

# Prisutnost metala u dječjim igračkama

---

Rekić, Dunja

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:857649>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET  
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Dunja Rekić

PRISUTNOST METALA U DJEČJIM IGRAČKAMA

Diplomski rad

Rijeka, 2020.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET  
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Dunja Rekić

PRISUTNOST METALA U DJEČJIM IGRAČKAMA

Diplomski rad

Rijeka, 2020.

Mentor rada: izv.prof.dr.sc. Sandra Pavičić Žeželj, dipl.sanit.ing.

Završni rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Rad ima \_\_\_\_\_ stranica, \_\_\_\_\_ slika, \_\_\_\_\_ tablica, \_\_\_\_\_ literaturnih navoda.

## SAŽETAK

Igračke su sastavni dio odrastanja, rasta i razvoja djeteta. Zdravlje djece, kao najosjetljivije i najrizičnije skupine potrošača za proizvođače igračaka predstavlja izrazitu brigu i izazov. Zabrinjava činjenica da se niz igračaka koje ne udovoljavaju propisanim standardima sigurnosti kao ni kvalitete nerijetko pojavljuju na svjetskom tržištu. Kada se metali apsorbiraju u tijelu, talože se u različitim organima, žlijezdama, kostima i CNS-u te mogu dovesti do akutnih i kroničnih otrovanja, kao i do nastanka zloćudnih bolesti. Cilj ovog rada je analiza dobivenih rezultata unutar redovnog monitoringa dječjih igračaka na teške metale u županiji Primorsko-goranskoj u vremenskom periodu od 2016. godine do 2018. Uzorci su analizirani metodom induktivno spregnute plazme s masenim spektrometrom. Svi uzorci, njih 86, bili su u skladu sa graničnim vrijednostima propisanim u važećem Pravilniku o sigurnosti igračaka NN 83/2014. Važne su i daljnje analize na teške metale kod dječjih igračaka koje dolaze iz trećih zemalja gdje nema postojećeg zakonskog okvira.

**Ključne riječi:** dječje igračke, teški metali, sigurnost igračaka

## **SUMMARY**

Children's toys are a base of development and growth of a child. Health and well-being of children as the most sensitive group of population is a constant concern of modern society. There is a certain number of toys on the market that aren't meeting certain criteria regarding toy safety. When absorbed, heavy metals are accumulating in; organs, glands, central nervous system and bones. That can lead to acute and chronic intoxication, cancer too. The objective of this thesis was to analyze given data from regular monitoring of heavy metals in children's toys in Primorsko goranska county in time frame (2016. - 2018.). Analytes were subjected to analysis with inductively coupled plasma mass spectrometry. All the analytes (86) were in accordance with „Ordinance of Toy safety NN 83/2014“. Further analyses are needed, especially when country of origin are third countries without national ordinances regarding toy safety.

**Key words:** children's toys, heavy metals, toy safety

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 TEŠKI METALI .....	1
1.1.1 <i>UTJECAJ CILJANIH TEŠKIH METALA Na ZDRAVLJE LJUDI</i> .....	2
1.2 PODJELA DJEČJIH IGRAČAKA PO MATERIJALU .....	6
1.3 ZAKONSKI REGULATIVA VEZANA ZA DJEČJE IGRAČKE I PRAĆENJE NJIHOVA SASTAVA I SIGURNOSTI .....	7
1.4 RAPEX SUSTAV .....	10
1.5 METODE ODREĐIVANJA METALA U DJEČJIM IGRAČKAMA.....	12
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>14</b>
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>15</b>
3.1 MATERIJALI .....	15
3.2 METODA .....	15
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>18</b>
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>27</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>29</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>30</b>

# 1. UVOD

Izloženost djece teškim metalima u dječjim igračkama problem je od javnozdravstvenog značaja. Dječje su igračke svi proizvodi čija je svrha namijenjena za igru djece do 14 godina, a odnosi se i na proizvode za dojenčad i djecu mlađu od tri godine kako bi se postiglo olakšavanje sisanja, spavanja, hranjenja i umirivanja. Sastavni su dio djetetova odrastanja te je važno da zadovoljavaju sve zahtjeve tehničkih propisa kao i sigurnu primjenu u svrhu za koju su namijenjene. Teški metali kao što su; aluminij (Al), arsen (As), bakar (Cu), živa (Hg), olovo (Pb), cink (Zn), kadmij (Cd), nikal (Ni) dodaju se u sastav dječjih igračaka da bi konačan proizvod (dječja igračka) imao željenu strukturu i ostale željene karakteristike; mekoću, sjaj, rastezljivost (1). Navedeni metali mogu migrirati iz dječjih igračaka tako što ih djeca ingestiraju te isti mogu doći u dodir sa sluznicom i uzrokovati akutni i kronični toksični učinak (2). Teški metali prisutni u okolišu povezani su sa kroničnim bolestima uključujući rak dojke, poremećaje u rastu i razvoju te reproduktivne zdravstvene poteškoće (3). Stoga su kemijska analiza i preventivne mjere važne za osiguranje zdravstvene ispravnosti proizvoda (dječjih igračaka) i očuvanje zdravlja krajnjeg potrošača.

## 1.1 TEŠKI METALI

Teškim metalima nazivamo one kemijske elemente čija je relativna gustoća veća od  $5\text{g/cm}^3$  te ih dijelimo na esencijalne (Zn, Ni, Mn, Cu, Fe, Mo, Cr, Co) i neesencijalne (Al, As, Cd, Hg, Pb, Sn,). Esencijalni metali su važni za obavljanje fizioloških procesa pa njihove nedostatne količine nerijetko dovode do raznih poremećaja, ali i povišena koncentracija, kada se talože u organizmu tako da njihova toksičnost ovisi o količini istih (4).



Tijekom apsorpcije, teški metali talože se u različitim organima, žlijezdama, kostima gdje najčešće djeluju bakar, magnezij, cink, mangan ili kalcij te CNS-u. Ukoliko postoji nedostatak ili gubitak ravnoteže zaštitnih nutrijenata olakšava im se put kroz organizam koji tada prekomjerno ugrađuje metale u stanice, a otežano ih otpušta zbog nedostatka spomenutih nutrijenata. Iz tog se razloga teški metali dugoročno nakupljaju u ljudskom organizmu. Posljedice se u organizmu pojavljuju kao kronična i akutna otrovanja, a nije isključena ni mogućnost pojave zloćudnih novotvorina. Djeca su posebice osjetljiva skupina upravo zbog fizioloških posebnosti s posljedicama povećanog nakupljanja metala (bioakumulacija) zbog izloženosti od najranije dobi, u trudnoći te tijekom rasta i razvoja (4). U metale i metalne spojeve koji djeluju i kao metaloestrogeni spadaju Al, Cd, Cu, Pb, As, Ni, a pripadaju i grupi endokrinih disruptora obzirom da sudjeluju u interakciji s hormonskim receptorima (ponajviše estrogenskih) te mogu oponašati ili potpuno blokirati endogene steroidne hormone (najviše estrogen). Nadalje, mogu utjecati i na stanične signalne putove i time utjecati na lučenje onih enzima koji su važni za biosintezu steroidnih hormona (5).

## **1.1.1 UTJECAJ CILJANIH TEŠKIH METALA NA ZDRAVLJE LJUDI**

### **1.1.1.1 ALUMINIJ**

Sivkasto bijele boje, lagan i mekan metal koji se lako oblikuje. Najviše ga ima u Zemljinoj kori. U prirodi je rijetko u elementarnom stanju, često je vezan u spojeve sa drugim elementima pa tvori minerale (bauksit, kriolit). Često se koristi kao premaz sa drugim metalima poput bakra, kao agens za tretman vode, u proizvodnji gume, farmaceuticima i predmetima široke potrošnje (lijekovi za hemodijalizu, antacidi, antiperspiranti, kozmetika). Komercijalno dostupan aluminij dobiva se Hall – Heroult

procesom. Bioakumulira se u tijelu te je povezan sa Alzheimerovom bolesti. Nema biološku funkciju, a u miševa je dokazano otkazivanje bubrega kod prekomjernog unosa aluminijevih soli (7).

