

**POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA
ZA ZDRAVJE OTROK ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI ARZENU
V OBČINI ZAGORJE OB SAVI**

**Naročnika raziskave: Ministrstvo za zdravje
Občina Zagorje ob Savi**

Nosilec raziskave: Nacionalni inštitut za javno zdravje

Marec 2017

Naslov

Poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi

Založnik

Nacionalni inštitut za javno zdravje, Trubarjeva 2, 1000 Ljubljana

Avtorji

Lucija Perharič, Maja Martinčič, Simona Uršič, Andreja Kukec, Vesna Zadnik, Darja Mazej, Zdenka Šlejkovec, Mateja Šter, Alenka France-Štiglic, Ivan Eržen

Oblikovanje

Maja Martinčič

Kraj in leto izdaje

Ljubljana, 2017

Brezplačen izvod

Dostopno na: <http://www.nijz.si/>

Zaščita dokumenta © 2017 NIJZ

Vse pravice pridržane.

Reprodukcija po delih ali v celoti na kakršenkoli način in v kateremkoli mediju ni dovoljena brez pisnega dovoljenja avtorja. Kršitve se sankcionirajo v skladu z avtorsko pravno in kazensko zakonodajo.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

613.95:546.19(497.432)(0.034.2)

POGLOBLJENA ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi [Elektronski vir] / avtorji Lucija Perharič ... [et al.]. - El. knjiga. - Ljubljana : Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2017

Način dostopa (URL): <http://www.nijz.si/>

ISBN 978-961-7002-29-4 (pdf)

1. Perharič, Lucija, 1960-
289761536

Izvajalci

Lucija Perharič	Nacionalni inštitut za javno zdravje	vodenje raziskave, idejna zasnova, priprava vloge za Komisijo za medicinsko etiko, oblikovanje vprašalnikov nabor, vzorčenje, pridobivanje anamnestičnih podatkov, ocena tveganja, priprava zaključnega poročila, komunikacija s strokovno in splošno javnostjo
Maja Martinčič	Nacionalni inštitut za javno zdravje	tehnično-administrativna podpora, oblikovanje vprašalnikov, nabor, vzorčenje, pridobivanje anamnestičnih podatkov, priprava podatkov za statistično obdelavo, vnašanje podatkov v elektronsko obliko, priprava zaključnega poročila, komunikacija s strokovno in splošno javnostjo
Simona Uršič	Nacionalni inštitut za javno zdravje	oblikovanje vprašalnikov, nabor, pridobivanje anamnestičnih podatkov, priprava podatkov za statistično obdelavo, komunikacija s strokovno in splošno javnostjo
Andreja Kukec	Nacionalni inštitut za javno zdravje in Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani	statistična obdelava podatkov, priprava zaključnega poročila, komunikacija s strokovno in splošno javnostjo
Vesna Zadnik	Onkološki Inštitut Ljubljana	ocena bremena raka, ocena tveganja, priprava zaključnega poročila, komunikacija s strokovno in splošno javnostjo
Darja Mazej	Institut Jožef Stefan	določanje arzena in arzenovih zvrsti v urinu
Zdenka Šlejkovec		
Mateja Šter	Univerzitetni klinični center Ljubljana	določanje kreatinina v urinu
Alenka		
France-Štiglic		
Ivan Eržen	Nacionalni inštitut za javno zdravje	svetovanje

Zahvale

Najlepše se zahvaljujemo otrokom in njihovim staršem za sodelovanje v raziskavi.

Zahvala gre tudi:

- Ireni Mihevc, vodji podružnične osnovne šole Podkum, Jožefu Kajbiču, predsedniku Krajevne skupnosti Kotredež, Francu Ravnikarju, predsedniku Krajevne skupnosti Izlake, za pomoč pri naboru otrok;
- Mateji Gosar z Geološkega zavoda Slovenije za pojasnila v zvezi s sestavo tal v Občini Zagorje ob Savi;
- Marku Zupanu z Biotehnične fakultete Univerze v Ljubljani za izračune v zvezi z vnosom arzena v tla pri zalivanju vrtov;
- sodelavcem Nacionalnega inštituta za javno zdravje, Metki Zaletel za pomoč pri pridobivanju podatkov iz Centralnega registra prebivalstva, Mojci Omerzu za nasvete pri oblikovanju okoljskih vprašalnikov, Urški Blaznik za nasvete v zvezi z uporabo in interpretacijo podatkov iz prehranskih dnevnikov ter Mitji Vrdelji za pomoč pri pripravi osebnih vabil staršem.

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	1
SUMMARY	3
SEZNAM KRATIC	5
1 UVOD	6
1.1 Opredelitev problema	6
1.2 Namen raziskave	7
2 METODE	8
2.1 Zasnova raziskave	8
2.2 Vključitveni kriteriji	8
2.3 Nabor preiskovancev	8
2.4 Vzorčenje, transport in hramba vzorcev urina	10
2.5 Analiza urina	10
2.5.1 Določanje arzena, njegovih zvrsti in metabolitov	10
2.5.2 Določanje kreatinina	10
2.6 Opazovani izidi	11
2.7 Ocena morebitnih virov izpostavljenosti	11
2.8 Statistična analiza podatkov	12
2.8.1 Metode opisne statistike	12
2.9 Ocena individualne izpostavljenosti na podlagi rezultatov biomonitoringa	13
2.10 Ocena tveganja	14
2.11 Potek raziskave	15
3 REZULTATI	16
3.1 Nabor in vzorčenje	16
3.2 Rezultati laboratorijskih analiz	18
3.3 Frekvenčne porazdelitve koncentracij arzena v urinu po starosti, območjih in sezonah vzorčenja	19
3.4 Izpostavljenost arzenu po opazovanih območjih in sezonah	20
3.5 Izpostavljenost arzenu po spolu in starosti	20
3.6 Morebitni viri izpostavljenosti	20
3.6.1 Prehranski viri arzena	20
3.6.2 Značilnosti bivališča	25
3.6.3 Drugi morebitni viri arzena	26
4 OCENA TVEGANJA	27

4.1 Ocena nevarnosti.....	27
4.2 Ocena izpostavljenosti.....	28
4.2.1 Viri izpostavljenosti	28
4.2.2 Ocena izpostavljenosti na podlagi biomonitoringa.....	30
4.3 Karakterizacija tveganja.....	32
4.3.1 Karakterizacija tveganja ne rakotvornih učinkov	32
4.3.2 Karakterizacija tveganja rakotvornih učinkov	33
4.3.2.1 Pregled bremena raka	33
4.3.2.2 Karakterizacija tveganja raka.....	33
4.3.3 Negotovosti	35
5 ZAKLJUČKI	36
6 VIRI.....	37
7 PRILOGE	41

POVZETEK

Leta 2013 smo na podlagi koncentracij arzena v doma pridelanih vrtninah iz občine Zagorje ob Savi ocenili nekoliko povečano tveganje za zdravje malčkov pri dolgotrajni izpostavljenosti arzenu iz prehranskih virov. Predlagali smo ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti, za bolj natančno opredelitev izpostavljenosti pa izvedbo humanega biomonitoringa. Da bi preverili prvotno oceno tveganja, ugotovili še druge morebitne vire izpostavljenosti arzenu, potrebo po nadaljnjih ukrepih za zmanjšanje izpostavljenosti in spremljanju tveganja za zdravje smo leta 2016 izvedli epidemiološko presečno raziskavo, v kateri smo izpostavljenost arzenu ocenili z določanjem arzena v urinu. V raziskavo smo nameravali vključiti 80 otrok obeh spolov, starih 3–5 let. Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko.

Opredelili smo naslednje morebitne vire izpostavljenosti arzenu in dejavnike, ki vplivajo na izpostavljenost: območje (vzhodni in severni (VS) del občine predvidoma bolj onesnažen z arzenom ter zahodni in južni (ZJ) del občine predvidoma manj onesnažen z arzenom), prehranske vire, značilnosti bivališča, druge možne vire, sezono (pomlad, jesen) in spol. Starše smo povabili k sodelovanju njihovih otrok s pomočjo obvestil v sredstvih javnega obveščanja in na družbenih omrežjih ter z osebnimi vabili. Podatke o morebitnih virih izpostavljenosti arzenu smo pridobili s pomočjo natančne okoljske in prehranske anamneze. Kot opazovani izid so bili celokupni arzen, njegove zvrsti in metaboliti določeni v vzorcih prvega jutranjega urina. Da bi rezultati čim bolj odražali izpostavljenost bolj strupenemu anorganskemu arzenu, naj bi otroci tri dni pred odvzemom ne uživali morske hrane, ker vsebuje organski arzen. Analiza urina za določitev celokupnega arzena je potekala z masno spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo, speciacija arzena s tekočinsko kromatografijo visoke zmogljivosti povezano s hidridno tehniko in atomskim fluorescenčnim spektrometrom. Meja kvantifikacije za celokupni arzen je 0,3 µg/L, za arzenit (As_{III}) in monometilarzenovo kislino (MMA) 0,9 µg/L, za arzenat (As_V) in dimetilarzenovo kislino (DMA) 1,5 µg/L. Meja detekcije za celokupni arzen je 0,1 µg/L, za As_{III} in MMA 0,3 µg/L, za As_V in DMA 0,5 µg/L. Ker razredčenost urina tekom dneva niha, se vpliv razredčenosti kompenzira s podajanjem koncentracije arzena tudi na g kreatinina. Kreatinin v urinu je bil določen z modificirano kinetično Jaffejevo reakcijo. Rezultate opazovanih izidov smo prikazali z metodami opisne statistike, in sicer z aritmetično sredino, standardnim odklonom, geometrično sredino, percentili (P25, P50, P75) in frekvenčno porazdelitvijo. Na predvidoma z arzenom bolj onesnaženem VS območju smo rezultate obdelali tudi ločeno za porečje Kotredeščice (PK) ter za porečje Orehovice in zgornjega toka Medije (POM). Povezanost med morebitnimi viri izpostavljenosti in opazovanimi izidi smo preverjali z Mann-Whitneyevim in Kruskal-Wallisovim testom. Razlike smo vrednotili kot statistično značilne pri $p \leq 0,05$. Kot izhodišče za oceno tveganja v javno zdravstvenem kontekstu smo upoštevali biomonitorinške ekvivalente (BE) za dolgotrajno izpostavljenost anorganskemu arzenu izraženo kot vsoto koncentracij As_{III}, As_V, MMA in DMA v urinu. Ker koncept BE ni namenjen interpretaciji posameznih rezultatov, smo te vrednotili na podlagi nemške osnovne (referenčne) vrednosti, ki znaša za celokupni arzen 15 µg/L, in je veljavna, če je kreatinin v urinu med 0,3 in 3,0 g/L. Napravili smo tudi pregled bremena raka.

Spomladi 2016 smo v raziskavo vključili 51 otrok starih 3–5 let, jeseni pa še 21, torej skupno 72. Na željo staršev smo vključili tudi 30 otrok starih 6–12 let, pretežno bratov in sester vključenih mlajših otrok. Spomladi je urin oddalo 45 otrok starih 3–5 let in 11 starejših otrok, jeseni pa 69 otrok starih 3–5 let in 29 otrok starih 6–12 let. Iz statistične analize smo izločili rezultate 20 vzorcev urina bodisi

zaradi preveč razredčenega vzorca ali premajhnega volumna bodisi zaradi uživanja morske hrane v treh dneh pred oddajo vzorca. Koncentracije celokupnega arzena so pri štirih otrocih presegale nemško osnovno vrednost (15 µg/L). Pri dveh je bil najverjetnejši vzrok uživanje morske hrane dan pred oddajo urina. Staršem smo po pošti posredovali posamezne rezultate z obrazložitvijo in jim ponudili možnost nadaljnjega posveta.

Srednje vrednosti (P50) koncentracij anorganskega arzena so znašale spomladi 3,1 µg/L (4,6 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 2,9 µg/L (5,6 µg/g kreatinina) v PK in 3,8 µg/L (5,5 µg/g kreatinina) v POM, jeseni pa 3,7 µg/L (4,6 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 3,4 µg/L (5,6 µg/g kreatinina) v PK in 3,8 µg/L (5,6 µg/g kreatinina) v POM. Med P50 koncentracij anorganskega arzena v urinu in posameznimi območji ni bilo statistično značilnih razlik. Tudi po sezoni vzorčenja se P50 koncentracij anorganskega arzena niso značilno razlikovale. Ugotovili smo, da je P50 koncentracije anorganskega arzena v urinu pri obeh opazovanih starostnih skupinah višja pri dečkih. Razlika je bila jeseni pri dečkih starih 3–5 let tudi statistično značilna. Večina otrok (95 %) je uživala doma ali lokalno pridelane vrtnine in sadje. Pogostost uživanja vrtnin z visokim privzemom arzena (korenje in solata) se ni pomembno razlikovala glede na sezono. Količine zaužite vodovodne vode, zelenjave in krompirja 24 ur pred vzorčenjem urina so bile spomladi in jeseni približno enake. Srednja vrednost anorganskega arzena v urinu je bila višja pri tistih 3–5 letnih otrocih, kjer doma za zalivanje vrta uporabljajo kombinacijo vode iz različnih virov, pijejo vodo iz zasebnega vodovoda ali zasebnega in javnega vodovoda ter v povprečju zaužijejo več riža (obrok iz več kot 40 g surovega riža). Vendar razlike niso statistično značilne. Ugotovili smo, da je P50 koncentracije anorganskega arzena v urinu 3–5 letnih otrok v obeh sezonah višja v primeru zadnje prenove bivališča pred 2010, jeseni pa v primeru bivanja otrok v bližini netlakovane ceste oddaljene od bivališča ≤ 50 m, toda razlike niso statistično značilne. Srednja vrednost koncentracije anorganskega arzena v urinu je višja pri tistih 3–5 letnih otrocih, ki se več igrajo s peskom in vrtnarijo ter tistih, čigar starši se ukvarjajo s hobiji z možno izpostavljenostjo arzenu, vendar razlike niso statistično značilne. Statistično značilno višjo P50 koncentracije anorganskega arzena smo ugotovili pri tistih 3–5 letnih otrocih, čigar očetje imajo na delovnem mestu možen stik z arzenom.

BE za ne rakotvorne učinke pri dolgotrajni izpostavljenosti za anorganski arzen v urinu je 6,4 µg/L oziroma 8,3 µg/g kreatinina. To je meja, znotraj katere ni potrebno spremljanje tveganja in ne ukrepi za zmanjševanje tveganja. BE, ki pomeni visoko prioriteto za spremljanje tveganja in ukrepanje, je za anorganski arzen v urinu 19,4 µg/L oziroma 24,9 µg/g kreatinina. BE za rakotvorne učinke, 6,5 µg/L oziroma 8,4 µg/g kreatinina, pomeni tveganje za 1 dodaten primer raka na 1 000 izpostavljenih. Srednje vrednosti koncentracij anorganskega arzena v urinu so bile na vseh opazovanih območjih znotraj BE za ne rakotvorne učinke. Tveganje za raka je manjše kot 1 dodaten primer raka na 1 000 izpostavljenih otrok. Pregled bremena raka je pokazal, da je tveganje otrok z območja VS (PK in POM), da bodo zboleli za katerikoli obliko raka, primerljivo s povprečnim tveganjem, ki ga ima katerikoli prebivalec občine Zagorje ob Savi.

Z raziskavo nismo potrdili povečanega tveganja za zdravje otrok z opazovanih območij, zato dodatni ukrepi za zmanjševanje tveganja niso potrebni. Ker je anorganski arzen zelo strupen in rakotvoren, menimo, da je za vzdrževanje ugotovljene nizke izpostavljenosti smiselno nadaljnje izvajanje že priporočenih higienskih ukrepov.

SUMMARY

Refined risk assessment for children's health from arsenic exposure in Zagorje ob Savi municipality

In 2013, we assessed mildly increased risk in toddlers chronically exposed to arsenic through food, based on concentrations of arsenic in home-grown vegetables in the municipality of Zagorje ob Savi (central Slovenia). Exposure reduction measures and a more precise exposure assessment using human biomonitoring were recommended. To verify our initial risk assessment (RA), identify other eventual exposure sources, the need for further exposure reduction measures and risk assessment follow-up an epidemiological cross sectional study was carried out in 2016. We planned to include 80 children of both genders aged 3–5 years. The study was approved by the national Medical Ethics Committee.

The following possible exposure sources together with factors affecting the exposure were defined: area (eastern and northern (EN) part of the municipality, more likely contaminated with arsenic, and western and southern (WS) part, less likely contaminated with arsenic), dietary sources, sources arising from dwelling characteristics, other potential sources, season (spring, autumn) and gender. The parents were invited to enrol their children into the study by announcements in the local and national media, social websites and by personal letters. The data on possible sources of exposure to arsenic were gathered by detailed environmental and dietary history. The concentrations of total arsenic, its species and metabolites were determined in first-morning-urine samples. To assess predominately the exposure to more toxic inorganic arsenic the parents were asked that the children should not consume any seafood 72 h prior to sampling. Total arsenic was determined using inductively coupled plasma mass spectrometry, while arsenic species and metabolites were determined by coupled high-performance liquid chromatography-hydride generation-atomic fluorescence spectrometry. Levels of quantification for total arsenic were 0.3 µg/L, for arsenite (As_{III}) and monomethylarsonic acid (MMA) 0.9 µg/L, for arsenate (As_V) and dimethylarsinic acid (DMA) 1.5 µg/L. Levels of detection for total arsenic were 0.1 µg/L, for As_{III} and MMA 0.3 µg/L, for As_V and DMA 0.5 µg/L. To compensate for urine dilution variations through the day, the results were also expressed in µg/g creatinine. Urinary creatinine was determined by the Jaffe's reaction. The observed outcomes were described by descriptive statistics: arithmetic mean, standard deviation, geometric mean, 25th, 50th and 75th percentile (P25, P50, P75), and frequency distribution. The results from the more likely contaminated EN area were analysed separately for the basin of Kotredeščica stream (BK) and the basin of Orehovica and upper Medija streams (BOM). Associations between exposure to arsenic and sources of exposure were tested by Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests. The results were judged as statistically significant at $p \leq 0.05$. An estimate of cancer burden was also carried out. Exposure to inorganic arsenic expressed as a sum of As_{III}, As_V, MMA and DMA concentrations was evaluated in a public health risk context using biomonitoring equivalents (BE) values. The BE concept is not meant as a tool for interpretation of individual results. These were evaluated using German background (reference) value for total arsenic in urine, which is 15 µg/L, and valid if urinary creatinine is between 0.3 and 3.0 g/L.

In spring 2016, 51 children aged 3–5 years were enrolled, in autumn another 21, totalling 72. At parents' request, we also included 30 children aged 6–12 years, mainly older brothers and sisters of the enrolled younger children. In spring, urine samples were obtained from 45 children aged 3–5

years and 11 from the older age group. In autumn, the samples were obtained from 69 children aged 3–5 years, and 29 from aged 6–12 years. Secondary to over diluted urine, insufficient volume and/or seafood consumption within three days prior to sampling, 20 urine samples were excluded from the statistical analyses. Total arsenic concentrations exceeded the German reference value (15 µg/L) in four children. In two, the most probable cause was consumption of seafood a day before sampling. The individual results together with the interpretation were sent to the parents, and a possibility of further consultation was offered.

In spring, the median (P50) concentrations of inorganic arsenic were 3.1 µg/L (4.6 µg/g creatinine) in WS area, 2.9 µg/L (5.6 µg/g creatinine) in BK, and 3.8 µg/L (5.5 µg/g creatinine) in BOM; in autumn 3.7 µg/L (4.6 µg/g creatinine) in ZJ, 3.4 µg/L (5.6 µg/g creatinine) in BK, and 3.8 µg/L (5.6 µg/g creatinine) in BOM. The differences between P50 concentrations of inorganic arsenic in urine between the areas and the seasons were not statistically significant. In boys, the P50 concentrations of inorganic arsenic in urine were higher in both age groups; in autumn, the difference was also statistically significant in the younger age group. Most children (95 %) consumed home- or locally-grown vegetables and fruit. Consumption frequencies of vegetables with high uptake of arsenic (carrots and lettuces) did not differ significantly between seasons. The amounts of drinking water, vegetables and potatoes consumption within 24 hours prior to sampling were approximately equal in both seasons. The P50 values of inorganic arsenic in urine were higher, but not statistically significant in those children aged 3–5 years in whose households municipal and/or private water source was used for allotment watering and drinking, and in those consuming on average higher quantities of rice (a meal made of > 40 g of uncooked rice). In both seasons, higher although statistically insignificant P50 concentrations of inorganic arsenic in urine of children aged 3–5 years were found in those living in dwellings renovated prior to 2010, while in autumn, also in those who lived ≤ 50 m from an unpaved road. Statistically insignificant higher P50 concentrations of inorganic arsenic were also found in urine of those children who were involved in playing with sand or gardening, as well as in those whose parental hobbies included possible exposure to arsenic. A statistically significant higher P50 concentration of inorganic arsenic was found in urine of those 3–5 years old whose fathers might have had occupational contact with arsenic.

The BE of inorganic arsenic in urine used in non-cancer RA as a guideline value below which no RA follow-up or introduction of risk reduction measures are required is 6.4 µg/L (8.3 µg/g creatinine). The BE above which there is a high priority for RA follow up and introduction of risk reduction measures is 19.4 µg/L (24.9 µg/g creatinine). Mean concentrations of inorganic arsenic in urine of children in our study were below 6.4 µg/L. In cancer RA of inorganic arsenic, a BE value of 6.5 µg/L (8.4 µg/g creatinine) corresponds to one additional case of cancer per 1000 exposed individuals. The cancer burden estimate showed that the risk of developing any type of cancer in children living in the VS area is comparable to those residing in other areas of the municipality.

As our study did not confirm an increased risk for children's health from arsenic exposure in the observed areas, additional risk reduction measures are not required. In view of the fact that arsenic is highly toxic and carcinogenic, we believe that, it is sensible to continue the implementation of previously recommended hygiene measures in order to maintain the identified low exposure levels.

SEZNAM KRATIC

As	arzen
As _{III}	arzenit
As _V	arzenat
ATP	adenozin trifosfat
BE	biomonitorinški ekvivalent
DMA	dimetilarzenova kislina
DNK	deoksiribonukleinska kislina
GS	geometrična sredina
HBM-I	koncentracija kemikalije v humanih telesnih tekočinah in tkivih, pod katero ne pričakujemo škodljivih učinkov za zdravje
HBM-II	koncentracija kemikalije v humanih telesnih tekočinah in tkivih, nad katero obstaja verjetnost škodljivih učinkov in so potrebni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti
LOAEL	najnižji odmerek, pri katerem so ugotovili škodljivi učinek
LOD	meja detekcije
MMA	monometilarzenova kislina
NIJZ	Nacionalni inštitut za javno zdravje
NOAEL	odmerek, pri katerem niso ugotovili škodljivega učinka
p	stopnja značilnosti v statistiki
P25	25. percentil
P50	50. percentil (srednja vrednost, mediana)
P75	75. percentil
P95	95. percentil
PK	porečje Kotredeščice
POM	porečje Orehovice in zgornjega toka Medije
RS	Republika Slovenija
sod.	sodelavci
SPSS	programski paket, ki omogoča statistično obdelavo podatkov
št.	število
tm	telesna masa
Ur. l. RS	Uradni list Republike Slovenije
VS	vzhodni in severni del občine Zagorje ob Savi
ZJ	zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi
Z _D	zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi, desni breg Save
Z _L	zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi, levi breg Save
zp	zakrit podatek, ker je manj kot 5 primerov

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

V severnem delu občine Zagorje ob Savi od Podzida pod Trojanami, Brezij in Prhavca do Znojil, ki so približno 8 km vzhodno od Trojan, so nahajališča antimonita in drugih antimonovih spojin. V prvi polovici 20. stoletja so na tem območju rudarili antimon (Herlec in Žorž, 2006). Tako imenovani trojanski rudnik je veljal za največji tovrstni rudnik v avstrijskih deželah (Šorn). V kamninah arzen in antimon pogosto nastopata skupaj. Pri rudarjenju antimona arzenove spojine ostanejo v jalovini in so lahko vir onesnaženja okolja z arzenom (Slika 1.1).

