

Znanstveno izvješće

o određivanju granica za poduzimanje mjera za olovo i kadmij u medu, mesu divljači i kunića
(određivanje najvećih dopuštenih količina olova i kadmija u medu, mesu divljači i kunića)

Siječanj, 2015. godine

Znanstveno izvješće izradili:

dr. sc. Dražen Knežević, dr. med. vet.

dr. sc. Brigita Hengl, dr. med. vet.

SAŽETAK

Hrvatska agencija za hranu zaprimila je zahtjev Uprave za veterinarstvo i sigurnost hrane Ministarstva poljoprivrede za procjenom rizika za teške metale – određivanje granica za poduzimanje mjera za olovo i kadmij u medu, mesu kunića i divljači. Nakon provedene analize dostavljenih podataka i provedene procjene rizika, kojom su u obzir uzeti različiti scenariji prehrabene izloženosti olovu i kadmiju uslijed konzumacije meda i mesa divljači i kunića, utvrđene su maksimalne koncentracije olova i kadmija kod kojih je razina rizika za zdravlje odraslih konzumenata vrlo niska te su one stoga preporučene kao najveće dopuštene količine (NDK).

Za procjenu izloženosti odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj korišten je pristup kod kojeg su u obzir uzete prosječne vrijednosti koncentracije olova i kadmija u uzorcima meda i mesa divljači i kunića te podaci o potrošnji navedene hrane, izraženi kao prosjek, 95. i 99. percentil i maksimum. Vrijednosti konzumacije na 95. i 99. percentilu uzete su u obzir jer je vrlo mali broj ispitanika izjavio kako konzumira maksimalne količine meda i mesa divljači i kunića. Podaci o prosječnoj potrošnji dobiveni su temeljem HAH-ovog istraživanja prehrabnenih navika odrasle populacije u Republici Hrvatskoj. Pri procjenjivanju izloženosti u obzir su uzeti oni ispitanici koji su izjavili da su konzumirali med i meso divljači i kunića te su u obzir uzete i vrijednosti njihove prosječne tjelesne mase.

Uzimajući u obzir prosječnu koncentraciju olova u medu u Republici Hrvatskoj (0,06 mg/kg) vrijednosti procijenjene prehrabene izloženosti olovu konzumenata meda odrasle populacije Republike Hrvatske manje su od utvrđenih vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Uzimajući u obzir NDK Republike Austrije od 0,25 mg/kg i maksimalnu konzumaciju meda od 50 g/dan procijenjena prehrabena izloženost iznositi će 0,17 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene BMDL vrijednosti. Uzimajući u obzir takvu izloženost, kod koje je vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka vrlo mala, i relativno niski doprinos konzumacije meda prosječnom dnevnom unosu olova u visini nižoj od 3% kao NDK vrijednost za olovo u medu može preporučiti koncentracija do maksimalno 0,25 mg/kg

Uzimajući u obzir sve uzorke u Republici Hrvatskoj analizirane na olovo u mesu divljači od 2010. do 2014. godine (prosijek koncentracije 0,40 mg/kg) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači (320 g/dan) vrijednost procijenjene prehrabene izloženosti olovu konzumenata mesa divljači odrasle populacije Republike Hrvatske iznosi 1,65 µg/kg t.m./dan. Takva procijenjena vrijednost izloženosti veća je od utvrđenih vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega i mogla bi dovesti do pojave štetnih učinaka. Vrijednosti koncentracije olova u pojedinim uzorcima bile su znatno veće od 1 mg/kg (primjerice 40,95 mg/kg i 63,22 mg/kg) te su znatno utjecale na statističku obradu podataka (vjerojatna onečišćenost olovom jer uzorci nisu uzimani dovoljno daleko od prostrijelne rane). Kada se u obzir uzme maksimalna konzumacija mesa divljači (320 g/dan) i uzorci s koncentracijom manjom od 1 mg/kg, kod

kjih prosjek koncentracije iznosi 0,07 mg/kg, procijenjena vrijednost prehrambene izloženosti iznosi 0,29 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene BMDL vrijednosti. Uzimajući u obzir NDK za olovo u mesu divljači Kraljevine Danske od 0,1 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 320 g/dan u RH procijenjena prehrambena izloženost iznositi će 0,41 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene BMDL vrijednosti. Uzimajući u obzir NDK Republike Austrije od 0,25 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 320 g/dan u RH procijenjena prehrambena izloženost iznositi će 1,03 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost veću od utvrđena BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega od 0,63 µg/kg t.m./dan što bi moglo dovesti do pojave štetnih bubrenih učinaka. Ukoliko bi se koristila vrijednost koncentracije olova od 0,15 mg/kg granice izloženosti bile bi prihvatljive za sve konzumente. Uzimajući u obzir takvu izloženost i relativno niski doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso divljači, prosječnom dnevnom unosu olova u visini od 5,5% (od čega je 0,01% meso divljači) kao NDK vrijednost za olovo u mesu divljači može se preporučiti koncentracija maksimalno do 0,15 mg/kg.

Uzimajući u obzir prosjek koncentracije olova u mesu kunića od 0,1 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa kunića od 224 g/dan procijenjena prehrambena izloženost olovu iznositi će 0,35 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene BMDL vrijednosti. Uzimajući u obzir predloženu koncentraciju za olovo u mesu kunića od 0,2 mg/kg i vrijednosti konzumacije mesa kunića u RH, granice izloženosti bi bile prihvatljive za sve konzumente. Pri takvoj je izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka vrlo mala. Uzimajući u obzir takvu izloženost i relativno niski doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso kunića, prosječnom dnevnom unosu olova u visini od 5,5%, kao NDK vrijednost za olovo u mesu kunića može se preporučiti maksimalna koncentracija do 0,20 mg/kg.

Uzimajući u obzir prosječnu koncentraciju kadmija u medu u RH (0,04 mg/kg), procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata meda u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,06 do 0,19 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te je stoga razina rizika za zdravlje potrošača meda niska. Uzimajući u obzir NDK za kadmij u medu u Kraljevini Danskoj od 0,02 mg/kg i maksimalnu konzumaciju meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,10 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 4,00% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij. Uzimajući u obzir scenarij koji podrazumijeva maksimalnu konzumaciju meda od 350 g na tjedan u kojem koncentracija kadmija iznosi 0,05 mg/kg (NDK za kadmij u medu Republike Austrije), vrijednost tjedne izloženosti iznosila bi 0,24 µg Cd/kg t.m. tjedno, što je ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase. Takva izloženost iznosila bi 9,63% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij. Ukoliko bi se u obzir uzela estimirana koncentracija kadmija u medu od 0,1 mg/kg i maksimalna konzumacija meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,42 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 16,80% utvrđene TWI

vrijednosti za kadmij što je relativno visoki udio u ukupnoj izloženosti. Uzimajući u obzir sve navedene vrijednosti tjedne izloženosti, doprinos konzumacije meda prosječnom dnevnom unosu kadmija kod odraslog dijela populacije u visini od minimalno 1.02% te maksimalno 7.86%, kao i vrlo niski udio antropogenog onečišćenja u Republici Hrvatskoj kao maksimalna vrijednost NDK za kadmij u medu može se preporučiti vrijednost do 0,05 mg/kg.

Uzimajući u obzir prosječnu koncentraciju kadmija u mesu divljači u RH (0,01 mg/kg) procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata mesa divljači u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,03 do 0,29 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te je stoga razina rizika za zdravlje potrošača niska. Uzimajući u obzir NDK za kadmij u mesu divljači Kraljevine Danske od 0,05 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 2240,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 1,45 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 58% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij. Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu divljači od 0,1 mg/kg (NDK Austrija i Slovačka) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 2240,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 2,90 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost prelazi utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te postoji vjerojatnost nastanka rizika za ljudsko zdravlje. Također, kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 1,75 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 70% TWI vrijednosti za kadmij. Uzimajući u obzir sve navedene vrijednosti vezane za tjednu izloženost, doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso divljači, prosječnom dnevnom unosu kadmija kod odraslog dijela populacije u visini od minimalno 5,51% odnosno maksimalno s 24,5%, kao i vrlo niski udio antropogenog onečišćenja u Republici Hrvatskoj kao NDK za kadmij u mesu divljači može se preporučiti maksimalan NDK vrijednost do 0,05 mg/kg.

Uzimajući u obzir prosječnu koncentraciju kadmija u mesu kunića procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata mesa kunića u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,12 do 1,97 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase. Uzimajući u obzir estimiranu koncentraciju kadmija u mesu kunića od 0,05 mg/kg maksimalnu konzumaciju mesa kunića od 1568,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,99 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost ne prelazi utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase. Također, kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 0,65 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 26% TWI vrijednosti za kadmij. Uzimajući u obzir sve navedene vrijednosti vezane za tjednu izloženost, doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso kunića, prosječnom dnevnom unosu kadmija kod odraslog dijela populacije u visini od minimalno 5,51% odnosno maksimalno s 24,5%, kao i vrlo niski udio antropogenog onečišćenja u Republici Hrvatskoj kao maksimalna vrijednost NDK za kadmij u mesu kunića može se preporučiti vrijednost do 0,05 mg/kg.