### **1.1.1.2 ARSEN**

Polumetal, svijetlo sive boje i lako lomljiv. Koristi se kao otrov u insekticidima i rodenticidima. Često se nalazi kao mineral (arsenopirit). Najčešće se dobiva kao sekundarni produkt proizvodnje prerade bakra i olova. Opća populacija izložena je ovom metalu ingestijom kontaminiranih namirnica, dok se profesionalna izloženost arsenu preko kože (transdermalno) pojavljuje kod radnika koji u svojem poslu koriste pesticide, boju, keramiku te u industriji premaza drva. Nadalje, akutno trovanje arsenom uzrokuje simptome poput mučnine i proljeva, ali i kožnog osipa, psihoze, periferne neuropatije, dok kronična izloženost rezultira pojavom organsko-sistemskih simptoma - hiperpigmentacije i palmarne keratoze, proljeva, povraćanja, aritmija i periferne osjetne neuropatije (8).

### **1.1.1.3 BAKAR**

Crvenkasto zlatan metal koji se lako oblikuje i najčešće reže u oblik žice. Bakrov sulfat se često koristi kao agrikulturni otrov i algicid kod pročišćavanja vode. Može se naći u prirodi u elementarnom stanju ali najčešće u mineralima kao što su halkopirit i bornit. Količina od 1.2 mg bakra dnevno potpomaže enzimatskom prijenosu energije u stanici. Potpomaže u održavanju čvrstoće kože, krvnih žila te epitela. Ima ulogu u proizvodnji hemoglobina, mijelina, melanina. Može djelovati kao antioksidans i prooksidans. Bitan je pravilan unos bakra u ograničenim količinama jer prevelik unos dovodi do oštećenja DNA i proteina (9).

#### **1.1.1.4 ŽIVA**

Na sobnoj temperaturi tekući srebrnasti metal. Čini premaze (amalgame) sa zlatom, srebrom i kositrom. Često se nalazi u prirodi u elementarnom stanju. Svi su oblici žive, kao i njenih spojeva potencijalno toksični, bioakumulativni i perzistentni ovisno o koncentracijama kao i kod prethodnih metala. Karakteristike otrovanja različite su ovisno radi li se o elementarnoj, anorganskoj ili organskoj živi, kratkoročnom ili dugoročnom izlaganju, količini unesene žive i subjektivnoj reakciji pojedinca. Trovanje elementarnom živom javlja se tijekom udisanja živinih para nakon čega se ona apsorbira u plućima te ulazi u krvotok kojim se prenosi i zadržava u CNS-u ili ostaje u eritrocitima. Anorganske soli u organizmu mogu izazvati tremor, gingivostomatitis i neuropsihijatrijske poremećaje (10). Živini organski spojevi otapaju se u mastima te odlično apsorbiraju iz gastrointestinalnog trakta; metil-živa gotovo 100%. Upravo to može dovesti do opasnosti nakon pretjerane konzumacije onečišćenih riba, rakova i školjaka. Metil-živa prvenstveno napada CNS, a manifestira se nizom poremećaja od kojih su teži koma i smrt. Metil živa smatra se teratogenim spojem koji djeluje na razvoj fetusa te može dovesti do porođaja djece s teškim malformacijama (5).

#### **1.1.1.5 OLOVO**

Srebrnkasto sivi metal, mekan te se lako oblikuje i izrezuje u slojeve. Otporan na koroziju. Proizvodi se najčešće iz galenita, teratogen je i kancerogen te se akumulira u kostima. Stari stambeni objekti gdje su pri gradnji rabljene olovne boje, onečišćen zrak u blizini industrije kao i voda te hrana smatraju se najčešćim izvorima olova. Pitka voda koja putuje olovnim cijevima ima nešto veću kiselost, a veća je i njegoa koncentracija u vodi koja se zadržava u polivinilskim cijevima, budući da se olovo koristi u izradi PVC-a. Veće koncentracije znaju se pojaviti i u kravljem mlijeku prilikom onečišćenja u

postupcima prerade pa tako ponajprije izazivaju opasnost za najmlađe. S obzirom da je za kumulaciju olova potrebno određeno vrijeme, trovanje olovom isključivo je kronično te ovisi o dozi kojoj je pojedinac izložen. Da bi došlo do pojave prvih simptoma i znakova otrovanja (metalni okus, grčevi, gubitak apetita) kod izlaganja vrlo malim koncentracijama, može proći dugi niz godina. Olovo uzrokuje poremećaje sinteze hema, smanjuje se količina hemoglobina, izaziva i hemolizu, skraćuje životni vijek eritrocita, povećava rizik od mentalne retardacije, a pri izloženosti velikim dozama izaziva anemiju i hiperbilirubinemiju (11).

### **1.1.1.6 CINK**

Srebrnkasto bijeli metal s nijansama plave. Riba i meso sadrže određene količine cinka. Nalazi se u rudama cink sulfida i cink silikata. Sudjeluje u procesima preko 20 metaloenzima, a kako će djelovati u vezi je sa stanjem u kojem se nalazi. Nano čestice cinka su u žaba dovele do razvojnih abnormalnosti, dok su kod pčela uočeni razvojni deficiti primjenom cinkovih iona. Povećani unos cinka dovodi do povećanih otpuštanja proupalnih citokina (IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ , IL-12) (12).

### **1.1.1.7 KADMIJ**

Srebrnkast metal s plavim odsjajem. Kadmijev sulfid najznačajniji izvor kadmija. Poznat otrov koji uzrokuje nastanak tumora i malformacije u fetusa. U prisutnosti smanjene količine željeza dolazi do porasta koncentracije kadmija. Kronična inhalacija kadmijevih para rezultira otkazivanjem bubrega i smrću, a utvrđen je i rak pluća u radnika izloženih kadmijevim parama. Može preći placentarnu barijeru te se nalazi i u majčinom mlijeku. Djeca akumuliraju veće razine kadmija od odraslih te su podložniji fragilnosti kostiju (13).

### **1.1.1.8 NIKAL**

Srebrnkast metal otporan na koroziju. Koristi se kao premaz za zaštitu drugih metala. Nalazi se u grahu. Najčešće se dobiva iz niklovog sulfida. Može uzrokovati alergiju. Kod radnika koji koriste boje, i raspršivače boja (sprej) je zabilježen respiratorni distress sindrom koji može dovesti i do smrti. Subkronična izloženost (10 -100 dana) dovodi do zamućenja vida te tubularne disfunkcije. Kod kronične izloženosti zabilježena je viša incidencija za nastanak plućnog ili nazalnog tumora (14).

## **1.2 PODJELA DJEČJIH IGRAČAKA PO MATERIJALU**

Dječje igračke se mogu izrađivati od prirodnih i sintetskih materijala. Od prirodnih materijala vuna i pamuk se najčešće koriste kod izrade plišanih igračaka, drvo se često koristi pri izradi didaktičkih igračaka, slagalica ili imitacija kućanskih aparata. Sintetički materijali koji se često koriste u proizvodnji dječjih igračaka su; plastika (prisutna u većini igračaka) koja je najčešće korišten materijal zbog poželjnih svojstava poput rastezljivosti i dugotrajnosti međutim može sadržavati i endokrine disruptore kao što su; ftalati i bisfenol A, staklo se može naći u setovima za igranje i imitaciju određenih znanstvenih struka (arheologija, biologija, kemija...), metal je od prethodno navedenih najmanje upotrebljiv zbog cijene i težine te se većinom koristi kod proizvodnje dječjih imitacija automobila, magneta te umjetne mase koje sadrže više komponenti većinom prethodno navedene (14).

### **1.3 ZAKONSKI REGULATIVA VEZANA ZA DJEČJE IGRAČKE I PRAĆENJE NJIHOVA SASTAVA I SIGURNOSTI**

Ministarstvo zdravlja na podlozi Zakona o predmetima opće uporabe 2014. godine donosi Pravilnik o sigurnosti igračkaka koji se odnosi prvenstveno na proizvode namijenjene igri za djecu do 14 godina. Navedeni Pravilnik zahtijeva od proizvođača sljedivost, transparentnost podataka te odgovornost, a oznaka CE nam govori da je određena dječja igračka u skladu sa Pravilnikom. Pravilnik o sigurnosti igračkaka propisuje granične vrijednosti teških metala (15).