Slika 1.1: Arzenopirit z območja med Trojanami in Znojilami

Vir: http://www.wikiwand.com/sl/Seznam_mineralov_v_Sloveniji



Po poplavah leta 2010 je analiza tal v dolini potoka Kotredeščice v vzhodnem delu zagorske občine pokazala presežene mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti arzena na 43 lokacijah (Grabner in sod., 2012). Arzen je zelo nevarna snov, zato so te ugotovitve pričakovano povzročile precejšnjo zaskrbljenost med lokalnim prebivalstvom. Posledično je Inšpektorat za kmetijstvo, gozdarstvo, hrano in okolje na pobudo občine Zagorje ob Savi novembra 2012 sprejel sklep za izdelavo ocene tveganja na ožjem območju reke Kotredeščice z namenom, da se ugotovi neposredna ogroženost prebivalstva zaradi izpostavljenosti arzenu v prehranski verigi. Na tedanjem Inštitutu za varovanje zdravja smo napravili oceno tveganja na podlagi koncentracij arzena v doma pridelani zelenjavi. Koncentracije arzena v vrtninah pridelanih na področju občine Zagorje so bile 3–4 krat višje v korenju in 2 krat višje v solati v primerjavi z vrtninami pridelanimi v občinah Trbovlje in Hrastnik. Zaključili smo, da povečane koncentracije arzena v tleh in v vrtninah v dolini Kotredeščice niso samo posledica preteklega rudarjenja v Znojilah in poplav, ampak tudi posledica geološke sestave tal (Perharič, 2013), kar so potrdili tudi avtorji preteklih raziskav tal (Gosar in Šajn, 2005; Zupan in sod., 2008).

Na podlagi koncentracij arzena v doma pridelanih vrtninah smo ocenili, da znaša kronična izpostavljenost arzenu pri malčkih v dolini Kotredeščice 0,0007 mg/kg telesne mase (tm)/dan. Izpostavljenost malčkov je več kot dvakrat presegala referenčni odmerek za ne rakotvorne učinke arzena, ki je 0,0003 mg/kg tm/dan. Če bi tolikšna izpostavljenost trajala vse življenje, bi to pomenilo povečano tveganje za hiperpigmentacijo in hiperkeratozo kože ter okvaro perifernih žil. Morebitnega povečanega tveganja za razvoj raka ni bilo možno povsem izključiti. Akutna, to je enkratna oziroma

kratkotrajna izpostavljenost pa ni bila tolikšna, da bi predstavljala tveganje za zdravje (Perharič, 2013).

V nadaljevanju smo v sodelovanju s tedanjim Zavodom za zdravstveno varstvo Ljubljana ter Medicinsko in Biotehnično fakulteto Univerze v Ljubljani ocenili tveganje še za druge kovine: cink, kadmij, krom, nikelj, svinec in živo srebro (Juričič in sod., 2013). Predlagali smo ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti, ki so bili v obliki zloženke in obvestila na spletu posredovani prebivalcem občine Zagorje ob Savi. Rezultate smo novembra 2013 tudi javno predstavili.

Prvotna ocena tveganja za arzen je vsebovala negotovosti v zvezi z oceno izpostavljenosti iz drugih virov in v zvezi z identiteto arzenovih spojin. Arzen je lahko v bolj strupeni anorganski ali manj strupeni organski obliki. Organskemu arzenu smo izpostavljeni predvsem pri uživanju morske hrane. Da bi lahko natančneje opredelili izpostavljenost smo predlagali izvedbo biomonitoringa, za opredelitev virov izpostavljenosti pa usmerjeno okoljsko in prehransko anamnezo (Perharič, 2013). Biomonitoring pomeni merjenje in spremljanje sprememb v živih organizmih, tkivih, tekočinah, celicah oziroma biokemičnih procesih, ki so nastale zaradi izpostavljenosti neki kemični snovi. Biomonitoring v ožjem smislu oziroma biomonitoring izpostavljenosti je orodje za oceno izpostavljenosti onesnaževalom v okolju. Gre za merjenje koncentracij kemičnih snovi v krvi, serumu, plazmi, urinu, semenski tekočini, izdihanem zraku, materinem mleku, laseh, nohtih in tkivih, npr. podkožnem maščevju. Opredelitev izpostavljenosti na podlagi biomonitoringa ni odvisna od poti vnosa določene kemikalije, temveč odraža celotno (agregatno) izpostavljenost, torej seštevek po vseh možnih poteh vnosa (Pirkle in sod., 1995). Zato je biomonitoring najboljši način ocene izpostavljenosti onesnaževalom v okolju.

1.2 Namen raziskave

Namen raziskave je opredelitev izpostavljenosti otrok arzenu in njegovim zvrstem s pomočjo biomonitoringa, opredelitev virov izpostavljenosti ter poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok v porečju Kotredeščice in ostalih predelih občine Zagorje ob Savi.

V primeru, da bomo potrdili tveganje za zdravje otrok, bomo predlagali usmerjene ukrepe za zmanjševanje tveganja. Če naša prvotna ocena ne bo potrjena, pričakujemo, da bomo na podlagi z dokazi podprtih zaključkov zmanjšali zaskrbljenost prebivalcev.

Raziskavo je 15. 3. 2016 odobrila Komisija RS za medicinsko etiko, številka odobritve 70/03/16.

2 METODE

2.1 Zasnova raziskave

Odločili smo se za izvedbo presečne epidemiološke raziskave. V raziskavo smo nameravali vključiti 80 otrok obeh spolov, starih od 3 do 5 let, od tega 40 z arzenom predvidoma bolj onesnaženega vzhodnega in severnega dela občine (porečja Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije) ter 40 z arzenom predvidoma manj onesnaženega zahodnega in južnega dela občine (področji Šentlamberta oziroma Podkuma). Geografske ločnice smo opredelili na podlagi preteklih geoloških meritev in razgovorov z avtorji teh meritev (Gosar in Šajn, 2005; Zupan in sod., 2008). Velikost vzorca nam je v sklopu priprave predloga nacionalnega biomonitoringa svetoval statistik kot še minimalno sprejemljivo za statistično obdelavo (Perharič in Vračko, 2012). Za opredelitev izpostavljenosti smo izbrali določanje arzena, njegovih zvrsti in metabolitov v urinu zaradi možnosti ne invazivnega odvzema vzorcev in primerljivosti izpostavljenosti v drugih državah. Vzorce urina smo nameravali odvzeti dvakrat, in sicer v spomladanskem in v jesenskem času, da bi ugotovili ali uživanje doma pridelanih vrtnin in pogostejše zadrževanje na prostem prispeva k izpostavljenosti arzenu.

2.2 Vključitveni kriteriji

Pri naboru otrok smo upoštevali naslednje vključitvene kriterije:

- prostovoljna privolitev staršev oziroma skrbnikov za sodelovanje otrok v raziskavi,
- leto rojstva otroka 2011, 2012 ali 2013,
- otroci, ki najmanj 3 leta stalno prebivajo v naseljih na vzhodu in severu občine (porečja Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije) ter zahodu in jugu (področji Šentlamberta oziroma Podkuma),
- nimajo bolezni ali stanj, zaradi katerih je potrebno redno jemanje zdravil,
- se v zadnjih šestih mesecih niso zdravili z zdravili, ki vsebujejo arzen.

Na željo staršev smo vključili tudi nekaj otrok rojenih med 2004 in 2010, pretežno bratov in sester sodelujočih tri do petletnikov.

2.3 Nabor preiskovancev

Aprila 2016 smo pričeli javnost obveščati o namenu in poteku raziskave. Za širjenje informacij o raziskavi smo uporabili oglasne deske, lokalne in nacionalne medije (Delo, Dnevnik, Večer, Nedelo, Slovenske novice, Svet24, Kum24, Zasavske onlajn novice, Radio Kum, Radio Slovenija 1, Planet TV), spletne strani Občine Zagorje ob Savi (<http://www.zagorje.si/povezava.aspx?id=9&pid=3925>), NIJZ (<http://www.nijz.si/sl/poglabljena-ocena-tveganja-za-zdravje-otrok-zaradi-izpostavljenosti-arzenu-v-obcini-zagorje-ob-savi>), Krajevne skupnosti Izlake (<http://www.izlake.si/2016/04/>) in Facebook.

Od 20. 4. do 5. 5. 2016 smo izvedli 4 javne predstavitve, vendar je bil odziv slab. Kljub temu, da so bili nekateri starši osebno vabljeni preko predstavnikov krajevnih skupnosti, smo na ta način uspeli vključiti le 7 otrok rojenih med leti 2011 in 2013. Zaradi neuspešnega nabora preko sredstev javnega

obveščanja, spletnih omrežij in javnih predstavitev smo se odločili za osebna pisna vabila. Na podlagi Zakona o zbirkah podatkov s področja zdravstvenega varstva (Ur. l. RS, št. 65/00, 47/15) in Zakona o varstvu osebnih podatkov (Ur. l. RS, št. 94/07) smo iz Centralnega registra prebivalstva pridobili naslove staršev s stalnim prebivališčem v občini Zagorje ob Savi, ki imajo otroke rojene med leti 2011 in 2013. Vabila (Priloga 1) z obrazložitvijo raziskave (Priloga 2) smo maja 2016 poslali materam 187 otrok iz naselij v porečju Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije ter naselij v zahodnem in južnem delu občine s prošnjo, da starši stopijo z nami v stik, če želijo svoje otroke vključiti v raziskavo. Staršem smo razložili ozadje, namen in potek raziskave ter pridobili soglasja o prostovoljnem sodelovanju v raziskavi (Priloga 3). Za pridobivanje demografskih in osnovnih zdravstvenih podatkov ter podatkov o okoljski in prehranski anamnezi za ugotavljanje morebitnih virov izpostavljenosti arzenu smo oblikovali daljši in krajši okoljski vprašalnik (Prilogi 4 in 5). Za pridobitev natančne prehranske anamneze smo uporabili prehranski dnevnik po validirani metodi jedilnika prejšnjega dne (EFSA, 2014a) - Priloga 6.

Po podpisu soglasja o prostovoljnem sodelovanju (Priloga 3) smo staršem vključenih otrok razdelili 120 mL sterilne lončke za urin (BD™ Sterile Urine Collection Cup with Integrated Transfer Straw, Združeno kraljestvo), navodila za vzorčenje (Priloga 7) in evidenčni list vzorčenja (Priloga 8) s posebnim poudarkom, naj otroci 3 dni pred oddajo urina ne jedo morske hrane. Staršem otrok, ki so imeli še plenice, smo razdelili 100 mL sterilne urinske vrečke (Dahlhausen, Nemčija), ki se uporabljajo za odvzem urina pri dojenčkih in majhnih otrocih (Slika 2.1).

Slika 2.1: Lonček in vrečka za urin



Razdelili smo tudi prehranske dnevnike z navodili za izpolnjevanje, krajše okoljske vprašalnike in slikanice z velikostmi porcij za lažjo orientacijo v zvezi s količino zaužitih živil. Slikanice zaradi velikosti datoteke nismo vključili med priloge, ogled je možen na: <http://www.nijz.si/sl/slikovno-gradivo-s-prikazom-velikosti-porcij>. Z odgovori v krajšem okoljskem vprašalniku smo pridobili podatke o zadrževanju otrok na prostem v mesecu pred vzorčenjem, vrsti in količini sredstev za osebno higieno, količini in vrsti zaužite vode in pogostosti uživanja različnih živil v zadnjem mesecu. V prehranske

dnevniko so starši zabeležili vso zaužito hrano in pijačo v obdobju 24 ur pred odvzemom vzorca urina. Za čas in kraj izpolnjevanja daljšega vprašalnika smo se dogovorili naknadno.

V prvem tednu septembra 2016 smo k sodelovanju ponovno povabili matere otrok, ki se spomniti niso odzvale.

2.4 Vzorčenje, transport in hramba vzorcev urina

Starše smo prosili, naj otroci 3 dni pred odvzemom urina ne uživajo rib, lignjev, školjk, rakov ali druge morske hrane oziroma jedi, ki vsebujejo morsko hrano. Morska hrana lahko vsebuje precej organskega arzena, ki ni zdravju škodljiv. Na ta način smo želeli zagotoviti, da bodo rezultati odražali pretežno izpostavljenost anorganskemu arzenu. Dan pred odvzemom vzorca urina so starši začeli beležiti 24 urni prehranski dnevnik in nas o tem obvestili.

Starši so srednji curek prvega jutranjega urina prestregli v lonček. Do prevzema so vzorce hranili v hladilniku. Vzorce smo transportirali v hladilni torbi. Najkasneje v osmih urah po odvzemu smo vzorce alikvotirali v 11 mL polipropilenske vial brez dodatkov (BD Vacutainer®, Združeno kraljestvo) in jih do analize zamrznili pri temperaturi -20 °C.

2.5 Analiza urina

2.5.1 Določanje arzena, njegovih zvrsti in metabolitov

Analiza urina za določitev celokupnega arzena je potekala na Inštitutu Jožef Stefan z masno spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo, speciacija arzena s tekočinsko kromatografijo visoke zmogljivosti povezana s hidridno tehniko in atomskim fluorescenčnim spektrometrom. Meja kvantifikacije za celokupni arzen je 0,3 µg/L, za arzenit (As_{III}) in monometilarzenovo kislino (MMA) 0,9 µg/L, za arzenat (As_V) in dimetilarzenovo kislino (DMA) 1,5 µg/L. Meja detekcije za celokupni arzen je 0,1 µg/L, za As_{III} in MMA 0,3 µg/L, za As_V in DMA 0,5 µg/L (Miklavčič in sod., 2013; Šlejkovec in sod., 2016).

2.5.2 Določanje kreatinina

Idealen način določanja onesnažil iz okolja v urinu poteka v 24 urnem urinu. Ker zbiranje 24 urnega urina ni praktično, se koncentracije onesnažil določa v vzorcu prvega jutranjega urina ali v naključnem vzorcu. Razredčenost urina tekom dneva niha. To se do neke mere kompenzira tako, da se koncentracija onesnažila izrazi tudi na masno enoto kreatinina. Razlaga rezultatov je veljavna, če je koncentracija kreatinina od 0,3 g/L do 3,0 g/L (HBC, 2005).

Kreatinin v urinu so določili na Kliničnem inštitutu za klinično kemijo in biokemijo Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana z modificirano kinetično Jaffejevo reakcijo. Metoda je standardizirana in se široko uporablja v laboratorijski medicini. Uporabili so reagente CRE2 (DF33B) in aparat Siemens Dimension clinical chemistry system (Siemens, Nemčija); meje detekcije: 177 µmol/L; meje

kvantifikacije: 442 $\mu\text{mol/L}$. Za pretvorbo v g/L smo koncentracije kreatinina izražene v mmol/L pomnožili z 0,113.

2.6 Opazovani izidi

V raziskavi smo se osredotočili na opazovanje izpostavljenosti otrok arzenu in njegovim zvrstem v urinu v času spomladanskega in jesenskega vzorčenja:

- celokupni arzen [$\mu\text{g/L}$],
- celokupni arzen na g kreatinina [$\mu\text{g/g}$ kreatinina],
- anorganski arzen $\sum \text{As}_{\text{III}}+\text{As}_{\text{V}}+\text{MMA}+\text{DMA}$ [$\mu\text{g/L}$] in
- anorganski arzen $\sum \text{As}_{\text{III}}+\text{As}_{\text{V}}+\text{MMA}+\text{DMA}$ na g kreatinina [$\mu\text{g/g}$ kreatinina].

2.7 Ocena morebitnih virov izpostavljenosti

Podatke o morebitnih virih izpostavljenosti otrok arzenu in njegovim zvrstem smo pridobili z okoljsko in prehransko anamnezo. V namen statistične analize podatkov smo odgovore pri opazovanih spremenljivkah združili na osnovi strokovnih podlag in frekvenčne porazdelitve.

V analizo smo vključili naslednje skupine opazovanih spremenljivk:

i. Območje opazovanja

Na podlagi podatka o naslovu stalnega prebivališča otrok vključenih v raziskavo smo za potrebe statistične analize opredelili:

- 2 območji - z arzenom predvidoma manj onesnaženi zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi (ZJ) in z arzenom predvidoma bolj onesnaženi vzhodni in severni del občine Zagorje ob Savi (VS)
- in zaradi zaskrbljenosti prebivalcev iz porečja Kotredeščice še na 3 območja - ZJ, SV smo razdelili na porečje Kotredeščice (PK) in porečje Orehovice in Medije (POM), tako da so bili rezultati iz porečja Kotredeščice obdelani tudi ločeno.

ii. Sezona vzorčenja:

- pomlad 2016,
- jesen 2016.

iii. Spol otroka:

- deklice,
- dečki.

iv. Značilnosti bivališča:

- leto zadnje prenove bivališča (pred 31. 12. 2009, po 1. 1. 2010),
- netlakovana cesta v bližini bivališča (da, ne),
- razdalja netlakovane ceste od bivališča (manj ali enako 50 metrov, več ali enako 51 metrov),
- pogostost prometa na netlakovani cesti (dnevno, manj kot enkrat na dan),
- tip kurjave (prevladujejo energenti, kjer bi lahko pričakovali prisotnost As: drva, premog in olje, prevladujejo energenti, kjer ne pričakujemo prisotnost As: elektrika in plin),
- prostor, kjer se otrok najpogosteje zadržuje doma (otroška soba, bivalni prostori),
- prostor, kjer otrok doma spi (otroška soba, spalnica),
- pogostost in način odstranjevanja prahu v otroški sobi in bivalnih prostorih.

v. Prehranski viri arzena:

- uživanje lokalno pridelanih vrtnin in sadja (da, ne),
- uživanje lokalno pridelanih vrtnin in sadja glede na sprejem arzena iz tal (visok, srednji, nizek, zelo nizek),
- izvor vode za zalivanje (kombinacija različnih virov: javni vodovod, zasebni vodovod, deževnica in lokalni vodotok, samo voda iz javnega vodovoda),
- izvor pitne vode (kombinacija različnih virov: lastna oskrba ali kombinacija zasebnega in javnega vodovoda, samo voda iz javnega vodovoda),
- količina surovega riža, ki jo v povprečju zaužije otrok pri enem obroku (do 40,0 g, nad 40,1 g),
- pogostost uživanja naštetih hrane (listnata solata, korenje, krompir, čebula, riž) v zadnjem mesecu (nikoli, redko - od 1 do 3 dni na mesec in 1 dan teden, pogosto - dvakrat na teden in več).

vi. Drugi morebitni viri arzena:

- uporaba sredstev za zatiranje škodljivcev in razkužil doma ali njegovi okolici (da, ne),
- uporaba sredstev za zaščito lesa doma ali njegovi okolici (da, ne),
- pogostost in vrsta uporabe sredstev za osebno higieno otrok (običajna sredstva za osebno higieno, sredstva za osebno higieno, ki bi lahko vsebovala arzen),
- prihajanje psa oziroma mačke v hišo/stanovanje (da, ne),
- prisotnost nagačenih živali v hiši/stanovanju (da, ne),
- otrokovo varstvo izven doma (vrtec) (da, ne),
- pogostost igre otrok v varstvu izven doma (manj kot 1 uro na dan, več kot 1 uro na dan),
- lastnosti tal na igrišču/dvorišču (pesek in ostalo, brez peska),
- oddaljenost vrtca od vodotokov (manj ali enako 50 metrov, več ali enako 51 metrov),
- aktivnosti otrok (običajne aktivnosti, aktivnosti z večjo verjetnostjo vnosa arzena),
- igrače in materiali s katerimi se otrok najpogosteje igra (običajne igrače, igrače, ki bi lahko vsebovale arzen),
- hobiji staršev, zakonitih zastopnikov oziroma drugih, pri katerih se otrok pogosto zadržuje (možna izpostavljenost otrok arzenu, ni možne izpostavljenosti otrok arzenu),
- možen stik očeta z arzenom glede na zadnji zaposlitev (da, ne).

2.8 Statistična analiza podatkov

2.8.1 Metode opisne statistike

Uporabili smo spremenljivkam primerne metode opisne statistike. Pri opisnih spremenljivkah smo porazdelitev njihovih vrednosti opisali s frekvenčno porazdelitvijo (število enot, ki imajo določeno vrednost spremenljivke) in relativno frekvenco (% enot med vsemi enotami, ki imajo določeno vrednost spremenljivke). Pri numeričnih spremenljivkah smo za porazdelitev njihovih vrednosti uporabili aritmetično sredino, standardni odklon, geometrično sredino, percentile P25, P50 (mediana) in P75 ter najnižjo in najvišjo vrednost.

Za frekvenčno porazdelitev opazovanih izidov (arzen in njegove zvrsti v urinu) ločeno po sezoni opazovanja (spomladansko in jesensko vzorčenje) in po območjih opazovanja (zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi, porečje Kotredešnice, porečje Orehovice in Medije) smo uporabili histogram. Iz histograma smo ocenili ali so vrednosti opazovanih izidov porazdeljene po normalni porazdelitvi.

2.8.2 Metode analitične statistike

V analizo povezanosti je bila kot opazovani izid upoštevana koncentracija $\sum As_{III}+As_V+MMA+DMA$ [$\mu\text{g/L}$] v urinu otrok v času spomladanskega in jesenskega vzorčenja. Morebitne vire izpostavljenosti otrok arzenu in njegovim zvrstem so v analizi povezanosti predstavljale naslednje spremenljivke:

- območje stalnega prebivališča (2 in 3 območja),
- spol,
- značilnosti bivališča (leto zadnje prenove bivališča, netlakovana cesta v bližini bivališča, razdalja netlakovane ceste od bivališča, pogostost prometa na netlakovani cesti, tip kurjave),
- prehranski viri arzena (izvor vode za zalivanje, izvor pitne vode, količina surovega riža, ki jo v povprečju zaužije otrok pri enem obroku),
- drugi morebitni viri arzena (uporaba sredstev za zatiranje škodljivcev in razkužil doma ali njegovi okolici, uporaba sredstev za zaščito lesa doma ali njegovi okolici, aktivnosti otrok, hobiji staršev, zakonitih zastopnikov oziroma drugih, pri katerih se otrok pogosto zadržuje, možen stik očeta z arzenom glede na zadnjo zaposlitev).

Povezanost med koncentracijo $\sum As_{III}+As_V+MMA+DMA$ [$\mu\text{g/L}$] v urinu otrok v času spomladanskega in jesenskega vzorčenja ter izbranimi spremenljivkami morebitnih virov izpostavljenosti otrok arzenu in njegovim zvrstem smo ocenjevali z univariatnimi statističnimi metodami. Zaradi nehomogenosti varianc in odstopanja od normalne porazdelitve opazovanih spremenljivk smo uporabili neparametrične statistične teste. Pri ocenjevanju povezanosti med opazovanima izidoma in neodvisnimi spremenljivkami z dvema vrednostnima smo uporabili Mann-Whitneyev test in neodvisnimi spremenljivkami s tremi vrednostmi Kruskal-Wallisov test. Razlike smo vrednotili kot statistično značilne pri $p \leq 0,05$.

Statistično analizo smo izvedli s statističnim programom SPSS za okolje Windows verzija 21.0.

2.9 Ocena individualne izpostavljenosti na podlagi rezultatov biomonitoringa

Staršem vseh sodelujočih otrok smo po pošti posredovali individualne rezultate z obrazložitvijo in jim ponudili možnost, da se v primeru dodatnih vprašanj posvetujejo z vodjo raziskave. Za oceno individualne izpostavljenosti v primerjavi s splošno izpostavljenostjo in za identifikacijo posameznikov s potencialno visoko izpostavljenostjo se uporabljajo osnovne (referenčne) vrednosti oziroma vrednosti »ozadja« določene kemikalije v telesnih tekočinah in tkivih, ki so posledica izpostavljenosti nizkim odmerkom iz okolja, kjer ni onesnaženja (Choi in sod., 2015).