KLJUČNE RIJEČI

Olovo, kadmij, med, meso divljači, meso kunića, najveće dopuštene količine, procjena rizika

POPIS KRATICA

BMDL: Benchmark Dose Level (statistička donja granica pouzdanosti referentne doze)

CONTAM Panel: EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (EFSA-in Odbor za kontaminante u lancu prehrane)

EFSA: European Food Safety Agency (Europska agencija za sigurnost hrane)

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organizacija za hranu i poljoprivredu UN-a)

HAH: Hrvatska agencija za hranu

IARC: International Agency for Research on Cancer (Međunarodna agencija za istraživanje raka)

JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Zajednički WHO/FAO stručni odbor za aditive u hrani)

MOE: Margin of Exposure (granica izloženosti)

NDK: Najveća dopuštena količina

TWI: Tolerable Weekly Intake (podnošljivi tjedni unos)

US EPA: U.S. Environmental Protection Agency (Agencija za zaštitu okoliša SAD)

WHO: World Health Organization (Svjetska zdravstvena organizacija)

SADRŽAJ

1. UVOD	6
2. PROCJENA RIZIKA	7
2.1. Olovo	7
2.1.1. Procjena rizika – olovo u medu	9
2.1.2. Procjena rizika – olovo u mesu divljači	11
2.1.3. Procjena rizika – olovo u mesu kunića	15
2.2. Kadmij.....	18
2.2.1. Procjena rizika – kadmij u medu.....	20
2.2.2. Procjena rizika – kadmij u mesu divljači	22
2.2.3. Procjena rizika – kadmij u mesu kunića	25
3. ZAKLJUČCI	26
4. PREPORUKE	29
5. LITERATURA (REFERENCE).....	30

1. UVOD

Hrvatska agencija za hranu zaprimila je 01. prosinca 2014. godine zahtjev Uprave za veterinarstvo i sigurnost hrane Ministarstva poljoprivrede za procjenu rizika za teške metale – određivanje granica za poduzimanje mjera za olovo i kadmij u medu, mesu kunića i divljači (Klasa: 322-01/14-01/1771; Urbroj: 525-10/0271-14-1 od 24. studenog 2014. godine). Uredbom Komisije (EU) 1881/2006 nisu propisane najveće dopuštene količine (NDK) (mg/kg) olova i kadmija u medu, mesu divljači i kunića te je zbog toga Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane zatražila izradu mišljenja o potencijalnim rizicima od teških metala za zdravlje građana Republike Hrvatske i preporuku za NDK odnosno granice za poduzimanje mjera za olovo i kadmij u medu, mesu divljači i kunića.

Prema standardima Komisije Kodeks Alimentarius NDK mogu biti uspostavljene samo za hranu u kojoj se onečišćivač može naći u količinama koje su značajne za ukupnu izloženost potrošača (CAC, 2010). Vrijednosti NDK treba uspostaviti na način koji podrazumijeva primjerenu zaštitu potrošača te primjenu načela dobre proizvođačke prakse i dobre poljoprivredne prakse. Vrijednosti NDK moraju se temeljiti na općeprihvaćenim znanstvenim načelima, kako ne bi predstavljale neopravdanu zapreku međunarodnoj trgovini.

Pri utvrđivanju prihvatljivih NDK vrijednosti u ovom je mišljenju u obzir uzeto sljedeće:

Toksikološke informacije

- identifikacija štetne tvari;
- metaboliziranje u ljudi ili životinja;
- toksikokinetika i toksikodinamika;
- podaci o akutnoj i dugoročnoj toksičnosti i drugi relevantni podaci o toksičnosti;
- znanstvena mišljenja o prihvatljivosti i sigurnosti unešenih razina onečišćivača.

Analitički podaci

- validirani kvalitativni i kvantitativni podaci o reprezentativnim uzorcima;
- odgovarajući postupci uzorkovanja.

Podaci o unosu

- prisutnost onečišćivača u hrani od značaja;
- podaci o unosu hrane za prosječne i najeksponiranije skupine potrošača (visoki potrošači);
- rezultati istraživanja prehrambenih navika;
- izračun unosa kontaminanta iz različitih scenarija potrošnje hrane.

Podaci dobiveni procjenom rizika u ovom mišljenju prikazani su na način koji upravljaču rizicima daju mogućnost upravljanja rizikom, mogućnost razmatranja mogućih maksimalnih razina onečišćivača u hrani i mogućnost razmatranja alternativnih rješenja.

2. PROCJENA RIZIKA

2.1. Olovo

Karakterizacija opasnosti

Olovo (lat. *Plumbum, Pb*) je plavkasto-sivi metal bez posebnog okusa i mirisa koji se ubraja u skupinu teških metala, a može ga se naći u svim dijelovima našeg okoliša (u kopnenim vodama, moru, tlu i zraku). Ljudske aktivnosti poput rudarstva te proizvodnje i izgaranja fosilnih goriva glavni su izvori olova u okolišu (Keil i sur., 2011). Olovo postoji u organskom i anorganskom obliku, a u okolišu je anorgansko olovo češće od organskog olova.

Unos olova u ljudski organizam najčešće se odvija putem konzumacije hrane i vode te putem zraka, prašine i tla onečišćenih olovom (US EPA, 2000). Biljke i životinje mogu biokoncentrirati olovo, ali do njegovog biomagnificiranja u prehrambenom lancu ne dolazi (US ATSDR, 2007). Navedeno se dijelom objašnjava činjenicom da se u kralježnjaka olovo pohranjuje uglavnom u kosti, što smanjuje rizik od prijenosa olova na druge organizme (Tukker i sur., 2001). Utvrđeno je kako organizmi inkorporiraju olovo iz okoliša razmjerno stupnju onečišćenja okoliša.

Olovo uneseno u ljudsko tijelo akumulira se prvenstveno u koštanom tkivu. Iz koštanog tkiva postepeno se otpušta nazad u krvotok, osobito pri fiziološkim ili patološkim razdobljima demineralizacije kostiju kao što su trudnoća, dojenje i osteoporoza, čak i ako je izloženost olovu već prestala. Olovo se može prenijeti s majke na fetus/dijete u maternici, ali i putem majčinog mlijeka.

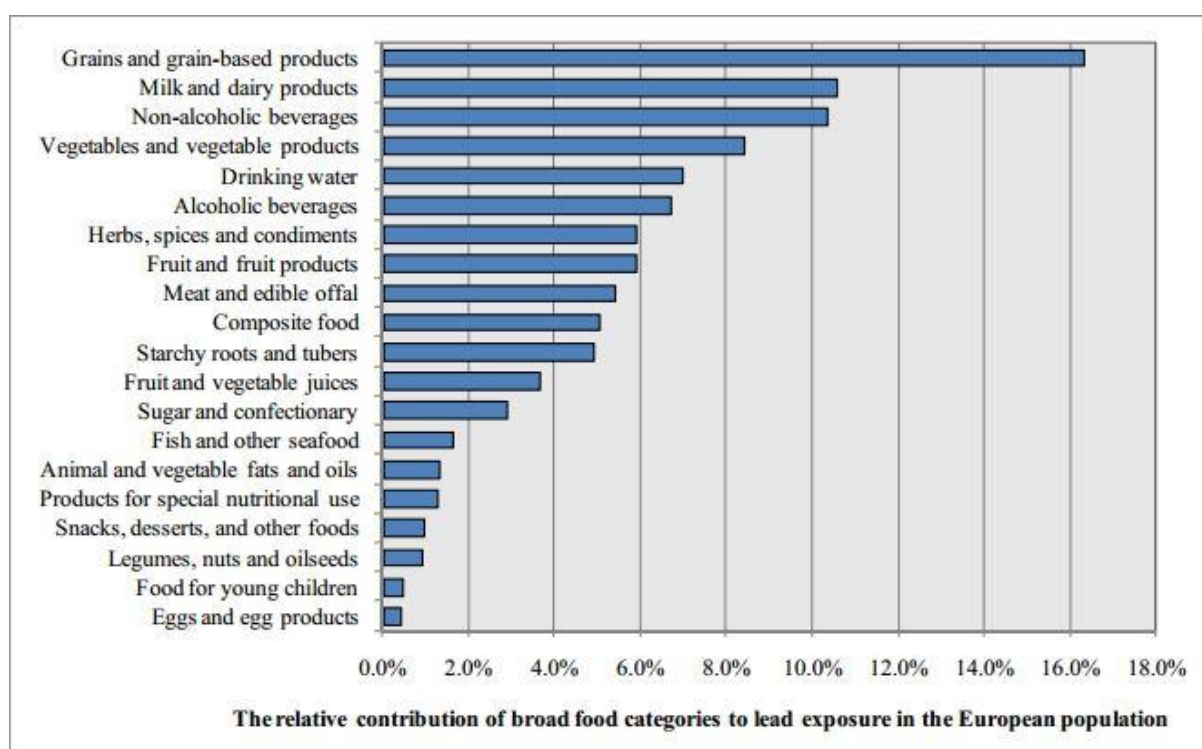
Olovo utječe na gotovo svaki sustav u tijelu, uključujući krv i krvožilni sustav, endokrini, probavni, imunološki te reproduktivni sustav. Najkritičnije ciljno tkivo za olovo je središnji živčani sustav (SŽS), osobito mozak u razvoju, kod kojeg olovo može štetno djelovati na kognitivni razvoj i intelektualne performanse u djece, čak i pri niskim razinama izloženosti. EFSA-in Odbor za onečišćivače u lancu prehrane utvrdio je da su kritični štetni učinci vrlo bitni za procjenu rizika razvoja neurotoksičnosti kod male djece te nefrotoksičnosti i štetnih kardiovaskularnih učinaka kod odraslih (EFSA, 2010). Međunarodna agencija za istraživanje raka klasificira je olovo kao karcinogen klase 2A – vjerojatno karcinogen za ljude (IARC, 2006). Zajednički WHO/FAO stručni odbor za aditive u hrani – JECFA (engl. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) 2010. godine potvrdio je da neurotoksičnost olova smanjuje dječji IQ, a također je utvrđeno kako olovo povećava sistolički krvni tlak u odraslih (za približno 3 mmHg).

Procjena izloženosti

Izloženost ljudi olovu može se dogoditi preko hrane, vode, zraka, tla i prašine. Hrana je glavni izvor izloženosti olovu, a drugi su izvori od manjeg značaja. Prehrambena izloženost olovu za prosječne odrasle potrošače varira između 0,40 i 0,59 µg/kg t.m./dan s medijanom od 0,50 µg/kg t.m./dan dok

kod 95. percentila varira između 0,65 i 0,99 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m./dan s medijanom 0,83 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m./dan. Procijenjena maksimalna gornja granica 95. percentila iznosi 1,16 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m./dan (EFSA, 2012).

