obalni krški i drugi podzemni hidrološki sustavi – vrulje	9		
M Stalne tekućice		14.338	30.127 (large rivers)
N Povremene/prekinute tekućice		15.109	
O Stalna slatkovodna jezera	441		8916
P Povremena slatkovodna jezera (uključujući plavljena krška polja)	15		29.405
Q Stalna slana/bočata jezera	6		361
Tp/p Stalne slatkovodne močvare/bare	343		1929
Tp/r Stalne slatkovodne močvare/tršćaci			6290
Ts/p Povremene slatkovodne močvare/lokve	994		
Ts/m Povremene slatkovodne močvare/poplavne livade			72.486
U Cretovi	29		
W Močvarne šikare (vrbcici)			4784
Xf Poplavne šume			178.262
Y Slatkovodni izvori	1027		
Zg Termalni izvori	75		
Zk(b) Krški i drugi podzemni hidrološki sustavi, kontinentalni	161		
1 Ribnjaci	31		12.730
2 Lokve	562		
5 Solane	3		495
6 Akumulacije	24		5966
7 Kopovi	47		859
8 Taložnice	1		
9 Kanali		21.069	
UKUPNO	3883	56.469	390.885 (6,9%)

Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2009)

2.2. Glavne sastavnice močvara

Zbog svoje široke rasprostranjenosti, močvare obuhvaćaju veliki broj staništa u kojima vladaju raznoliki uvjeti, no ono što je kod svih prisutno su hidroperiod, hidromorfna tla i hidrofilna vegetacija (Lancaster County Conservation District, 2017). Dakle, čimbenik koji povezuje sva močvarna staništa jest voda. Voda je primarni faktor koji kontrolira kemijska svojstva tla, topografiju te čitav močvarni okoliš, uključujući i sav pripadajući biljni i životinjski svijet. Močvarna područja opskrbljuju se vodom iz padalina, površinskih dotoka, istjecanjem podzemnih voda te rastućim plimama, a gube ju evapotranspiracijom, otjecanjem, poniranjem u podzemne vode, osekama i antropogenim utjecajem (Hurt, 2005). Kretanje vodene razine

tijekom godine opisano je hidroperiodom. Močvare mogu biti trajno vlažne, ali razina vode može se i mijenjati - dnevno, sezonski ili nepravilno. Ipak, kako bi močvara opstala, nužno je stalno postojanje vode koja će zasiti hidromorfno tlo i omogućiti razvoj hidrofилne vegetacije (Lancaster County Conservation District, 2017).

Hidromorfno tlo je tlo koje je dugo vremena natopljeno vodom. Njegove pore, koje su inače ispunjene zrakom, popunjavaju se vodom, zbog čega se razina kisika u tlu toliko smanji da u njegovim gornjim slojevima nastupaju anaerobni uvjeti (Hurt, 2005). Karakteristike ovakvog tla su mekanost, fina tekstura, tamno sivo i crno obojenje, bogatstvo mineralima, niska pH vrijednost te karakteristični miris sumpora (poznatiji kao 'miris po trulim jajima') koji se povezuje s anaerobnim razlaganjem (Lancaster County Conservation District, 2017).

Hidrofилna vegetacija voli vodu te razvija niz prilagodbi za preživljavanje u vodenim okolišima. Kako je dobivanje kisika preko korijenja otežano, vodene biljke razvile su brojne alternative za pribavljanje i transportiranje kisika (Agency of Natural Resources, 2023). Neki od tih mehanizama su šuplje cjevčice aerenhima za prijenos kisika u travama, trskama, rogozu i šašu; zadebljali dijelovi korijenja močvarnog čempresa, takozvana 'koljena' prikazanima na slici 1, koji izviru iz vode i omogućavaju pribavljanje kisika iz atmosfere; korijenje izloženo na samoj površini tla prikazano na slici 2, koje ne služi samo za olakšani unos kisika, već i za povećanje stabilnosti u blatnom tlu te brojna druga učinkovita rješenja (Lancaster County Conservation District, 2017).



Slika 1. 'koljena' močvarnog čempresa

(Izvor: Phenomena for NGSS,
<https://www.ngssphenomena.com/cypress-knees> (08.07.2023.))



Slika 2. površinsko korijenje mangrova

(Izvor: Britannica,
<https://www.britannica.com/story/amazing-mangroves> (08.07.2023.))

Močvara je vrlo kompleksan i višestruko povezan ekosustav u kojemu jedna sastavnica značajno utječe na drugu. Na primjer, kada ne bi bilo vode i određenih hidroloških uvjeta koje voda pruža, hidromorfno tlo i hidrofilna vegetacija ne bi se mogli razvijati niti održati, što bi dugoročno moglo značiti gubitak močvarnog staništa (National Research Council, 1995).