Osnovne vrednosti so statistični izračun in pomenijo 95. percentil pri 95 % intervalu zaupanja merjenega parametra v izbrani populaciji (Poulsen in sod., 1997). Ker osnovnih vrednosti za Slovenijo nimamo, smo pri interpretaciji upoštevali nemško osnovno (referenčno) vrednost, ki znaša za celokupni arzen v urinu 15 $\mu\text{g/L}$. Ta vrednost je bila določena pri populaciji 1487 otrok starih 3–14 let živečih na z arzenom neonesnaženem področju, ki 48 ur pred odvzemom vzorca niso jedli rib (Schulz in sod., 2009). Osnovne vrednosti se na določenem področju tekom časa lahko spremenijo in se od področja do področja razlikujejo. Tako znaša osnovna vrednost za arzen v urinu za Kanado 27 $\mu\text{g/L}$, določeno pri populaciji 2480 ljudi starih 3–79 let, ki so jedli morskno hrano manj kot trikrat mesečno,

za Belgijo pa 48,8 µg/L, določeno pri populaciji 620 ljudi starejših od 18 let, ki 96 ur pred odvzgom vzorca niso jedli rib (Saravanabhavan in sod., 2016).

2.10 Ocena tveganja

Tveganje je verjetnost, da bo pri izpostavljenosti kemikaliji prišlo do škodljivega učinka za zdravje. Tveganje je odvisno od nevarnosti določene kemikalije in izpostavljenosti tej kemikaliji. Ocena tveganja se izvaja po mednarodno uveljavljeni metodologiji (ECB-IHCP, 2003). Nevarnost je inherentna danost kemikalije, da povzroči škodljivi učinek (strupenost). Nevarnost je poleg lastnosti kemikalije, njenega odmerka in poti vnosa v organizem oziroma načina stika, odvisna tudi od genetske občutljivosti, starosti, spola, poklica, prehranskih navad, razvad in bolezenskih stanj izpostavljenega organizma. Pri oceni nevarnosti se ugotovi vrsto in velikost škodljivega učinka v odvisnosti od načina stika oziroma poti vnosa v organizem, odmerka in trajanja izpostavljenosti. Opredeli se kritični odmerek ter odnos med odmerkom in učinkom. Na podlagi analize odnosa med odmerkom in učinkom se ob upoštevanju faktorjev ocenjevanja (negotovosti) določijo referenčni (varni) odmerki kemikalije izraženi v mg/kg tm/dan, ki so izhodišče za klasično oceno tveganja negenotoksičnih snovi. Pri klasični oceni tveganja ocenimo izpostavljenost na podlagi meritev koncentracij kemikalij v različnih segmentih okolja, v živilih ali predmetih splošne rabe, upoštevajoč fizikalno-kemijske lastnosti kemikalije, fiziološke parametre, vzorce vedenja in življenjske navade. Ocenjeno izpostavljenost primerjamo z referenčnimi (varnimi) odmerki. Izpostavljenost znotraj referenčnega odmerka ne predstavlja tveganja za zdravje.

Pri biomonitoringu izpostavljenost izmerimo in jo izrazimo v količini kemikalije na enoto izbranega matriksa, npr. na volumsko enoto urina. Za interpretacijo rezultatov humanega biomonitoringa v kontekstu ocene tveganja je potrebno integrirati klasične toksikološke referenčne odmerke, kritične učinke, način delovanja neke kemikalije s fiziološkimi in farmakokinetičnimi podatki ter jih upoštevajoč negotovosti pretvoriti v odgovarjajoče koncentracije v telesnih tekočinah in tkivih. V ta namen so Nemci razvili koncept biomonitorinških vrednosti: HBM-I in HBM-II (UBA, 2014), v Združenih državah Amerike pa koncept biomonitorinških ekvivalentov (Hays in Aylward, 2008). HBM-I je koncentracija kemikalije v humanih telesnih tekočinah in tkivih, pod katero na podlagi dosedanjega znanja in presoje ne pričakujemo škodljivih učinkov za zdravje. HBM-II je koncentracija kemikalije v humanih telesnih tekočinah in tkivih, nad katero obstaja verjetnost škodljivih učinkov in so zato potrebni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti. Pri koncentracijah kemikalije med HBM-I in HBM-II verjetnosti škodljivih učinkov ni možno izključiti, zato je priporočljivo spremljanje (UBA, 2014).

Za arzen HBM-I in HBM-II niso določene. Zato smo pri oceni tveganja uporabili koncept biomonitorinških ekvivalentov (BE) za anorganski arzen (Hays in sod., 2010). Koncept BE ni namenjen interpretaciji individualnih rezultatov, ampak se uporablja na ravni populacije za določanje stopnje prioritete v kontekstu spremljanja tveganja in ukrepanja.

2.11 Potek raziskave

Časovni potek raziskave je povzet v Tabeli 2.1.

Tabela 2.1: Časovni povzetek raziskave

Obdobje	Aktivnosti
november 2015 - marec 2016	<ul style="list-style-type: none">- izdelava predloga protokola raziskave- usklajevanje podrobnosti raziskave z Občino Zagorje ob Savi- priprava vloge za Komisijo Republike Slovenije za medicinsko etiko- pridobivanje ponudb in navodil laboratorijev- priprava in oblikovanje dokumentov (vabilo, navodila, izjava o privolitvi, okoljska vprašalnika, prehranski dnevnik, obrazec o odvzemu urina, zahvala)
april - junij 2016	<ul style="list-style-type: none">- javne predstavitve raziskave in nabor preiskovancev- nabava materiala za odvzem in shranjevanje vzorcev urina- izpolnjevanje prehranskega dnevnika in krajšega okoljskega vprašalnika- odvzem in shranjevanje spomladanskih vzorcev urina- izpolnjevanje daljšega vprašalnika (osebna, okoljska in prehranska anamneza)
julij - avgust 2016	<ul style="list-style-type: none">- izpolnjevanje daljšega vprašalnika
september - oktober 2016	<ul style="list-style-type: none">- posodobitev in oblikovanje dokumentov za jesenko vzorčenje (vabilo, obrazec o odvzemu urina, krajši vprašalnik)- nabava materiala za odvzem in shranjevanje vzorcev urina- nabor preiskovancev- izpolnjevanje prehranskega dnevnika in krajšega okoljskega vprašalnika- odvzem in shranjevanje jesenskih vzorcev urina- izpolnjevanje daljšega vprašalnika o osebni, prehranski in okoljski anamnezi
november 2016	<ul style="list-style-type: none">- izpolnjevanje daljšega vprašalnika o osebni, prehranski in okoljski anamnezi- določanje arzena in njegovih zvrsti v vzorcih urina in določanje kreatinina- priprava podatkov za statistično analizo
december 2016 - marec 2017	<ul style="list-style-type: none">- vnašanje podatkov o okoljski in prehranski anamnezi v elektronsko obliko- interpretacija in posredovanje individualnih rezultatov o koncentracijah arzena in njegovih zvrsti v urinu- statistična obdelava rezultatov- ocena tveganja- ocena bremena raka- priprava poročila- ponovni odvzem in shranjevanje vzorcev urina pri preiskovancih, kjer je bila raven arzena nad referenčno vrednostjo oziroma interpretacija rezultatov ni bila možna
april 2017	<ul style="list-style-type: none">- javna predstavitev rezultatov in zaključkov- določanje kreatinina, arzena in njegovih zvrsti v ponovno odvzetih vzorcih- interpretacija in posredovanje individualnih rezultatov ponovno odvzetih vzorcev

3 REZULTATI

3.1 Nabor in vzorčenje

Od 187 vabljenih se je spomladi vključilo v raziskavo 51 otrok (delež odziva 27 %) starih 3–5 let, to je rojenih med 2011 in 2013. Ob ponovnem vabilu se je jeseni vključilo še 21 otrok, tako da je bilo v raziskavo vključenih skupno 72 otrok (delež odziva 37 %). Ob zaključku nabora, septembra 2016, je bil delež odziva v vzhodnem in severnem predelu 36 %, v zahodnem in južnem predelu pa 39 % (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Nabor in vzorčenje pri otrocih starih 3–5 let

Območje	Št. vabljenih	POMLAD 2016		JESEN 2016	
		Št. soglasij (delež odziva) [#]	Št. vzorcev urina 25. 4. - 27. 6.	Št. soglasij [§] (delež odziva) [#]	Št. vzorcev urina 19. 9. - 4. 11.
PK	33	11* (30 %)	9	15** (39 %)	13*
POM	64	15 (23 %)	15	22 (34 %)	22
VS (PK+POM)	97	26* (26 %)	24	37** (36 %)	35*
ZJ _D	27	7 (26 %)	7	13 (48 %)	13
ZJ _L	63	18 (29 %)	14	22 (35 %)	21
ZJ (ZJ _D + ZJ _L)	90	25 (28 %)	21	35 (39 %)	34
Skupaj	187	51* (27 %)	45	72** (37 %)	69*

Legenda

Št. - število

PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in zgornjega toka Medije

VS - vzhodni in severni del občine Zagorje ob Savi = PK in POM skupaj

ZJ_D - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi, desni breg Save

ZJ_L - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi, levi breg Save

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi = ZJ_D in ZJ_L skupaj

[§] Vsota vključenih spomladi in jeseni.

[#] Pri izračunu deleža odziva smo upoštevali samo vabljene.

* 1 otrok letnik 2014, ki ni bil vabljen, a smo ga vključili na željo staršev

**2 otroka letnik 2014, ki nista bila vabljena, a smo ju vključili na željo staršev

Število odvzetih vzorcev je manjše od števila podpisanih informiranih pristankov. Med spomladanskim vzorčenjem je imelo 5 otrok še plenice in starši niso uspeli ujeti urina, v 1 primeru pa se je urin na zadnji dan vzorčenja razlil iz lončka pred našim prevzemom. Iz raziskave je izstopil 1 otrok, ki se je vključil v jeseni. Med jesenskim vzorčenjem sta imela 2 otroka še plenice in starši niso uspeli ujeti urina.

Na željo staršev smo spomladi v raziskavo vključili tudi 12 otrok, starih 6–9 let (rojeni med 2007 in 2010) iz porečja Kotredeščice. Urin je oddalo 11 otrok, ker je 1 otrok zaradi bolezni izstopil iz

raziskave. Jeseni smo iz porečja Kotredeščice vključili v raziskavo še 2 otroka stara 9 in 12 let (rojena 2004 in 2007), 5 otrok iz porečja Orehovice in zgornjega toka Medije, starih 6–10 let (rojeni med 2006 in 2010) in 11 otrok iz južnega in zahodnega dela občine prav tako starih 6–10 let. Starejši otroci iz porečja Orehovice in zg. toka Medije ter zahodnega in južnega dela občine so bili bratje in sestre že sodelujočih mlajših otrok. Pri skupini otrok starih 6–12 let smo jeseni pridobili 29 vzorcev urina.

Naselja, v katerih živijo otroci, ki so sodelovali v raziskavi so prikazana na Sliki 3.1.

Slika 3.1: Naselja, v katerih živijo otroci, ki so sodelovali v raziskavi



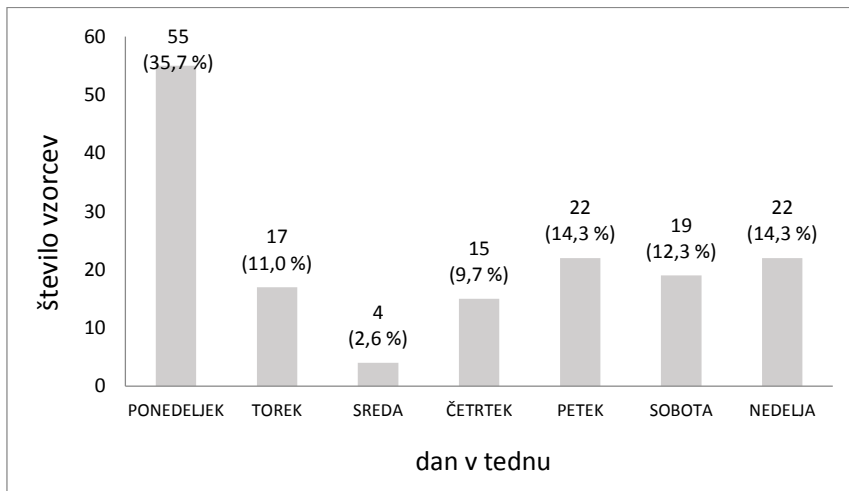
Legenda

naselja pobarvana s sivo barvo - naselja v vzhodnem in severnem delu občine Zagorje ob Savi

naselja označena s pikami - naselja v zahodnem in južnem delu občine Zagorje ob Savi

Starši so prehranske dnevnike najpogosteje začeli izpolnjevati ob nedeljah in odvzeli vzorce urina ob ponedeljkih. Od skupno 154 zbranih vzorcev urina (114 pri otrocih starih 3–5 let in 40 pri otrocih starih 6–12 let) jih je bilo 55 (35,7 %) oddanih ob ponedeljkih (Slika 3.2).

Slika 3.2: Odvzem vzorcev urina po dnevih



3.2 Rezultati laboratorijskih analiz

Pri 10 vzorcih urina otrok starih 3–5 let je bila koncentracija kreatinina manjša od 0,3 g/L, zato bi bila razlaga rezultatov v teh primerih nepravilna (glej Metode 2.5.2), medtem ko je v enem vzorcu zaradi premajhnega volumna zmanjkalo urina za določitev kreatinina. Staršem teh otrok smo predlagali ponovni odvzem urina.

Pri preostalih 143 vzorcih je bila v 139 vzorcih koncentracija celokupnega arzena pod 15 µg/L (nemška osnovna vrednost).

Pri štirih otrocih starih 3–5 let so bile vrednosti celokupnega arzena večje kot 15 µg/L, in sicer 16,6 oziroma 58,6 µg/L pri dveh otrocih v času spomladanskega vzorčenja ter 17,3 oziroma 23,6 µg/L pri drugih dveh otrocih v času jesenskega vzorčenja. Pri pregledu prehranskih dnevnikov in okoljskih vprašalnikov smo ugotovili, da sta otroka s koncentracijama arzena 58,6 in 17,3 µg/L na dan pred oddajo vzorca jedla morsko hrano, kar je verjeten vzrok za povišane koncentracije arzena. Pri ostalih dveh otrocih morebitnega vzroka nekoliko povišane koncentracije arzena nismo ugotovili. Staršem teh štirih otrok smo predlagali ponovitev vzorčenja.

Od staršev 15 otrok, pri katerih smo predlagali ponovitev vzorčenja, se je za ponovitev odločilo 9 staršev, urin je oddalo 8 otrok. V času priprave poročila rezultati teh analiz še niso na voljo.

Po pregledu prehranskih dnevnikov smo ugotovili, da je še 6 otrok uživalo morsko hrano v treh dneh pred odvzemom urina.

Iz statistične analize smo skupno izločili rezultate 20 vzorcev urina (10 zaradi preveč razredčenega vzorca, 9 zaradi uživanja morske hrane v 3 dneh pred odvzemom vzorca in 1 zaradi premajhnega volumna vzorca).

Pri otrocih starih 3–5 let smo v statistično analizo rezultatov vključili 95 vzorcev, od tega 36 pomladanskih vzorcev urina (17 iz VS območja in 19 iz ZJ območja) ter 59 jesenskih vzorcev urina (28 iz VS območja in 31 iz ZJ območja).

Pri otrocih starih 6–12 let smo v statistično analizo rezultatov vključili 39 vzorcev, od tega 11 pomladanskih (vsi iz PK) in 28 jesenskih (18 iz VS območja in 10 iz ZJ območja).

V starostni skupini 3–5 let so bile pri spomladanskem vzorčenju pod mejo detekcije koncentracije As_V pri vseh vzorcih, koncentracije As_{III} pri 18 od 36 vzorcev (50 %), koncentracije MMA pri 5 od 36 vzorcev (13,9 %), medtem ko so bile koncentracije DMA nad mejo detekcije pri vseh vzorcih. Pri jesenskem vzorčenju so bile v tej starostni skupni pod mejo detekcije koncentracije As_V pri vseh vzorcih, koncentracije As_{III} pri 31 od 59 vzorcev (52,5 %), koncentracije MMA pri 7 od 59 vzorcev (11,9 %) in koncentracije DMA nad mejo detekcije pri vseh vzorcih.

V starostni skupini 6–12 let so bile pri spomladanskem vzorčenju pod mejo detekcije koncentracije As_V pri vseh vzorcih, koncentracije As_{III} pri 7 od 11 vzorcev (63,6 %), koncentracije MMA in DMA pa nad mejo detekcije pri vseh vzorcih. Pri jesenskem vzorčenju so bile pod mejo detekcije koncentracije As_V pri vseh vzorcih, koncentracije As_{III} pri 15 od 28 vzorcev (53,6 %), koncentracije MMA pri 8 od 28 vzorcev (28,6 %) in koncentracije DMA nad mejo detekcije pri vseh vzorcih.

Za statistično analizo smo vse vrednosti pod mejo detekcije nadomestili s količnikom LOD/V_2 , ki velja za najustreznejši nadomestek (Croghan in Egeghy, 2003).

3.3 Frekvenčne porazdelitve koncentracij arzena v urinu po starosti, območjih in sezonah vzorčenja

Iz frekvenčne porazdelitve (histogrami) koncentracij anorganskega arzena in njegovih metabolitov v urinu otrok starih od 3 do 5 let ter od 6 do 12 let za spomladansko in jesensko vzorčenje ocenjujemo, da se koncentracije ne porazdeljujejo po normalni porazdelitvi (Priloga 9, Slika 9.1). Prav tako se opazovane koncentracije arzena v urinu otrok starih od 3 do 5 let ne porazdeljujejo po normalni porazdelitvi glede na opazovana območja (Priloga 9, Slike 9.2–9.5).

Rezultati biomonitoringa so običajno predstavljeni kot geometrična sredina (GS), srednja vrednost (mediana oziroma 50. percentil) in 95. percentil (P95). V tej raziskavi zaradi majhnosti vzorcev ni bilo vedno možno določiti P95 (Priloga 9, Slike 9.1–9.5). Zato smo se odločili, da pri vseh rezultatih poleg GS in P50 predstavimo 75. percentil (P75).

V nadaljevanju besedila se besedna zveza »koncentracija anorganskega arzena« nanaša na vsoto koncentracij arzenita, arzenata ter koncentracij metabolitov MMA in DMA ($\sum As_{III}+As_V+MMA+DMA$).

3.4 Izpostavljenost arzenu po opazovanih območjih in sezonah

Porazdelitev koncentracij celokupnega arzena in anorganskega arzena v urinu 3–5 let starih otrok po območjih in sezonah so v Prilogi 9 (Tabele 9.1–9.4). Rezultati analize povezanosti med opazovanimi območji in koncentracijo anorganskega arzena v urinu pri otrocih starih od 3 do 5 let in sezoni vzorčenja so prikazani v Tabeli 9.5. Med opazovanimi pojavi nismo ocenili statistično značilnih razlik.

Pri pomladnem vzorčenju je bila srednja vrednost izpostavljenosti celokupnemu arzenu najnižja v porečju Kotredeščice (PK), v porečju Orehovice in Medije (POM) pa najvišja (Sliki 3.3 in 3.4). Srednje vrednosti izpostavljenosti anorganskemu arzenu pri pomladnem vzorčenju se po območjih niso razlikovale (Sliki 3.5 in 3.6). Pri jesenskem vzorčenju so bile razlike v izpostavljenosti celokupnemu arzenu po območjih še manjše kot pri spomladanskem vzorčenju (Sliki 3.7 in 3.8). Srednje vrednosti izpostavljenosti anorganskemu arzenu se po območjih niso razlikovale tudi pri jesenskem vzorčenju (Sliki 3.9 in 3.10).

Pri otrocih starih 6–12 let so bile koncentracije celokupnega in anorganskega arzena nizke na vseh opazovanih območjih in so bile tako kot pri 3–5 letnikih nižje jeseni kot spomladi (Priloga 9, Tabele 9.6–9.8).

3.5 Izpostavljenost arzenu po spolu in starosti

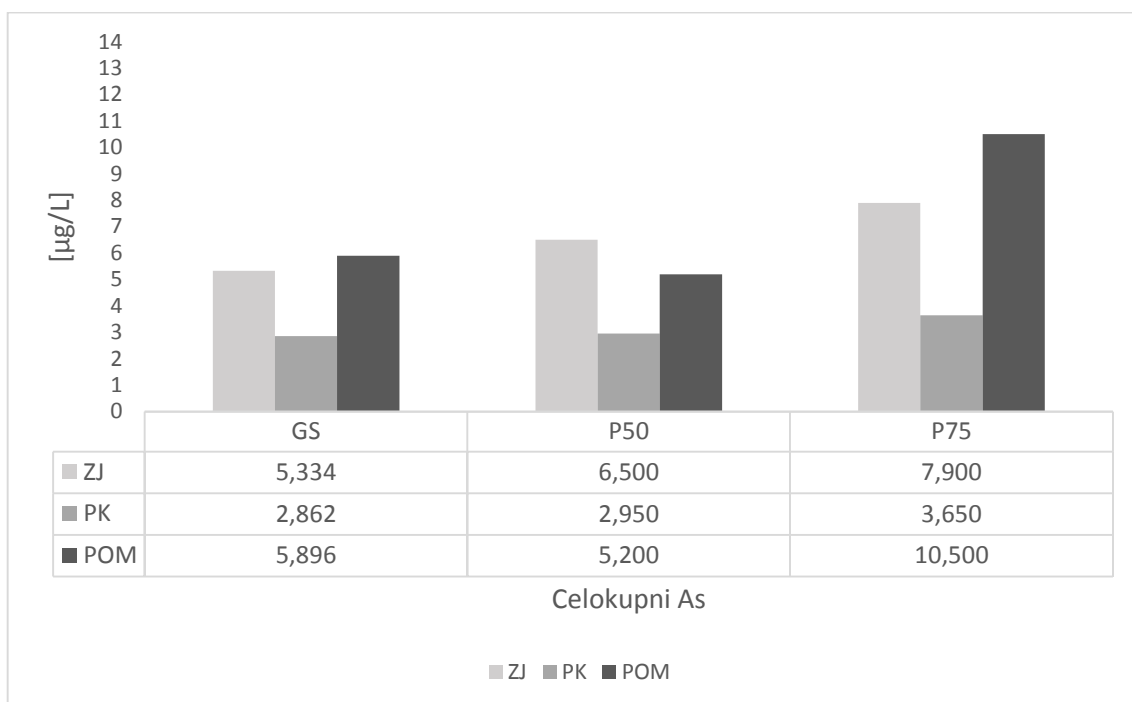
Rezultati analize povezanosti med spolom in starostjo opazovanih otrok in koncentracijo anorganskega arzena izraženo kot vsota ($\sum As_{III}+As_V+MMA+DMA$) v urinu glede na spomladansko in jesensko vzorčenje so prikazani v Prilogi 9, Tabela 9.9. Ugotovili smo, da je mediana koncentracije anorganskega arzena v urinu pri obeh opazovanih starostnih skupinah in ne glede na spomladansko ali jesensko vzorčenje višja pri dečkih. S stopnjo značilnosti 4,4 % lahko sprejmemo sklep, da je mediana koncentracije anorganskega arzena v urinu pri dečkih starih od 3 do 5 let statistično značilno različna od mediane koncentracije pri deklicah v času jesenskega vzorčenja. Koncentracija anorganskega arzena v urinu je pri dečkih za 1,015 $\mu\text{g/L}$ višja kot pri deklicah.