Na Slici 1 vidljivo je kako kategorija hrane „Šećer i konditorski proizvodi“, u koju se ubraja i med, pridonosi prosječnom dnevnom unosu olova u visini od oko 3%. Na istoj slici vidljivo je kako kategorija hrane „Meso i jestive iznutrice“, u koje se ubraja i meso divljači i kunića, pridonosi prosječnom dnevnom unosu olova kod odraslih u visini od oko 5,5% (EFSA, 2012). EFSA (2010) u svom mišljenju o olovu u hrani navodi podatak kako konzumacija mesa divljači u odraslih doprinosi ukupnoj izloženosti u visini od oko 0,01%, a u starijih osoba pridonosi ukupnoj izloženosti u visini od 0,9% (EFSA, 2012).



Slika 1: Postotak doprinosa ukupnoj izloženosti potrošača olovu iz različitih kategorija hrane (EFSA, 2012)

Za procjenu izloženosti olovu odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj korišten je pristup kod kojeg su u obzir uzete vrijednosti koncentracije olova u uzorcima meda i mesa divljači i kunića te podaci o potrošnji meda i mesa divljači i kunića. Podaci o potrošnji navedene hrane dobiveni su temeljem HAH-ovog istraživanja prehrambenih navika odrasle populacije u Republici Hrvatskoj. Pri tom istraživanju prehrambenih navika u obzir su uzeti oni ispitanici koji su izjavili da su konzumirali med i meso divljači i kunića (HAH, Prehrambene navike u RH 2011. i 2012. godine, neobjavljeni podaci). S obzirom na to da je vrlo mali broj ispitanika izjavio kako konzumira maksimalne količine meda i mesa divljači i kunića u obzir su uzete i vrijednosti konzumacije na 95. i 99. percentilu.

Pri procjenjivanju izloženosti u obzir su uzete vrijednosti prosječne tjelesne mase konzumenata, utvrđene tijekom provođenja istraživanja prehrambenih navika odrasle populacije u Republici Hrvatskoj.

Modeliranjem poznatih parametara (prehrambene navike i koncentracija metala u medu i mesu divljači i kunića) dobivene su estimirane koncentracije kod kojih je zanemariv rizik za ljudsko zdravlje.

Pri procjeni izloženosti olovu korišten je izračun granica izloženosti - MOE (engl. Margin of Exposure). Ovaj metodološki pristup korišten je zbog manjkavosti podataka bitnih za procjenu odnosa doza-odgovor, posebice kod izloženosti niskim razinama olova. Zbog navedenih manjkavosti u podacima EFSA je, s ciljem utvrđivanja odgovarajućih vrijednosti, provela niz modeliranja odnosa doza-odgovor. Ta su modeliranja rezultirala dobivanjem procijenjenih vrijednosti za statističke donje granice pouzdanosti referentnih doza – BMDL-ove (BMDL - eng. Benchmark Dose Level) (EFSA, 2009). EFSA navodi kako postoje određene nesigurnosti povezane s utvrđivanjem BMDL vrijednosti zbog mnogih nedoumica vezanih za njihovo tumačenje. Trenutni epidemiološki podaci ne daju ili daju slabe dokaze za postojanje pragova za kritične krajnje točke. Upravo zbog toga EFSA je zaključila kako ne bi bilo prikladno izračunavati vrijednosti kojima će se davati zdravstvene smjernice vezane za olovo (npr. TWI) nego da je prikladnije izračunati približne granice izloženosti. EFSA (2010) navodi kako BMDL₀₁ od 1,50 µg/kg tjelesne mase dnevno može uzrokovati potencijalno štetne zdravstvene učinke olova na kardiovaskularni sustav. EFSA (2010) također navodi kako BMDL₁₀ od 0,63 µg/kg tjelesne mase dnevno može uzrokovati potencijalno štetne zdravstvene učinke olova na bubrege. Pri procjenjivanju rizika na ljudsko zdravlje u RH u obzir su uzete vrijednost BMDL koje navodi EFSA.

2.1.1. Procjena rizika – olovo u medu

Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane dostavila je na obradu relevantne rezultate laboratorijskih analiza kojima je utvrđivana prisutnost olova u medu od 2010. do 2014. godine (Tablica 1). U Tablici 1 vidljivo je kako prosječna koncentracija olova u medu u navedenom razdoblju iznosi 0,06 mg/kg dok medijan koncentracije iznosi 0,03 mg/kg. Pri daljnjoj procjeni rizika u obzir je uzeta vrijednost prosječne koncentracije olova jer je ona veća od medijana i odgovara modeliranju slučaja najgoreg scenarija.

Tablica 1: Prikaz utvrđenih koncentracija olova u medu prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Broj uzoraka	Utvrđena koncentracija olova (mg/kg)	
			Prosjek	Medijan
Med	2010	40	0,07	0,05
	2011	39	0,07	0,04
	2012	29	0,06	0,02
	2013	31	0,03	0,01
	2014	32	0,09	0,01
Ukupno		171	0,06	0,03

Za procjenu izloženosti korišteni su podaci o konzumaciji meda i tjelesnoj masi odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj, dobiveni istraživanjem prehrambenih navika odrasle populacije koje je Hrvatska agencija za hranu provela 2011. i 2012. godine (Tablica 2).

Tablica 2: Konzumacija meda odrasle populacije Republike Hrvatske (istraživanje prehrambenih navika – HAH)

Vrsta hrane	Konzumacija meda u RH (g/dan)					Prosječna tjelesna masa konzumenta (kg)
	Min	Prosjek	P95	P99	Maks	
Med	0,05	15,14	39,00	46,00	50,00	72,67

Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99. percentil; Maks: maksimum

Pri daljnjoj procjeni u obzir je uzeta utvrđena prosječna koncentracija olova u medu u Republici Hrvatskoj (0,06 mg/kg) te NDK u medu koje su odredile Kraljevina Danska (0,1 mg/kg) i Republika Austrija (0,25 mg/kg) (Tablica 3).

Tablica 3: Procijenjena prehrambena izloženost olovu putem konzumacije meda

Koncentracija Pb (mg/kg) u medu		Prosječna potrošnja meda u RH* (g/dan)				Procijenjena izloženost Pb (µg/kg t.m./dan)			
		Pros	P95	P99	Maks	Pros	P95	P99	Maks
Prosjek HR	0,06	15,14	39,00	46,00	50,00	0,01	0,03	0,04	0,04
NDK Danska	0,10	15,14	39,00	46,00	50,00	0,02	0,05	0,06	0,07
NDK Austrija	0,25	15,14	39,00	46,00	50,00	0,05	0,13	0,16	0,17

*Prehrambene navike HAH; Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum; Prosječna tjelesna masa konzumenta: 72,67 kg

Za procjenu granica izloženosti olovu korištene su vrijednosti BMDL₀₁ od 1,50 µg/kg tjelesne mase dnevno za kardiovaskularne učinke i BMDL₁₀ od 0,63 µg/kg tjelesne mase dnevno za bubrežne

učinke. Uzimajući u obzir navedene BMDL vrijednosti i procijenjene vrijednosti izloženosti olovu putem konzumacije meda izračunate su granice izloženosti (Tablica 4).

Tablica 4: Procijenjene granice izloženosti olovu za različite krajnje točke kod odrasle populacije Republike Hrvatske prilikom konzumacije meda

Koncentracija Pb (mg/kg) u medu	Krajnja točka	BMDL (µg/kg t.m./dan)	Granica izloženosti (MOE)			
			Prosjek	P95	P99	Maks
Prosjek HR (0,06)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	120,00	46,58	39,49	36,34
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	50,40	19,56	16,59	15,26
NDK Danska (0,10)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	72,00	27,98	23,73	21,80
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	30,24	11,75	9,97	9,16
NDK Austrija (0,25)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	28,80	11,18	9,48	8,72
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	12,10	4,69	3,98	3,66

BMDL: Statistička donja granica pouzdanosti referentne doze; P95: 95. percentil; P99: 99. Percentil; Maks: maksimum

Razina rizika za ljudsko zdravlje u korelaciji je s blazinom MOE i prehrambenom izloženosti – što je granica izloženost bliža procijenjenoj prehrambenoj izloženosti veća je vjerojatnost nastanka mogućih štetnih učinaka kod nekih potrošača.

Vrijednosti procijenjene prehrambene izloženosti olovu konzumenata meda odrasle populacije Republike Hrvatske manje su od utvrđenih vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan).

Uzimajući u obzir NDK Republike Austrije od 0,25 mg/kg i maksimalnu konzumaciju meda od 50 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznositi će 0,17 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Pri takvoj je izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka vrlo mala. Uzimajući u obzir takvu izloženost i relativno niski doprinos konzumacije meda prosječnom dnevnom unosu olova u visini nižoj od 3% kao NDK vrijednost za olovo u medu može se preporučiti koncentracija do maksimalno 0,25 mg/kg.

2.1.2. Procjena rizika – olovo u mesu divljači

Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane dostavila je na obradu relevantne rezultate laboratorijskih analiza kojima je utvrđivana prisutnost olova u mesu divljači od 2010. do 2014. godine (Tablica 5). U

Tablici 5 vidljivo je kako prosječna koncentracija olova u mesu divljači za navedeno razdoblje iznosi 0,40 mg/kg dok medijan koncentracije iznosi 0,03 mg/kg. Pri daljnjoj procjeni rizika u obzir je uzeta vrijednost prosječne koncentracije olova jer je ona veća od medijana i odgovara modeliranju slučaja najgoreg scenarija.

Tablica 5: Prikaz utvrđenih koncentracija olova u svim uzorcima mesa divljači prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Broj uzoraka	Utvrđena koncentracija olova (mg/kg)	
			Prosjek	Medijan
Meso divljači	2010	196	0,35	0,03
	2011	112	0,63	0,04
	2012	34	0,04	0,02
	2013	13	0,55	0,02
	2014	17	0,07	0,01
Ukupno		372	0,40	0,03

Vrijednosti koncentracije olova u pojedinim uzorcima bile su znatno veće od 1 mg/kg (primjerice 40,954 mg/kg i 63,222 mg/kg) te su znatno utjecale na statističku obradu podataka. Iako je u Uputi za uzimanje uzoraka za potrebe državnog programa monitoringa rezidua i postupanje po nesukladnom nalazu, koje je izdala Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane Ministarstva poljoprivrede, navedeno kako kod uzimanja uzoraka od odstrijeljene (slobodno živuće) divljači posebnu pažnju treba obratiti da se uzorak uzme dovoljno daleko od prostrijelne rane kako ne bi bio zagađen olovom iz streljiva ovako velike koncentracije upućuju na to da uzorci nisu uzimani dovoljno daleko od prostrijelne rane.