2.3. Bogatstvo močvara

Zahvaljujući svojim jedinstvenim prirodnim karakteristikama, močvarni ekosustavi, osim hrane, vode, materijala, goriva i genetskog materijala, pružaju mnogobrojne usluge ekosustava koje imaju veliku ekonomsku vrijednost za čovjeka. Na primjer, močvare obnavljaju zalihe podzemnih voda, pročišćavaju ih i poboljšavaju njihovu kvalitetu te na taj način čovječanstvu osiguravaju dragocjenu pitku vodu (Biškup, 2017; Hrvatske vode, 2020). Pročišćavanje se odvija usporavanjem vodenog toka kako bi se suspendirani sediment istaložio i zadržao na dnu, nakon čega se iz 'prosijane' vode pomoću vodenog bilja filtrira i uklanja višak nutrijenata, štetni spojevi i toksini (Lancaster County Conservation District, 2017). Ovime se sprječava proces eutrofikacije, odnosno ubrzanog rasta algi i biljaka uzrokovanog prevelikim unosom hranjivih tvari u ekosustav, zbog kojeg bi došlo do naglog pada količine otopljenog kisika u vodi koji bi ugrozio ostale organizme (Sabolić, 2022).

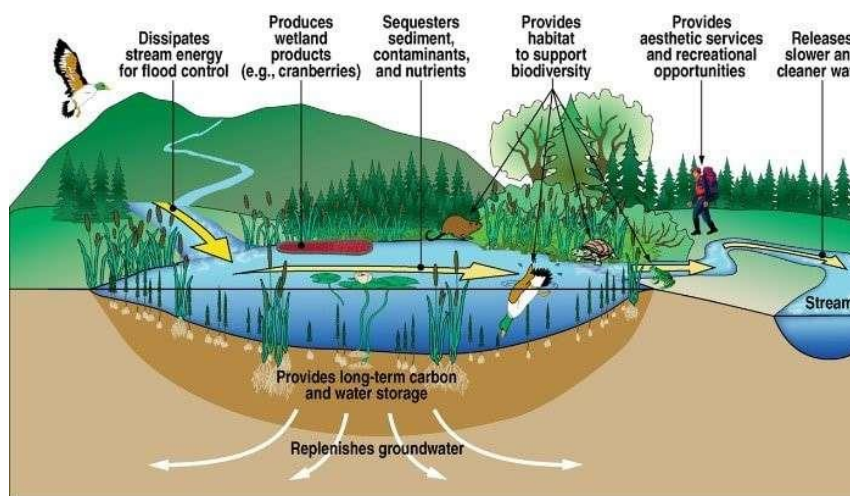
Nadalje, močvare zadržavaju i skladište poplavne vode, čime štite okolno stanovništvo i njihovu imovinu od razarajućih posljedica (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022). Skladištena voda se nakon poplavnog perioda polako ispušta u okoliš i ponovno ga ispunjava, čime je osiguran neprestani protok vode, a močvarno je područje zaštićeno od isušivanja (Lancaster County Conservation District, 2017).

Sljedeća usluga močvarnih ekosustava je regulacija ugljika skladištenjem i otpuštanjem, što ima vrlo važnu ulogu u regulaciji klime i borbi protiv klimatskih promjena (Keddy et al., 2009). Osim toga, močvare služe kao 'tampon zone' koje obalama pružaju zaštitu od snažnog vjetra i visoko energetske valova otvorenih mora (Lancaster County Conservation District, 2017). Pružaju i velike mogućnosti za razvoj turizma i rekreacije, a uzevši u obzir da su se prve civilizacije razvile upravo u dolinama rijeka i poplavnim ravnicama, nose i iznimnu kulturno-tradicijsku vrijednost (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022).

Međutim, kao što je vidljivo na slici 3, močvare su zbog svojih značajki, osim za čovjeka, vrlo važne i za biljni i životinjski svijet koji ih nastanjuje. Raznolika staništa i mnogobrojni

resursi omogućavaju veliku bioraznolikost, koja se ponekad uspoređuje čak i s bioraznolikošću tropskih kišnih šuma i koraljnih grebena (Ramsar Convention Secretariat, 2014). Velika bioraznolikost može se pripisati i tome da je voda u močvarama prilično plitka, što omogućuje da čitav stupac vode bude potpuno osvjetljen te da kao takav u cijelosti proizvodi organsku tvar i ima vrlo visoke vrijednosti primarne produkcije (Šafarek, 2023).

Naposlijetku, močvare pružaju utočište za brojne ugrožene i endemske vrste. Imaju važnu ulogu i u životnim ciklusima riba jer omogućavaju obnavljanje njihovih slatkovodnih i morskih populacija te vodozemaca i beskralježnjaka, služe kao odmorište za migratorne ptice te stanište za ptice močvarice (Ramsar Convention Secretariat, 2014).



Slika 3. Usluge močvarnih ekosustava

(Izvor: Namepa, <https://namepa.net/pods/coastal-habitats/wetlands/> (09.07.2023.))