3.6 Morebitni viri izpostavljenosti

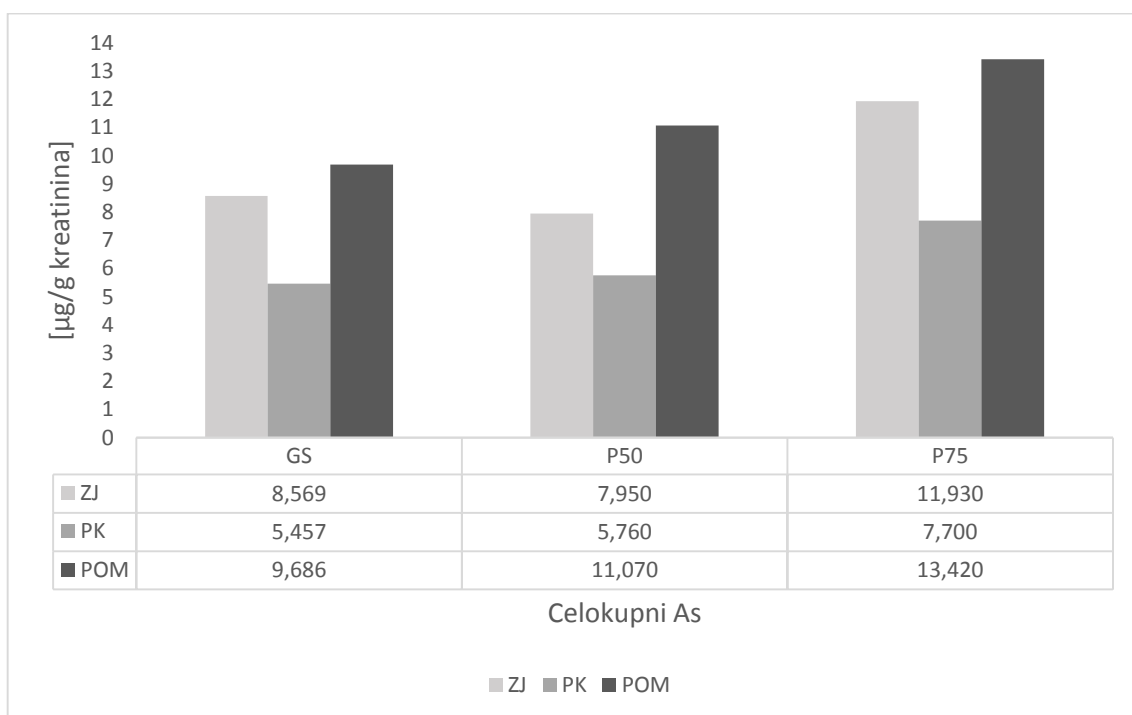
3.6.1 Prehranski viri arzena

Večina otrok (95 %) je uživala doma ali lokalno pridelane vrtnine in sadje (kombinacija vseh opredeljenih kategorij glede na sprejem arzena iz tal). Pogostost uživanja vrtnin z visokim privzemom arzena (korenje in solata) se ni pomembno razlikovala glede na spomladansko in jesensko sezono, ob dejstvu, da je večina otrok uživala lokalno pridelane vrtnine in sadje. Otroci so vsaj 4 dni v tednu uživali solato (spomladi 24 %, jeseni 18 %), korenje (spomladi 11 %, jeseni 9 %), krompir (spomladi 42 %, jeseni 46 %) in čebulo (spomladi 24 %, jeseni 32 %). Riž, ki je lahko pomemben vir arzena, je vsaj 4 dni v tednu spomladi uživalo 9 % otrok, jeseni 7 %. Količine zaužite vodovodne vode, krompirja in zelenjave 24 ur pred vzorčenjem urina so bile spomladi in jeseni približno enake, medtem ko je bila količina zaužitega riža večja spomladi kot jeseni (Tabela 3.2).

Slika 3.3: Celokupni As v urinu otrok (3–5 let) pomladno vzorčenje



Slika 3.4: Celokupni As v urinu otrok (3–5 let) pomladno vzorčenje



Legenda k Slikama 3.3 in 3.4

As - arzen

GS - geometrična sredina

P50 - 50. percentil (mediana)

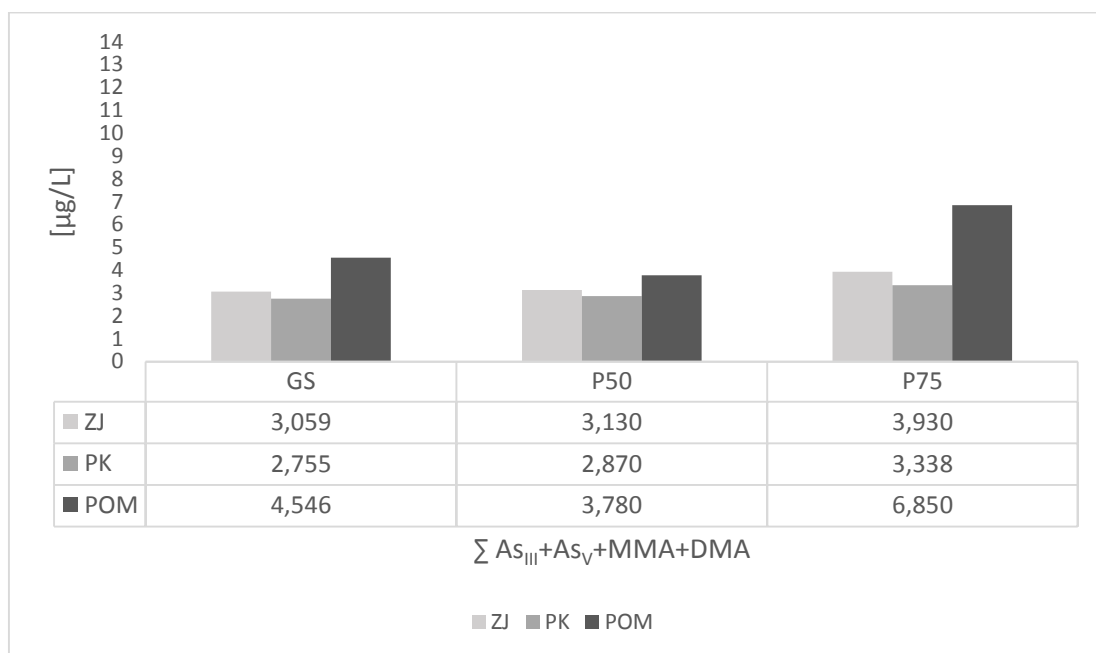
P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

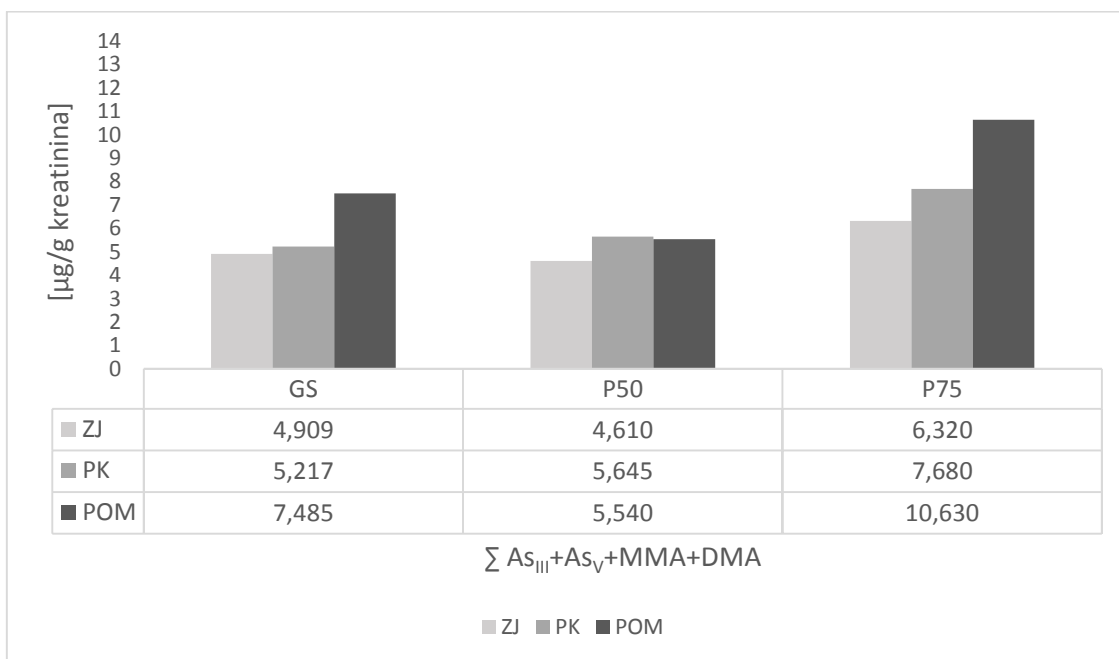
PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Slika 3.5: Anorganski As v urinu otrok (3–5 let) pomladno vzorčenje



Slika 3.6: Anorganski As v urinu otrok (3–5 let) pomladno vzorčenje



Legenda k Slikama 3.5 in 3.6

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

GS - geometrična sredina

P50 - 50. percentil (mediana)

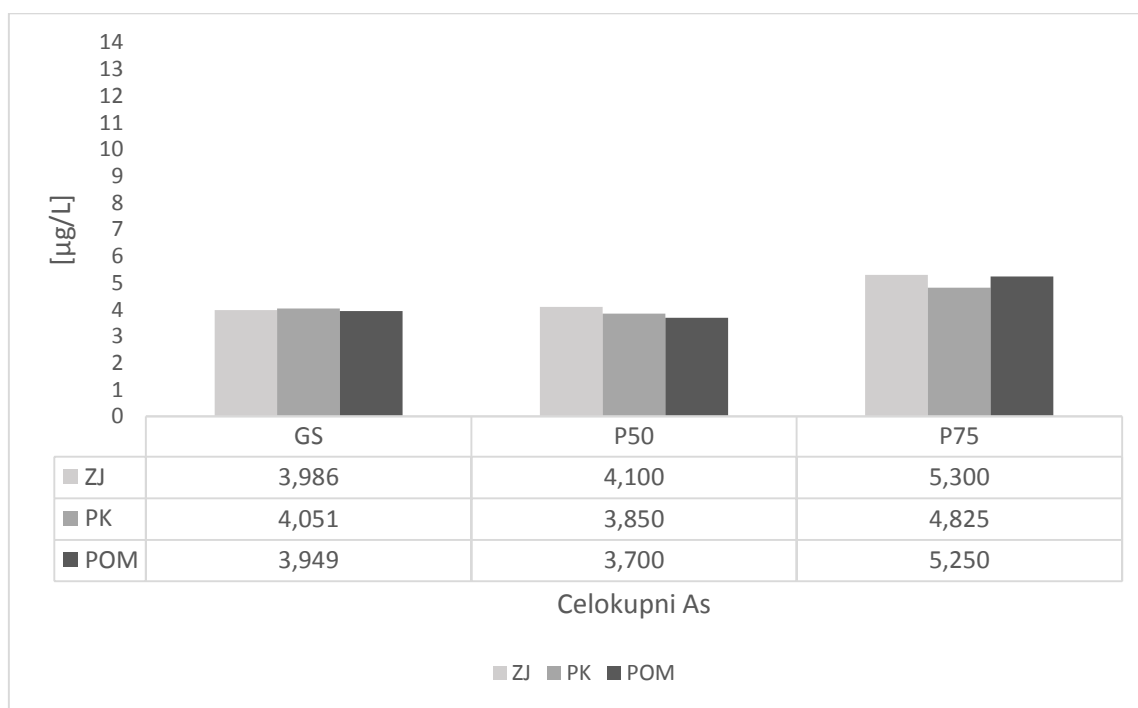
P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

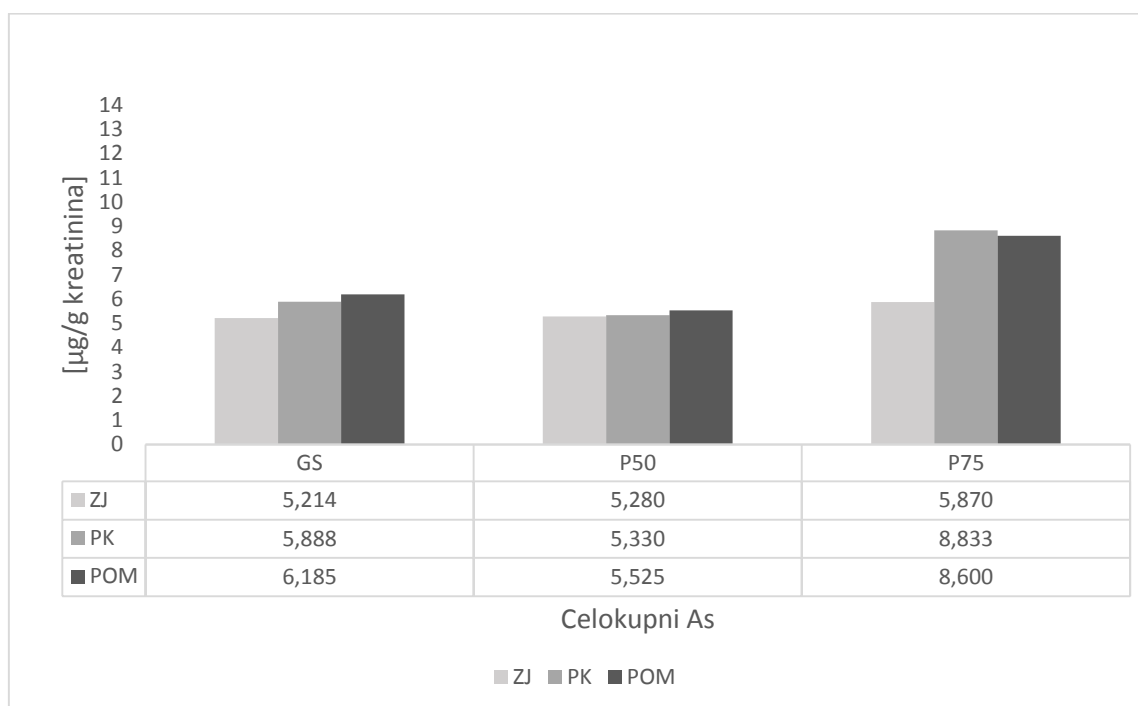
PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Slika 3.7: Celokupni As v urinu otrok (3–5 let) jesensko vzorčenje



Slika 3.8: Celokupni As v urinu otrok (3–5 let) jesensko vzorčenje



Legenda k Slikama 3.7 in 3.8

As - arzen

GS - geometrična sredina

P50 - 50. percentil (mediana)

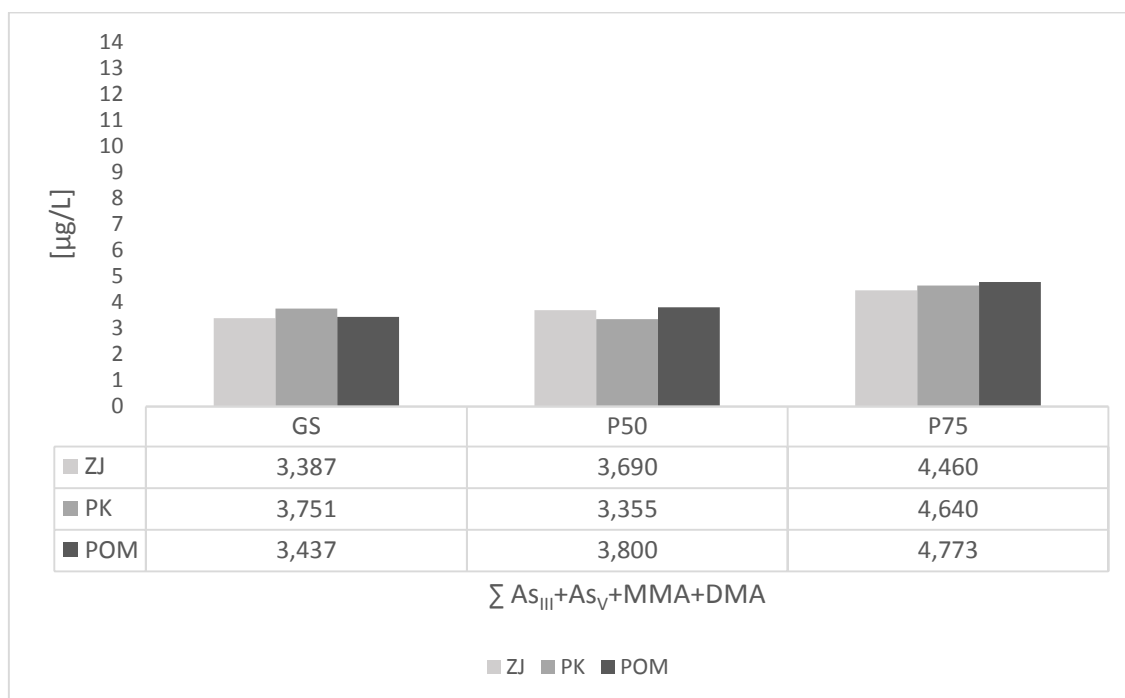
P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

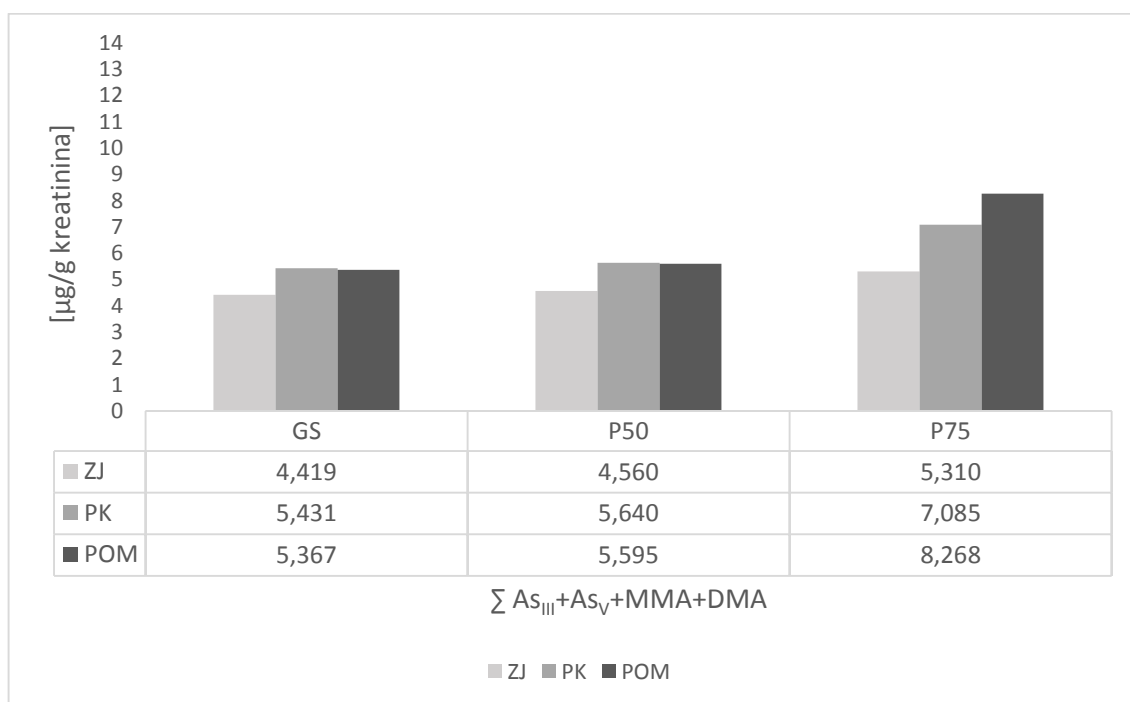
PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Slika 3.9: Anorganski As v urinu otrok (3–5 let) jesensko vzorčenje



Slika 3.10: Anorganski As v urinu otrok (3–5 let) jesensko vzorčenje



Legenda k Slikama 3.9 in 3.10

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_{V} - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

GS - geometrična sredina

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Tabela 3.2: Količine zaužite vodovodne vode, krompirja, zelenjave in riža 24 h pred vzorčenjem urina

	Vodovodna voda [L]		Krompir [g]		Zelenjava [g]		Kuhan riž [g]	
	POMLAD	JESEN	POMLAD	JESEN	POMLAD	JESEN	POMLAD	JESEN
Število otrok	32	52	19	39	27	46	7	8
Aritmetična sredina	0,588	0,590	71,740	76,140	55,370	53,980	70,710	58,130
Standardni odklon	0,359	0,363	43,232	54,730	50,385	44,123	54,039	67,873

Povprečna telesna masa 3–5 letnih otrok je znašala $18,2 \pm 4,2$ kg (P50 17 kg), dečkov $17,8 \pm 2,8$ kg (P50 17 kg) in deklic $18,5 \pm 5,3$ kg (P50 18 kg).

Rezultati analize povezanosti med opazovanimi prehranskimi viri arzena in koncentracijo anorganskega arzena v urinu pri otrocih starih od 3 do 5 let glede na sezoni vzorčenja so prikazani v Prilogi 9, Tabela 9.10. Ugotovili smo, da je mediana koncentracije v urinu višja pri tistih otrocih, kjer doma za zalivanje vrta uporabljajo kombinacijo vode iz različnih virov (vodovod ali kombinacija zasebnega in javnega vodovoda), za izvor pitne vode uporabljajo zasebni vodovod ali kombinacijo zasebnega in javnega vodovoda ter v povprečju zaužijejo več kot 40,1 g surovega riža. Vendar med opazovanimi pojavi nismo ocenili statistično značilnih razlik (Priloga 9, Tabela 9.10).

Na prošnjo staršev enega od sodelujočih otrok smo ocenili doprinos arzena v tla zaradi zalivanja vrta z vodo iz lokalnega vodotoka (Priloga 10).

3.6.2 Značilnosti bivališča

Glede na opredeljeni tip bivališča je največ opazovanih otrok živel v večstanovanjski hiši (70 %). V bivališču so se otroci največ časa zadrževali v bivalnih prostorih (89 %) ter najpogosteje spali v otroški sobi (68 %).

V otroški sobi in bivalnih prostorih so za odstranjevanje prahu s tal pogosto (več kot enkrat na teden) uporabljali navadni sesalec in zmerno (od enkrat na teden do enkrat na mesec) mokro krpo. Za odstranjevanje prahu s stenskih polic, notranjih okenskih polic in zunanjih površin omar v omenjenih prostorih so zmerno (od enkrat na teden do enkrat na mesec) uporabljali mokro krpo.

Pri ocenjevanju povezanosti med koncentracijo anorganskega arzena v urinu pri otrocih starih od 3 do 5 let in značilnostmi bivališča smo ugotovili, da je mediana opazovanega izida višja v primeru zadnje prenove bivališča pred 31. 12. 2009 v primerjavi s prenovo bivališča po 1. 1. 2010 v času spomladanskega in jesenskega vzorčenja. V času jesenskega vzorčenja je mediana koncentracije anorganskega arzena višja v primeru bivanja opazovanih otrok v bližini netlakovane ceste, ki je oddaljena od bivališča manj ali enako 50 metrov in na kateri se dnevno odvija promet. Med opazovanimi pojavi nismo ocenili statistično značilnih razlik. Pri pomladnem vzorčenju smo ugotovili višjo in tudi statistično značilno mediano pri tistih energentih, pri katerih ne pričakujemo izpostavljenosti arzenu, npr. elektrika, plin, v primerjavi z energenti, pri katerih je izpostavljenost

arzenu možna, kot so drva, premog in kurilno olje (Priloga 9, Tabela 9.11). Te povezave ne znamo smiselno razložiti.

3.6.3 Drugi morebitni viri arzena

Vsi otroci vključeni v raziskavo so v mesecu pred oddajo urina uporabljali običajna sredstva za osebno higieno. Prav tako se otroci niso igrali z neobičajnimi lepili, barvili ali ličili, ki bi morebiti lahko vsebovala arzen.