Zbog navedenog su rezultati laboratorijskih analiza kod kojih je u uzorcima utvrđena količina olova manja od 1 mg/kg prikazane zasebno (Tablica 6). U Tablici 6 vidljivo je kako prosječna koncentracija olova u mesu divljači s koncentracijom olova manjom od 1 mg/kg za pet godina iznosi 0,07 mg/kg dok medijan koncentracije iznosi 0,03 mg/kg.

Tablica 6: Prikaz utvrđenih koncentracija olova u uzorcima mesa divljači s koncentracijom olova manjom od 1 mg/kg prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Broj uzoraka	Utvrđena koncentracija olova (mg/kg)	
			Prosjek	Medijan
Meso divljači	2010	189	0,09	0,03
	2011	111	0,07	0,04
	2012	34	0,04	0,02
	2013	12	0,03	0,02
	2014	16	0,01	0,01
Ukupno		362	0,07	0,03

Za procjenu izloženosti korišteni su podaci o konzumaciji mesa divljači i tjelesnoj masi odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj, dobiveni istraživanjem prehrambenih navika odrasle populacije koje je Hrvatska agencija za hranu provela 2011. i 2012. godine (Tablica 7).

Tablica 7: Konzumacija mesa divljači odrasle populacije Republike Hrvatske (istraživanje prehrambenih navika – HAH)

Vrsta hrane	Konzumacija mesa divljači u RH (g/dan)					Prosječna tjelesna masa konzumenta (kg)
	Min	Prosjek	P95	P99	Maks	
Meso divljači	0,32	36,55	193,00	295,00	320,00	77,36

Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum

Pri daljnjoj procjeni u obzir je uzeta utvrđena prosječna koncentracija olova u mesu divljači u Republici Hrvatskoj te NDK u mesu divljači koje su odredile Kraljevina Danska (0,1 mg/kg) i Republika Austrija (0,25 mg/kg) (Tablica 8).

Tablica 8: Procijenjena prehrambena izloženost olovu putem konzumacije mesa divljači

Konzentracija Pb u mesu divljači (mg/kg)		Prosječna potrošnja mesa divljači u RH* (g/dan)				Procijenjena izloženost Pb (µg/kg t.m./dan)			
		Pros	P95	P99	Maks	Pros	P95	P99	Maks
Prosjek HR svi uzorci	0,40	36,55	193,00	295,00	320,00	0,19	1,00	1,53	1,65
Prosjek HR - uzorci <1mg/kg	0,07	36,55	193,00	295,00	320,00	0,03	0,17	0,27	0,29
NDK Danska	0,10	36,55	193,00	295,00	320,00	0,05	0,25	0,3813	0,41
NDK Austrija	0,25	36,55	193,00	295,00	320,00	0,12	0,62	0,9533	1,03
Estimirana koncentracija	0,15	36,55	193,00	295,00	320,00	0,07	0,37	0,57	0,62

*Prehrambene navike HAH; Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum; Prosječna tjelesna masa konzumenta: 77,36 kg

Za procjenu granica izloženosti olovu korištene su vrijednosti BMDL₀₁ od 1,50 µg/kg tjelesne mase dnevno za kardiovaskularne učinke i BMDL₁₀ od 0,63 µg/kg tjelesne mase dnevno za bubrežne učinke. Uzimajući u obzir navedene BMDL vrijednosti i procijenjene vrijednosti izloženosti olovu putem konzumacije mesa divljači izračunate su granice izloženosti (Tablica 9).

Tablica 9: Procijenjene granice izloženosti olovu za različite krajnje točke kod odrasle populacije Republike Hrvatske prilikom konzumacije mesa divljači

Koncentracija Pb (mg/kg) u mesu divljači	Krajnja točka	BMDL (µg/kg t.m./dan)	Granica izloženosti (MOE)			
			Prosjek	P95	P99	Maks
Prosjek HR svi uzorci (0,40)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	7,94	1,50	2,85	0,91
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	3,33	0,63	0,41	0,38
Prosjek HR uzorci <1mg/kg (0,07)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	46,01	8,71	5,62	5,70
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	19,33	3,66	2,36	2,40
NDK Danska (0,1)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	31,75	6,01	3,93	3,63
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	13,33	2,53	1,65	1,52
NDK Austrija (0,25)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	12,70	2,41	1,57	1,45
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	5,33	1,01	0,66	0,61
Predloženi NDK (0,15)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	21,17	4,01	2,62	2,42
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	8,89	1,68	1,10	1,02

BMDL: Statistička donja granica pouzdanosti referentne doze; P95: 95. percentil; P99: 99. Percentil; Maks: maksimum

Razina rizika za ljudsko zdravlje u korelaciji je s blazinom MOE i prehrambenom izloženosti – što je granica izloženost bliža procijenjenoj prehrambenoj izloženosti veća je vjerojatnost nastanka mogućih štetnih učinaka kod nekih potrošača. U Tablici 9 vidljivo je kako vrijednosti MOE imaju nepovoljnu tendenciju kretanja prema 0 (0,91; 0,38, 0,66 i 0,61) u scenarijima kod kojih je u obzir uzeta koncentracija olova u visini od 0,40 i 0,25 mg/kg za maksimalne i P99 vrijednosti konzumacije.

Uzimajući u obzir sve analizirane uzorke (prosjek koncentracije 0,40 mg/kg) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači (320 g/dan) vrijednost procijenjene prehrambene izloženost olovu konzumenata mesa divljači odrasle populacije Republike Hrvatske iznosi 1,65 µg/kg t.m./dan. Takva procijenjena vrijednost izloženosti veća je od od utvrđenih vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Tako visoka prehrambena izloženost olovu mogla bi dovesti do pojave štetnih učinaka.

Međutim, kada se u obzir uzme maksimalna konzumacija mesa divljači (320 g/dan) i uzorci s koncentracijom manjom od 1 mg/kg, kod kojih prosjek koncentracije iznosi 0,07 mg/kg, procijenjena vrijednost prehrambene izloženosti iznosi 0,29 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan).

Uzimajući u obzir NDK Kraljevine Danske od 0,1 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 320 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznositi će 0,41 µg/kg t.m./dan što predstavlja

vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Pri takvoj je izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka vrlo je mala.

Uzimajući u obzir NDK Republike Austrije od 0,25 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 320 g/dan procijenjena prehrabena izloženost iznosit će 1,03 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost veću od utvrđene BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega od 0,63 µg/kg t.m./dan. Tako visoka prehrabena izloženost olovu mogla bi dovesti do pojave štetnih bubrežnih učinaka.

Ukoliko bi se koristila vrijednost koncentracije olova od 0,15 mg/kg (u Tablici 9 Predloženi NDK) granice izloženosti bile bi prihvatljive za sve konzumente.

Uzimajući u obzir takvu izloženost i relativno niski doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso divljači, prosječnom dnevnom unosu olova u visini od 5,5% (od čega je 0,01% meso divljači) kao NDK vrijednost za olovo u mesu divljači može se preporučiti koncentracija maksimalno do 0,15 mg/kg.

2.1.3. Procjena rizika – olovo u mesu kunića

Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane dostavila je na obradu relevantne rezultate laboratorijskih analiza kojima je utvrđivana prisutnost olova u mesu kunića od 2010. godine do 2014. godine (Tablica 10). U Tablici 10 vidljivo je kako prosječna koncentracija olova u mesu kunića za pet godina iznosi 0,12 mg/kg, medijan koncentracije iznosi 0,09 mg/kg dok maksimum koncentracije olova iznosi 0,25 mg/kg. Pri daljnjoj procjeni rizika u obzir su uzete vrijednosti prosječne i maksimalne koncentracije olova jer odgovaraju modeliranju slučaja najgoreg scenarija.

Tablica 10: Prikaz utvrđenih koncentracija olova u uzorcima mesa kunića prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Koncentracija Pb (mg/kg)
Meso kunića	2010	<0,01
	2010	0,25
	2010	0,09
	2012	0,04
	2013	<0,01
	2014	<0,01
Prosječna koncentracija		0,12
Medijan koncentracije		0,09
Maksimalna koncentracija		0,25

Za procjenu izloženosti korišteni su podaci o konzumaciji mesa kunića i prosječnoj tjelesnoj masi odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj, dobiveni istraživanjem prehrambenih navika odrasle populacije koje je Hrvatska agencija za hranu provela 2011. i 2012. godine (Tablica 11).

Tablica 11: Konzumacija mesa kunića u odrasloj populaciji Republike Hrvatske (istraživanje prehrambenih navika – HAH)

Vrsta hrane	Konzumacija mesa kunića u RH (g/dan)					Prosječna tjelesna masa konzumenta (kg)
	Min	Prosjek	P95	P99	Maks	
Meso kunića	0,72	35,26	146,00	208,00	224,00	79,56

Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum

Pri daljnjoj procjeni u obzir je uzeta utvrđena prosječna i maksimalna koncentracija olova u mesu kunića u Republici Hrvatskoj (Tablica 12).

Tablica 12: Procijenjena prehrambena izloženost olovu putem konzumacije mesa kunića

Konzentracija Pb u mesu kunića(mg/kg)		Prosječna potrošnja mesa kunića u RH*				Procijenjena izloženost Pb (µg/kg t.m./dan)			
		Pros	P95	P99	Maks	Pros	P95	P99	Maks
Prosjek HR	0,12	35,26	146,00	208,00	224	0,06	0,23	0,33	0,35
Maksimum HR	0,25	35,26	146,00	208,00	224	0,11	0,46	0,65	0,70
Estimirana koncentracija	0,20	35,26	146,00	208,00	224	0,09	0,37	0,52	0,56

*Prehrambene navike HAH; Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum; Prosječna tjelesna masa konzumenta: 79,56 kg

Za procjenu granica izloženosti olovu korištene su vrijednosti BMDL₀₁ od 1,50 µg/kg tjelesne mase dnevno za kardiovaskularne učinke i BMDL₁₀ od 0,63 µg/kg tjelesne mase dnevno za bubrežne učinke. Uzimajući u obzir navedene BMDL vrijednosti i procijenjene vrijednosti izloženosti olovu putem konzumacije mesa kunića izračunate su granice izloženosti (Tablica 13).