Zbog brojnosti i važnosti močvarnih funkcija, koje su sve ugroženije antropogenim djelovanjem poput isušivanja močvara za potrebe poljoprivrede i korištenja umjetnih gnojiva, pojavila se potreba za njihovom zaštitom (Biškup, 2017). Močvarna područja zaštićena su brojnim konvencijama i međunarodnim sporazumima, poput već spomenute Ramsarske konvencije kojom je u Hrvatskoj zaštićeno pet područja: Park prirode Lonjsko polje, Park prirode Kopački rit, Park prirode Vransko jezero, ribnjaci Crna mlaka te delta Neretve (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022). Cilj ovog međunarodnog dogovora je pametno upravljanje i održivo korištenje močvarnih resursa kako ne bismo izgubili ove iznimno važne ekosustave (Biškup, 2017). Osim toga, močvarna područja zaštićena su i REACH

uredbom koja je detaljno objašnjena u 4. dijelu ovog završnog rada, a koja uvođenjem zabrane korištenja olovne sačme nastoji spriječiti daljnje trovanje močvarnih ekosustava olovom.

3. Olovo

Olovo je jedan od teških metala kojeg u slobodnom obliku nalazimo u zemljinoj kori. Zbog svojih fizikalno-kemijskih svojstava već dugo se pojavljuje u različitim ljudskim djelatnostima, poput rudarstva, industrije, brodogradnje, postavljanja vodovodnih cijevi, reciklaže baterija, korištenja umjetnih gnojiva u poljoprivredi, lova, ribolova i brojnih drugih. Mekanost, kovnost, loša električna vodljivost, duktilnost, odnosno sposobnost metala da podnese plastičnu deformaciju bez loma, i otpornost na koroziju odlike su ovog metala zbog kojeg je često korišten i široko rasprostranjen. Međutim, zbog svoje nerazgradivosti, olovo se nakuplja u prirodi i predstavlja ozbiljan okolišni problem (Wani, Ara i Osmana, 2015).

3.1 Olovo u ljudskom tijelu

Olovo je vrlo otrovno te preduga izloženost njegovom štetnom utjecaju može uzrokovati dugoročne zdravstvene probleme (WHO, 2022). Vjeruje se čak da je trovanje olovom bilo jedno od glavnih uzroka pada Rimskog Carstva jer se tada koristilo kao zaslađivač vina, što je prouzročilo demenciju brojnih rimskih kraljeva (Wani, Ara i Osmana, 2015).

Olovo može ući u tijelo udisanjem čestica tijekom rudarenja ili raznih industrijskih procesa, ali primarno ulazi u tijelo konzumiranjem onečišćene vode iz starih olovnih cijevi ili divljači ulovljene olovnom sačmom. Kao što je vidljivo na slici 4, kada uđe u tijelo, olovo se proširi na jetru, bubrege, želudac i mozak, a tijelo ga tijekom vremena skladišti i akumulira u kostima i zubima te ga može ispustiti u krv (WHO, 2022). Ovaj teški metal veže se za tione, koji u tijelu imaju važnu ulogu povezivanja aminokiselina u proteine te tako ometa sve aktivne biokemijske procese i uzrokuje oksidativni stres. Također, olovo oštećuje stanične stijenke, ometa psihološke funkcije te uzrokuje anemiju, respiratorne probleme, povišeni tlak i kardiovaskularne bolesti (Raj i Das, 2023).



Slika 4. Štetni učinci olova na ljudsko tijelo

(Izvor: Geneva environment network,

<https://www.genevaenvironmentnetwork.org/resources/updates/lead-poisoning-prevention/>

(11.07.2023.))

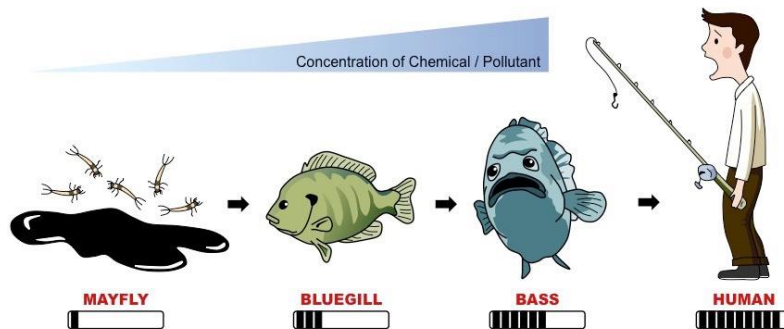
Od svih organskih sustava, olovo najviše utječe na živčani sustav. Djeca su najpodložnija tom štetnom utjecaju jer imaju tanka i osjetljiva tkiva te su još uvijek u procesu rasta i razvoja. Dok će kod odraslih mala količina olova proći gotovo nezamijećeno, kod novorođenčadi i male djece može uzrokovati probleme u ponašanju, teškoće u učenju i smanjen IQ (Wani, Ara i Osmana, 2015). U konačnici, dugotrajna izloženost visokim razinama olova može dovesti do zgrčivosti mišića, stanja kome, pa čak i smrti (WHO, 2022).