Večina otrok je obiskovala varstvo izven doma (87 %), kjer so se pogosto igrali zunaj na igrišču 1 uro ali več na dan. V večini primerov so bila tla na igriščih pokrita z različnimi materiali vključno s peskom. Večina vrtcev (81 %) je bilo od vodotokov oddaljenih več kot 51 metrov.

Pri večini opazovanih otrok v bivališče iz zunanjega okolja ni prihajal pes oziroma maček (73 %), prav tako v bivalnem okolju niso imeli nagačenih živali (95 %).

Rezultati analize povezanosti med drugimi morebitnimi viri arzena in koncentracijo anorganskega arzena v urinu pri otrocih starih od 3 do 5 let glede na sezoni vzorčenja so prikazani v Tabeli 9.12 (Priloga 9). Ugotovili smo, da je mediana koncentracije anorganskega arzena v urinu višja pri tistih otrocih, ki izvajajo aktivnosti z večjo verjetnostjo vnosa arzena (npr. igranje v pesku in vrtu, poljska opravila). Enako smo ugotovili pri otrocih, katerih starši in druge osebe, pri katerih se otrok pogosto zadržuje, se ukvarjajo s hobiji z možno izpostavljenostjo arzenu (npr. delo s kovinami, mizarjenje). Vendar med opazovanimi pojavi nismo ocenili statistično značilnih razlik (Priloga 9, Tabela 9.12). Ugotovili smo, da je mediana koncentracije anorganskega arzena v urinu pri otrocih starih od 3 do 5 let višja pri otrocih, katerih očetje imajo na delovnem mestu možen stik z arzenom (npr. delo v kovinski, elektrotehnični, elektronski, lesni, steklarski industriji; predelava in obdelava lesa; v proizvodnji sredstev za zaščito lesa in pesticidov; delo v kmetijstvu, rudarstvu, talilnicah kovin, kamnolomu, na bencinskih črpalkah, odlagališčih odpadkov; mizarji, tesarji, vzdrževalci in orodjarji). S stopnjo značilnosti 3,0 % sklepamo, da je v času jesenskega vzorčenja mediana koncentracije anorganskega arzena v urinu otrok čigar očetje imajo možen stik z arzenom na delovnem mestu statistično značilno različna od mediane koncentracije pri otrocih čigar očetje nimajo možnega stika z arzenom na delovnem mestu. Koncentracija anorganskega arzena v urinu je pri možnem poklicnem stiku očetov z arzenom za 0,980 µg/L višja.

4 OCENA TVEGANJA

4.1 Ocena nevarnosti

Arzen je metaloid, ki je lahko v 4 valentnih stanjih: -3, 0, +3 in +5. V redukcijskih pogojih se nahaja kot elementarni arzen (As) in kot plin arzin (AsH_3), v zmerno redukcijskih pogojih kot arzenit (+3) in v oksidacijskih pogojih kot stabilni arzenat (+5). Arzenove spojine so anorganske in organske. CAS številka elementarnega arzena je 7440-38-2, arzenove kisline (H_3AsO_4) 7778-39-4, diarzenovega trioksida (As_2O_3) 1327-53-5, diarzenovega pentaoksida (As_2O_5) 1303-28-2, metilarzina (CH_3AsH_2) 593-52-2. Atomska masa elementarnega arzena je 74,91. Arzen in njegove spojine so lahko v kristalni ali amorfni obliki, medtem ko je arzin plin. Anorganske arzenove spojine so bolj strupene od organskih, trivalentni arzen je bolj strupen od petvalentnega. Arzenova kislina je dobro topna v vodi (302 g/L pri 12,5°C), medtem ko so arzenati slabo topni, npr. kalcijev arzenat (0,13 g/L pri 25°C), trisvinčevdiarzenat pa skoraj netopen (IPCS, 2001).

Trivalentni arzen se veže na sulfhidrilne (SH) skupine v celičnih encimih, peptidih in beljakovinah. Sulfhidrilne skupine so ključne za delovanje teh celičnih gradnikov, ki zaradi vezave arzena delujejo nepravilno, posledica česar so številni nespecifični učinki (Timbrell, 2008). Petvalentni arzen deluje kot analog fosfata, to je tekmuje s fosfatom pri aktivnem transportu. Na molekularni ravni se lahko namesto fosfata vgradi v adenzin trifosfat (ATP) in zavre celično dihanje (IPCS, 2001). Anorganski arzen je hormonsko aktivna snov (Davey in sod., 2007). Z vplivom na številne mediatorje zavira delovanje imunskega sistema (Dangleben in sod., 2013). Mehanizem delovanja anorganskega arzena na krvne žile pri nizkih odmerkih ni povsem jasen. Nekateri avtorji menijo, da gre za pojav zgodnje ateroskleroze zaradi poškodb endotelija zaradi zmanjšane nastajanja nitričnega oksida, drugi, da je ključno povečano nastajanje reaktivnih lipidnih aldehydov, ki pospešijo adhezijo monocitov in produkcijo citokinov. Osebe z večjo metilacijsko sposobnostjo so manj dovzetne za škodljive vplive As na krvne žile (Sidhu in sod., 2015). V osrednjem živčevju vpliva As na številne procese, ki lahko privedejo do motenj delovanja, npr. poveča aktivnost encimov acetilholinesteraze in glutamat dekarboksilaze ter tako vpliva na presnovo nekaterih prenašalcev živčnih impulzov, aktivira različne kinaze, poveča nastajanje prostih kisikovih zvrsti in peroksidacijo lipidov (Karri in sod., 2016). Metilirane oblike trivalentnega arzena lahko poškodujejo deoksiribonukleinsko kislino (DNK) *in vitro*, in sicer tako da povečajo nastajanje prostih radikalov in zavrejo njeno popraviljanje. Mehanizmi rakotvornosti arzena vključujejo tvorbo prostih kisikovih zvrsti in epigenetske spremembe (IPCS, 2001; ATSDR, 2016).

Pri človeku se topne anorganske arzenove spojine po zaužitju dobro absorbirajo (približno 70–90%). Vežejo se na SH skupine, npr. cisteina in glutationa, in se široko razporedijo po telesu. Presnova poteka po dveh poteh: z redukcijo petvalentnega As v trivalentnega in z oksidativno metilacijo v MMA in DMA. Metilacija je ključna za razstrupljanje. Donor metilne skupine je S-adenozilmetionin. Kapaciteta za metilacijo je delno zasičena pri dnevnem vnosu 0,5 mg As. Eliminacijski razpolovni čas znaša 2–3 h za kri in 168–240 h za periferne kompartmente. Pri kronični izpostavljenosti se kopiči v tkivih bogatih s cisteinom, kot so lasje, nohti, jetra, ledvica, kri, sluznica črevesja, epididimis, ščitnica, kosti in očesna leča. Anorganski arzen in metilirani presnovki prehajajo skozi posteljico, ne pa tudi skozi možgansko krvno pregrado. Večina anorganskega arzena se pri človeku izloči z urinom kot zmes As_{III} , As_{V} , MMA in DMA (ECHA, 2011). Ženske zaradi večje metilacijske sposobnosti učinkoviteje

presnavljajo anorganski arzen. Posledično so škodljivi učinki manj izraženi pri ženskah kot pri moških. Pri proučevanju genskih polimorfizmov so ugotovili, da so osebe z višjim količnikom med MMA in DMA, torej z zmanjšano sposobnostjo metilacije, bolj občutljive za škodljive učinke arzena (ATSDR, 2016).

Arzen pri stiku s kožo, očmi in dihali povzroča draženje kože in sluznic. Pri zaužitju lahko povzroči prebavne motnje (bolečine v trebuhu, bruhanje, driska, kovinski okus ali okus po česnu, pekoč občutek v ustih, težave pri požiranju), motnje delovanja srca in ožilja, okvare kostnega mozga, razpad rdečih krvničk, povečana jetra, odpoved ledvic, poškodbe perifernega in osrednjega živčevja. Vzrok smrti pri akutnih zastrupitvah z arzenom je po navadi odpoved cirkulacije. Smrtni odmerki znašajo 70–180 mg oziroma 1–2,5 mg/kg telesne mase (tm). Najnižji enkratni oziroma kratkotrajni (akutni) odmerek, pri katerem so ugotovili škodljive učinke (LOAEL - *Lowest Observed Adverse Effect Level*), je 0,05 mg/kg tm/dan (IPCS, 2001; ATSDR 2007).

Dolgotrajna (kronična) izpostavljenost povzroča prekomerno pigmentacijo (hiperpigmentacijo) in prekomerno poroženelost (hiperkeratozo) kože, poškodbe žil z odmrtjem udov in povišanje arterijskega krvnega pritiska. Pri otrocih izpostavljenih med nosečnostjo (*in utero*) in v zgodnjem otroštvu so ugotovili povečano tveganje za razvoj bolezni dihal. Možni škodljivi učinki so še sladkorna bolezen, okvare možganskih žil, okvare živčevja in vida, povečana občutljivost za okužbe. Izpostavljenost arzenu povezujejo s povečano prevalenco neonatalne in poporodne umrljivosti, zmanjšane porodne teže, spontanah splavov, mrtvorojenosti, pre-eklampsije in prirojenih okvar. Kronični NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), to je odmerek, pri katerem niso bili ugotovljeni škodljivi učinki, je 0,0008 mg/kg tm/dan. Arzen je rakotvoren. Pri dolgotrajni izpostavljenosti najpogosteje povzroča raka kože. Lahko povzroča tudi raka sečnega mehurja, ledvic in pljuč; slednjega predvsem pri vdihavanju (IPCS, 2001; ATSDR, 2007; ECHA, 2011; ATSDR, 2016).

Akutni referenčni odmerek, to je odmerek, pri katerem je malo verjetno, da bo prišlo do škodljivih učinkov za zdravje pri enkratni oziroma kratkotrajni izpostavljenosti, znaša za anorganski arzen 0,005 mg/kg tm/dan na podlagi prebavnih motenj in otekanja obraza. Za dolgotrajno (kronično) peroralno izpostavljenost znaša referenčni odmerek 0,0003 mg/kg tm/dan na podlagi učinkov na kožo in krvne žile (ATSRD, 2007). Referenčni odmerki za dolgotrajno izpostavljenost po dermalni in inhalatorni poti niso določeni.

4.2 Ocena izpostavljenosti

4.2.1 Viri izpostavljenosti

Arzen je precej razširjeni element zemeljske skorje. Posledično je v sledovih prisoten v tleh, vodi in zraku. Atmosferski arzen se sprošča iz vulkanov in nastaja kot produkt delovanja mikroorganizmov, ki anorganski arzen pretvarjajo v hlapne organske oblike, kot so metilarzini. V okolju je lahko prisoten tudi v večjih koncentracijah zaradi naravnih danosti, to je geoloških in meteoroloških razmer, ter dejavnosti, kot so rudarstvo, kovinska in elektro industrija, steklarstvo, uporaba fosilnih goriv ter sredstev za zatiranje škodljivcev in detergentov (IPCS, 2001).

Viri izpostavljenosti splošne populacije so lahko zrak, voda, tla, hrana, sredstva za zatiranje škodljivcev, zdravila, tobačni dim, pigmenti (v barvilih, emajlu, glazurah) in drugi predmeti splošne rabe. V atmosferi je arzen vezan na delce, pretežno $< 2 \mu\text{m}$. Razmerje med As_{III} in As_{V} na delcih v zraku je približno 1:1. Koncentracije arzena v zraku na neonesnaženih področjih so od 0,02 do 4 ng/m^3 , v mestnem okolju od 3 do 200 ng/m^3 , v bližini industrijskih virov pa tudi $> 1 \text{mg}/\text{m}^3$. Vnos z vdihavanjem znaša 1 $\mu\text{g}/\text{dan}$ pri nekadilcih in do 10 $\mu\text{g}/\text{dan}$ pri kadilcih. Koncentracije v tleh so navadno od 1–40 mg/kg ; naravno ozadje je večje v predelih bogatih s sulfidnimi kamninami (IPCS, 2001). Na kmetijskih zemljiščih južne Evrope je arzena v tleh približno trikrat več kot na kmetijskih zemljiščih severne Evrope. Ločnica poteka po nekdanjih ledeniških mejah. Arzen v evropskih tleh je pretežno geološkega izvora (Tarvainen sod., 2013). Koncentracija v rekah in jezerih je navadno $< 10 \mu\text{g}/\text{L}$, v morju od 1–2 $\mu\text{g}/\text{L}$. V podtalnici je koncentracija 1–2 $\mu\text{g}/\text{L}$, vendar na območjih z vulkanskimi kamninami in sulfidnimi minerali lahko doseže tudi do 3 mg/L (IPCS, 2001). Pomemben vir vnosa je lahko hišni prah, v katerem arzen po podatkih nekaterih avtorjev celo presega koncentracije v tleh zunanega okolja (Rasmussen in sod., 2001; Roberts in sod., 2009).

Hrana in pitna voda predstavljata glavni vir vnosa arzena. V podtalnici in pitni vodi so prisotne anorganske spojine, v morski hrani pa organske. V hrani kopenskega izvora najdemo zmes anorganskega in organskega arzena. Rastline lahko kopičijo arzen iz zemlje oziroma z adsorpcijo iz zraka. Koncentracija arzena v živilih je odvisna od vrste živila, pogojev rasti, kot so vrsta tal, vode, geoloških pogojev, uporabe pesticidov in tehnoloških postopkov. Največja vsebnost arzenovih spojin je v morski hrani, vendar gre pretežno za organski arzen. V ribah, morskih sadežih in morskih algah so vsebnosti anorganskega arzena majhne. Izjema so rjave morske alge (Hiziki in Hijiki), saj v njih najdemo visoke koncentracije anorganskega arzena (EFSA, 2009; EFSA, 2014b).

Meso in žitarice vsebujejo več arzena kot zelenjava, sadje in mlečni izdelki. Izpostavljenost evropske populacije anorganskemu arzenu preko hrane je največja pri otrocih. Povprečen vnos anorganskega arzena pri malčkih (starost 1–3 let) je ocenjen na 0,32–2,09 $\mu\text{g}/\text{kg tm}/\text{dan}$, pri otrocih starih 3–10 let na 0,20–1,41 $\mu\text{g}/\text{kg tm}/\text{dan}$, pri odraslih na 0,09–0,53 $\mu\text{g}/\text{kg tm}/\text{dan}$. V EU pri malčkih k vnosu anorganskega arzena največ prispevajo mleko in mlečni proizvodi. Pomemben vir vnosa anorganskega arzena so še predelana živila na osnovi žit, pitna voda, hrana za dojenčke in majhne otroke ter riž. Glavni vir vnosa anorganskega arzena pri otrocih starejših od treh let predstavljajo predelana živila na osnovi žit, predvsem pšenični kruh in pecivo. K vnosu anorganskega arzena pomembno prispevajo še riž, mleko in mlečni proizvodi ter pitna voda. Za zmanjšanje vnosa arzena z rižem je priporočljivo riž pred kuhanjem oprati z vodo, ga kuhati v veliki količini vode in po kuhanju vodo odliti (EFSA, 2014b). Izkušnje z ekstrakcijo arzena iz riža in riževe moke kažejo, da pranje pred ekstrakcijo ni učinkovito (Zdenka Šlejkovec, neobjavljeni podatki).

V nekaterih predelih sveta je vsebnost arzena v pitni vodi zaradi sestave tal zelo velika: npr. v Bangladešu je v skoraj polovici vzorcev podtalnice koncentracija arzena $\geq 50 \mu\text{g}/\text{L}$ in v posameznih primerih celo $> 3000 \mu\text{g}/\text{L}$; na Taiwanu $> 600 \mu\text{g}/\text{L}$ in v Čilu 200–400 $\mu\text{g}/\text{L}$ (IPCS, 2001; ECHA, 2011).

Kemijska preskušanja pitne vode na arzen v občini Zagorje v letih 2012, 2014 in 2015 so pokazala, da so bili odvzeti vzorci pitne vode skladni s Pravilnikom o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15). Mejna vrednost za arzen v pitni vodi znaša 10 $\mu\text{g}/\text{L}$. V vseh preiskanih vzorcih je bil arzen pod 1 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Občina Zagorje ob Savi, 2017).

Za primerjavo s preteklo oceno tveganja (Perharič, 2013), v kateri smo prehranski vnos anorganskega arzena z zelenjavo in krompirjem pri malčkih (starost 1 leto, tm 13 kg) izračunali na podlagi nemških podatkov o količini zaužitega krompirja in zelenjave, smo ocenili vnos arzena s krompirjem, zelenjavo in pitno vodo na podlagi podatkov iz Tabele 3.2. Predpostavili smo, da krompir in zelenjava vsebujeta enake količine arzena, kot pred petimi leti ter da je delež anorganskega arzena v zelenjavi 25 %. Pri vnosu s pitno vodo smo predpostavili koncentracijo arzena 1 µg/L. Ocenili smo, da bi bil vnos anorganskega arzena z vodovodno vodo, krompirjem in zelenjavo pri otrocih starih 3–5 let s srednjo vrednostjo tm 17 kg do 0,0001 mg /kg tm/dan (0,1 µg/kg tm/dan). Ob predpostavki, da malčki s telesno maso 13 kg zaužijejo enako količino vodovodne vode, krompirja in zelenjave kot njihovi 3–5 letni vrstniki, bi bil vnos anorganskega arzena pri malčkih malo manj kot 0,0002 mg/kg tm/dan (0,2 µg/kg tm/dan). Obe vrednosti sta znotraj referenčne vrednosti za ne rakotvorne učinke pri dolgotrajni izpostavljenosti (0,0003 mg/kg tm dan), medtem ko smo leta 2013 vnos pri malčkih ocenili na 0,0007 µg/kg tm/dan.

4.2.2 Ocena izpostavljenosti na podlagi biomonitoringa

V naši raziskavi smo z določanjem arzena, njegovih zvrsti in metabolitov v urinu izmerili agregatno izpostavljenost arzenu, to je izpostavljenost iz vseh možnih virov pri otrocih (Slike 3.3–3.10 in Tabele 9.1–9.4).

Srednje vrednosti (P50) koncentracij celokupnega arzena so pri 3–5 letnih otrocih znašale spomladi 6,5 µg/L (8 µg/g kreatinina) na zahodnem in južnem (ZJ) območju, 3 µg/L (5,8 µg/g kreatinina) v porečju Kotredeščice (PK) in 5,2 µg/L (11,1 µg/g kreatinina) v porečju Orehovice in zgornjega toka Medije (POM); 75. percentili koncentracij celokupnega arzena so znašali 7,9 µg/L (11,9 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 3,7 µg/L (7,7 µg/g kreatinina) v PK in 10,5 µg/L (13,4 µg/g kreatinina) v porečju Orehovice in zgornjega toka Medije (POM).

Jeseni so P50 koncentracij celokupnega arzena pri 3–5 letnih otrocih znašale 4,1 µg/L (5,3 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 3,9 µg/L (5,3 µg/g kreatinina) v PK in 3,7 µg/L (5,3 µg/g kreatinina) v POM; 75. percentili koncentracij celokupnega arzena pa 5,3 µg/L (5,9 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 4,8 µg/L (8,8 µg/g kreatinina) v PK in 5,3 µg/L (8,6 µg/g kreatinina) v POM.

Spomladi so P50 koncentracij anorganskega arzena pri 3–5 letnih otrocih znašale 3,1 µg/L (4,6 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 2,9 µg/L (5,6 µg/g kreatinina) v PK in 3,8 µg/L (5,5 µg/g kreatinina) v POM; 75. percentili koncentracij anorganskega arzena pa 3,9 µg/L (6,3 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 3,3 µg/L (7,7 µg/g kreatinina) v PK in 6,9 µg/L (10,6 µg/g kreatinina) v POM.

Jeseni so P50 koncentracij anorganskega arzena pri 3–5 letnih otrocih znašale 3,7 µg/L (4,6 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 3,4 µg/L (5,6 µg/g kreatinina) v PK in 3,8 µg/L (5,6 µg/g kreatinina) v POM; 75. percentili koncentracij anorganskega arzena pa 4,5 µg/L (5,3 µg/g kreatinina) na ZJ območju, 4,6 µg/L (7,1 µg/g kreatinina) v PK in 4,8 µg/L (8,3 µg/g kreatinina) v POM.

Med P50 koncentracij anorganskega arzena v urinu in posameznimi območji ni bilo statistično značilnih razlik. Tudi po sezoni vzorčenja se P50 koncentracij anorganskega arzena niso statistično značilno razlikovale.

Izpostavljenost otrok celokupnemu in anorganskemu arzenu v občini Zagorje ob Savi je nizka in primerljiva z izpostavljenostjo otrok v drugih evropskih državah (Choi in sod., 2015), Kanadi in Združenih državah Amerike (HC, 2013; ATSDR 2016).

Izpostavljenost otrok celokupnemu arzenu je primerljiva izpostavljenosti 104 odraslih Zasavcev obeh spolov, starih 20–40 let vključenih v nacionalni program humanega biomonitoringa, ki so v času vzorčenja v regiji živeli vsaj 5 let, niso bili poklicno izpostavljeni kovinam, niso uživali alkohola, niso živeli v neposredni bližini deponije odpadkov, rudnikov oziroma industrijskih obratov in vsaj 6 mesecev pred odvzemom bioloških vzorcev niso kadili. Srednja vrednost celokupnega arzena v urinu zasavskih odraslih je znašala 6 µg/L (Mazej in sod., 2013).

Ugotovljene statistično značilne višje koncentracije arzena pri dečkih (Tabela 9.9) so glede na podatke v literaturi pričakovane (HC, 2013; Choi in sod., 2015; ATSDR, 2016). Poleg metabolnih razlik med spoloma je večja izpostavljenost možna tudi zaradi različnih vedenjskih navad, vendar tega nismo mogli ustrezno preučiti zaradi premajhnega vzorca (glej 4.3.3).

V zvezi z viri izpostavljenosti smo ugotovili statistično značilno razliko v izpostavljenosti glede na tip kurjave, a je bila izpostavljenost anorganskemu arzenu višja pri uporabi goriv, pri katerih ne bi pričakovali izpostavljenosti arzenu (elektrika, plin) in ne pri uporabi goriv, kjer bi pričakovali izpostavljenost arzenu (drva, premog, olje). Tega rezultata ne znamo smiselno razložiti.

Višja izpostavljenost anorganskemu arzenu tistih otrok, čigar očetje imajo na delovnem mestu možen stik z arzenom je bila statistično značilna. Na možen poklicen stik z arzenom smo sklepali na podlagi anamnestičnih podatkov o delu v industriji (kovinska, elektrotehnična, elektronska, lesna, steklenih izdelkov); delo v kmetijstvu, rudarstvu, talilnicah kovin, mizarstvu, tesarstvu, kamnolomu, na bencinski črpalki, odlagališčih odpadkov, v proizvodnji sredstev za zaščito lesa in pesticidov. Dejanski stik očetov z arzenom pa ni bil dokazan (Tabela 9.12). Očetje, ki na delu uporabljajo zaščitna delovna oblačila, jih 73% odstotkov ta oblačila pere doma, kar bi lahko bil možen vir izpostavljenosti arzenu kot tudi drugi morebitnim kemikalijam.

Pri preostalih možnih virih nismo našli statistično značilnih razlik, vendar so bile koncentracije anorganskega arzena višje pri tistih 3–5 letnih otrocih, kjer doma za zalivanje vrta uporabljajo kombinacijo vode iz različnih virov, pijejo vodo iz zasebnega vodovoda ali zasebnega in javnega vodovoda ter v povprečju zaužijejo več riža (obrok iz več kot 40 g surovega riža), v primeru bivanja otrok v bližini netlakovane ceste oddaljene od bivališča ≤ 50 m, pri tistih otrocih, ki se več igrajo s peskom in vrtnarijo ter tistih, čigar starši se ukvarjajo s hobiji z možno izpostavljenostjo arzenu (Tabele 9.10-9.12.).