Tablica 13: Procijenjene granice izloženosti olovu za različite krajnje točke kod odrasle populacije Republike Hrvatske prilikom konzumacije mesa kunića

Koncentracija Pb (mg/kg) u mesu kunića	Krajnja točka	BMDL (µg/kg t.m./dan)	Granica izloženosti (MOE)			
			Prosjek	P95	P99	Max
Prosjek HR (0,12)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	27,27	6,57	4,61	4,29
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	11,43	2,76	1,94	1,80
Maksimum HR (0,25)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	13,51	3,28	2,30	2,13
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	5,68	1,38	0,96	0,89
Predloženi NDK (0,20)	Kardiovaskularni učinci	BMDL ₀₁ 1,50	16,67	4,05	2,88	2,68
	Bubrežni učinci	BMDL ₁₀ 0,63	7,00	1,70	1,21	1,13

BMDL: Statistička donja granica pouzdanosti referentne doze; P95: 95. percentil; P99: 99. Percentil; Maks: maksimum

Razina rizika za ljudsko zdravlje u korelaciji je s blazinom MOE i prehrambenom izloženosti – što je granica izloženost bliža procijenjenoj prehrambenoj izloženosti veća je vjerojatnost nastanka mogućih štetnih učinaka kod nekih potrošača. U Tablici 13 vidljivo je kako vrijednost MOE ima nepovoljnu tendenciju kretanja prema 0 (0,89 i 0,96) u scenariju kod kojeg je u obzir uzeta koncentracija olova u visini od 0,25 mg/kg. Kod tog scenarija postoji vjerojatnost nastanka rizika za određene potrošače.

Uzimajući u obzir prosjek koncentracije olova u mesu kunića od 0,12 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa kunića od 224 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznosit će 0,35 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Pri takvoj je izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka je vrlo mala.

Uzimajući u obzir predloženu koncentraciju za olovo u mesu kunića od 0,20 mg/kg (predloženi NDK u Tablici 13) i konzumacije mesa kunića navedne u Tablici 12, granice izloženosti bile bi prihvatljive za sve konzumente. Pri takvoj izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka vrlo je mala. Uzimajući u obzir takvu izloženost i relativno niski doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso kunića, prosječnom dnevnom unosu olova u visini od 5,5% kao NDK vrijednost za olovo u mesu kunića može se preporučiti maksimalna koncentracija do 0,2 mg/kg.

2.2. Kadmij

Karakterizacija opasnosti

Kadmij (lat. *Cadmium*, *Cd*) je mekan, savitljiv, srebrno-bijeli ili plavkasto-bijeli metal koji se prirodno javlja u okolišu u neorganskom obliku kao posljedica vulkanskih emisija i trošenja stijena, a njegovu količinu u tlu, vodi i živim organizmima dodatno povećavaju antropogeni izvori poput izgaranja ugljena, nafte, spaljivanja otpada, izgaranja benzina, proizvodnje i uporabe mineralnih gnojiva i dr. (Keil i sur., 2011). Povećanje razine kadmija u tlu rezultira porastom unosa kadmija u biljke, ovisno o biljnoj vrsti, pH i ostalim karakteristikama tla. Na taj način dolazi i do posrednog unosa kod životinja koje se hrane tim biljkama.

Kadmij nema poznatu biološku funkciju u organizmu životinja i ljudi, ali oponaša druge dvovalentne metale koji su bitni za različite biološke funkcije. Kadmij može prelaziti razne biološke membrane pomoću različitih mehanizama, a jednom kada se nađe unutar stanice veže se na ligande s iznimnim afinitetom (npr. niskomolekularnim bjelančevinama - metalotioneinima). Zbog niske učinkovitosti eksportnih staničnih sustava, kadmij se zadržava u stanicama što objašnjava njegovo dugo vrijeme zadržavanja u tkivima poput crijeva, jetre i bubrega.

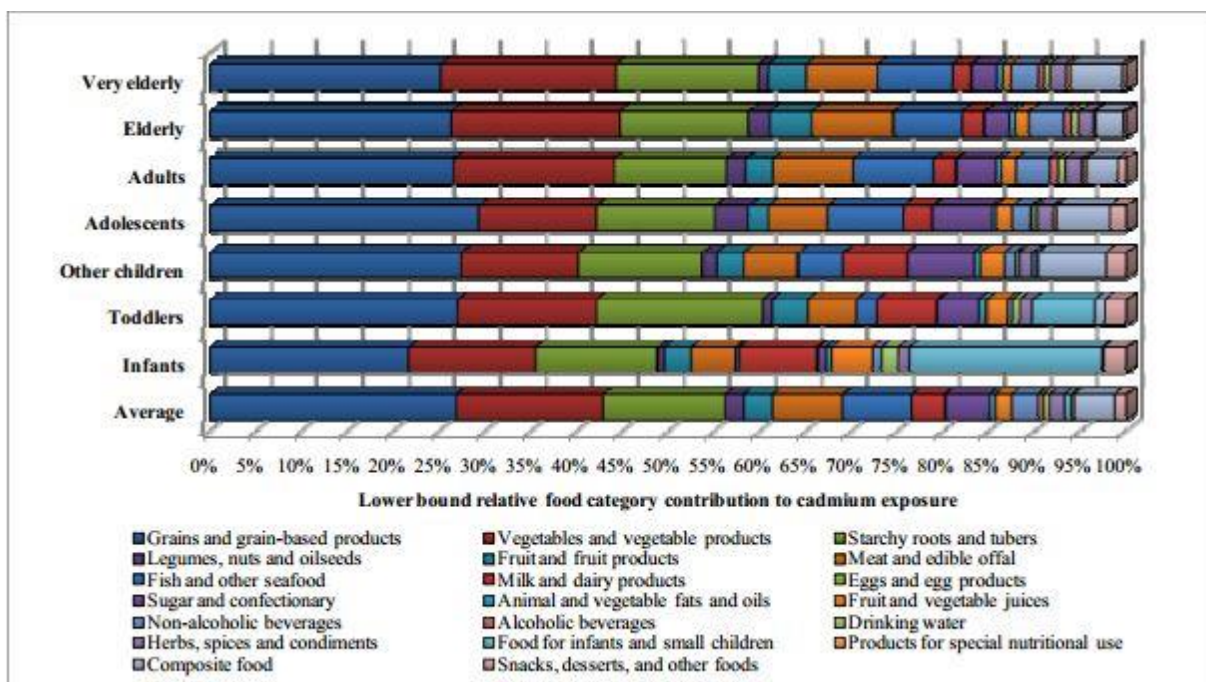
Apsorpcija kadmija nakon izlaganja putem prehrane kod ljudi relativno je niska (3-5%). Međutim, kadmij se zadržava u bubrezima i jetri, a ujedno ima i vrlo dug biološki poluživot koji se kreće u rasponu od 10 do 30 godina. Prvenstveno je toksičan za bubrege, posebno za proksimalne tubularne stanice gdje se akumulira tijekom vremena i može uzrokovati smanjenje brzine glomerularne filtracije, a na kraju i zatajenje rada bubrega. Također može uzrokovati demineralizaciju kostiju, bilo putem izravnog oštećenja kostiju ili neizravno, kao rezultat disfunkcije bubrega. Međunarodna agencija za istraživanje raka klasificirala je kadmij na temelju određenih studija kao karcinogen te ga svrstala u Grupnu 1 – karcinogen za ljude (IARC, 1993). Noviji podaci o izloženosti ljudi kadmiju u općoj populaciji statistički su povezani s povećanim rizikom od nastanka raka u plućima, endometrija, mokraćnog mjehura i dojke. Izloženost kadmiju može se povezati s nefrotoksičnošću, osteoporozom, neurotoksičnošću, karcinogenošću, genotoksičnošću, teratogenošću i štetnim endokrinim i reproduktivnim učincima.

Procjena izloženosti

Ljudska je populacija izložena kadmiju iz više izvora. Unos hranom čini otprilike 90% izloženosti kadmiju kod nepušačke populacije. Prehrambena izloženost kadmiju za prosječne odrasle potrošače varira između 1,50 i 2,23 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m. tjedno s medijanom od 1,77 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m. tjedno dok kod 95. percentila varira između 2,47-4,81 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m. tjedno s medijanom 3,13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m. tjedno. Procijenjena maksimalna gornja granica 95. percentila iznosi 5,08 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.m. tjedno (EFSA, 2012a).

Pušenje duhana doprinosi izloženosti kao i kućna prašina, koja je važan izvor izloženosti za djecu. S obzirom na to da je kadmij sveprisutan u hrani, utvrđene su kategorije hrane koje značajno pridonose prehranbenoj izloženosti, bilo visokom razinom onečišćenja hrane bilo visokom potrošnjom hrane s nižim razinama onečišćenja.

Na Slici 2 prikazan je postotak doprinosa pojedinih kategorija hrane prosječnom dnevnom unosu kadmija u općoj populaciji prema dobnim skupinama (EFSA, 2012a). Kategorija hrane „Šećer i konditorski proizvodi“, u koju se ubraja i med, pridonosi ukupnoj izloženosti kod odraslih s minimalno 1.02% te maksimalno s 7.86%. Kategorija hrane „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso divljači, pridonosi ukupnoj izloženosti kod odraslih s minimalno 5.51% odnosno maksimalno s 24.5%.