3.2 Olovo u okolišu

Olovo možemo pronaći u svim sastavnicama okoliša: zraku, zemlji, vodi, čak i u tijelima živih bića. Iako je normalna razina olovnih čestica u tlu između 50 i 400 ppm-a (parts per million ili dijelova na milijun), zbog antropogenog je utjecaja količina olovnih čestica u tlu narasla daleko iznad te razine, pogotovo u blizini samog izvora onečišćenja. Većinom su uzrok izgaranje fosilnih goriva te korištenje olovnog benzina, olovnih cijevi, olovnih utega i mamaca u ribolovu, olovne sačme u lovu i drugih proizvoda koji u sebi sadrže ovaj metal (EPA, 2022).

Jednom kada olovo dospije u prirodu, ono može prijeći iz jednog ekosustava u drugi, ovisno o svojim fizikalno-kemijskim svojstvima i biogeokemijskim faktorima u okolišu, poput pH vrijednosti, trofičkog stupnja ili vrste vegetacije. Na primjer, atmosfersko olovo raspršeno u zraku, nastalo primarno iz automobilskih emisija, past će na zemlju. Najčešće će pasti u neposrednoj blizini zagađivača, ali ovisno o zračnim strujanjima može biti preneseno i na veće udaljenosti. Olovo s vremenom prelazi sa same površine tla u njegove gornje slojeve. Ako ostane netaknuto tamo će se, zbog svoje nerazgradivosti, akumulirati. No, u većini slučajeva će ipak prijeći na mikroorganizme u tlu ili će ga upiti biljke preko svog korijenja. Osim ovakvog indirektnog prijenosa olova, biljke olovo mogu i direktno apsorbirati iz atmosfere. U oba slučaja metal će ispuniti pore u listovima te time smanjiti količinu sunčeve svjetlosti koja do njih može doprijeti. Zbog toga će biti smanjena brzina fotosinteze, inhibirana respiracija, zaustavljen rast te će u konačnici doći i do smrti biljke (Greene, 1993).

U slučaju manjih koncentracija olova, biljka će, uz neke oslabljene funkcije, preživjeti te ju može pojesti biljojed, koji zatim, neznajući, na sebe prenosi čestice olova. Na slici 5 prikazano je kako se olovo preko hranidbenog lanca lako prenosi s organizma na organizam. Pritom dolazi do procesa biomagnifikacije, odnosno povećanja njegove koncentracije u tkivima životinja na sve višim stupnjevima hranidbenog lanca (Raj i Das, 2023).



Slika 5. Proces biomagnifikacije onečišćivača u hranidbenom lancu

(Izvor: Eco intelligent, <https://eco-intelligent.com/2016/11/15/biomagnification-natures-karma/> (12.07.2023.))

Općenito govoreći, olovo može utjecati na ekosustave na tri načina. Pri koncentraciji olova u tlu između 500 i 1000 ppm-a, osjetljive populacije biljaka, beskralježnjaka i

mikroorganizama mogu biti zamijenjene populacijama iste ili druge vrste više tolerantima na olovo, što će u potpunosti promijeniti postojeći ekosustav. Pri koncentraciji većoj od 1000 ppm-a, uništavaju se populacije mikroorganizama, zbog čega se usporava razgradnja organske tvari. Međutim, pri bilo kojoj koncentraciji iznad normalne vrijednosti, navedenoj na početku ovog poglavlja, olovo utječe na biokemijske procese u organizmima, smanjuje sposobnost rasta i razvoja biljaka i životinja te uzrokuje zdravstvene probleme (Greene, 1993). Dokazano je da je jedan je od najčešćih uzroka trovanja olovom kod ljudi lov olovnom sačmom i prehrana divljači ulovljenom na taj način (Green i Pain, 2019).

3.3 Olovna sačma

Prema Green i Pain (2019), procijenjeno je da u Europskoj uniji i Ujedinjenom kraljevstvu pet milijuna ljudi konzumira minimalno jedan obrok divljači tjedno. Divljač, pogotovo ptice, najčešće se lovi olovnom sačmom (Green et al., 2022). Radi se o streljivu u obliku metka za veliku divljač ili u obliku manjih kuglica za ptice i manju divljač koje se, pri ulasku u životinju, rasprši. Time streljivo oslobađa mnogo sitnih fragmenata koji se, kao što je prikazano na slici 6, rasporede po svim tjelesnim tkivima i doprinose povišenoj koncentraciji olova u cijeloj životinji (Thomas et al., 2022).



Slika 6. Raspršenost olovne sačme na rendgenskoj slici srce pogodene samo jednim metkom

(Izvor: Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research,

https://www.researchgate.net/figure/Radiograph-of-a-roe-deer-shot-with-a-single-unbonded-lead-rifle-bullet-showing-the_fig1_341624158 (13.07.2023.))