Dopuščamo možnost, da je ugotovljena izpostavljenost arzenu nizka tudi zato, ker prebivalci občine Zagorje ob Savi upoštevajo ukrepe za zmanjševanje izpostavljenosti, ki smo jih priporočili pred štirimi leti (Juričič in sod., 2013; Perharič, 2013).

4.3 Karakterizacija tveganja

4.3.1 Karakterizacija tveganja ne rakotvornih učinkov

V številnih nedavnih epidemioloških študijah so povezave med dolgotrajno izpostavljenostjo arzenu in tveganjem za razvoj škodljivih učinkov (glej 4.1) ugotovili pri populacijah izpostavljenih visokim koncentracijam arzena:

- povišan arterijski krvni tlak pri otrocih mater s srednjo vrednostjo arzena v urinu med nosečnostjo 80 µg/L v zgodnji in 83 µg/L v pozni nosečnosti;
- zmanjšana porodna teža in dolžina pri koncentraciji arzena v urinu mater med nosečnostjo > 36 µg/L;
- povečana pogostost okužb spodnjih dihal pri otrocih pri koncentraciji arzena v urinu mater > 29 µg/L;
- porast hiperaktivnosti in zmanjšane pozornosti 6–7 letnih otrok pri koncentracijah arzena v urinu > 55,3 µg/L;
- škodljivi vpliv na razvoj živčevja pri 5 letnih otrocih pri koncentracijah arzena v urinu > 100 µg/L;
- zmanjšanje pljučne funkcije odraslih pri koncentracijah arzena v urinu > 250 µg/g kreatinina;
- povečano tveganje za hipertenzijo (razmerje obetov 1,7) pri koncentracijah arzena v urinu > 250 µg/g kreatinina;
- motnje srčnega ritma pri koncentracijah arzena v urinu 270 µg/g kreatinina;
- povečano tveganje za sladkorno bolezen pri koncentracijah arzena v urinu > 63 µg/g kreatinina, medtem ko tveganje za nastanek sladkorne bolezni ni bilo povečano pri koncentracijah anorganskega arzena v urinu do 36 µg/L;
- povečano tveganje za razvoj srčno žilnih bolezni (razmerje obetov 1,7) in možganske kapi (razmerje obetov 3,03) so ugotovili pri koncentracijah arzena v urinu > 15,7 µg/g kreatinina, vendar v tej študiji ni bilo mogoče izključiti sočasnega vpliva drugih dejavnikov tveganja za razvoj srčno žilnih bolezni (ATSRD, 2016).

Kot je obrazloženo v poglavju Metode (glej 2.10), je za interpretacijo rezultatov humanega biomonitoringa v kontekstu ocene tveganja potrebna prevedba klasičnih referenčnih odmerkov določene kemikalije izraženih v mg/kg tm/dan v odgovarjajoče koncentracije v telesnih tekočinah in tkivih, tkim. biomonitorinške ekvivalente (BE). Pri določanju BE anorganskega arzena v urinu so Hays in sod. (2010) kot izhodiščni točki vzeli 0,05 mg/kg tm/dan za enkratno oziroma kratkotrajno izpostavljenost in 0,0008 mg/kg tm/dan za dolgotrajno izpostavljenost. Ker ni dokončno pojasnjeno, katero oksidacijsko stanje oziroma kateri metabolit arzena je toksikološko bistvenejši, so upoštevali vsoto koncentracij anorganskega arzena in njegovih metabolitov, MMA in DMA. Kritični akutni BE anorganskega arzena v urinu za učinke pri kratkotrajni izpostavljenosti je izpeljan iz LOAEL 0,05 mg/kg tm/dan in je 1209,2 µg/L oziroma 1555 µg/g kreatinina. BE anorganskega arzena v urinu, ki odgovarja akutnemu referenčnemu odmerku je 120,9 µg/L oziroma 155,6 µg/g kreatinina. Kritični BE anorganskega arzena v urinu za ne rakotvorne učinke na kožo in krvne žile pri dolgotrajni izpostavljenosti, ki pomeni visoko prioriteto za spremljanje tveganja in potrebne ukrepe za zmanjševanje tveganja, je 19,3 µg/L oziroma 24,9 µg/g kreatinina. BE anorganskega arzena v urinu za ne rakotvorne učinke na kožo in krvne žile pri dolgotrajni izpostavljenosti, ki pomeni nizko prioriteto in odgovarja referenčnemu odmerku za dolgotrajno izpostavljenost 0,0003 mg/kg tm/dan, je 6,4 µg/L

oziroma 8,3 µg/g kreatinina. Če so koncentracije anorganskega arzena med 6,4 in 19,3 µg/L oziroma 8,3 in 24,9 µg/g kreatinina, je stopnja prioritete srednja (Hays in sod., 2010).

Srednje vrednosti koncentracij anorganskega arzena v urinu so bile na vseh opazovanih območjih manjše kot 6,4 µg/L oziroma 8,3 µg/g kreatinina, kar pomeni, da izpostavljenost otrok ne pomeni povečanega tveganja za ne rakotvorne škodljive učinke.

4.3.2 Karakterizacija tveganja rakotvornih učinkov

4.3.2.1 Pregled bremena raka

Pri pregledu so uporabljeni podatki Registra raka Republike Slovenije: vključeni so vsi zboleli v 10-letnem obdobju 2004–2013. Prikazano je absolutno število zbolelih ter število zbolelih preračunano na 100 000 prebivalcev (groba incidenčna stopnja) za:

- celotno občino Zagorje ob Savi,
- območje VS: porečje Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije,
- celotno občino Zagorje ob Savi brez območja VS,
- območje ZJ,
- naselja izključena iz biomonitoringa.

Pregled je pripravljen za vse rake skupaj, za rake, ki jih gotovo povzroča izpostavljenost arzenu (koža: C44, mehur: C67, pljuča: C33–C34) ter za rake, ki jih morebiti povzroča izpostavljenost arzenu (jetra: C22, prostata: C61, ledvica: C6–C65). Kode se nanašajo na kode v Mednarodni klasifikaciji bolezni.

Rezultati so predstavljeni v Tabeli 4.1. Če je za posameznim rakom v območju v desetih letih zbolelo manj kot pet prebivalcev, je točna številka v tabeli zaradi varovanja osebnih podatkov zbolelih zakrita. Ugotavljamo, da je incidenca vseh rakov skupaj kot tudi posameznih vrst raka, ki jih povezujemo z izpostavljenostjo arzenu, najvišja med tistimi prebivalci občine Zagorje ob Savi, ki jih biomonitoring NIJZ ni zajel v analizo (zadnji stolpec v Tabeli 4.1). Ob primerjavi prvega in drugega stolpca v tabeli vidimo, da je tveganje prebivalca naselij v porečju Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije, da bo zbolel za katerokoli obliko raka, primerljivo s povprečnim tveganjem, ki ga ima katerikoli prebivalec občine Zagorje ob Savi. Enako velja za rake mehurja, jeter, prostate in ledvic. Pomembno manjše kot v celotni občini je pri prebivalcih z območja VS tveganje kožnega raka, izrazito pa pljučnega raka. Primerjava naselij z območja VS z naselji z območja ZJ (drugi in četrti stolpec v tabeli) kaže, da je ogroženost prebivalcev, da bodo zboleli za raki, ki jih zagotovo povzroča prekomerna izpostavljenostjo arzenu, v obeh območjih primerljiva.

4.3.2.2 Karakterizacija tveganja raka

Nastajanje raka, karcinogeneza, je zapleten, dolgotrajen, večstopenjski proces, za katerega je značilna nepovratna sprememba celice, ki se nadaljuje z nenadzorovano rastjo tumorja in se nezdravljena konča s smrtjo. Na to, kdo bo zbolel za katerim od rakov, vplivajo z medsebojnimi učinki številni dejavniki iz okolja, način življenja, dedna nagnjenost in naključje. Na populacijski ravni je dandanes rak skupaj s srčno-žilnimi boleznimi najpomembnejši javnozdravstveni problem. Letno za rakom v Sloveniji zbolijo okrog 14 000 ljudi, okrog 6 000 jih zaradi raka umre, med nami pa biva že

skoraj 100 000 ljudi, ki jim je bila že postavljena diagnoza rak. Na podlagi podatkov Registra raka Republike Slovenije predvidevamo, da bosta med Slovenci rojenimi leta 2013 do 75. leta starosti za rakom zbolela eden od dveh moških in ena od treh žensk. Preračunano na skupino 500 otrok (starih do 15 let), ki danes bivajo v porečju Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije tako lahko ugotovimo, da bo med njimi, zaradi enega ali kombinacije zgoraj navedenih nevarnostnih dejavnikov, za rakom do svojega 75. leta zbolelo približno 200 oseb.

Na podlagi vseh do sedaj znanih dokazov uvršča Mednarodna agencija za raziskovanje raka anorganske arzenove spojine med snovi, ki pri ljudeh gotovo večajo tveganje kožnega raka, raka mehurja in pljučnega raka. Ugotavljajo tudi povezavo med izpostavljenostjo anorganskemu arzenu in jetrnim rakom, ledvičnim rakom ter rakom prostate. Tveganje se povečuje linearno z odmerkom izpostavljenosti (IARC, 2012).

Tabela 4.1: Pregled bremena raka

	Občina Zagorje ob Savi	Območje VS	Občina Zagorje BREZ območja VS	Območje ZJ	Občina Zagorje: naselja izključena iz biomonitoringa
VSI RAKI	1015	184	831	82	749
stopnja (na 100 000)	591,22	578,25	594,17	451,05	615,55
KOŽA	129	17	112	11	101
stopnja (na 100 000)	75,14	53,43	80,08	60,51	83,00
MEHUR	27	5	22	zp	zp
stopnja (na 100 000)	15,73	15,71	15,73	16,50	15,61
PLJUČA	115	9	106	zp	zp
stopnja (na 100 000)	66,99	28,28	75,79	22,00	83,83
KOŽA, MEHUR, PLJUČA	271	31	240	18	222
stopnja (na 100 000)	157,85	97,42	171,60	99,01	182,45
JETRA	16	zp	zp	zp	zp
stopnja (na 100 000)	9,32	9,43	9,30	0,00	10,68
PROSTATA	73	13	60	zp	zp
stopnja (na 100 000)	42,52	40,85	42,90	11,00	47,67
LEDVICA	28	6	22	zp	zp
stopnja (na 100 000)	16,31	18,86	15,73	22,00	14,79

Legenda

zp - zakrit podatek, ker je manj kot 5 primerov

Rezultati biomonitoringa kažejo, da je bila spomladi srednja koncentracija anorganskega arzena v urinu 3–5 letnih otrok, ki bivajo na VS območju 3,6 µg/L (5,5 µg/g kreatinina), jeseni pa 3,4 µg/L (5,6 µg/g kreatinina). Upoštevajoč referenčne vrednosti Agencije za okolje iz Združenih držav Amerike so Hays in sod. (2010) ocenili, da se med 1 000 osebami, ki imajo v urinu koncentracijo strupenih arzenovih zvrsti in njihovih metabolitov 6,5 µg/L oziroma 8,4 µg/g kreatinina, pojavi en dodaten primer raka.

Na podlagi teh ugotovitev in ob predpostavki, da bivališča ne bodo spreminjali, lahko ocenimo, da bo med približno 500 otroci (starimi do 15 let), ki bivajo v naseljih porečja Kotredeščice, Orehovice in zgornjega toka Medije zaradi izpostavljenosti arzenu v okolju dodatno zbolela za rakom manj kot ena oseba. Zaključimo torej lahko, da otroci, ki živijo na vzhodnem in severnem območju občine Zagorje ob Savi, ki je bolj onesnažen z arzenom, zaradi te onesnaženosti ne bodo nič bistveno več zbolevali za rakom.

4.3.3 Negotovosti

Ključna negotovost je velikost vzorca. Pri oceni potrebne velikosti vzorca smo upoštevali, da bomo poleg univariatnih statističnih metod v analizi podatkov uporabili tudi multivariatne metode, pri katerih bi želeli opazovati do šest neodvisnih dejavnikov tveganja (geografsko območje, sezona, spol, prehranske navade, značilnosti bivališča, drugi potencialni viri arzena). Pri multivariatnih modelih velikost vzorcev temelji na značilnostih izbranih multivariatnih statističnih metod. Katero od metod izberemo, je odvisno od značilnosti posameznega opazovanega izida. V naši raziskavi so bili opazovani izidi numeričnega tipa, zato bi kot multivariatno metodo uporabili linearno regresijo (Altman, 1993). Harrel (1999) navaja, da se giblje velikost vzorca od okoli 13 do okoli 26 oseb na eno neodvisno spremenljivko v modelu. Iz tega izhaja, da bi za natančnejšo in zanesljivejšo oceno povezanosti med opazovanimi izidi in opredeljenimi morebitnimi viri izpostavljenosti bilo potrebno v raziskavo vključiti najmanj 78 otrok starih od 3 do 5 let (13 otrok za vsako neodvisno spremenljivko) ob predpostavki, da vsi sodelujejo v spomladanskem in jesenskem vzorčenju. Načrtovali smo vključitev 80 otrok pri spomladanskem in jesenskem vzorčenju. Vendar je bil odziv slabši kot smo pričakovali. Odzivnost na raziskavo je ena od omejitev raziskave. V raziskavo je bilo povabljenih 187 otrok, od tega je bila ob zaključku spomladanskega nabora odzivnost 27 %, ob zaključku jesenskega pa 37 % (Tabela 3.1). Pričakovali smo vsaj 50 % odzivnost, kar je še zadovoljivi odstotek pri naboru z vabili poslanimi po pošti (Punch, 2003). Za natančnejšo oceno razlik med koncentracijo opazovanih izidov glede na sezono, bi moralo v raziskavi sodelovati enako število otrok v času spomladanskega in jesenskega vzorčenja.

Veljavnost posploševanja naših ugotovitev je majhna, ker je bil način izbora vzorca v naši raziskavi namenski.

Pri izračunih biomonitorinških ekvivalentov za anorganski arzen so Hays in sod. (2010) upoštevali koncentracije kreatinina v 24 urnih vzorcih urina za starostne skupine 6–11 let, 11–16 let in starejše od 16 let. Podatkov za otroke mlajše od 6 let niso upoštevali, ker so avtorji menili, da niso dovolj zanesljivi.

Morebiten manjši vir negotovosti predstavlja dejstvo, da je bilo 36 % vzorcev urina odvzetih ob ponedeljkih (Slika 3.2). Po podatkih v literaturi je kreatinin v urinu ob ponedeljkih višji kot ob drugih dneh, morda zaradi uživanja več mesa ob koncih tedna (Wang in sod., 2015). Pri nadaljnjih analizah rezultatov bomo preverili povezanost med dnevom vzorčenja, koncentracijo kreatinina v urinu in količino zaužitega mesa.

5 ZAKLJUČKI

S pomočjo biomonitoringa smo določili nizko izpostavljenost arzenu pri otrocih starih 3–5 let, ki živijo v občini Zagorje ob Savi tako na območjih, kjer so našli povišane koncentracije arzena v tleh (VS) kot na območjih, kjer so bile koncentracije arzena v tleh pod zakonsko predpisanimi mejnimi vrednostmi (ZJ). Srednje vrednosti koncentracij anorganskega arzena so bile znotraj populacijskih BE izpeljanih iz referenčnih odmerkov, ki se uporabljajo pri klasični karakterizaciji tveganja. Izpostavljenost 3–5 letnih otrok anorganskemu arzenu v občini Zagorje ob Savi ne predstavlja povečanega tveganja za ne rakotvorne učinke. Tveganje za raka je manjše kot 1 dodaten primer na 1 000 izpostavljenih. Otroci, ki živijo na SV območju občine, ne bodo bistveno več zbolevali za rakom kot otroci iz drugih območij občine. Nizko izpostavljenost arzenu smo ugotovili tudi pri skupini otrok starih 6–12 let.

Ker nismo potrdili povečanega tveganja za zdravje otrok z opazovanih območij, dodatni ukrepi za zmanjševanje tveganja niso potrebni. Bilo pa bi utemeljeno preveriti, kako se izvajajo ukrepi za zagotavljanje kemijske varnosti pri delu.

Anorganski arzen je zelo strupen in rakotvoren, zato menimo, da je za vzdrževanje ugotovljene nizke izpostavljenosti smiselno nadaljnje upoštevanje že priporočenih higienskih ukrepov, kot npr. temeljito pranje in lupljenje lokalno pridelane zelenjave, redno odstranjevanje prahu v stanovanjih, zapiranje oken ob povečanem prašenju, redno umivanje rok, izogibanje pasivnemu kajenju, upoštevanje navodil za uporabo kemičnih pripravkov, ki bi lahko vsebovala arzen (sredstva za zaščito lesa).

Na podlagi ponovne ocene vnosa anorganskega arzena z vodovodno vodo, krompirjem in zelenjavo menimo, da priporočila iz leta 2013 naj malčki v občini Zagorje ob Savi uživajo čim manj doma pridelanih vrtnin, ni potrebno upoštevati. Delež vnosa anorganskega arzena iz teh virov je na podlagi bolj realnih podatkov precej manjši, kot smo ocenili pred štirimi leti (glej 4.2.1).

Arzen iz naravnih in antropogenih virov je prisoten v tleh, vodi, živilih, zraku in predmetih splošne rabe, zato se je arzenu nemogoče povsem izogniti. Določanje koncentracij onesnaževal v segmentih okolja je dober pokazatelj onesnaženosti okolja, vendar je potrebno pri oceni izpostavljenosti živih bitij upoštevati številne dejavnike, ki vplivajo na kinetiko onesnaževal v okolju samem, biorazpoložljivost onesnaževala po posameznih virih izpostavljenosti ter fiziološke in farmakokinetične dejavnike, vzorce vedenja in življenjske navade, ki vplivajo na izpostavljenost. Ugotavljanje izpostavljenosti z biomonitoringom je zanesljivejše, vendar določitev kemikalij v telesnih tekočinah in tkivih še ne pomeni, da le te predstavljajo tveganje za zdravje. Zavedati se je namreč potrebno, da pri opazovanjih v naravi ne operiramo z matematično absolutnimi ničelnimi vrednostmi.

Nabor preiskovancev preko sredstev javnega obveščanja in družbenih omrežij je bil nezanesljiv. Nabor z osebnimi vabili se je izkazal kot zanesljivejši, a še vedno manj uspešen od pričakovanega. Razloge za relativno slab odziv bomo proučili, da bi se jim v prihodnjih tovrstnih raziskavah, kolikor je mogoče, izognili.

6 VIRI

Altman DG. 1993. Practical statistics for medical research. London: Chapman & Hall.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2007. Toxicological profile for arsenic. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Dostopno na: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2016. Addendum to the toxicological profile for arsenic. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Dostopno na: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/Arsenic_addendum.pdf

Choi J, Aarøe Mørck T, Polcher A, Knudsen LE, Joas A. 2015. Review of the state of the art of human biomonitoring for chemical substances and its application to human exposure assessment for food safety. EFSA supporting publication 2015:EN-724. Dostopno na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2015.EN-724/pdf>

Croghan CW, Egeghy PP. 2003. Methods of dealing with values below the limit of detection using SAS. Dostopno na: <http://analytics.ncsu.edu/sesug/2003/SD08-Croghan.pdf>

Dangleben NI, Skibola CF, Smith MT. 2013. Arsenic immunotoxicity: a review. Environ Hlth; 12: 73-88.

Davey JC, Bodwell JE, Gosse JA, Hamilton JW. 2007. Arsenic as an endocrine disruptor: effects of arsenic on estrogen receptor-mediated gene expression *In vivo* and in cell culture. Toxicol Sci; 98: 75-86.

ECB-IHCP (European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection). 2003. Technical guidance document on risk assessment Part I. European Commission. Ispra: Joint research centre. Dostopno na: https://echa.europa.eu/documents/10162/16960216/tgdpart1_2ed_en.pdf.

ECHA (European Chemicals Agency). 2011. Member state committee support document for identification of Arsenic acid as a substance of very high concern because of its CMR (carcinogenic, mutagenic or toxic for reproduction) properties. Dostopno na: <http://echa.europa.eu/documents/10162/d24a7bcb-2f9b-40f7-9a97-ce325a599fb2>

EFSA (European Food Safety Authority). 2009. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Arsenic in Food. EFSA J; 7: 1351. 199 pp. doi:10.2903/j.efsa.2009.1351.

EFSA (European Food Safety Authority). 2014a. Guidance on the EU Menu methodology. EFSA J; 12: 3944, 77 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3944.

EFSA (European Food Safety Authority). 2014b. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA J*; 12: 3597, 68 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3597.

Gosar M, Šajn R. 2005. Arzen v okolju: vsebnosti v tleh na nekaterih območjih Slovenije. *Geologija*; 48: 253-262.

Grabner B, Ribarič Lasnik C, Žerodnik N, Kos M. 2012. Posnetek stanja in izdelava predloga sanacije onesnaženosti kmetijskih tal v dolini Kotredeščice – Končno poročilo. Celje: Inštitut za okolje in prostor.

Harrell FE Jr. 1999. *Predicting Outcomes: Applied Survival Analysis and Logistic Regression*. Charlottesville: University of Virginia.

Hays SM, Aylward LL. 2008. Using Biomonitoring Equivalents to interpret human biomonitoring data in a public health risk context. *J Appl Toxicol*; 29: 275-288.

Hays SM, Aylward LL, Gagne M, Nong A, Krishnan K. 2010. Biomonitoring Equivalents for inorganic arsenic. *Regulat Toxicol Pharmacol*; 58: 1-9.

HC (Health Canada). 2013. Second report on human biomonitoring of environmental chemicals in Canada. Ottawa: Ministry of Health. Dostopno na: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/contaminants/chms-ecms-cycle2/chms-ecms-cycle2-eng.pdf

Herlec U, Žorž M. 2006. Antimonit med Trojanami in Znojilami. *Scopolia* 2006; Supl 3: 68-72. Dostopno na: http://www.zobodat.at/pdf/Scopolia_Suppl_3_0068-0072.pdf.

HBC (Human Biomonitoring Commission; German Federal Environment Agency). 2005. Standardisation of substance concentrations in urine–creatinine. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz*; 48: 616-618.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 2012. Arsenic, metals, fibres and dust. Volume 100C. A review of human carcinogens. Lyon: World Health Organization. Dostopno na: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C.pdf>

IPCS (International Programme on Chemical Safety) 2001. Arsenic and arsenic compounds (2. izdaja). *Environmental Health Criteria* 224. Geneva: World Health Organization.

Juričič M, Perharič L, Čakš T, Zupan M, Kralj L, Gorenc S, Lajovic J, Erčulj V, Tič I. 2013. Izpostavljenost prebivalcev občine Zagorje ob Savi okoljskim onesnažilom – težkim kovinam v tleh in živilih rastlinskega izvora: poročilo. Ljubljana: Zavod za zdravstveno varstvo.

Karri V, Schumacher M, Kumar V. 2016. Heavy metals (Pb, Cd, As and MeHg) as risk factors for cognitive dysfunction: A general review of metal mixture mechanism in brain. *Environ Toxicol Pharmacol* 48; 203-213.

Mazej D, Horvat M, Šlejkovec Z, Pavlin M. 2013. Monitoring kemikalij in njihovih ostankov v ljudeh za leto 2013. Delno poročilo Zasavje. Ljubljana: Institut Jožef Stefan.

Miklavčič A, Casetta A, Snoj Tratnik J, Mazej D, Krsnik M, Mariuz M, Sofianu K, Špirič Z, Barbone F, Horvat M. 2013 Mercury, arsenic and selenium exposure levels in relation to fish consumption in the Mediterranean area. *Environ Res*; 120: 7-17.

Občina Zagorje ob Savi. 2017. Dolina Kotredeščice – Dokument/Priloge. Dostopno na: <http://www.zagorje.si/podrocje.aspx?id=214>.