Slika 2: Doprinosi pojedinih kategorija hrane ukupnoj izloženosti kadmiju po dobnim skupinama (niža granica izloženosti) (EFSA, 2012a)

Za procjenu izloženosti kadmiju odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj korišten je pristup kod kojeg su u obzir uzete vrijednosti koncentracije kadmija u uzorcima meda i mesa divljači i kunića te podaci o potrošnji meda i mesa divljači i kunića. S obzirom na to da je vrlo mali broj ispitanika izjavio kako konzumira maksimalne količine meda i mesa divljači i kunića u obzir su uzete i vrijednosti konzumacije na 95. i 99. percentilu. Podaci o potrošnji navedene hrane dobiveni su temeljem HAH-ovog istraživanja prehranbenih navika odrasle populacije u Republici Hrvatskoj. Pri tom istraživanju prehranbenih navika u obzir su uzeti oni ispitanici koji su izjavili da su konzumirali med i meso divljači i kunića (HAH, Prehranbene navike u RH 2011. i 2012. godine, neobjavljeni podaci).

Pri procjenjivanju izloženosti u obzir su uzete vrijednosti prosječne tjelesne mase konzumenata, utvrđene tijekom provođenja istraživanja prehrambenih navika odrasle populacije u Republici Hrvatskoj.

Modeliranjem poznatih parametara (prehrambene navike i koncentracija metala u medu, mesu divljači i kunića) dobivene su estimirane koncentracije kod kojih je zanemariv rizik za ljudsko zdravlje.

Pri procjeni izloženost kadmiju i određivanju NDK za kadmij u medu i mesu divljači i kunića korišteno je nekoliko scenarija za izračun podnošljivog tjednog unosa - TWI (engl. Tolerable Weekly Intake). EFSA (2009a) je uspostavila TWI za kadmij u visini od 2,5 µg/kg tjelesne mase čija je vrijednost potvrđena 2011. godine (EFSA, 2011).

2.2.1. Procjena rizika – kadmij u medu

Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane dostavila je na obradu relevantne rezultate laboratorijskih analiza kojima je utvrđivana prisutnost kadmija u medu od 2010. godine do 2014. godine (Tablica 14). U Tablici 14 vidljivo je kako prosječna koncentracija kadmija u medu za navedeno razdoblje iznosi 0,04 mg/kg dok medijan koncentracije iznosi 0,001 mg/kg. Pri daljnjoj procjeni rizika u obzir je uzeta vrijednost prosječne koncentracije kadmija jer je ona veća od medijana i odgovara modeliranju slučaja najgoreg scenarija.

Tablica 14: Prikaz utvrđenih koncentracija kadmija u medu prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Broj uzoraka	Utvrđena koncentracija kadmija (mg/kg)	
			Prosjek	Medijan
Med	2010	40	0,002	0,001
	2011	40	0,003	0,001
	2012	28	0,001	0,001
	2013	31	0,190	0,001
	2014	31	0,001	0,001
Ukupno		170	0,04	0,001

Za procjenu izloženosti korišteni su podaci o konzumaciji meda i tjelesnoj masi odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj, dobiveni istraživanjem prehrambenih navika odrasle populacije koje je Hrvatska agencija za hranu provela 2011. i 2012. godine (Tablica 15).

Tablica 15: Tjedna konzumacija meda odrasle populacije Republike Hrvatske (istraživanje prehrambenih navika – HAH)

Vrsta hrane	Konzumacija meda u RH (g/tjedan)					Prosječna tjelesna masa konzumenta (kg)
	Min	Prosjek	P95	P99	Maks	
Med	0,32	105,98	39,00	46,00	350,00	72,67

Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum

Potrošnja meda po glavi stanovnika uvelike se razlikuje između zemalja članica EU. Potošnja meda po stanovniku u zemljama koje su procjenile NDK za kadmij u medu - Republici Austriji i Kraljevini Danskoj prikazana je u Tablici 16 (CBI, 2009).

Tablica 16: Godišnja potošnja meda u kilogramima po glavi stanovnika (tjedna potrošnja po stanovniku u gramima) u Republici Austriji i Kraljevini Danskoj

Država	Godina					
	2003		2005		2007	
	Godina kg/stanovnik	g/tjedan/ stanovnik	Godina kg/stanovnik	g/tjedan/ stanovnik	Godina kg/stanovnik	g/tjedan/ stanovnik
Republika Austrija	1,33	25,58	1,20	23,08	1,19	22,88
Kraljevina Danska	0,56	10,77	0,72	13,84	0,56	10,77

*Izvor: CBI MARKET SURVEY

Pri daljnjoj procjeni u obzir je uzeta utvrđena prosječna koncentracija kadmija u medu u Republici Hrvatskoj (0,04 mg/kg) te NDK za kadmij u medu koje su odredile Kraljevina Danska (0,02 mg/kg) i Republika Austrija (0,05 mg/kg) (Tablica 17).

Tablica 17: Procijenjena prehrambena izloženost kadmiju putem konzumacije meda

Konzentracija Cd u medu (mg/kg)		Prosječna potrošnja meda u RH* (g/tjedan)				Procijenjena izloženost Cd (µg/kg t.m./tjedan)			
		Pros	P95	P99	Max	Pros	P95	P99	Max
Prosjek HR	0,04	105,98	273,00	322,00	350,00	0,06	0,11	0,13	0,19
NDK Danska	0,02	105,98	273,00	322,00	350,00	0,03	0,08	0,09	0,10
NDK Austrija	0,05	105,98	273,00	322,00	350,00	0,07	0,19	0,22	0,24

*Prehrambene navike HAH; Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum; Prosječna tjelesna masa konzumenta: 72,67 kg

Procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata meda u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,06 do 0,19 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva

prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te je stoga razina rizika za zdravlje potrošača meda niska.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u medu od 0,02 mg/kg i maksimalnu konzumaciju meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,10 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 4,00% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij.

Uzimajući u obzir scenarij koji podrazumijeva maksimalnu konzumaciju meda od 350 g na tjedan u kojem koncentracija kadmija iznosi 0,05 mg/kg, vrijednost tjedne izloženosti iznosila bi 0,24 µg Cd/kg t.m. tjedno, što je ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase. Takva izloženost iznosila bi 9,63% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij.

Ukoliko bi se u obzir uzela koncentracija kadmija u medu od 0,1 mg/kg i maksimalna konzumacija meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,42 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 16,80% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij.

Pri donošenju odluke o određivanju NDK za kadmij u medu treba u obzir uzeti kako je hrana glavni izvor izloženosti kadmiju za nepušačku opću populaciju. Slijedom navedenog u obzir treba uzeti i udio meda u prosječnom dnevnom unosu kadmija. Pri donošenju odluke o određivanju NDK za kadmij u medu treba u obzir uzeti kako je apsorpcija kadmija nakon prehrambene izloženosti kod ljudi relativno niska (3-5%), ali se kadmij učinkovito zadržava u bubrezima i jetri u ljudskom tijelu, s vrlo dugim biološkim poluživotom u rasponu od 10 do 30 godina.

Prosječna izloženost kadmiju za odrasli dio populacije u Europskoj uniji je u neposrednoj blizini, ili malo iznad, TWI od 2,5 µg/kg t.m. Podskupine, poput vegetarijanaca, djece, pušača i osoba koje žive u vrlo kontaminiranim područjima mogu premašiti TWI za oko 2 puta. Mada je rizik za štetne učinke na funkciju bubrega na individualnoj razini kod prehrambene izloženosti u Europskoj uniji vrlo niska, EFSA-in CONTAM odbor zaključio je da trenutnu izloženost kadmiju na razini populacije treba smanjiti (EFSA, 2009a).

Uzimajući u obzir sve navedene vrijednosti i zaključke vezane za tjednu izloženost, doprinos konzumacije meda prosječnom dnevnom unosu kadmija kod odraslog dijela populacije u visini od minimalno 1,02% te maksimalno 7,86%, kao i vrlo niski udio antropogenog onečišćenja u Republici Hrvatskoj kao maksimalna vrijednost NDK za kadmij u medu može se preporučiti vrijednost do 0,05 mg/kg.

2.2.2. Procjena rizika – kadmij u mesu divljači

Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane dostavila je na obradu rezultate laboratorijskih analiza kojima je utvrđivana prisutnost kadmija u mesu divljači od 2010. do 2014. godine (Tablica 18). U Tablici 18 vidljivo je kako prosječna koncentracija kadmija u mesu divljači za pet godina iznosi 0,010 mg/kg dok medijan koncentracije iznosi 0,002 mg/kg. Pri daljnjoj procjeni rizika u obzir je uzeta vrijednost prosječne koncentracije kadmija jer je ona veća od medijana i odgovara modeliranju slučaja

najgoreg scenarija. Dobivene vrijednosti koncentracije sukladne su vrijednostima koje je objavila EFSA, koja kao medijan koncentracije kadmija u mesu divljači navodi vrijednost 0,0020 mg/kg, a kao prosječnu vrijednost 0,0038 mg/kg (95. percentil 0,0150 mg/kg, maksimum 0,0450 mg/kg) (EFSA, 2009a).

Tablica 18: Prikaz utvrđenih koncentracija kadmija u mesu divljači prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Broj uzoraka	Utvrđena koncentracija kadmija (mg/kg)	
			Prosjek	Medijan
Meso divljači	2010	196	0,013	0,002
	2011	112	0,009	0,002
	2012	34	0,003	0,002
	2013	12	0,002	0,001
	2014	17	0,002	0,001
Ukupno		371	0,010	0,002

Za procjenu izloženosti korišteni su podaci o konzumaciji mesa divljači i prosječnoj tjelesnoj masi odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj, dobiveni istraživanjem prehrambenih navika odrasle populacije koje je Hrvatska agencija za hranu provela 2011. i 2012. godine (Tablica 19).