Iako je najveća koncentracija olova u neposrednoj blizini ulazne rane, u velikoj se divljači ono može prošiti po tijelu i više od 30 cm od same rane, ovisno o vrsti i brzini metka te duljini putanje (ECHA, 2023). Zbog toga će bilo koja životinja koja pojede meso životinje odstrijeljene olovnom sačmom i sama biti ugrožena od trovanja olovom (Thomas et al., 2022). To uključuje divlje životinje poput ptica grabljivica i ostalih predatora koji se prehranjuju ili unutarnjim organima velike divljači preostalima na terenu nakon što bi lovci uzeli meso, a ostavili utrobu ili životinjama koje su lovci samo ranili pa su tek kasnije u prirodi uginule (ECHA, 2023). Nadalje, uključuje domaće životinje i kućne ljubimce koji se prehranjuju sirovom hranom divljači te ljude jer postoji velika vjerojatnost da će olovo ostati u mesu čak i nakon termičke obrade (Thomas et al., 2022).

Kako bi odstranili potencijalni izvor zagađenja olovom, lovci i mesari često uklanjaju meso u blizini ulazne rane, no to ne osigurava zaštitu od trovanja jer, kao što je već rečeno, mikroskopski fragmenti olova mogli su se raspršiti po cijeloj životinji. Green et al. (2022) su u svojem istraživanju pokazali da se u jednom odstrijeljenom fazanu prosječno nalazi 40 čestica olova manjih od 2 mm. Toliko male čestice nemoguće je ukloniti pa će ostati u mesu i kasnije biti konzumirane, čime predstavljaju opasnost bilo kojem konzumentu, a posebice djeci koja su posebno osjetljiva na negativne učinke olova (ECHA, 2023). Olovo u ljudskoj prehrani, dakle, dolazi od iskorištene olovne sačme, a njegov će učinak ovisiti o fragmentaciji sačme u životinji te razini apsorpcije otopljenog olova iz zagađene divljači u crijevo čovjeka (Green i Pain, 2019).

Međutim, vrlo mala količina olovne sačme zapravo pogodi metu (ECHA, 2023), a smatra se da je tek svaki treći hitac (ili čak rjeđe) smrtonosan (Udruga Biom, 2020). Ostatak ispucane sačme završit će u okolišu gdje se može akumulirati u tlu ili otopiti u vodi te kontaminirati podzemlje (ECHA, 2023). Kroz nekoliko stotina godina, olovna sačma će prodirati kroz mekano i blatno tlo te polako degradirati erozijom i kemijskim reakcijama u vodi i tlu. No, u međuvremenu je ipak dugi niz godina dostupna živim bićima te se njezina koncentracija neprestano povećava kako se lov nastavlja (Pain., Mateo i Green, 2019). Na ovaj način životinje mogu neizravno doći u kontakt s olovom, što se smatra onečišćenjem nižega stupnja, koje nakon dugog perioda uzrokuje kronično oboljenje (Greene, 1993).

Češće se događa da životinje izravno dolaze u kontakt s olovom, kao kad ptice močvarice zabunom progutaju sačmu zaostalu u okolišu (Pain, Mateo, i Green, 2019). Naime, ptice nemaju zube kojima bi usitnjavale hranu pa vrlo često gutaju kamenčiće, koji se u mišićnom želucu miješaju s hranom i pomažu im u probavi. No, kako kuglice olovne sačme podsjećaju na

kamenčiće, ptice ih, kao što je prikazano na slici 7, vrlo često progutaju, što dovodi do trovanja olovom (ECHA, 2023). Istraživanjem provedenim u Europi (Pain, Mateo i Green, 2019), otkrivena je olovna sačma u mišićnom želucu svake treće patke lastarke (32%), svake četvrte glavate patke (24%) i gotovo svake šeste divlje patke (12%), što ove tri vrste čini najugroženijim ptičjim vrstama u pogledu slučajnog trovanja olovom.



Slika 7. Olovna sačma pronađenu u mišićnom želucu kanadske guske

(Izvor: Udruga Biom, <https://www.biom.hr/konacno-zaustavimo-trovanje-vlaznih-stanista-olovom/?fbclid=IwAR0C47hdLz6Ib4CXM3gn1Is3VzcEmIvii5uu5RYStkNENEftBKF1oMaT0pw> (13.07.2023.))

Također, životinje izravno dolaze u kontakt s olovom i iz olovnih utega koji se u ribolovu koriste kako bi olakšali bacanje najlona za pecanje (flaksa) te potapanje ribarskih mreža. Takvi se utezi često izgube u vodi jer se uzica kojom su vezani zapetlja i pukne. U ribolovu se koriste i olovni mamci, koje ribari ponekad slučajno ispuste iz ruke, zbog čega oni također nepovratno ostanu u vodi. Olovo iz utega ili mamaca koji zaostanu u vodenom okolišu zatim je izvor trovanja jer ga životinje, najčešće ptice močvarice, konzumiraju tijekom svoje potrage za hranom. Takvo trovanje smatra se glavnim uzrokom smrti kod velikih plijenora i labudova (Grade et al., 2019).