**Tablica 1.** Granične vrijednosti metala u igračkama za djecu

Element	mg/kg u suhom, lomljivom, praškastom ili savitljivom materijalu za igračke	mg/kg u tekućem ili ljepljivom materijalu za igračke	mg/kg u materijalu ostruganom s površine igračke
Aluminij	5 625	1 406	70 000
Antimon	45	11,3	560
Arsen	3,8	0,9	47
Bor	1 200	300	15 000
Kadmij	1,3	0,3	17
Krom (III)	37,5	9,4	460
Krom (VI)	0,02	0,005	0,2
Kobalt	10,5	2,6	130
Bakar	622,5	156	7 700
Olovo	13,5	3,4	160
Mangan	1 200	300	15 000
Živa	7,5	1,9	94
Nikal	75	18,8	930
Selen	37,5	9,4	460
Stroncij	4 500	1 125	56 000
Kositar	15 000	3 750	180 000
Organski spojevi kositra	0,9	0,2	12
Cink	3 750	938	46 000

Prethodno navedene granične vrijednosti u tablici 1. vrijede za proizvode koji mogu doći u dodir sa sluznicom te ne predstavljaju znatnu opasnost od gutanja, lizanja, sisanja ili dugotrajnog kontakta sa kožom. Europski parlament i Vijeće EU donijeli su Direktivu br. 48/2009. o sigurnosti igračkaka po kojem je baziran Pravilnik o sigurnosti igračkaka. Direktiva 48/2009. vezana je uz s Direktivu 374/1985. o odgovornosti za neispravne proizvode te iz tog razloga ima izniman pravni značaj, naročito na sustav koji oštećenima daje pravo naknade štete izazvane neispravnošću igračkaka.

Prema članku 12. Direktive 48/2009. (odredba čl. 4. Direktive 378/1988. o sigurnosti igračkaka) zabrana stavljanja na tržište igračkaka koje su sukladne sa sigurnosnim zahtjevima Direktive, države članice na svom području nisu u mogućnosti provoditi (16). Podrobno obrazložena moraju biti eventualna povlačenja, povrati ili stavljanja igračkaka na tržište. Uloga proizvođača jest poduzimanje potrebnih mjera prilikom stavljanja na tržište igračke koja je projektirana i izrađena u skladu sa sigurnosnim zahtjevima koji se na njih odnose. Izmjenama i dopunama koje su uslijedile narednih godina su promijenjene granične vrijednosti za pojedine elemente odnosno nadopunjava se njihova moguća uporaba. Pravilnikom o izmjeni i dopunama NN 38/2015 uporaba nikla je proširena i na dijelove igračkaka koji su namijenjeni provođenju struje (17). Tijekom izmjena Pravilnika NN 50/2018 granične vrijednosti za olovo su snižene.

**Tablica 2.** Izmijenjene granične vrijednosti za olovo (18)

Element	mg/kg u suhom, lomljivom, praškastom ili savitljivom materijalu za igračke	mg/kg u tekućem ili ljepljivom materijalu za igračke	mg/kg u materijalu ostruganom s površine igračke
Olovo	2,0	0,5	23



Novim izmjenama Pravilnika NN 60/2019 snižene su i granične vrijednosti za krom (VI).

**Tablica 3.** Izmijenjene granične vrijednost za krom (VI) (19)

Element	mg/kg u suhom, lomljivom, praškastom ili savitljivom materijalu za igračke	mg/kg u tekućem ili ljepljivom materijalu za igračke	mg/kg u materijalu ostruganom s površine igračke
Krom (VI)	0,02	0,005	0,053

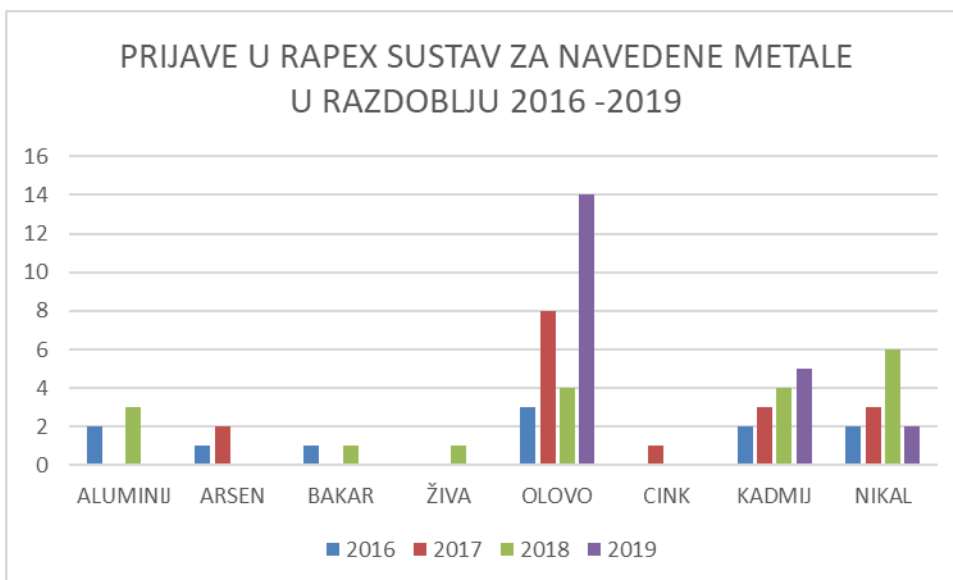
## 1.4 RAPEX SUSTAV

RAPEX je sustav žurnog uzbunjivanja za opasne neprehrambene proizvode, odnosno razmjenu informacija vezanih uz proizvode koji čine visok rizik za sigurnost i zdravlje potrošača, a prenose se između država članica EU i Europske komisije.

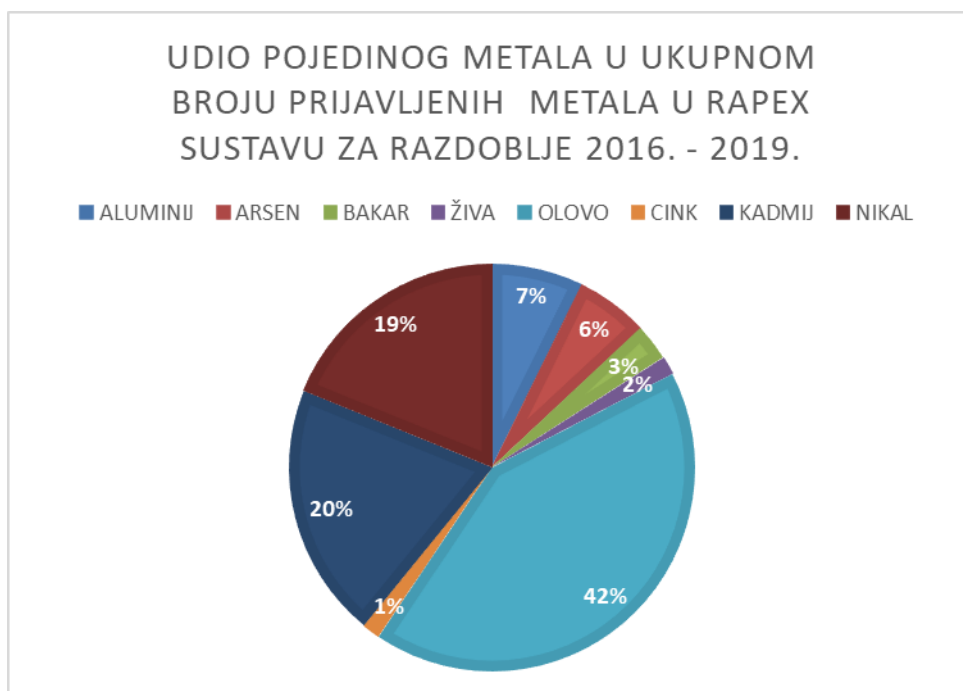
Obuhvaća izvještavanje o proizvodima na tržištu koji:

- predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje i sigurnost potrošača.
- ne predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje i sigurnost potrošača.

Uvidom u prijave u RAPEX sustavu u razdoblju između 2016. i 2019. godine ukupno je prijavljeno 69 dječjih igračaka koje su sadržavale vrijednosti teških metala više od graničnih vrijednosti propisanih Direktivom 48/2009. o sigurnosti igračaka.



**Slika 1.** Grafički prikaz zdravstveno neispravnih igračaka te pripadajućih metala

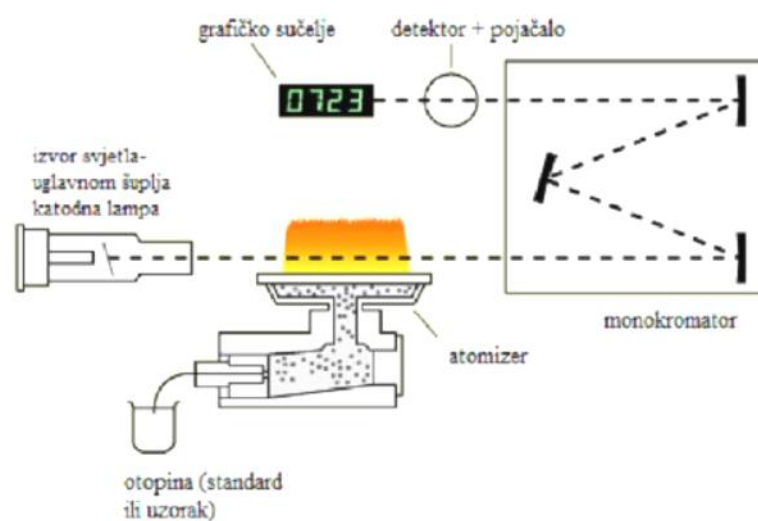


**Slika 2.** Udio pojedinih metala u kumulativnom broju prijavljenih igračaka

Na slici 1. i 2. možemo uočiti da su najčešće prijavljivani metali olovo, kadmij te nikal, te je uočen trend pojavljivanja tokom cijelog vremenskog perioda za razliku od ostalih metala koji se periodično pojavljuju.