Perharič L. 2013. Arzen v dolini Kotredeščice. Ocena tveganja za zdravje ljudi. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije.

Perharic L, Vracko P. 2012. Development of national human biomonitoring programme in Slovenia. *Int J Hyg Environ Health*; 215: 180-184.

Pirkle JL, Needham LL, Sexton K. 1995. Improving exposure assessment by monitoring human tissues for toxic chemicals. *J Expo Anal Environ Epidemiol*; 5: 405-424.

Poulsen OM, Holst E, Christensen JM. 1997. A supplement to the approved IFCC Recommendation on the theory of reference values. *Pure Appl Chem*; 69: 1601-1611.

Punch KF. 2003. *Survey Research: The Basics*. London: Sage Publications Ltd.

Rasmussen PE, Subramanian KS, Jessiman BJ. 2001. A multi-element profile of housedust in relation to exterior dust and soils in the city of Ottawa, Canada. *Sci Total Environ* 267; 125-140.

Roberts JW, Wallace LA, Camann DE, Dickey P, Gilbert SG, Lewis RG, Takaro TK. 2009. Monitoring and reducing exposure of infants to pollutants in house dust. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2009; 201: 1-39.

Rosenblatt AE, Burnstein KL. 2009. Inhibition of androgen receptor transcriptional activity as a novel mechanism of action of arsenic. *Molec Endocrinol*; 23: 412-423.

Saravanabhavan G, Werry K, Walker M, Haines D, Malowany M, Khoury C. 2016. Human biomonitoring reference values for metals and trace elements in blood and urine derived from the Canadian Health Measures Survey 2007–2013. *Int J Hyg Environ Hlth* (v tisku). Dostopno na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463916301109>.

Schulz C, Angerer J, Ewers U, Heudorf U, Wilhelm M. 2009. Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German Environmental Survey on children 2003-2006 (GerES IV). *Int J Hyg Environ Hlth*; 212: 637-647.

Sidhu MS, Desai KP, Lynch HN, Rhomberg LR, Beck BD, Venditi FJ. 2015. Mechanisms of action for arsenic in cardiovascular toxicity and implications for risk assesment. *Toxicology*; 331: 78-99.

Šlejkovec Z, Podgornik H, Černelč P, Falnoga I. 2016. Exceptions in patterns of arsenic compounds in urine of acute promyelocytic leukaemia patients treated with As₂O₃. *Biometals*; 29: 107–118.

Šorn J. Baker nad Poljanami, antimon pri Trojanah. Dostopno na:
www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-UC6EWQ7J/.../PDF.

Tarvainene T, Alabnese S, Birke M, Poňavič M, Reimann C, the GEMAS project team. 2013. Arsenic in agricultural and grazing land soils of Europe. *App Geochem*; 28: 2-10.

Timbrell J. 2008. Paradoks strupa. Kemikalije kot prijatelji in sovražniki. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije.

UBA (Umweltbundesamt). 2014. Grundsatzpapier zur Ableitung von HBM-Werten. *Bundesgesundheitsbl*; 57: 138–147

Wang B, Tang C, Wang H, Zhou W, Chen Y, Zhou Y, Jaing Q. 2015. Influence of body mass index status on urinary creatinine and specific gravity for epidemiological study of children. *Eur J Pediatr*; 174: 1481-1489.

Zupan M, Grčman H, Tič I, Lobnik F, Šporar M, Kralj T. 2009. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije v letu 2008. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

7 PRILOGE

- Priloga 1: Vabilo
- Priloga 2: Obrazložitev raziskave
- Priloga 3: Soglasje o prostovoljnem sodelovanju v raziskavi
- Priloga 4: Daljši okoljski vprašalnik
- Priloga 5: Krajši okoljski vprašalnik
- Priloga 6: Enodnevni prehranski dnevnik
- Priloga 7: Navodila za vzorčenje
- Priloga 8: Evidenčni list vzorčenja
- Priloga 9: Slike 9.1–9.5 s prikazom frekvenčnih porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena ter Tabele 9.1–9.12 s prikazom opisne statistike koncentracij celokupnega in anorganskega arzena in povezav z opazovanimi izidi
- Priloga 10: Doprinos arzena v vrtno zemljo zaradi zalivanja z vodo, ki vsebuje arzen



Občina Zagorje ob Savi

Datum:

Je tudi vaš otrok izpostavljen škodljivemu arzenu v občini Zagorje ob Savi?

Spoštovani _____,

na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje (NIJZ) skupaj z Občino Zagorje ob Savi izvajamo raziskavo *Poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi*, v okviru katere želimo ugotoviti izpostavljenost vaših otrok arzenu.

Veste, kako zelo nevaren za zdravje je arzen? Ste tej snovi izpostavljeni tudi vi in vaš otrok? Morda. Pomembno pa je, da to natančno preverimo. Zato izvajamo to raziskavo in njene ugotovitve bodo ključne za sprejem ukrepov, ki bodo pomagali zaščititi in izboljšati zdravje vas in vaših otrok v vaši občini.

Zato je zelo pomembno, da v raziskavi sodelujete tudi vi in vaš otrok. Vljudno vas vabimo in prosimo za sodelovanje. Spomladanske vzorce urina bi želeli pridobiti najkasneje do ponedeljka, 20. 6. 2016.

Prilagamo podrobnejšo obrazložitev raziskave.

Lepo prosimo, da ne glede na to, ali želite sodelovati ali ne, o svoji odločitvi obvestite vodjo raziskave, zdravnico, specialistko interne medicine in toksikologinjo, dr. Lucijo Perharič, na elektronski naslov: lucija.perharic@nijz.si oziroma na telefonsko številko: 031 645 490.

Zahvaljujemo se vam za sodelovanje ter vam in vašim otrokom želimo obilo zdravja.

Z lepimi pozdravi,

dr. Lucija Perharič, dr. med.
Vodja raziskave

prim. prof. dr. Ivan Eržen, dr. med.
Direktor



Občina Zagorje ob Savi



Datum:

Poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi

Obrazložitev raziskave

Pretekle raziskave tal v dolini Kotredeščice in raziskave vsebnosti kovin v doma pridelani zelenjavi na področju občine Zagorje ob Savi so pokazale, da so koncentracije arzena v tleh doline Kotredeščice povišane. Koncentracije arzena v doma pridelani zelenjavi pa so bile povišane tudi v drugih predelih vaše občine.

Arzen je zelo nevarna snov. Zato smo leta 2013 naredili oceno tveganja za zdravje ljudi; to je ocenili smo verjetnost, da bo pri izpostavljenosti arzenu prišlo do škodljivih posledic za zdravje. Ugotovili smo povečano tveganje za nastanek škodljivih učinkov na zdravje malčkov v primeru dolgotrajne izpostavljenosti. Da bi bilo možno tveganje bolj natančno opredeliti, smo predlagali, da se pri otrocih izvede biomonitoring; to je merjenje koncentracij kemikalij v telesnih tekočinah in tkivih. Na ta način se lahko opredeli izpostavljenost arzenu iz vseh možnih virov.

Na pobudo in v sodelovanju z vašo občino želimo v letu 2016 izvesti raziskavo, s katero nameravamo ugotoviti celotno izpostavljenost otrok arzenu, ugotoviti vire izpostavljenosti in narediti poglobljeno oceno tveganja za zdravje otrok v občini Zagorje ob Savi. Za ugotovitev celotne izpostavljenosti nameravamo **izmeriti koncentracije arzena v urinu otrok.**

K sodelovanju vabimo starše oz. skrbnike otrok starih od 3 do 5 let (rojnih leta **2011, 2012** ali **2013**), ki vsaj 3 leta stalno živijo v severnem delu občine na območjih vodotokov Kotredeščice, Medije in Orehovice, oziroma v južnem in zahodnem delu občine. Območja smo izbrali na podlagi preteklih analiz tal in vrtnin ter na podlagi razgovorov z geologi. Predvidevamo, da so prebivalci v severnem delu občine bolj izpostavljeni. Da bomo lahko čim bolj zanesljivo ovrednotili rezultate je **zelo pomembno, da pridobimo vzorce urina na vseh izbranih območjih.** V raziskavo ne moremo vključiti otrok, ki imajo bolezni ali stanja, zaradi katerih morajo redno jemati zdravila.

Po vaši privolitvi k sodelovanju, boste prejeli krajši vprašalnik in prehranski dnevnik ter lonček za urin vaših otrok. Za določanje koncentracij arzena v telesu smo izbrali urin, ker je urin možno pridobiti na neboleč način. Vzorci urina bodo pridobljeni na enak način, kot to poteka pri sistematskih zdravstvenih pregledih.

Srednji curek prvega **jutranjega urina** vašega otroka ujemite v lonček, ki ga boste prejeli. Datum in uro odvzema vzorca urina zabeležite na priloženi obrazec.

Za vzorce urina vaših otrok vas bomo prosili dvakrat, enkrat v spomladanskem času in drugič v jesenskem času. Na ta način nameravamo ugotoviti, ali uživanje doma pridelanih vrtnin in pogostejše zadrževanje na prostem prispeva k izpostavljenosti arzenu.

Na **dan pred odvzemom vzorca urina** vas bomo tudi prosili, da boste popisali vrsto in količino živil, ki jih bo vaš otrok zaužil ter izpolnili krajši vprašalnik o zadrževanju otrok na prostem oziroma v zunanjem okolju. Otrok naj **3 dni pred odvzemom urina ne je rib, lignjev, školjk, rakov ali druge morske hrane oziroma jedi, ki vsebujejo morsko hrano** (npr. ribja pašteta).

Prosimo, da nas o nameravanem odvzemu urina obvestite dan prej, da se bomo dogovorili za čas prevzema vzorca urina, kratkega vprašalnika in prehranskega dnevnika. Urin mora po odvzemu stati v hladilniku, vendar ne več kot 8 ur.

Dogovorili se bomo za ustrezen termin, ko bomo skupaj z vami izpolnili še vprašalnik o vašem bivalnem okolju, poklicu, hobijih in razvadah, ki so lahko vir izpostavljenosti vaših otrok kemičnim snovem, vključno z arzenom. Na ta način želimo pridobiti čim bolj temeljite podatke o morebitnih virih izpostavljenosti, ki so poleg bivalnega okolja še hrana, pitna voda in predmeti splošne rabe.

Vse vaše podatke bomo obravnavali kot zaupne. Vsak sodelujoči bo prejel **kodo**, pod katero bomo vodili vaše podatke in vzorce urina vaših otrok, tako da iz rezultatov ne bo možen vpogled v vaše osebne podatke. Za varnost podatkov bo poskrbljeno v skladu s predpisi o varovanju osebnih podatkov.

Izvajanje raziskave ne predstavlja tveganja za sodelujoče. Ključna obremenitev bo predvsem vaš časovni vložek pri podajanju podatkov o morebitnih virih izpostavljenosti vaših otrok. Pričakujemo, da bo raziskava zaključena februarja 2017. O rezultatih raziskave boste natančno obveščeni, če boste to želeli.

V primeru, da bo raziskava potrdila tveganje za zdravje otrok, bomo predlagali **redno, usmerjeno spremljanje zdravstvenega stanja otrok in dodatne ukrepe za zmanjševanje tveganja**. Ker je pobudnica prvotnih in nadaljnjih raziskav vaša občina, verjamemo, da bo občina izvajanje priporočenih ukrepov spodbujala in poskrbela za uveljavitev tistih ukrepov, ki so v njeni pristojnosti. Če naša prvotna ocena ne bo potrjena, pričakujemo, da bomo na podlagi rezultatov lahko **zmanjšali vašo zaskrbljenost**.

Raziskavo je 15. 3. 2016 odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko.

V primeru dodatnih vprašanj vas vljudno vabimo, da se obrnete na vodjo raziskave, dr. Lucijo Perharič, po e-pošti: lucija.perharic@nijz.si oziroma po telefonu [031 645 490](tel:031645490).

Priloga 3: Soglasje o prostovoljnem sodelovanju v raziskavi



Občina Zagorje ob Savi



CENTER ZA
ZDRAVSTVENO
EKOLOGIJO
Zaloška 29
SI-1000 Ljubljana
t +386 1 2441 489
f +386 1 2441 471
www.nijz.si
lucija.perharic@nijz.si
ID DDV:
SI 44724535
TRR:
0111006000043188

POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA ZA ZDRAVJE OTROK ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI ARZENU V OBČINI ZAGORJE OB SAVI

IZJAVA O ZAVESTNI IN SVOBODNI PRIVOLITVI

Spodaj podpisani/a _____, rojen/a _____, stanujoč/a _____, izjavljam, da sem bil/a ustno in pisno natančno seznanjen/a z namenom in potekom raziskave z naslovom **Poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi**. Prav tako sem bil/a natančno podučen/a o morebitnih koristih, neprijetnostih in obremenitvah.

V raziskavi sem pripravljen/a sodelovati prostovoljno ter soglašam, da v njej sodeluje moj otrok oz. rejenec/ka _____, rojen/a _____, stanujoč/a _____.

K sodelovanju me ni nihče silil. V primeru dodatnih vprašanj se lahko obrnem na odgovorno raziskovalko po telefonu: 031 645 490 oziroma po e-pošti: lucija.perharic@nijz.si.

Moji kontaktni podatki so

- telefon/mobitel: _____,
- e-pošta: _____.

Podpis starša oz. skrbnika:

Datum: _____

Ime, priimek in podpis preiskovalca:

Datum: _____

Ime, priimek in podpis polnoletne priče:

Datum: _____



Občina Zagorje ob Savi

POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA ZA ZDRAVJE OTROK ZARADI
IZPOSTAVLJENOSTI ARZENU V OBČINI ZAGORJE OB SAVI



**VPRAŠALNIK BOMO IZPOLNILI SKUPAJ NA VNAPREJ DOGOVORJENI DAN.
ZA ČIM BOLJ TEKOČE IZPOLNJEVANJE VAS PROSIMO, DA SI VPRAŠANJA PREJ OGLEDATE.**

Ime in priimek izpraševalca: _____

Kraj in datum izpolnjevanja vprašalnika:

Ime in priimek starša oz. skrbnika: _____

koda

1 SPLOŠNI PODATKI O OTROKU

1.1 Ime in priimek: _____

1.2 Spol: MOŠKI ŽENSKI

1.3 Datum rojstva: _____

1.4 Kraj rojstva: _____

1.5 Točen naslov - ulica, poštna številka in kraj prebivališča:

1.6 Otrok živi na zgoraj navedenem naslovu: OD ROJSTVA OD (datum): _____

1.7 Višina: _____ cm

1.8 Teža: _____ kg

2 ROJSTNI PODATKI OTROKA (Če se podatkov ne spomnite, jih najdete v materinski knjižici.)

2.1 Porodna teža (v gramih): _____

2.2 Porodna dolžina (v centimetrih): _____

2.3 Obseg glave (v centimetrih): _____

2.4 Način poroda: _____

2.5 Gestalna starost: DONOŠEN (37 – 40 tednov) NEDONOŠEN (< 37 tednov) PRENOŠEN (> 40 tednov)

V primeru odgovora NEDONOŠEN

Navedite gestalno starost (polni tedni): _____

2.6 Zdravstvene težave otroka ob porodu: DA NE

V primeru odgovora DA

Navedite zdravstvene težave: _____

3 PODATKI O BIVALIŠČU

3.1 Tip bivališča: ENOstanovanjska HIŠA VEČstanovanjska HIŠA BLOK DRUGO: _____

3.2 Število gospodinjstev v hiši: _____

3.3 Leto izgradnje bivališča: _____

3.4 Leto zadnje prenove bivališča: _____

3.5 Ali je bilo bivališče oziroma zemljišče (na katerem stoji bivališče) poplavljeno? DA NE NE VEM

V primeru odgovora DA Navedite leto: _____

3.6 Ali je v bližini vašega bivališča netlakovana cesta? DA NE

V primeru odgovora DA Navedite razdaljo netlakovana cesta - bivališče: _____

Kako pogosto se na tej cesti odvija promet: _____

3.7 Ali se otrok zadržuje samo v domačem gospodinjstvu? DA NE

3.8 Tip kurjave: DRVA PREMOG ELEKTRIKA OLJE PLIN DRUGO: _____

3.9 V katerem prostoru se otrok doma najpogosteje zadržuje:

OTROŠKA SOBA DNEVNA SOBA KUHINJA DRUGO: _____

3.10 V katerem prostoru doma otrok spi: OTROŠKA SOBA SPALNICA DRUGO: _____

3.11 Pogostost in način odstranjevanja prahu v vašem domu:

PROSTOR	POGOSTOST ODSTRANJEVANJA PRAHU
otroška soba	
bivalni prostori	
spalnica	
podstrešje	
klet	

Legenda:

Podrobnejša lokacija odstranjevanja prahu:

A- tla

B - stenske police

C - notranje okenske police

D - zunanje okenske police

E - zunanje površine omar

Način odstranjevanja prahu:

1 - suha krpa

2 - mokra krpa

3 - navadni sesalec

4 - vodni sesalec

5 - sesalec s HEPA filtrom

6 - metla

3.12 Ali otrok uživa doma (lokalno) pridelano zelenjavo oz. sadje? DA NE

V primeru odgovora DA Katero zelenjavo oz. sadje uživa otrok?

Katero vodo uporabljate za zalivanje?

VODOVODNO DEŽEVNICO LOKALNI VODOTOK _____ DRUGO: _____

3.13 Način oskrbe s pitno vodo:

- JAVNI VODOVOD _____, ki oskrbuje VEČ KOT 50 uporabnikov
 JAVNI VODOVOD _____, ki oskrbuje MANJ KOT 50 uporabnikov
 LASTNA OSKRBA (izvir, vodnjak, deževnica)
 JAVNI VODOVOD IN LASTNA OSKRBA
 DRUGO: _____

3.14 Ali doma in v njegovi okolici uporabljate sredstva za zatiranje škodljivcev (plevel, mrčes, glodavci, mikroorganizmi, plesni) in razkužila? DA NE

V primeru odgovora DA

Katera sredstva za zatiranje škodljivcev in razkužila uporabljate ter kako pogosto?

IME PROIZVODA*	TIP (vaba, obešanka, spray,...)	POGOSTOST UPORABE

*Opomba: * v kolikor sredstvo ni registrirano v Sloveniji, prepisi njegovo sestavo z embalaže.*

3.15 Ali doma in v njegovi okolici uporabljate sredstva za zaščito lesa? DA NE

V primeru odgovora DA

Katera sredstva za zaščito lesa uporabljate ter kako pogosto?

IME PROIZVODA *	TIP (olje, spray,...)	POGOSTOST UPORABE

*Opomba: * v kolikor sredstvo ni registrirano v Sloveniji, prepisi njegovo sestavo z embalaže.*

3.16 Ali v vaš dom prihaja pes oz. maček? DA NE

3.17 Ali imate doma nagačene živali? DA NE

4 PODATKI O ZDRAVSTVENEM STANJU

4.1 Ali ima otrok kakšno bolezen? DA NE

V primeru odgovora DA

Katero bolezen ima otrok?

4.2 Ali je bil otrok cepljen po programu cepljenja? DA NE

V primeru odgovora NE

Navedite odstopanja: _____

- 4.3 Ali se je otrok v preteklosti zdravil zaradi kakšne bolezni? DA NE

V primeru odgovora DA

Zaradi katere bolezni se je zdravil otrok?

BOLEZEN	ZDRAVILO	LETO

- 4.4 Ali ima otrok zdravstveno potrjeno alergijo ali intoleranco na živila? DA NE

V primeru odgovora DA

Katero alergijo ali intoleranco na živila ima otrok?

- 4.5 Ali je otrok v zadnjem letu užival zdravila? DA NE

V primeru odgovora DA

Katera zdravila je v zadnjem letu užival otrok in kako pogosto?

IME ZDRAVILA	POGOSTOST

5 PODATKI O ŽIVLJENJSKIH NAVADAH

- 5.1 Ali otrok obiskuje varstvo izven doma? DA NE

V primeru odgovora DA

Ime in naslov vrtca oz. zasebnega varstva: _____

Kako pogosto se v varstvu izven doma igra zunaj (igrišče, dvorišče): _____

Tla na igrišču/dvorišču: TRAVA ASFALT PESEK TLAKOVCI DRUGO: _____

- 5.2 Kaj otrok najraje počne?

DEJAVNOST	POGOSTOST IN TRAJANJE	LOKACIJA

5.3 Naštejte igrače, s katerimi se najpogosteje igra otrok in označite material, ki prevladuje:

IGRAČA	PREVLADUJOČ MATERIAL					
	LES	PLASTIKA	KOVINA	PAPIR	BLAGO	DRUGO (dopiši)

5.4 Ali je otrok pri svojih dejavnostih in igri izpostavljen kemičnim snovem? DA NE

V primeru odgovora DA Navedite kemične snovi: _____

5.5 Konjički staršev, zakonitih zastopnikov oz. drugih, pri katerih se otrok pogosto zadržuje:

	MATI	OČE			
KONJIČEK					
LOKACIJA					
POGOSTOST					
KONJIČEK					
LOKACIJA					
POGOSTOST					

5.6 Ali je otrok izpostavljen pasivnemu kajenju? DA NE OBČASNO

V primeru odgovora DA Kje je otrok izpostavljen pasivnem kajenju? DOMA IZVEN DOMA

6 PREHRANJEVALNE NAVADE OTROKA

6.1 Ali ste otroka kadarkoli dojili? DA NE

V primeru odgovora DA

Do katere starosti otroka (v mesecih) ste otroka izključno dojili? _____

Do katere starosti otroka (v mesecih) ste otroka delno dojili? _____

Koliko je bil otrok star (v mesecih), ko ste začeli uvajati mešano prehrano? _____

6.2 Količina riža, ki jo v povprečju zaužije otrok pri 1 obroku: _____

6.3 Ali je otrok užival prehranska dopolnila (vitamini, minerali, zeliščni pripravki, beljakovinski dodatki) v zadnjem letu? DA NE

V primeru odgovora DA

Katera prehranska dopolnila je vaš otrok užival in kako pogosto v zadnjem letu?

VRSTA DOPOLNILA (vitamini, minerali,...)	IME DOPOLNILA	POGOSTOST

7 PODATKI O ZAPOSLOTVI

7.1 Podatki o zaposlitvi (podatke o predzadnji zaposlitvi izpolni, če je od nje minilo manj kot 3 leta)

		1. ČLAN	2. ČLAN	3. ČLAN
Povezava z otrokom (mati, oče, babi,...)				
Stopnja izobrazbe				
Zadnja zaposlitev	Ime in naslov podjetja			
	Vrsta dela			
	Delovna doba (št. let, mesecev)			
	Rokovanje ali stik s kemičnimi snovmi	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
	<i>V primeru odgovora DA</i> Naštejte kemične snovi			
	Uporaba osebne varovalne opreme	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
<i>V primeru odgovora DA</i> Kdo opere osebno varovalno opremo	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	
Predzadnja zaposlitev	Ime in naslov podjetja			
	Vrsta dela			
	Delovna doba (št. let, mesecev)			
	Rokovanje ali stik s kemičnimi snovmi	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
	<i>V primeru odgovora DA</i> Naštejte kemične snovi			
	Uporaba osebne varovalne opreme	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
<i>V primeru odgovora DA</i> Kdo opere osebno varovalno opremo	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	

		4. ČLAN	5. ČLAN	6. ČLAN
Povezava z otrokom (mati, oče, babi,...)				
Stopnja izobrazbe				
Zadnja zaposlitev	Ime in naslov podjetja			
	Vrsta dela			
	Delovna doba (št. let, mesecev)			
	Rokovanje ali stik s kemičnimi snovmi	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
	<i>V primeru odgovora DA</i> Naštejte kemične snovi			
	Uporaba osebne varovalne opreme	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
<i>V primeru odgovora DA</i> Kdo opere osebno varovalno opremo	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	
Predzadnja zaposlitev	Ime in naslov podjetja			
	Vrsta dela			
	Delovna doba (št. let, mesecev)			
	Rokovanje ali stik s kemičnimi snovmi	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
	<i>V primeru odgovora DA</i> Naštejte kemične snovi			
	Uporaba osebne varovalne opreme	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
<i>V primeru odgovora DA</i> Kdo opere osebno varovalno opremo	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	<input type="checkbox"/> ZAPOSLENI <input type="checkbox"/> DELODAJALEC	

ODDALJENOST DOMA OD IZBRANIH OBRATOV OZIROMA PODJETIJ

(Izpolni raziskovalka pri vnosu tabele v bazo podatkov.)