U ovakvim slučajevima izravnog kontakta s olovom radi se o kontaminaciji višeg stupnja, gdje ono unutar 3 do 10 dana ulazi u krvotok i prenosi se u srce, jetru i bubrege, a za 17 do 21 dan dovodi pticu do stanja kome i smrti (Greene, 1993). Potrebna je vrlo mala količina progutanog olova da pticama uzrokuje navedene tegobe. Na primjer, dovoljna je samo jedna

kuglica olovne sačme da usmrti jednu manju pticu močvaricu (ECHA, 2023). S obzirom na to da godišnje od nenamjernog trovanja olovom uginu oko milijun ptica močvarica diljem Europske unije, a da se močvarna staništa u Europi svake godine zagađuju s oko 4000 do 5000 tona olovne sačme, Europska agencija za kemikalije donijela je Uredbu REACH kojom se ovome pokušava stati na kraj (BIOM, 2023).

4. Uredba REACH

Procjenjuje se da je u posljednjih 16 godina u prirodu ispućano oko 80 tona olovne sačme, koja zagađuje okoliš u Hrvatskoj (BIOM, 2020). Kao što je već objašnjeno u poglavljima 3.2 i 3.3., olovo je nerazgradivo te jednom kada se nađe u okolišu, tamo se nakuplja i trajno ostaje (Wani, Ara i Osmana, 2015). Olovo će putovati iz jednog u drugi ekosustav, koliko mu to okolišni uvjeti dopuste (Greene, 1993). Kada se radi o vrlo kompleksnim močvarnim ekosustavima u kojima su pojedine sastavnice isprepletene i vrlo dobro povezane te u kojima svaka sastavnica značajno utječe na drugu (National Research Council, 1995), olovo se može olakšano kretati kroz vodu, tlo i živa bića. Osim toga, dokazano je da će koncentracija olova biti veća u područjima većeg taloženja i nižih pH vrijednosti kao što su močvare (Pain, Mateo i Green, 2019). Tako u opasnost, osim samog močvarnog staništa, dolaze i živa bića koja o ovim staništima ovise, a posebno ptice močvarice (Thomas et al., 2022).

Kako bi se neprocjenjivo značajna močvarna staništa zaštitila od neprestanog trovanja olovom, 15. veljače 2023. godine je u svim zemljama članicama Europske unije te na Islandu, u Norveškoj i Lihtenštajnu na snagu stupila dugoočekivana Uredba o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalija (REACH). Uredbom je zabranjena upotreba i nošenje s namjenom upotrebe sačme koja sadrži jedan ili više posto u močvarnim područjima (definiranim Ramsarskom konvencijom u poglavlju 2.1 ovog rada) i 100 metara oko njih te će se strogo kažnjavati (Europska unija 2021/57). Svrha ove uredbe bila je i uskladiti regulative diljem Europske unije jer je do sada gotovo svaka zemlja imala drugačiji pristup ovom problemu (Thomas et al., 2022). Na primjer, u Hrvatskoj je zabrana postojala već 10 godina, ali do donošenja Uredbe REACH to nije bilo regulirano te nisu bile propisane nikakve kazne. Također, trgovine nisu nudile alternativu olovnoj sačmi jer za njom nije bilo potražnje (BIOM, 2023). S druge strane, Pain, Mateo i Green (2019) i prije donošenja Uredbe navode kako neotrovna alternativa olovnoj sačmi postoji i u nekim je državama u širokoj upotrebi već desetljećima.

Sačma bez olova napravljena je tako da se ne raspada na komadiće, čime se izbjegava raspršivanje metalnih čestica po tijelu ustrijeljene životinje (Thomas et al., 2022). Kao alternativa olovu predlaže se čelik jer ima usporedivu nabavnu cijenu (Europska unija 2021/57) ili bakar jer ima vrlo malu otrovnost te ne predstavlja rizik za zdravlje (Thomas et al., 2022). Europska agencija za kemikalije u REACH uredbi zaključila je da je sačma alternativna olovnoj široko dostupna, tehnički izvediva te donosi manje rizika za zdravlje ljudi i okoliša (Europska unija 2021/57).