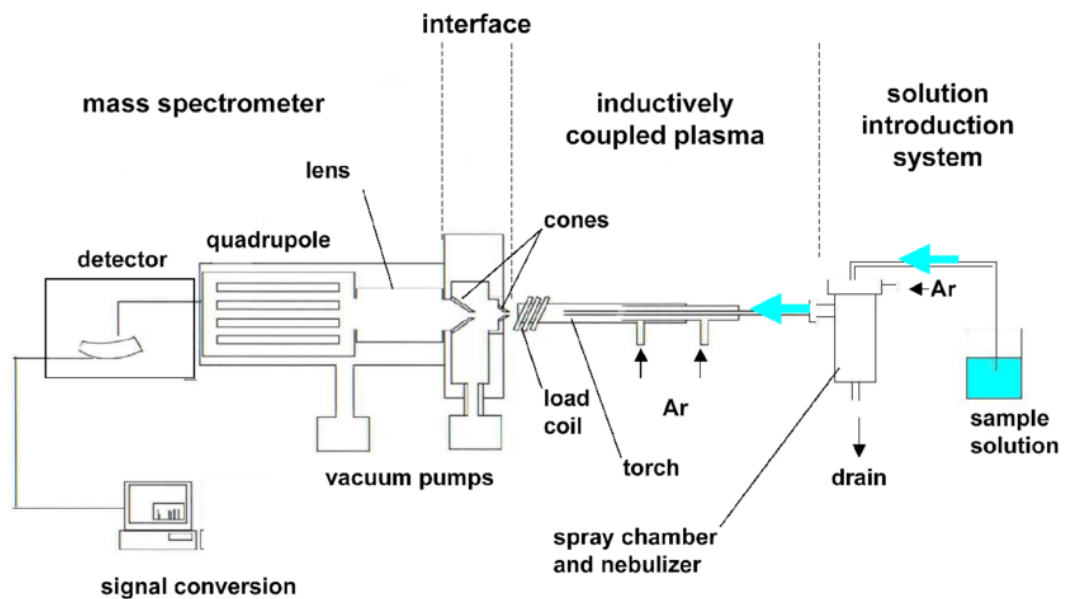
## 1.5 METODE ODREĐIVANJA METALA U DJEČJIM IGRAČKAMA

Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS) često se koristi za određivanje elemenata u tragovima u svim vrstama uzoraka. U AAS, zraka svijetla prolazi uzorkom. U ovisnosti o koncentraciji tvari određena količina svijetla se apsorbira. Usporedbom intenziteta ulazne zrake svijetla i zrake svijetla nakon prolaska kroz uzorak, može se izračunati koncentracija tvari. S obzirom da svaka tvar apsorbira svijetlost određene valne duljine. Obično se određuje jedan element po analizi. Prednost ove metode je određivanje tvari u vrlo malim koncentracijama (mg/L). Ovisno o očekivanom rasponu koncentracije analiza se provodi ili plamenom AAS (FAAS) ili grafitnom peći AAS (GFAAS) koja omogućuje manji spektar detekcije no plamena AAS (20).



**Slika 3.** Princip rada atomskog apsorpcijskog spektrometra (21)

Induktivno spregnuta plazma s masenim spektrometrom (ICP – MS) je metoda koja koristi zračenje induktivno spregnute plazme izlažući uzorak visokim temperaturama pri tom emitirajući svjetlo te se formiraju ioni. Ioni se analiziraju masenim spektrometrom. Maseni spektrometri koriste omjer mase i naboja ioniziranih atoma ili molekula za razlikovanje elemenata i tvari. Može se koristiti za kvantifikaciju atoma ili molekula. ICP – MS omogućava analizu gotovo svih elemenata periodnog sustava u jednoj analizi sa vrlo niskom razinom detekcije. ICP – MS karakterizira visoka osjetljivost, niska razina detekcije (ppt – ppq), istovremena analiza više tvari u jednoj analizi. Nedostatak je visoka cijena analize zbog potrebe za korištenjem velikih količina argona (20).



**Slika 4.** Shema ICP-MS instrumenta

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj samog istraživanja bio je: određivanje teških metala u dječjim igračkama [aluminij (Al), arsen (As), bakar (Cu), živa (Hg), olovo (Pb), cink (Zn), kadmij (Cd), nikal (Ni)] u razdoblju 2016. - 2018. godine na području županije Primorsko – goranske u sklopu regularnih kontrola sanitarne inspekcije te uzorkovanja Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije (NZJZ PGŽ).

## **3. MATERIJALI I METODE**

### **3.1 MATERIJALI**

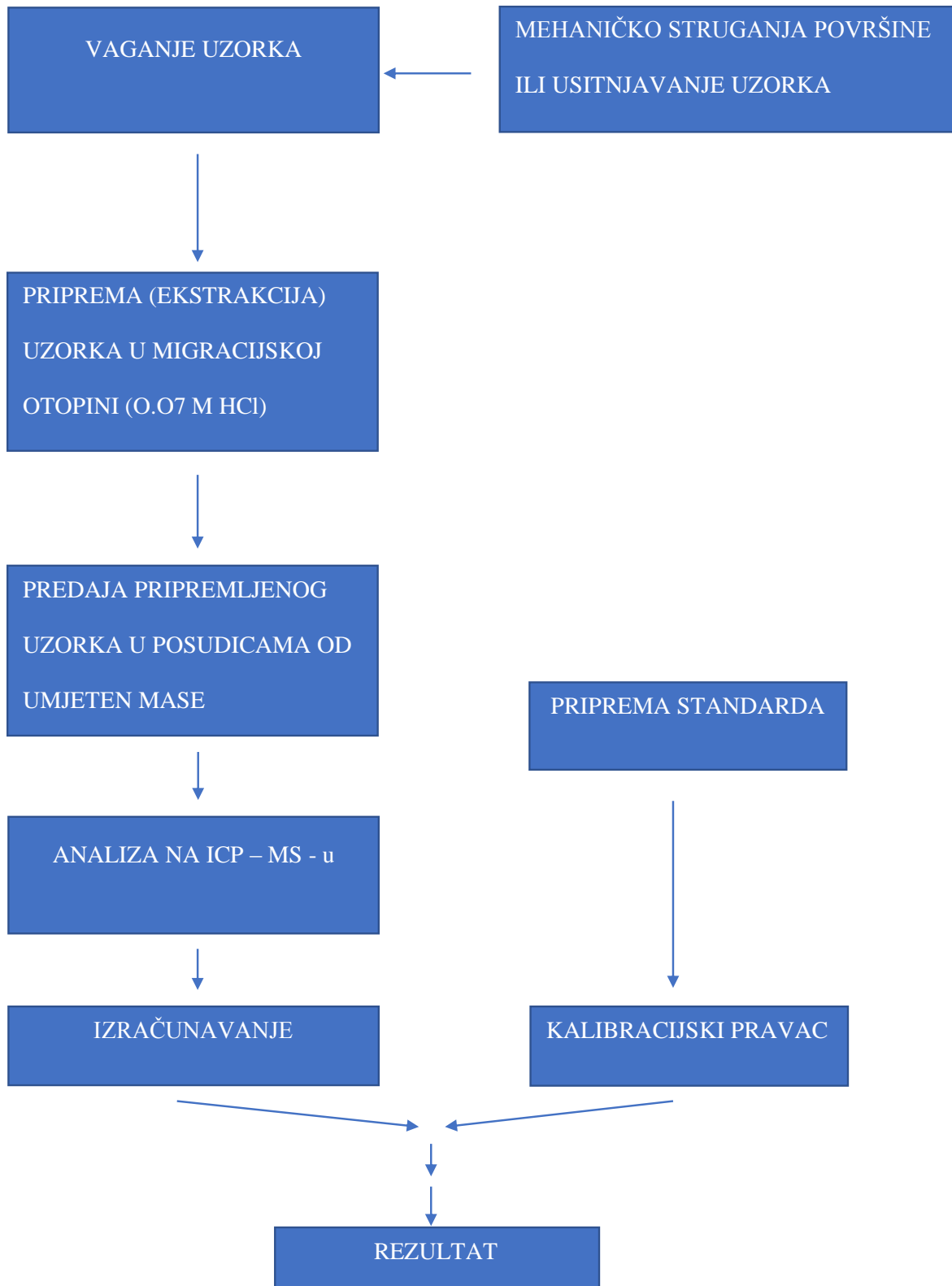
Za izradu ovog rada upotrijebljena su analitička izvješća laboratorijskih ispitivanja dječjih igračaka koja su uzorkovana u razdoblju od 2016. do 2018. godine. Igračke je uzorkovala granična i županijska sanitarna inspekcija, a laboratorijska analiza je obavljena u laboratoriju Zdravstveno-ekološkog odjela NZJZ PGŽ-a.