Tablica 19: Tjedna konzumacija mesa divljači odrasle populacije Republike Hrvatske (istraživanje prehrambenih navika – HAH)

Vrsta hrane	Konzumacija mesa divljači u RH (g/tjedan)					Prosječna tjelesna masa konzumenta (kg)
	Min	Prosjek	P95	P99	Maks	
Meso divljači	2,24	255,85	1351,00	2065,00	2240,00	77,36

Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99. percentil; Maks: maksimum

Uspoređujući navedenu potrošnju mesa divljači s potrošnjom u drugim zemljama EU vidljivo je kako se potrošnja mesa divljači uvelike razlikuje između pojedinih zemalja te opće populacije i specifičnih pod-populacija. Prosječna konzumacija u EU iznosi 0,6-1,0 kg/stanovnik/godina u Austriji, Francuskoj, Njemačkoj i Švicarskoj (Atanassova i sur., 2008; Membre i sur., 2011) dok visoka konzumacija iznosi 1.0-2.0 kg/stanovnik/godina (BfR, 2010). Kod obitelji lovaca konzumacija iznosi (glava/godina) 3.3 kg u Norveškoj (Lillehaug i sur., 2005), 4.0 kg u Italiji (Ramanzin i sur., 2010) te 18.2 kg u Švicarskoj (Haldimann, 2002) s tim da veličina porcije iznosi 50-250 g. Lazarus i sur. (2014) u obzir uzimaju scenarije kod kojih se potrošnja divljači kreće od 2,88 g po osobi po tjednu (rijetka potrošnja), preko 37,5 g po osobi po tjednu (redovita konzumacija) do 150 g po osobi po tjednu (učestala potrošnja).

Pri daljnjoj procjeni u obzir je uzeta utvrđena prosječna koncentracija kadmija u mesu divljači u Republici Hrvatskoj (0,01 mg/kg) te vrijednosti NDK za kadmij u mesu divljači koje su odredile Kraljevina Danska (0,05 mg/kg) te Republika Austrija i Slovačka (0,1 mg/kg) (Tablica 20).

Tablica 20: Procijenjena prehrambena izloženost kadmiju putem konzumacije mesa divljači

Koncentracija Cd u mesu divljači (mg/kg)		Prosječna potrošnja mesa divljači u RH* (g/tjedan)				Procijenjena izloženost Cd (µg/kg t.m./tjedan)			
		Pros	P95	P99	Maks	Pros	P95	P99	Maks
Prosjek HR	0,01	255,85	1351,00	2065,00	2240,00	0,03	0,17	0,27	0,29
NDK Danska	0,05	255,85	1351,00	2065,00	2240,00	0,17	0,87	1,33	1,45
NDK Austrija NDK Slovačka	0,1	255,85	1351,00	2065,00	2240,00	0,33	1,75	2,67	2,90

*Prehrambene navike HAH; Tjelesna masa konzumenta: 77,36 kg

Procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata mesa divljači u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,03 do 0,29 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te je stoga razina rizika za zdravlje potrošača niska.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu divljači od 0,05 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 2240,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 1,45 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 58% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij. Kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 0,87 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 35% TWI vrijednosti za kadmij.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu divljači od 0,1 mg/kg (NDK Austrija i Slovačka) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 2240,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 2,90 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost prelazi utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te postoji vjerojatnost nastanka rizika za ljudsko zdravlje. Također, kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 1,75 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 70% TWI vrijednosti za kadmij.

Uzimajući u obzir sve navedene vrijednosti vezane za tjednu izloženost, doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso divljači, prosječnom dnevnom unosu kadmija kod odraslog dijela populacije u visini od minimalno 5,51% odnosno maksimalno s 24,5%, kao i vrlo niski udio antropogenog onečišćenja u Republici Hrvatskoj kao NDK za kadmij u mesu divljači može se preporučiti maksimalan NDK vrijednost do 0,05 mg/kg.

2.2.3. Procjena rizika – kadmij u mesu kunića

Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane dostavila je na obradu rezultate laboratorijskih analiza kojima je utvrđivana prisutnost kadmija u mesu kunića od 2010. do 2014. godine (Tablica 21). U Tablici 21 vidljivo je kako prosječna koncentracija kadmija u mesu kunića za pet godina iznosi 0,04 mg/kg, medijan koncentracije iznosi 0,03 mg/kg, a maksimalna koncentracija 0,1 mg/kg. Pri daljnjoj procjeni rizika u obzir je uzeta vrijednost prosječne i maksimalne koncentracije kadmija jer su veće od medijana i odgovaraju modeliranju slučaja najgoreg scenarija.

Tablica 21: Prikaz utvrđenih koncentracija kadmija u mesu kunića prema godinama

Vrsta hrane	Godina	Koncentracija Cd (mg/kg)
Meso kunića	2010	0,002
	2010	0,1
	2010	0,06
	2012	<0,001
	2013	<0,001
	2014	0,002
Prosječna koncentracija		0,04
Medijan koncentracije		0,03
Maksimalna koncentracija		0,1

Za procjenu izloženosti korišteni su podaci o konzumaciji mesa kunića i prosječnoj tjelesnoj masi odraslih konzumenata u Republici Hrvatskoj, dobiveni istraživanjem prehrambenih navika odrasle populacije koje je Hrvatska agencija za hranu provela 2011. i 2012. godine (Tablica 22).

Tablica 22: Tjedna konzumacija mesa kunića odrasle populacije Republike Hrvatske (istraživanje prehrambenih navika – HAH)

Vrsta hrane	Konzumacija mesa kunića u RH* (g/tjedan)					Prosječna tjelesna masa konzumenta (kg)
	Min	Prosjek	P95	P99	Maks	
Meso kunića	5,04	246,82	1033,00	1456,00	1568,00	79,56

*Prehrambene navike HAH; Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum

Pri daljnjoj procjeni u obzir je uzeta utvrđena prosječna (0,04 mg/kg) i maksimalna (0,1 mg/kg) koncentracija kadmija u mesu kunića u Republici Hrvatskoj (Tablica 23).

Tablica 23: Procijenjena prehrambena izloženost kadmiju putem konzumacije mesa kunića

Konzracija Cd u mesu kunića (mg/kg)		Prosječna potrošnja mesa kunića u RH*				Procijenjena izloženost Pb			
		(g/tjedan)				(µg/kg t.m./tjedan)			
		Pros	P95	P99	Maks	Pros	P95	P99	Maks
Prosjek HR	0,04	246,82	1033,00	1456,00	1568,00	0,12	0,51	0,73	0,78
Maksimum HR	0,10	246,82	1033,00	1456,00	1568,00	0,31	1,30	1,83	1,97
Estimirana konzracija	0,05	246,82	1033,00	1456,00	1568,00	0,16	0,65	0,92	0,99

*Prehrambene navike HAH; Min: minimum; P95: 95. percentil; P99: 99 percentil; Maks: maksimum; Prosječna tjelesna masa konzumenta: 79,56 kg

Procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata mesa kunića u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,12 do 1,97 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu kunića od 0,05 mg/kg (predložena koncentracija u Tablici 23) i maksimalnu konzumaciju mesa kunića od 1568,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,99 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost ne prelazi utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase. Također, kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 0,65 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 26% TWI vrijednosti za kadmij.

Uzimajući u obzir sve navedene vrijednosti vezane za tjednu izloženost, doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso kunića, prosječnom dnevnom unosu kadmija kod odraslog dijela populacije u visini od minimalno 5,51% odnosno maksimalno s 24,5%, kao i vrlo niski udio antropogenog onečišćenja u Republici Hrvatskoj kao maksimalna vrijednost NDK za kadmij u mesu kunića može se preporučiti vrijednost do 0,05 mg/kg.

3. ZAKLJUČCI

Nakon provedene analize dostavljenih podataka i provedene procjene rizika kojom su u obzir uzeti različiti scenariji izloženosti olovu i kadmiju utvrđeno je kako u pojedinim scenarijima konzumacija meda i mesa divljači i kunića može dovesti do vjerojatnosti nastanka rizika za zdravlje ljudi.

Olovo u medu

Vrijednosti procijenjene prehrambene izloženost olovu konzumenata meda odrasle populacije Republike Hrvatske manje su od utvrđenih vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Uzimajući u obzir NDK Republike Austrije od 0,25 mg/kg i maksimalnu

konzumaciju meda od 50 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznosit će 0,17 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Pri takvoj je izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka vrlo mala.

Olovo u mesu divljači

Uzimajući u obzir sve analizirane uzorke u Republici Hrvatskoj od 2010. do 2014. godine (prosjeck koncentracije 0,40 mg/kg) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači (320 g/dan) vrijednost procijenjene prehrambene izloženost olovu konzumenata mesa divljači odrasle populacije Republike Hrvatske iznosi 1,65 µg/kg t.m./dan. Takva procijenjena vrijednost izloženosti veća je od od utvrđenih vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Tako visoka prehrambena izloženost olovu mogla bi dovesti do pojave štetnih učinaka. Međutim, kada se u obzir uzme maksimalna konzumacija mesa divljači (320 g/dan) i uzorci s koncentracijom manjom od 1 mg/kg, kod kojih prosjeck koncentracije iznosi 0,07 mg/kg, procijenjena vrijednost prehrambene izloženosti iznosi 0,29 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan).

Uzimajući u obzir NDK Kraljevine Danske od 0,1 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 320 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznosit će 0,41 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Pri takvoj izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka je vrlo mala.

Uzimajući u obzir NDK Republike Austrije od 0,25 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 320 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznosit će 1,03 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost veću od utvrđene BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega od 0,63 µg/kg t.m./dan. Tako visoka prehrambena izloženost olovu mogla bi dovesti do pojave štetnih bubrežnih učinaka.

Uzimajući u obzir izloženost kod vrijednosti koncentracije olova od 0,15 mg/kg i i relativno niski doprinos konzumacije hrane kategorije „Meso i jestive iznutrice“, u koju se ubraja i meso divljači, prosječnom dnevnom unosu olova u visini od 5,5% (od čega je 0,01% meso divljači) granice izloženosti bile bi prihvatljive za sve konzumente.

Olovo u mesu kunića

Vrijednosti MOE za olovo u mesu kunića imaju nepovoljnu tendenciju kretanja prema 0 (0,89 i 0,96) u scenariju kod kojeg je u obzir uzeta maksimalna koncentracija olova u Republici Hrvatskoj u visini od 0,25 mg/kg. Kod tog scenarija postoji vjerojatnost nastanka rizika za određene potrošače.