5. Zaključak

Zbog svojih prirodnih karakteristika, vrlo visokih razina primarne proizvodnje, bujnog biljnog i životinjskog svijeta i brojnih usluga ekosustava koje pružaju, močvare su jedinstvena i nezamjenjiva staništa od velikog značaja za čovječanstvo. Međutim, svakodnevno dolazi do zagađivanja ovih staništa i trovanja pripadajućih živih bića olovom, prvenstveno zbog korištenja olovne sačme u lovu. Kako vrlo mala količina sačme zapravo pogodi metu, olovna sačma završava u prirodi gdje je posebno problematična za ptice močvarice, koje zrna, to jest olovne kuglice, zamjenjuju za kamenčiće potrebne za probavu. Nakon što ih životinja proguta, olovna sačma se otopi u želucu i štetno djeluje na skoro sve organske sustave u tijelu. Nadalje, olovo iz sačme zaostale u prirodi apsorbira se u tlo i prodire u podzemne vode te preko hranidbenog lanca predstavlja veliku prijetnju svim živim bićima. Povrh toga, važno je znati i da je svaki konzument divljači odstrijeljene olovnom sačmom također u opasnosti od trovanja jer čak i meso očišćeno od olovnih kuglica sadrži štetne čestice olova. To se odnosi i na čovjeka, čije zdravstveno stanje može biti značajno ugroženo zbog konzumiranja divljači ulovljene olovnom sačmom. Iz navedenih je razloga 15. veljače 2023. godine donesena REACH uredba kojom se zabranjuje korištenje olovne sačme u močvarnim područjima definiranim Ramsarskom konvencijom te su kao alternativa ponuđene široko dostupne, a za okoliš sigurne, bakrene ili čelične sačme. Smatra se da će se ovom uredbom smanjiti trovanje životinja močvarnih područja te zaštititi vrlo važan močvarni okoliš.

6. Literatura

Agency of Natural Resources, Department of Environmental Conservation (2023)

Hydrophytic Vegetation. Preuzeto s:

<https://dec.vermont.gov/watershed/wetlands/what/id/hydrophytes> (16.07.2023)

Biškup, I. (2017) *Močvare: geografska rasprostranjenost, važnost, ugroženost i zaštita*. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.

European Chemicals Agency, ECHA (2023) *Lead in shot, bullets and fishing weights*.

Preuzeto s: <https://echa.europa.eu/hot-topics/lead-in-shot-bullets-and-fishing-weights> (13.07.2023.)

Europska Unija (2021) *Br. 2021/57 o izmjeni Priloga XVII. Uredbi (EZ) br. 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalija (REACH) u pogledu olova u sačmi u močvarnim područjima i oko njih*. Bruxelles: Europska unija.

Grade, T., Campbell, P., Cooley, T., Kneeland, M., Leslie E., MacDonald, B., Melotti, J., Okoniewski, J., Parmley, E. J., Perry, C., Vogel, H., Pokras, M. (2019) Lead poisoning from ingestion of fishing gear: A review. *Ambio*, vol. 48, str. 1023–1038.

Green, R. i Pain, D. (2019) Risks to human health from ammunition-derived lead in Europe. *Ambio*, vol.48, str. 954-968.

Green, R., Taggart, M., Pain, D., Smithson, K. (2022) Implications for food safety of the size and location of fragments of lead shotgun pellets embedded in hunted carcasses of small game animals intended for human consumption. *Plos One*, vol. 17, br. 8, str. 1-13.

Greene, D. (1993) Effects of lead on the environment. *Lead Action News*, vol. 1, br. 2.

Hrvatske vode (2020) *Zašto su močvarna staništa od velikog značaja*. Preuzeto s:

<https://voda.hr/hr/novost/zasto-su-mocvarna-stanista-od-velikog-znacaja> (06.07.2023.)

Hurt, G. W. (2005) Hydric soils. U: Hilel, D. (ur) *Encyclopedia of Soils in the Environment*. New York: Elsevier, str. 212-217.

Keddy, P. A., Fraser, L. H., Solomeshch, A. I., Junk, W. I., Campbell, D. R., Arroyo, M. T. K., Alho, C. J. R. (2009) Wet and Wonderful: The World's Largest Wetlands Are Conservation Priorities. *Bioscience*, vol. 59, br. 1, str. 39-51.

Lancaster County Conservation District (2017) *ED-MS WETLANDS*. Preuzeto s: <https://lancasterconservation.org/wp-content/uploads/ED-MS-WETLANDS.pdf> (08.07.2023.)

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2022) *Obilježavanje dana vlažnih staništa*. Preuzeto s: <https://mingor.gov.hr/vijesti/obiljezavanje-svjetskog-dana-vlaznih-stanista-8614/8614> (09.07.2023.)

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode (2009) *Biološka raznolikost Hrvatske*. 2. izmjenjeno izdanje. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske.

National Research Council (1995) *Wetlands: Characteristics and Boundaries*. Washington DC: National Academy Press.

Pain D.; Mateo, R. i Green, R. (2019) Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update. *Ambio*, vol. 48, br. 9, str. 935-953.

Raj, K. i Das, A. P. (2023) Lead pollution: Impact on environment and human health and approach for a sustainable solution. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, vol. 5, str. 79-85.