### **3.2 METODA**

Uzorak se pripremi mehaničkim struganjem površine ili usitnjavanjem do čestica određene veličine. Način pripreme ovisi o materijalu koji može biti drvo, umjetna masa, metal, karton, pliš, itd. Nakon što se uzorak usitni, u epruveti se odvaži 0,5 g uzorka te se prelije sa 25 ml kloridne kiseline zagrijane na 37 °C. Otopina se mućka 1 h, te se drži u vodenoj kupelji na 37 °C dodatnih sat vremena i nakon toga se čestice iz otopine odvoje filtriranjem uz pomoć filter papira.

Kalibracijski pravac se izrađuje prije svake serije uzorka. Metodom direktne kalibracije odredi se pet točaka kalibracijskog pravca (200; 400; 800; 2000; 4000 µg/L). Slijepa proba za kalibracijski pravac je 2% HNO<sub>3</sub>. Na osnovu kalibracijskog pravca, software instrumenta (NextION Software ver. 1,5)

## DIJAGRAM TIJEKA ODREĐIVANJA METALA



Koncentracija metala u migracijskoj otopini se putem software instrumenta izračuna prema jednadžbi:

$$Al \text{ (mg/L)} = \left( \frac{N_1 - N_0}{b} \right)$$

Gdje je:  $N_0$  – intenzitet signala metala u slijepoj probi

$N_1$  – intenzitet signala metala u uzorku

$b$  – nagib kalibracijskog pravca u L/mg

Sadržaj metala u uzorku se izražava u mg/kg.



**Slika 5.** ICP-MS NexION 300x Perkin Elmer

### **3.3.3 STATISTIČKA OBRADA PODATAKA**

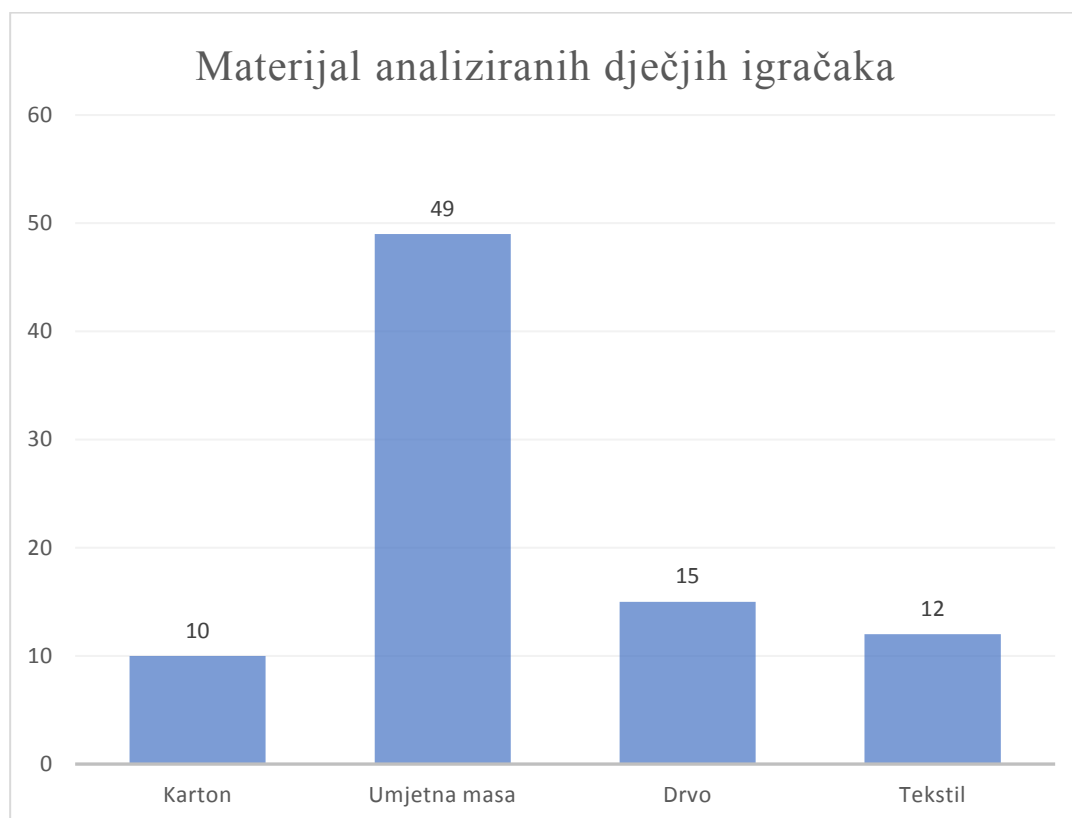
Statistička obrada dobivenih podataka provedena je statističkim programom STATISTICA, verzija 7.1 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). T-test korišten je za provjeru razlika s obzirom na dobivene vrijednosti i referentne vrijednosti. Rezultati su smatrani statistički značajni na razini  $p < 0,05$ .



## 4. REZULTATI

Rezultati ovog diplomskog rada su analitička izvješća Odsjeka za kontrolu namirnica, predmeta opće uporabe, unapređenja prehrane i mikrobiologije Zdravstveno-ekološkog odjela Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije u periodu 2016. - 2018.

Od 86 analizirana uzorka najčešći analizirani materijal bila je umjetna masa, zatim drvo i karton što možemo vidjeti na slici 7.



**Slika 6.** Grafički prikaz materijala analiziranih dječjih igračaka

Na slici 7. su prikazane države iz kojih dolaze uzorci (zemlje podrijetla).

Tablica 4. pokazuje trogodišnji izvještaj i udio (mg/kg) metala u uzorcima.

## Zemlje podrijetla analiziranih uzoraka



**Slika 7.** Zemlje podrijetla analiziranih dječjih igračka

**Tablica 4.** Izvještaj analize dječjih igraćaka u Primorsko-goranskoj županiji (2016. – 2018.)

Naziv dječje igračke	Zemlja podrijetla	Materijal	Metali							
			Aluminij mg/kg	Arsen mg/kg	Bakar mg/kg	Živa mg/kg	Olovo mg/kg	Cink mg/kg	Kadmij mg/kg	Nikal mg/kg
Mač za mjehuriće od sapunice	Kina	Umjetna masa	<2	0,3	<0,10	<0,001	<0,10	1,68	<0,05	<0,10
Lutka na baterije	Kina	Umjetna masa	<2	0,432	0,406	0,001	0,1	31	0,005	0,247
Domino	Kina	Drvo	<2	<0,10	0,17	0,004	<0,10	0,24	<0,05	<0,10
Puzzle drvo	Velika Britanija	Drvo	<2	<0,10	<0,10	0,001	<0,10	<0,10	<0,05	<0,10
Puzzle Capt'n Sharky	Njemačka	Karton	7	<0,10	0,14	0,004	<0,10	0,7	<0,05	<0,10
Puzzle Disney Minnie	Italija	Karton	30	<0,10	0,14	0,004	<0,10	0,24	<0,05	<0,10
Set za uljepšavanje	Kina	Umjetna masa	2	0,651	0,66	<0,001	0,101	4,144	<0,05	0,312
Igračka na napuhavanje - kornjača	Kina	Umjetna masa	10,948	1,01	2,185	0,023	0,285	10,78	0,013	0,867
Igračka na napuhavanje - lopta	Kina	Umjetna masa	22,02	1,188	3,057	0,012	0,243	24,691	0,024	1,76
Lopta za skakanje	Kina	Umjetna masa	3	0,51	0,51	0,002	<0,100	3	<0,050	<0,100
Doktor set	Kina	Umjetna masa	2,638	0,569	0,401	<0,001	0,008	4,084	0,006	0,22
Archer set	Kina	Umjetna masa	1,61	0,619	0,474	<0,001	0,058	7,857	0,013	0,342
Jastuk u obliku ribe	Kina	Tekstil	<0,010	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	0,037	<0,005	<0,010
Plastelin	Kina	Umjetna masa	1	1,45	1,86	<0,005	0,13	2,21	<0,050	0,43
Zvečka ključevi	Kina	Umjetna masa	4	0,7	0,54	0,007	<0,100	8,09	<0,050	0,11
Alat set	Kina	Umjetna masa	3,157	0,542	0,517	<0,001	<0,100	0,715	<0,050	0,265
Robot	Kina	Umjetna masa	104	0,565	0,549	<0,001	0,12	1,201	<0,050	0,664
Kuhinjski set	Kina	Umjetna masa	2,196	0,568	0,492	<0,001	<0,10	1,335	<0,05	0,165
Tabla piši - briši	Kina	Umjetna masa	<2	0,609	0,497	<0,001	<0,10	0,974	<0,050	0,883
Puška set	Kina	Umjetna masa	3,909	0,635	0,448	<0,001	0,215	5,056	<0,050	<0,100