Uzimajući u obzir prosjek koncentracije olova u mesu kunića u Republici Hrvatskoj od 0,12 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa kunića od 224 g/dan procijenjena prehrambena izloženost iznosit će 0,35 µg/kg t.m./dan što predstavlja vrijednost koja ne prelazi utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Pri takvoj izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka je vrlo mala.

Uzimajući u obzir predloženu koncentraciju za olovo u mesu kunića od 0,2 mg/kg i navedene konzumacije mesa kunića procijenjene vrijednosti prehrambene izloženosti ne bi prelazile utvrđene vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan). Granice izloženosti bile bi prihvatljive za sve konzumente te bi pri takvoj izloženosti vjerojatnost za nastanak štetnih učinaka bila vrlo mala.

Kadmij u medu

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u medu od 0,02 mg/kg (NDK Kraljevine Danske) i maksimalnu konzumaciju meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,10 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 4% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u medu od 0,05 mg/kg (NDK Republike Austrije) i maksimalnu konzumaciju meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,24 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 9,63% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij.

Ukoliko bi se u obzir uzela estimirana koncentracija kadmija u medu od 0,1 mg/kg i maksimalna konzumacija meda od 350 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,42 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 16,80% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij što predstavlja relativno znatan udio.

Kadmij u mesu divljači

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu divljači od 0,05 mg/kg (NDK Kraljevine Danske) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 2240 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 1,45 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost iznosila bi 58% utvrđene TWI vrijednosti za kadmij. Kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 0,87 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 35% TWI vrijednosti za kadmij.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu divljači od 0,1 mg/kg (NDK Austrija i Slovačka) i maksimalnu konzumaciju mesa divljači od 2240,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju

iznosila bi 2,90 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost prelazi utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te postoji vjerojatnost nastanka rizika za ljudsko zdravlje. Također, kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 1,75 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 70% TWI vrijednosti za kadmij

Kadmij u mesu kunića

Procijenjena prehrambena tjedna izloženost kadmiju konzumenata mesa kunića u odrasloj populaciji Republike Hrvatske kreće se u rasponu od 0,12 do 1,97 µg Cd/kg tjelesne mase tjedno. Takva prehrambena tjedna izloženost kadmiju nalazi se ispod preporučene vrijednosti TWI za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase.

Uzimajući u obzir koncentraciju kadmija u mesu kunića od 0,05 mg/kg i maksimalnu konzumaciju mesa kunića od 1568,00 g/tjedan, procijenjena tjedna izloženost kadmiju iznosila bi 0,99 µg/kg t.m./tjedan. Takva izloženost ne prelazi utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase. Također, kod ovog bi scenarija u 95. percentilu izloženost iznosila 0,65 µg/kg t.m./tjedan što iznosi 26% TWI vrijednosti za kadmij

4. PREPORUKE

Uzimajući u obzir koncentracije olova u uzorcima meda i mesa divljači i kunića, vrijednosti prehrambene izloženosti olovu putem konzumacije meda i mesa divljači i kunića, doprinos konzumacije navedene hrane prosječnom dnevnom unosu olova, vrijednosti BMDL₀₁ za štetne učinke na sistolički krvni tlak (1,50 µg/kg t.m./dan) i BMDL₁₀ vrijednosti za prevalenciju štetnih učinaka na kronične bolesti bubrega (0,63 µg/kg t.m./dan) te vrijednosti NDK za olovo u navedenim vrstama hrane koje su odredile pojedine zemlje članice EU, procijenjene su vrijednosti NDK za olovo u medu i mesu divljači i kunića u Republici Hrvatskoj. Uzimajući u obzir rezultate provedene procjene rizika, kao NDK za olovo u medu mogu se preporučiti vrijednosti do 0,25 mg/kg, kao NDK za olovo u mesu divljači mogu se preporučiti vrijednosti do 0,15 mg/kg, dok se kao NDK za olovo u mesu kunića mogu preporučiti vrijednosti do 0,20 mg/kg (Tablica 24).

Tablica 24: Preporuka NDK za olovo u medu, mesu divljači i kunića

OLOVO	
<i>Vrsta hrane</i>	<i>NDK (mg/kg)</i>
Med	do maksimalno 0,25
Meso divljači	do maksimalno 0,15
Meso kunića	do maksimalno 0,20

Uzimajući u obzir koncentracije kadmija u uzorcima meda i mesa divljači i kunića, vrijednosti prehrabene izloženosti kadmiju putem konzumacije meda i mesa divljači i kunića, doprinos konzumacije navedene hrane ukupnom unosu kadmija, utvrđene TWI vrijednosti za kadmij od 2,5 µg/kg tjelesne mase te vrijednosti NDK za kadmij u navedenim vrstama hrane koje su odredile pojedine zemlje članice EU, procijenjene su vrijednosti NDK za kadmij u medu i mesu divljači i kunića u Republici Hrvatskoj. Uzimajući u obzir rezultate provedene procjene rizika, kao NDK za kadmij u medu mogu se preporučiti vrijednosti do 0,05 mg/kg, kao NDK za kadmij u mesu divljači mogu se preporučiti vrijednosti do 0,05 mg/kg, dok se kao NDK za kadmij u mesu kunića mogu preporučiti vrijednosti do 0,05 mg/kg (Tablica 25).

Tablica 25: Preporuka NDK za kadmij u medu, mesu divljači i kunića

KADMIJ	
<i>Vrsta hrane</i>	<i>NDK (mg/kg)</i>
Med	do maksimalno 0,05
Meso divljači	do maksimalno 0,05
Meso kunića	do maksimalno 0,05

5. LITERATURA (REFERENCE)

Atanassova V, Apelt J, Reich F, Klein G (2008): Microbiological quality of freshly shot game in Germany. *Meat Science*, 78, 4:414-419.

BfR, Bundesinstitut für Risikobewertung (2010): *Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd*. Stellungnahme Nr. 040/2011. BfR, Berlin, Germany. Dostupno na: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/bleibelastung-von-wildbret-durch-verwendung-von-bleimunition-bei-der-jagd.pdf> (16.01.2015.).

CAC, Codex Alimentarius Commission (2010): *Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed*. Codex Standard 193-1995. Adopted 1995; Revised 1997, 2006, 2008, 2009; Amended 2009, 2010.

CBI, The Netherlands' Centre for the Promotion of Imports from Developing Countries (2009): *Market survey the honey and other bee products market in the EU*. Dostupno na: <http://www.fepat.org.ar/files/eventos/759630.pdf> (16.01.2015.).

EFSA, European Food Safety Agency (2009): *Guidance of the Scientific Committee on Use of the benchmark dose approach in risk assessment*. The EFSA Journal, 1150:1-72. Dostupno na: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/1150.pdf> (14.01.2015.).

EFSA, European Food Safety Agency (2009a): *Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food*. The EFSA Journal, 980:1-139. Dostupno na: <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/980.pdf> (14.01.2015.).

EFSA, European Food Safety Agency (2010): *Scientific Opinion on Lead in Food*. EFSA Journal, 8(4):1570. Dostupno na: <http://www.efsa.europa.eu/fr/search/doc/1570.pdf> (12.01.2015.).

EFSA, European Food Safety Agency (2011): *Scientific Opinion-Statement on tolerable weekly intake for cadmium*. EFSA Journal, 9(2):1975. <http://www.efsa.europa.eu/fr/search/doc/1975.pdf> (12.01.2015.).

EFSA, European Food Safety Agency (2012): *Lead dietary exposure in the European population*. EFSA Journal, 10(7):2831. Dostupno na: <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/2831.pdf> (12.01.2015.).

EFSA, European Food Safety Agency (2012a): *Cadmium dietary exposure in the European population*. EFSA Journal, 10(1):2551. Dostupno na: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2551.pdf> (12.01.2015.).

Haldimann, M, Baumgartner, A, Zimmerli, B (2002): Intake of lead from game meat – a risk to consumers` health? *European food research and technology*, 215(5):375-379.

IARC, International Agency for Research on Cancer (1993): *Beryllium, Cadmium, Mercury and Exposures in the Glass Manufacturing Industry*. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 58. Lyon, France

IARC, International Agency for Research on Cancer (2006): *Inorganic and Organic Lead Compounds*. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human, Volume 87. Lyon, France.

JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2010): *Summary and Conclusion Seventy-third meeting*. Dostupno na: <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/summary73.pdf> (12.01.2015.).

Keil DE, Berger-Ritchie J, McMillin GA (2011): Testing for Toxic Elements: A Focus on Arsenic, Cadmium, Lead, and Mercury. *Labmedicine*, 42(12):735-742.

Lazarus M, Prevendar Crnić A, Bilandžić N, Kusak J, Reljić S (2014): Cadmium, lead, and mercury exposure assessment among croatian consumers of free-living game. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 65(3):281-92.

Lillehaug A, Bergsjø B, Schau J, Bruheim T, Vikoren T, Handeland K (2005): *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., verocytotoxic *Escherichia coli*, and antibiotic resistance in indicator organisms in wild cervids. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 46, 23–32.

Membre JM, Laroche M, Magras C (2011): Assessment of levels of bacterial contamination of large wild game meat in Europe. *Food Microbiology*, 28:1072-1079.

Ramanzin M, Amici A, Casoli C, Esposito L, Lupi P, Marsico G, Mattiello S, Olivieri O, Ponzetta P, Russo C, Trabalza Marinucci M (2010): Meat from wild ungulates: ensuring quality and hygiene of an increasing resource. *Italian Journal of Animal Science*, 9(61):318-331.

Tukker A, Buijst H, van Oers L, van der Voet E (2001): *Risks to health and the environment related to the use of lead in products*. TNO Report STB-01-39 for the European Commission. Brussels, Directorate General Enterprise. Dostupno na: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/studies/tno-lead_en.pdf (16.01.2015.).

US ATSDR, United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007): *Toxicological Profile for Lead*. U.S. Department of Health and Human Services, 1-582. Dostupno na: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf> (14.01.2015.).

US EPA, U.S. Environmental Protection Agency (2000): *Lead compounds*. Dostupno na <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/lead.html> (15.01.2015.).