Ramsar Convention Secretariat (2014) *Introducing the Convention on Wetlands*. Preuzeto s: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/introducing_ramsar_web_eng.pdf (09.07.2023.)

Ramsar Convention Secretariat (2007) *Ramsar Information Paper no. 1: What are wetlands?* Preuzeto s: <https://www.ramsar.org/document/ramsar-information-paper-no-1-what-are-wetlands> (06.07.2023.)

Ramsar Convention on Wetlands (2023) *The importance of wetlands*. Preuzeto s: <https://www.ramsar.org/about/our-mission/importance-wetlands> (07.07.2023.)

Sabolić, I. (2022) *Močvarna staništa – primjer Kopačkog rita*. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu.

Šafarek, G. (2023) Močvare – središta bioraznolikosti. *Priroda Hrvatske*. Preuzeto s: <https://priodahrivatske.com/mocvare-2/> (09.07.2023.)

Thomas, V. G., Pain, D. J., Kanstrup, N., Green, R. E. (2022) Setting maximum levels for lead in game meat in EC regulations: An adjunct to replacement of lead ammunition. *Ambio*, vol. 49, str. 2026-2037.

Udruga Biom (2023) *Korištenje ili nošenje olovne sačme u močvarnim područjima strogo kažnjivo*. Preuzeto s: <https://www.biom.hr/koristenje-ili-nosenje-olovne-sacme-u-mocvarnim-podrucjima-strogo-kaznjivo/> (06.07.2023.)

Udruga Biom (2020) *Konačno zaustavimo trovanje vlažnih staništa olovom!* Preuzeto s: <https://www.biom.hr/konacno-zaustavimo-trovanje-vlaznih-stanista-olovom/?fbclid=IwAR0C47hdLz6Ib4CXM3gn1Is3VzcEmIvii5uu5RYStkNENEftBKF1oMaT0pw> (13.07.2023.)

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO (1996) *Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*. Preuzeto s: <https://en.unesco.org/about-us/legal-affairs/convention-wetlands-international-importance-especially-waterfowl-habitat> (06.07.2023.)

United States Environmental Protection Agency, EPA (2022) *Learn about lead*. Preuzeto s: <https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead> (12.07.2023.)

Wani, A. L., Ara, A., Usmani, J. A. (2015) Lead toxicity: A review. *Interdisciplinary toxicology*, vol. 8, br. 2, str. 55-64.

World Health Organization, WHO (2022) *Lead Poisoning*. Preuzeto s: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (11.07.2023.)

7. Životopis

Moje ime je Maša Gošev. Rođena sam 11.10.2000. u Zagrebu. Studentica sam preddiplomskog studija Znanosti o okolišu te u akademskoj godini 2023./2024. planiram upisati istoimenu diplomski studij. Uz fakultet radim razne studentske poslove. U Tehničkom muzeju Nikola Tesla držim kratka predavanja za javnost o zvijezdima i planetima Sunčevog sustava, a donedavno sam i šetala pse za obrt Pets Steps na području Zagreba. Također, imam bogato volontersko iskustvo, od kojih je najrecentnije na Ornitološkom kampu Učka u organizaciji udruge Biom, gdje sam u suradnji s drugim domaćim i stranim volonterima pomagala u podizanju ornitoloških mreža te naučila mnogo o pticama i njihovim staništima. Naime, kod udruge Biom sam u akademskoj godini 2022./2023. radila stručnu praksu te mi se toliko svidio njihov rad da sam nastavila aktivno volontirati u njihovim brojnim projektima. Osim toga, volontirala sam i u udruzi Bioteka kao edukator u Terenskim istraživačima, u kojima djeca praktičnim radom i brojnim edukativnim igrama kroz multidisciplinarni pristup uče u prirodi te u dvogodišnjem projektu po imenu Razvoj mreže STEM ambasadora, gdje sam pripremom i provođenjem edukativnih STEM radionica za učenike osnovnih škola mnogo naučila o prilagođavanju stručnog znanstvenog sadržaja na javnosti razumljiv način. U 2023. godini volontirala sam i u organizaciji Simpozija studenata bioloških usmjerenja (SiSB-a) kao dio tima za administraciju. Nadalje, sudjelovala sam na European Green Activists Training-u (EGAT-u), Međunarodnoj konferenciji o zaštiti prirode u Hrvatskoj (ZORH) te još nekoliko panel rasprava na temu održivog razvoja i drugih zelenih politika. U posljednje vrijeme te su mi teme postale posebno interesantne te bih se njima voljela baviti u budućnosti. Naposljetku, u školi stranih jezika aktivno učim njemački te sam do 2022. godine učila engleski jezik, kada sam na Certificate of Proficiency in English (CPE) s odličnim uspjehom položila C2 razinu. Slobodno vrijeme najviše volim provoditi u prirodi, planinarenju, kampinganju i šetnjama sa psom te na putovanjima i druženjima s prijateljima.