Avion	Kina	Umjetna masa	2,677	0,886	0,739	<0,001	0,24	0,961	<0,050	0,786
Nakit set	Kina	Umjetna masa	247	0,655	0,531	<0,001	1,195	1,563	<0,050	0,643
Set za djevojčice	Kina	Umjetna masa	<2	0,649	0,451	<0,001	<0,100	1,505	<0,050	0,231
Drvene kockice	Italija	Drvo	<2	<0,10	<0,10	<0,001	<0,100	<0,10	<0,050	<0,100
Drvene puzzle	Kina	Drvo	0,016	<0,10	<0,10	<0,001	<0,100	<0,10	<0,050	<0,100
Drvotoranj	Velika Britanija	Drvo	0,035	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	0,029	<0,005	<0,010
Autić drveni	Kina	Drvo	<0,020	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,005	<0,010
Igrače karte	Hrvatska	Karton	0,281	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	0,018	<0,005	<0,010
Puzzle	Kina	Karton	<0,020	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,005	<0,010
Domino	Kina	Drvo	<0,010	<0,005	<0,050	<0,001	<0,005	0,066	<0,005	<0,010
Bojanka za četverogodišnjake	Hrvatska	Papir	0,814	<0,005	<0,050	<0,001	<0,005	0,08	<0,005	<0,010
Drvene slagalice - kocke	Kina	Drvo	<0,010	<0,005	<0,050	<0,001	<0,005	0,062	<0,005	<0,010
Brick by Brick ograde	Hrvatska	Drvo	< 0,010	<0,005	<0,050	<0,001	<0,005	0,193	<0,005	<0,010
Igračka za slaganje - kornjača	Kina	Drvo	0,527	<0,005	<0,050	<0,001	<0,005	0,271	<0,005	<0,010
Kocke	Kina	Karton	<0,020	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,010	<0,005	<0,010
Plišana igračka	Kina	Umjetna masa	7,3	0,353	0,815	<0,001	0,252	27,6	<0,050	0,451
Stolić s alatom	Kina	Drvo	0,116	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	<0,100	<0,050	<0,100
Ljigavac	Kina	Umjetna masa	1,975	<0,100	2,287	0,003	<0,100	1,495	<0,050	<0,100
Plišani medo	Kina	Umjetna masa	6,778	0,182	0,88	0,002	0,241	2,278	<0,050	0,175
Loptica iznenađenje	Kina	Umjetna masa	6	0,133	0,221	0,002	<0,100	32,67	<0,050	0,275
Kinetički pijesak s 4 kalupa	Turska	Umjetna masa	6,18	<0,100	0,367	<0,001	<0,100	0,299	<0,050	0,476
Set za modeliranje	Turska	Umjetna masa	36,02	2,544	9,181	<0,001	1,136	7,538	<0,050	0,901
Lutka	Kina	Umjetna masa	4,87	0,383	0,848	0,003	0,104	3,627	<0,050	0,335
Dječja igračka	Turska	Umjetna masa	6,829	0,582	2,537	0,006	0,14	5,139	<0,050	0,274
Beba	Kina	Umjetna masa	5	0,32	0,91	0,002	<0,100	4,92	<0,100	1,08
Ben 10	Kina	Umjetna masa	2	0,37	0,72	<0,005	<0,100	10,64	<0,100	1,31
Konstruktivsko vozilo	Kina	Umjetna masa	9	1,789	1,093	0,02	0,497	81	0,012	0,696

Lutka Chic	Kina	Umjetna masa	2,8	1,33	1,301	0,007	0,212	8,691	<0,050	0,178
Black + decker	Francuska	Umjetna masa	3,8	1,243	0,551	<0,001	0,082	31,019	0,028	0,724
Plastelin	Tajland	Umjetna masa	3	1,687	0,141	<0,001	0,078	0,805	0,018	0,105
Magnetske konstrukcije	Kina	Umjetna masa	11,81	6,18	3,965	<0,001	<0,010	105,4	<0,005	1,748
Životinje domaće set	Kina	Umjetna masa	2,804	1,039	0,301	<0,001	<0,100	18,4	<0,050	0,846
Divlje životinje set	Kina	Umjetna masa	2,825	1,04	0,295	<0,001	<0,100	18	<0,050	0,846
Domaće životinje set	Kina	Umjetna masa	2,79	1,03	0,3	<0,001	<0,100	18,5	<0,050	0,86
Igračka sa slamkom	Kina	Umjetna masa	1,475	1,077	0,674	<0,001	<0,100	1,237	<0,050	0,831
Plišani Baltazar	Kina	Tekstil	<0,100	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	0,123	<0,050	<0,100
Set za pijesak - kamion	Kina	Umjetna masa	1,506	1,114	0,849	0,002	<0,100	4,174	<0,050	1,322
Plastični autić	Kina	Umjetna masa	4,035	1,132	1,154	<0,001	<0,100	3,041	<0,050	8,504
Tresući štenac	Kina	Tekstil	<0,100	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	0,101	<0,050	<0,100
Luna Petunia	Vijetnam	Tekstil	<0,100	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	<0,100	<0,050	<0,100
Puzzle Butterfly	Turska	Umjetna masa	1,475	1,146	1,089	<0,001	0,214	5,15	<0,050	3,459
Slagalica od drva	Kina	Drvo	0,104	<0,100	<0,100	0,005	<0,100	0,222	<0,050	<0,100
Hobi konj sa zvukom	Kina	Umjetna masa	<0,100	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	0,144	<0,050	<0,100
Pištolj s pjenastim strelicama	Kina	Umjetna masa	2,5	0,204	0,465	0,009	<0,100	43	<0,100	0,123
Magična opruga	Kina	Umjetna masa	2,4	0,188	0,37	0,019	<0,100	0,64	<0,100	7,3
Plišana igračka - kunić u haljini	Kina	Tekstil	<0,100	<0,100	<0,100	0,004	<0,100	<0,100	<0,050	<0,100
Plišana igračka - žaba	Kina	Tekstil	<0,100	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	0,134	<0,050	<0,100
Drvena slagalica	Kina	Drvo	0,494	<0,100	0,213	0,004	<0,100	0,105	<0,050	<0,100
Puzzle	Kina	Drvo	0,179	<0,100	0,145	<0,001	<0,100	<0,100	<0,050	<0,100
Plišana igračka - Frozen Elsa	Kina	Umjetna masa	0,108	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	0,129	<0,050	<0,100
Slagalica - morske životinje	Indija	Karton	2,073	<0,100	0,264	<0,001	<0,100	<0,100	<0,050	<0,100
Puzzle - Trefl	Poljska	Karton	1,634	<0,100	<0,100	0,003	<0,100	<0,100	<0,050	<0,100
Edukativna igra - upecaj ribicu	Indija	Karton	5,914	<0,100	0,352	<0,001	<0,100	0,534	<0,050	0,123
Slikovnica Snjeguljica	Kina	Karton	0,018	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,015	<0,005	<0,010

Slikovnica - Smješne priče za male ruke	Kina	Karton	0,193	<0,010	<0,010	<0,001	<0,010	<0,015	<0,005	<0,010
Nici	Kina	Tekstil	<0,100	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	1,043	<0,050	<0,100
Drvena pločica s brojevima	Kina	Drvo	0,41	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100	0,284	<0,050	<0,100
Zdravoljubac - banana	Kina	Tekstil				<0,001	<0,005		<0,006	
Životinjice	Kina	Tekstil				<0,001	<0,005		<0,006	
Plišana igračka	Kina	Tekstil				<0,001	<0,005		<0,006	
Plišana životinja - majmun	Kina	Tekstil				<0,001	<0,005		<0,006	
Dinosauri	Kina	Umjetna masa					0,133		<0,050	
Zvrk	Kina	Umjetna masa					0,166		<0,050	
Domaće životinje	Kina	Umjetna masa					<0,100		<0,050	
Lutka	Kina	Umjetna masa					0,161		<0,050	
PJ Masks	Kina	Umjetna masa					<0,100		<0,050	

**Tablica 5.** Prisutnost ispitivanih metala u igračkama izrađenim od drveta

<b>METAL</b>	<b>DOBIVENA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>REFERENTNA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>p VRIJEDNOST</b>
Aluminij	0,528	1406	<0,00001
Arsen	0,062	0,9	<0,00001
Bakar	0,090	156	<0,00001
Živa	0,002	1,9	<0,00001
Olovo	0,063	3,4	<0,00001
Cink	0,132	938	<0,00001
Kadmij	0,032	0,3	<0,00001
Nikal	0,064	18,8	<0,00001

**Tablica 6.** Prisutnost ispitivanih metala u igračkama izrađenim od umjetne mase

<b>METAL</b>	<b>DOBIVENA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>REFERENTNA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>p VRIJEDNOST</b>
Aluminij	12,580	1406	<0,00001
Arsen	0,86	0,9	0,801
Bakar	1,043	156	<0,00001
Živa	0,004	1,9	<0,00001
Olovo	0,174	3,4	<0,00001
Cink	12,420	938	<0,00001
Kadmij	0,047	0,3	<0,00001
Nikal	0,940	18,8	<0,00001

**Tablica 7.** Prisutnost ispitivanih metala u igračkama izrađenim od tekstila

<b>METAL</b>	<b>DOBIVENA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>REFERENTNA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>p VRIJEDNOST</b>
Aluminij	0,090	1406	<0,00001
Arsen	0,090	0,9	<0,00001
Bakar	0,090	156	<0,00001
Živa	0,001	1,9	<0,00001
Olovo	0,090	3,4	<0,00001
Cink	0,221	938	<0,00001
Kadmij	0,044	0,3	<0,00001
Nikal	0,080	18,8	<0,00001

**Tablica 8.** Prisutnost ispitivanih metala u igračkama izrađenim od kartona

<b>METAL</b>	<b>DOBIVENA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>REFERENTNA VRIJEDNOST</b> <b>mg/kg</b>	<b>p VRIJEDNOST</b>
Aluminij	4,715	1406	<0,00001
Arsen	0,055	0,9	<0,00001
Bakar	0,105	156	<0,00001
Živa	0,002	1,9	<0,00001
Olovo	0,055	3,4	<0,00001
Cink	0,174	938	<0,00001
Kadmij	0,028	0,3	<0,00001
Nikal	0,057	18,8	<0,00001



**Tablica 9.** Prisutnost ispitivanih metala u igračkama Europe i Azije

<b>METAL</b>	<b>DOBIVENA VRIJEDNOST mg/kg za AZIJU</b>	<b>DOBIVENA VRIJEDNOST mg/kg za EUROPU</b>	<b>p VRIJEDNOST</b>
Aluminij	8,126	7,006	0,00013
Arsen	0,539	0,439	0,56055
Bakar	0,549	1,030	0,00000
Živa	0,003	0,002	0,00033
Olovo	0,117	0,157	0,00043
Cink	7,954	3,622	0,00318
Kadmij	0,040	0,036	0,58233
Nikal	0,589	0,456	0,08583

Statistička analiza dobivenih rezultata pokazala je da su dobivene vrijednosti značajno niže od referentnih te da su sve igračke bile u skladu s graničnim vrijednostima propisanim u važećem Pravilniku o sigurnosti igračaka NN 83/2014.

## 5. RASPRAVA

Metali su u različitim koncentracijama i oblicima ubikvitarni, tj. prisutni u gotovo svim sredinama (zraku, hrani, zemlji). Prilikom njihova unosa u organizam javljaju se mnogi štetni utjecaji uz simptome: mučnine, povraćanja, srčane smetnje, povišenog krvnog tlaka, povrede bubrega i pluća, astme, povrede kože pa i smrti (7).

Iako su djeca su u svom okruženju podjednako izložena teškim metalima kao i odrasli, znatno veća opasnost vezana je uz dječje navike u određenim fazama razvoja (oralna faza ili “sve u usta”) i imunološke nezrelosti, a obzirom da se metali talože u tijelu (izlučuje samo manji dio), kratkoročna izloženost djece metalima dugoročno može imati vrlo ozbiljne zdravstvene posljedice(7).

Usporedbom dobivenih rezultata analize možemo reći da sve dječje igračke udovoljavaju kriterijima Pravilnika o sigurnosti igračkaka NN 83/2014, dakle sve dobivene vrijednosti metala niže su od propisanih graničnih vrijednosti, što možemo usporediti sa studijom provedenom u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) gdje također postoji pravni okvir za metale u igračkama te su u navedenoj studiji svi uzorci također bili ispravni (23). No međutim, u državama gdje ne postoji pravni okvir (azijske države) za navedeni rizik uočena je nesukladnost proizvoda sa međunarodnim graničnim vrijednostima poput Kine i Kambodže (24, 25). U analiziranim uzorcima aluminij, bakar, živa, olovo, cink i nikal pokazali su statistički značajnu razliku između zemalja Azije i Europe, dok se koncentracije kadmija i arsena statistički značajno ne razlikuju. Veće koncentracije aluminija, žive, cinka i nikla veće su u zemljama Azije, dok su koncentracije bakra i olova veće u zemljama Europe.

Na slici 8. možemo vidjeti da najviše analiziranih materijala uvjerljivo dolazi iz Kine (79,07 %) te da je najviše analiziran materijal umjetne mase (56,97 %) što ide u prilog studiji provedenoj u Kini. U umjetnoj masi možemo lako naći i potencijalne kancerogene tvari poput ftalata i bisfenola A pa se preporuča kompletna analiza od metala pa do spomenutih endokrinih disruptora (26).

U Svijetu su česta istraživanja o toksičnim metalima u predmetima opće uporabe pa tako i u dječjim igračkama. Provedeno je istraživanje u kojem su analizirali razine olova u plastičnim dječjim igračkama. Od 100 analiziranih dječjih igračaka, 23 igračke su u svom sastavu imale koncentracije olova koje su veće od dopuštenih koncentracija u dječjim proizvodima. Također se navodi kako su ružičaste igračke imale veće koncentracije olova od ostalih igračaka te se postavlja poveznica između boje igračke i metala u njima (27). Slično istraživanje je napravljeno 2007. godine u Indiji gdje su analizom 111 uzoraka plastičnih dječjih igračaka utvrdili da 5 igračaka sadrži koncentracije olova koje su puno veće od dozvoljenih koncentracija. Cilj istraživanja je bio usporediti cijene igračaka sa njihovom kvalitetom i zdravstvenom ispravnošću. Zaključak je da postoji veza između povišenih koncentracija olova i jeftinih igračaka, a razlog toga je što se za jeftinije igračke koriste reciklirani materijali koji su zagađeni različitim teškim metalima (28). Nakon analize uzoraka s područja Primorsko-goranske županije nije pronađena nesukladnost za olovo te je u svakom materijalu dobivena vrijednost olova statistički značajno niža u odnosu na referentnu vrijednost.

Kako je 86 % igračaka na tržištu Europe porijeklom iz Kine brojna tijela EU pokušavaju poboljšati sustav surađivanja s kineskim vladinim i nevladinim organizacijama te proizvođačima igračaka, kako bi se omogućilo lakše razumijevanje sigurnosnih standarda EU te osigurala sukladnost kineskih igračaka koje se izvoze u EU

sa standardima sigurnosti koji su u njoj propisani. Sukladno time 2009. godine Europska je komisija uvela trgovinski sporazum s kineskom Općom upravom za nadzor kvalitete, inspekcije i karantene o Mapi puta za sigurnost igračkaka (Roadmap for safety of toys) (29).

## 6. ZAKLJUČAK

Uz sve navedene podatke dobivene analizom u posljednje 3 godine možemo zaključiti sljedeće;

- koncentracije teških metala (Al, As, Cu, Hg, Pb, Zn, Cd, Ni) su u skladu sa Pravilnikom o sigurnosti igračkaka (NN 83/14)
- najčešće ispitivan materijal je umjetna masa, a zemlja podrijetla je u visokom postotku Kina (79,07%).
- daljnje kontrole su potrebne posebice ukoliko se radi o igračkama koje su proizvode u zemljama u razvoju, odnosno onim koje nemaju regulativni okvir na državnoj razini.
- uz teške metale je potrebno i analizirati ostale endokrine disruptore poput ftalata i bisfenola A.

## 7. LITERATURA

1. Al-Qutob, M., Asafra, A., Nashashibi, T., & Qutob, A. A. (2014). Determination of different trace heavy metals in children's plastic toys imported to the west bank/palestine by icp/ms-environmental and health aspects. *Journal of Environmental Protection*, 05(12), 1104–1110. <https://doi.org/10.4236/jep.2014.512108>
2. Levin, R., Brown, M. J., Kashtock, M. E., Jacobs, D. E., Whelan, E. A., Rodman, J., Schock, M. R., Padilla, A., & Sinks, T. (2008). Lead exposures in u. S. Children, 2008: Implications for prevention. *Environmental Health Perspectives*, 116(10), 1285–1293. <https://doi.org/10.1289/ehp.11241>
3. Lester, S. and Belliveau, M. (2004). PVC: Bad News Comes in Threes. *The Poison Plastic, Health Hazards and the Looming Waste Crisis*. Center for Health, Environment and Justice, Falls Church.
4. Nordberg, G. (Ur.). (2007). *Handbook on the toxicology of metals* (3rd ed). Academic Press.
5. Darbre, P. D. (2006). Environmental oestrogens, cosmetics and breast cancer. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 20(1), 121–143. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2005.09.007>
6. ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY – (Ažurirano: 18.6.2020., Citirano: 18.6.2020.)  
Dostupno na: <https://www.rsc.org/periodic-table/>
7. Wallace, D. (2015). Nanotoxicology and metalloestrogens: Possible involvement in breast cancer. *Toxics*, 3(4), 390–413. <https://doi.org/10.3390/toxics3040390>
8. Ratnaike R. N. (2003). Acute and chronic arsenic toxicity. *Postgraduate medical journal*, 79(933), 391–396. <https://doi.org/10.1136/pmj.79.933.391>
9. Araya, M., Pizarro, F., Olivares, M., Arredondo, M., González, M., & Méndez, M. (2006). Understanding copper homeostasis in humans and copper effects on health.

- Biological Research*, 39(1), 183–187. <https://doi.org/10.4067/S0716-97602006000100020>
10. Bhan, A., & Sarkar, N. N. (2005). Mercury in the environment: effect on health and reproduction. *Reviews on environmental health*, 20(1), 39–56. <https://doi.org/10.1515/reveh.2005.20.1.39>
11. International Programme on Chemical Safety, & Weltgesundheitsorganisation (Ur.). (1995). Inorganic lead. World Health Organization.
12. Hanley, C., Thurber, A., Hanna, C., Punnoose, A., Zhang, J., & Wingett, D. G. (2009). The influences of cell type and zno nanoparticle size on immune cell cytotoxicity and cytokine induction. *Nanoscale Research Letters*, 4(12), 1409–1420. <https://doi.org/10.1007/s11671-009-9413-8>
13. Martinez-Finley, E. J., Chakraborty, S., Fretham, S. J. B., & Aschner, M. (2012). Cellular transport and homeostasis of essential and nonessential metals. *Metallomics*, 4(7), 593. <https://doi.org/10.1039/c2mt00185c>
14. Das, K. K., Reddy, R. C., Bagoji, I. B., Das, S., Bagali, S., Mullur, L., Khodnapur, J. P., & Biradar, M. S. (2019). Primary concept of nickel toxicity – an overview. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 30(2), 141–152. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2017-0171>
15. Pravilnik o sigurnosti igračkaka NN 83/2014 – (Ažurirano: 11.7.2014, Citirano: 18.6.2020.) Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2014\\_07\\_83\\_1618.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2014_07_83_1618.html)
16. Directive 2009/48/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the safety of toys – (Ažurirano: 18.11.2009., Citirano: 18.6.2020.) Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0048>

17. Pravilnik o izmjeni i dopunama Pravilnika o sigurnosti igračkaka NN 38/2015 – (Ažurirano: 3.4.2015., Citirano: 18.6.2020.) Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2015\\_04\\_38\\_792.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2015_04_38_792.html)
18. Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o sigurnosti igračkaka NN 50/2018 – (Ažurirano: 22.5.2018, Citirano: 18.6.2020.) Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_06\\_50\\_999.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_06_50_999.html)
19. Pravilnik o izmjenama Pravilnika o sigurnosti igračkaka NN 60/2019 – (Ažurirano: 10.6.2019., Citirano: 18.6.2020.) Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_06\\_60\\_1151.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_06_60_1151.html)
20. Zeiner, Michaela & Rezić, Iva & Steffan, I. (2007). Analytical Methods for the Determination of Heavy Metals in the Textile Industry. *Kemija u Industriji*. 56.
21. Amidžić Klarić D., (2016) Primjena atomske spektrometrije u kontroli kvalitete lijekova i dodataka prehrani, predavanje, *Farm Gla*.
22. Waterman CK, Adami CR, Hong J. (2003) Impurities in Drug Products. U: *Handbook of Isolation and Characterization of impurities in Pharmaceuticals*. Satinder Ahuja, Karen Mills Alsante, Pfizer, Inc., Groton, str. 80-83
23. Guney, M., & Zagury, G. J. (2013). Contamination by ten harmful elements in toys and children's jewelry bought on the North American market. *Environmental science & technology*, 47(11), 5921–5930. <https://doi.org/10.1021/es304969n>
24. Cui, X. Y., Li, S. W., Zhang, S. J., Fan, Y. Y., & Ma, L. Q. (2015). Toxic metals in children's toys and jewelry: coupling bioaccessibility with risk assessment. *Environmental pollution* (Barking, Essex : 1987), 200, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.01.035>

25. Murphy, T., Lim, S., Kim, S., Irvine, K., Chaiwat, W., & Wilson, K. (2016). Metal Contamination in Low-Cost Jewelry and Toys in Cambodia. *Journal of health & pollution*, 6(11), 47–57. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-6-11.47>
26. Birnbaum, L. S., Bucher, J. R., Collman, G. W., Zeldin, D. C., Johnson, A. F., Schug, T. T., & Heindel, J. J. (2012). Consortium-based science: the NIEHS's multipronged, collaborative approach to assessing the health effects of bisphenol A. *Environmental health perspectives*, 120(12), 1640–1644. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205330>
27. Somsiri Decharat , Supandee Maneelo, Sommai Chuchay (2013) Assessment of lead levels in some children's plastic toys. *KKU Res. J.* 2013; 18(6): 1026-1033
28. Abhay K, Prashant P. (2007) Lead and cadmium in soft plastic toys. *Current Scie.* 2007; 93, 818-22.
29. Commission Regulation amending annex II, part III of Directive 30.2009/48/EC on toy safety (TSD) (Ažurirano: 18.6.2009, Citirano: 21.6.2020.) Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:170:0001:0037:en:PDF>



## ŽIVOTOPIS

Moje ime je Dunja Rekić, rođena sam u Virovitici 25.4.1996. godine. Pohađala sam osnovnu školu u Suhopolju te gimnaziju Petra Preradovića u Virovitici. Nakon završetka gimnazije upisala sam studij u Zagrebu na Zdravstvenom veleučilištu, smjer Sanitarno inženjerstvo. Po završetku trogodišnjeg preddiplomskog studija nastavljam diplomski studij na Medicinskom fakultetu u Rijeci, istoimeni smjer. Tijekom trogodišnjeg studija u Zagrebu bila sam tri puta proglašena najboljom studenticom na godini, vodila vježbovnu nastavu kao demonstrator, sudjelovala na brojnim konferencijama (ISC GREEN – publiciran rad na temu „Mikroplastika i njen utjecaj na živi svijet“, međunarodnom Kongresu o sigurnosti i kvaliteti hrane). Završni rad obranila sam s temom „Istraživanje pristutnosti ftalata u dječjim igračkama“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Jasne Bošnjir na Nastavnom zavodu za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar. Nastavkom diplomskog studija u Rijeci aktivno sudjelujem u projektu „Čiste ručice“ i kongresu „Sanitas“ te ovim danom, završavam diplomski studij.