PODJETJE / OBRAT	NASLOV	ODDALJENOST [kilometri]
nekdanji rudnik antimona - Brezje		
nekdanji rudnik antimona - Polšina		
nekdanji rudnik antimona - Znojile		
avtoodpad Feštanj	Zgornji Prhovec 7, 1411 Izlake	
BARTEC VARNOST, d.o.o.	Cesta 9. avgusta 59, 1410 Zagorje ob Savi	
ETI elektroelement, d.d.	Obrezija 5, 1411 Izlake	
EDOKOK, podjetje za galvanizacijo d.o.o.	Spodnje Izlake 2, 1411 Izlake	
EVJ Kisovec	Loke pri Zagorju, 1412 Kisovec	
IGM Zagorje, d.o.o.	Savska cesta 1, 1410 Zagorje ob Savi	
JP Komunala Zagorje, d.o.o.	Cesta zmage 57, 1410 Zagorje ob Savi	
kamnolom v Kisovcu		
Gobovc, d.o.o.	Loke 1, 1411 Izlake	
KUM-PLAST, d.o.o.	Loke pri Zagorju 11 A, 1410 Zagorje ob Savi	
odlagališče odpadkov		
Skitti ključavničarstvo in toplotna tehnika	Podlipovica 27, 1411 Izlake	
Vulkanizerstvo Priman	Orehovica 24, 1411 Izlake	
XELLA POROBETON SI, d.o.o.	Loke pri Zagorju 64, 1412 Kisovec	

PROSTOR ZA MOREBITNE PRIPOMBE



Občina Zagorje ob Savi

POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA ZA
ZDRAVJE OTROK ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI
ARZENU V OBČINI ZAGORJE OB SAVI



Ime in priimek otroka: _____

Datum rojstva otroka: ____ . ____ . ____

Kraj in datum izpolnjevanja vprašalnika:

koda

Arzen je lahko prisoten v živilih ter tudi v prahu, pitni vodi in sredstvih za osebno higieno, na kar se nanaša naslednjih 5 vprašanj.

KRAJŠI VPRAŠALNIK

1. Koliko **ur dnevno** je v povprečju preživel otrok **doma, v notranjih prostorih**, v zadnjem mesecu vključno s časom, ko je spal?

_____ ur/dan

2. Koliko **ur dnevno** je v povprečju preživel otrok **doma zunaj stanovanja** v zadnjem mesecu?

_____ ur/dan

3. Katera **sredstva za osebno higieno** (milo, šampon, gel za tuširanje, krema, mleko za telo, zobna pasta) je uporabljal vaš otrok in kako pogosto v zadnjem mesecu?

VRSTA SREDSTVA	BLAGOVNA ZNAMKA	POGOSTOST UPORABE
<i>npr. zobna pasta</i>	<i>npr. Vademecum Junior</i>	<i>npr. 2x/dan</i>

4. Koliko **litrov vode dnevno** (vključno s čajem, juho, kompotom, razredčenimi sirupi, ipd.) v povprečju spije vaš otrok?

LOKACIJA/EMBALAŽA	LITRI VODE na DAN [l/dan]
voda iz vodovoda	
voda iz vodnjaka	
voda iz kapnice	
steklenica	
plastenka	

5. Kako pogosto je vaš otrok užival naštetu **hrano** in **pijačo** v zadnjem mesecu? Kakšnega **izvora** je naštetá hrana in pijača **v večini primerov**?

	POGOSTOST UŽIVANJA							IZVOR		
	nikoli	1 - 3 dni /mesec	1 dan /teden	2 - 3 dni /teden	4 - 5 dni /teden	6 - 7 dni /teden	neznano	KUPLJENO	PRIDELANO DOMA*	ULOVLJENO
mleko in mlečni izdelki ¹										
sadje										
listnata solata ²										
špinača										
artičoka										
kreša										
repa										
korenje										
ohrovt										
pesa										
redkvica										
krompir										
čebula										
rdeče meso ³										
perutnina										
divjačina										
morske ribe ⁴										
morski sadeži										
sladkovodne ribe ⁵										
pšenični izdelki ⁶										
riž in riževi izdelki ⁷										
riževo mleko										
mineralna voda										
sadni sok										

Opombe: *hrana pridelana doma oz. pri sosedih ali sorodnikih

¹ mlečni izdelki: sir, maslo, smetana, sladoleđ, jogurt, skuta,...

² listnata solata: endivija, radič, motovilec, berivka,...

³ rdeče meso: goveje meso, teletina, svinjina,...

⁴ morske ribe: tuna, sardine, skuša, losos, inčuni,...

⁵ sladkovodne ribe: postrv, šarenka, lipan,...

⁶ pšenični izdelki: kruh, pekovsko pecivo, moka, zdrob,...

⁷ riževi izdelki: kosmiči, vafliji,...



Občina Zagorje ob Savi

POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA ZA
ZDRAVJE OTROK ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI
ARZENU V OBČINI ZAGORJE OB SAVI



Nacionalni inštitut
za javno zdravje

OTROKOV ENODNEVNI PREHRANSKI DNEVNIK

*vse, kar vaš otrok poje in popije
na dan pred odvzemom jutranjega urina*

Ime in priimek otroka: _____

Datum rojstva otroka: ____ . ____ . ____

koda

Prehranski dnevnik je izpolnjen za spodaj zapisani dan in datum.

Dan v tednu:

PONEDELJEK TOREK SREDA ČETRTEK PETEK SOBOTA NEDELJA

Datum:

____ . ____ . ____

Prosimo, da otrok TRI DNI pred odvzemom urina ne je rib, lignjev, školjk, rakov oz. druge morske hrane. Če bi se slučajno zgodilo, da bi otrok TRI DNI pred odvzemom urina zaužil ribe, lignje, školjke, rake oz. drugo morskno hrano; navedite datum, uro in približno količino: _____

Kazalo

1 PREDSTAVITEV PREHRANSKEGA DNEVNIKA	1
1.1 Navodila za izpolnjevanje prehranskega dnevnika vašega otroka	1
1.1.1 Splošni napotki	1
1.1.2 Kaj morate zapisovati?	2
1.2 Primeri izpolnjenega dnevnika	3
2 TABELE ZA IZPOLNJEVANJE PREHRANSKEGA DNEVNIKA VAŠEGA OTROKA	6
2.1 Pred zajtrkom	6
2.2 Zajtrk.....	7
2.3 Dopoldanska malica	8
2.4 Kosilo	9
2.5 Popoldanska malica.....	10
2.6 Večerja.....	11
2.7 Prigrizki po večerji ali nočno hranjenje	12
3 TABELI ZA ZAPIS SESTAVIN DOMA PRIPRAVLJENIH JEDI	13
4 TABELA ZA IZPOLNJEVANJE VNOSA PREHRANSKIH DOPOLNIL	15
5 KOMENTARJI.....	15

1 PREDSTAVITEV PREHRANSKEGA DNEVNIKA

Pred vami je **enodnevni prehranski dnevnik** vašega otroka, ki sodeluje v raziskavi Nacionalnega inštituta za javno zdravje in Občine Zagorje ob Savi »Poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi«.

Na naslovni strani zapišite dan in datum, za katerega boste izpolnjevali otrokov prehranski dnevnik. Izpolnjen prehranski dnevnik boste oddali raziskovalki skupaj z vzorcem urina vašega otroka. Preiskovalka bo vse, kar je vaš otrok pojedel in popil na izbrani dan, zabeležila in podatke shranila za obdelavo. Vsi podatki povezani z vašim otrokom bodo shranjeni pod identifikacijsko številko, ki bo znana samo preiskovalkam.

V primeru vprašanj ali potrebe po **dodatnih informacijah**, se lahko obrnete na vodjo raziskave, zdravnico, dr. Lucijo Perharič po e-pošti: lucija.perharic@nijz.si ali po telefonu: 031 645 490.

Prosimo, da pred začetkom izpolnjevanja prehranskega dnevnika natančno preberete navodila.

1.1 Navodila za izpolnjevanje prehranskega dnevnika vašega otroka

1.1.1 Splošni napotki

V prehranski dnevnik je potrebno zapisati **vse**, kar je vaš **otrok pojedel in popil** na **dan pred odvzemom vzorca urina**. V dnevnik ne zapisujete zaužite hrane in pijače vseh družinskih članov. Zapišite le zaužito hrano in pijačo vašega otroka, ki sodeluje v raziskavi.

Lahko se zgodi, da ima na izbrani datum vaš otrok neobičajen vnos hrane zaradi izrednega dogodka (npr. zabava ali bolezen). V tem primeru morate vseeno zapisati vse, kar je otrok ta dan zaužil oziroma njegov **dejanski** vnos. Na izredni dogodek opozorite preiskovalko, ki bo prevzela prehranski dnevnik.

Otrok naj se na izbrani dan prehranjuje tako, kot bi se tudi v primeru neizpolnjevanja prehranskega dnevnika.

Zabeležite vsak gržljaj hrane ali požirek pijače vašega otroka. Ne pozabite zabeležiti manjših količin, kot so npr. sladkarije, požirek vode ter gržljaj jabolka ali torte.

Izbrani datum se začne s trenutkom, ko se otrok zjutraj zbudi in se konča, ko se otrok zbudi naslednji dan. Zabeležite tudi hrano in pijačo, ki jo je otrok morda zaužil ponoči.

Najlažje vam bo, če boste prehranski dnevnik izpolnjevali sproti oziroma takoj po otrokovem zaužitju hrane ali pijače, da ne boste na koncu česa pozabili.

Za pomoč pri ocenjevanju in čim bolj natančnemu določanju zaužitih količin ste prejeli slikovno gradivo z velikostmi porcij hrane. Pozorni bodite na količine ali oznake, ki so zapisane pod slikami.

Lahko se zgodi, da otrok na izbrani dan ni z vami ves dan in del dneva preživi v vrtcu, dnevnem varstvu, pri prijateljih ali sorodnikih. Osebam, ki v tistem času pazijo na otroka razložite, da otrok sodeluje v raziskavi. Prosite jih, da si na list zabeležijo vse, kar otrok poje in popije v času, ko pazijo nanj. Ko pridete po vašega otroka, jih prosite za list in jih povprašajte ali so zabeležili vso hrano in pijačo. V primeru, da je potrebno še kaj zapisati, jih prosite za podrobnosti hrane in pijače ter vse dopišite v tabele.

Dnevnik je razdeljen na 7 prehranjevalnih obdobij. V tabele je potrebno zabeležiti vse, kar otrok poje in popije med glavnimi obroki (zajtrk, kosilo, večerja), kot tudi vmesne obroke (pred zajtrkom, dopoldanska

malica, popoldanska malica, prigrizki po večerji ali nočno hranjenje). Vsakemu obroku je v dnevniku namenjena po 1 tabela.

1.1.2 Kaj morate zapisovati?

Obroke svojega otroka smiselno razporedite v predlagane tabele. Če vaš otrok za posamezni glavni ali vmesni obrok ni nič pojedel ali popil, obkljukajte kvadrat v desnem zgornjem kotu nad tabelo in pojdite na naslednji obrok.

Za vsak obrok, ki ga vaš otrok kjerkoli zaužije, prosimo zabeležite:

- začetni čas zaužitja;
- lokacijo zaužitja;

Označite možnost »DRUGO«, če ne ustreza nobena izmed napisanih lokacij (DOM, VRTEC/DNEVNO VARSTVO, PRI PRIJATELJIH/SORODNIKI, RESTAVRACIJA). Lokacijo nato sami dopišite na črto (.....). Možnost »RESTAVRACIJA« vključuje vse lokacije, kjer se ponuja hrana in pijača, npr. okrepčevalnica, kavarna, restavracija s hitro prehrano, samopostrežna restavracija, bar, ipd.

- ime hrane ali pijače (stolpec "HRANA ALI PIJAČA«, npr. jogurt, jabolko, kruh, juha, mlečna kaša), nato sledi opis hrane ali pijače (stolpec »OPIS HRANE ALI PIJAČE«);
- količino, ki jo je otrok zaužil.

V stolpec »OPIS HRANE ALI PIJAČE« je potrebno čim bolj natančno opisati hrano ali pijačo. **Opis naj bo čim bolj podroben in natančen, da je mogoče iz opisa nato hrano ali pijačo prepoznati ali poiskati v trgovini.** Npr. špageti z mesno polivko, sadni jogurt MU - okus jagoda.

V primeru pripravljene hrane zapišite v stolpec tudi način priprave, npr. kuhano, ocvrto, prepraženo, pripravljeno v mikrovalovni pečici. Zapišite tudi vrsto (lahko tudi znamko) maščobe, ki ste jo uporabili za kuhanje.

Če je možno, shranite **prazno embalažo** hrane in pijače, ki jih je otrok zaužil ta dan. Prazno embalažo boste skupaj z izpolnjenim prehranskim dnevnikom in vzorcem urina oddali raziskovalki.

V stolpec "ZAUŽITA KOLIČINA" zapisujte čim bolj **natančno količino**, ki jo vaš otrok zaužije. Če ste otroku natočili v kozarec 2 decilitra mleka, vendar je otrok popil samo 1 deciliter: napišite v stolpec 1 deciliter.

Zaužite količine zapisujte na način, ki se vam zdi najbolj primeren. Obstajajo različni načini:

- pomagajte si s slikovnim gradivom, ki ste ga prejeli in iz njega prepisite izbrano številko/črko slike;
- z enotami (kos kruha, kos sadja, pol banane ipd.);
- v gospodinjskih merah (kozarci, skodelice, skledice ipd.) ali z različnimi žlicami (žlice, žličke ipd.);
- v gramih ali mililitrih, če je podatek zapisan na embalaži.

Sestavine doma pripravljenih jedi (stran 13 in 14)

V primeru, da je otrok zaužil doma pripravljene jedi, zapišite sestavine na straneh 13 in 14. Opišite vse uporabljene sestavine (vključno z maščobo za kuhanje) in njihove količine.

Prehranska dopolnila (stran 15)

Na strani 15 označite, ali je vaš otrok ta dan vzel vitamine, minerale ali druga prehranska dopolnila (zeliščne tablete, sirupe, tinkture, proteinske pripravke, energijske pripravke ipd.). V primeru odgovora DA, zapišite ime prehranskega dopolnila, proizvajalca in zaužito količino (število tablet, žličk, kapljic).

Komentarji (stran 15)

Na strani 15 je spodaj prazen prostor za vaše komentarje. To stran lahko uporabite tudi v primeru, če vam je zmanjkalo prostora pri izpolnjevanju prehranskega dnevnika na katerikoli drugi strani.

1.2 Primeri izpolnjenega dnevnika

Na straneh 3 in 4 so prikazane izpolnjene tabele za zajtrk, dopoldansko malico in večerjo.

Na strani 5 sta prikazani izpolnjeni tabeli za sestavine doma pripravljenih jedi in za prehranska dopolnila.

Opomba: Izpolnjene tabele so vam samo v pomoč, da lahko vidite, na kakšen način je potrebno tabele izpolnjevati. To ni mišljeno kot primer, kako bi moral na ta dan jesti vaš otrok!

Zajtrk

V primeru, da vaš otrok ni nič zaužil za zajtrk, prosimo obkljukajte kvadrat

Čas zajtrka: 07 h 45 min

Lokacija zajtrka: DOM VRTEC / DNEVNO VARSTVO PRI PRIJATELJIH/SORODNIKI RESTAVRACIJA DRUGO:.....

HRANA ali PIJAČA	OPIS HRANE ali PIJAČE polno ime izdelka (znamka in tip/okus), embalaža, način priprave	ZAUŽITA KOLIČINA (številka/črka slike v slikovnem gradivu; kozarec/skodelica itd.; žlica/žlička itd.; utežne ali volumske enote)
kruh	stoletni kruh s semeni, Žito, v papirnati embalaži	1 kos
mlečni namaz z zelišči	mlečni namaz z zelišči, MU, Ljubljanske mlekarne, v plastičnem lončku	slika 707-4
kruh	beli hlebček, Pekarna Grosuplje, v plastični embalaži	1 kos
maslo	maslo MU, Ljubljanske mlekarne, v kovinski foliji	slika 707-5
mleko	Alpsko mleko s 3,5% maščobe, Ljubljanske mlekarne, v tetrapaku	200 ml ali 2 dcl ali 0,2 l

Dopoldanska malica

V primeru, da vaš otrok dopoldne ni nič zaužil, prosimo obkljukajte kvadrat

ČAS (ura)	LOKACIJA	HRANA ali PIJAČA	OPIS HRANE ali PIJAČE polno ime izdelka (znamka in tip/okus), embalaža, način priprave	ZAUŽITA KOLIČINA (številka/črka slike v slikovnem gradivu; kozarec/skodelica itd.; žlica/žlička itd.; utežne ali volumske enote)
	DOM VRTEC/ DNEVNO VARSTVO PRI PRIJATELJIH /SORODNIKI RESTAVRACIJA DRUGO:			
10:00	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	jabolko	olupljeno	1 majhno jabolko
11:00	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	breskov sok	Fructal PINGO, v tetrapaku	200 ml ali 2 dl ali 0,2 l
12:15	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> ulica.....	žitna ploščica	Frutabela, Classic, jagoda, v plastičnem ovoju	30 gramov ali 3 dkg

Večerja

V primeru, da vaš otrok ni nič zaužil za večerjo, prosimo obkljukajte kvadrat

Čas večerje: 17 h 45 min

Lokacija večerje: DOM VRTEC / DNEVNO VARSTVO PRI PRIJATELJIH/SORODNIKI RESTAVRACIJA DRUGO:.....

HRANA ali PIJAČA	OPIS HRANE ali PIJAČE polno ime izdelka (znamka in tip/okus), embalaža, način priprave	ZAUŽITA KOLIČINA (številka/črka slike v slikovnem gradivu; kozarec/skodelica itd.; žlica/žlička itd.; utežne ali volumske enote)
špageti bolognese	špageti (glej tabelo z opisom sestavin)	slika 725-4
	omaka bolognese (glej tabelo z opisom sestavin)	slika 716-3
kumara	sveža, olupljena, nepakirana	10 cm
jagodni jogurt	Zelene doline, sadni jogurt z vanilijo in podloženimi jagodami	150 gramov ali 15 dkg
voda	voda iz pipe	200 ml ali 2 dcl ali 0,2 l

Sestavine doma pripravljenih jedi

IME JEDI	SESTAVINE	OPIS SESTAVIN polno ime izdelka (znamka in tip/okus), embalaža, način priprave	KOLIČINA SESTAVIN, UPORABLJENIH ZA CELOTNO JED
špageti bolognese	špageti mleto meso čebula sladka paprika mleta mešana zelenjava morska sol sončnično olje paradižnikova omaka	Barilla špageti, v kartonski škatli, kuhani Celjske mesnine, sveže mleto mešano meso, v plastični embalaži, prepraženo bela, sveža, nepakirana, popražena Podravka, v stekleni embalaži, popražena čebula, česen, korenje, paradižnik, paprika ipd., popražena Droga, v kartonski embalaži TUŠ, v plastični steklenici Barilla, paradižnikova omaka z zelenjavo, v steklenem kozarcu	350 gramov ali 35 dkg (surovi) 350 gramov ali 35 dkg (surovo) 1 čebula, povprečne velikosti 1 paprika, velika 250 gramov ali 25 dkg (brez neužitnih delov) ščepec 2 žlici 400 gramov

Prehranska dopnila

Ali je vaš otrok danes vzel vitamine, minerale ali druga prehranska dopnila?

ne

da -> prosimo, da v tabelo zapišite vzeta prehranska dopnila

VRSTA DOPOLNILA	POLNO IME BLAGOVNE ZNAMKE	UPORABLJENA KOLIČINA NA TA DAN (npr. kapljice, žlice, žličke, tablete, kapsule, vrečke)
vitamini in minerali	Krka, Obložene tablete Pikovit 4+	4 tablete

3 TABELI ZA ZAPIS SESTAVIN DOMA PRIPRAVLJENIH JEDI

Na straneh 13 in 14 zapišite sestavine doma pripravljenih jedi, ki jih je zaužil vaš otrok in jih količinsko ovrednotite.

IME JEDI	SESTAVINE	OPIS SESTAVIN polno ime izdelka (znamka in tip/okus), embalaža, način priprave	KOLIČINA SESTAVIN, UPORABLJENIH ZA CELOTNO JED

IME JEDI	SESTAVINE	OPIS SESTAVIN polno ime izdelka (znamka in tip/okus), embalaža, način priprave	KOLIČINA SESTAVIN, UPORABLJENIH ZA CELOTNO JED

4 TABELA ZA IZPOLNJEVANJE VNOSA PREHRANSKIH DOPOLNIL

Ali je vaš otrok danes vzel vitamine, minerale ali druga prehranska dopolnila?

ne

da -> prosimo, da v tabelo zapišite vzeta prehranska dopolnila

VRSTA DOPOLNILA	POLNO IME BLAGOVNE ZNAMKE	UPORABLJENA KOLIČINA NA TA DAN (npr. kapljice, žlice, žličke, tablete, kapsule, vrečke)

5 KOMENTARJI

Navodila staršem za sodelovanje v raziskavi

Poglobljena ocena tveganja za zdravje otrok zaradi izpostavljenosti arzenu v občini Zagorje ob Savi

Za vzorčenje ste prejeli:

- obrazec s podatki o vzorcu urina,
- krajši vprašalnik,
- prehranski dnevnik s slikovnim gradivom,
- lonček za otrokov urin.

Otrok naj *3 dni pred odvzemom* urina **ne je rib, lignjev, školjk, rakov** ali **druge morske hrane** oziroma jedi, ki vsebujejo morsko hrano (npr. ribja pašteta).

Morska hrana lahko vsebuje precej arzena, ki pa je v nestrupeni obliki. Arzen v morski hrani tako ni skrb vzbujajoč, zato ne želimo, da je te vrste arzen prisoten v vzorcu urina.

Na *dan pred odvzemom* urina v **prehranski dnevnik** zapisujte vrsto in količino hrane in pijače, ki jo bo vaš otrok zaužil ter izpolnite **krajši vprašalnik**.

Prosimo, da nas o nameravanem odvzemu urina obvestite *vsaj dan pred odvzemom* urina (dr. Lucija Perharič, 031-645-490), da se dogovorimo za čas prevzema vzorca urina, krajšega vprašalnika in prehranskega dnevnika.

Srednji curek **prvega jutranjega urina** otroka ujemite v lonček, ki ste ga prejeli. Datum in uro odvzema vzorca urina zabeležite na **obrazec s podatki o vzorcu urina**. Urin mora po odvzemu stati v hladilniku, vendar ne več kot 8 ur.

S krajšim in okoljskim vprašalnikom ter prehranskim dnevnikom želimo pridobiti čim bolj temeljite podatke o morebitnih virih izpostavljenosti arzenu. Pridobljeni podatki bodo ključni za ugotavljanje virov izpostavljenosti in pripravo priporočil za zmanjšanje izpostavljenosti.



Občina Zagorje ob Savi



CENTER ZA
ZDRAVSTVENO
EKOLOGIJO
Zaloška 29
SI-1000 Ljubljana
t +386 31 645 490
f +386 1 2441 471
www.nijz.si
lucija.perharic@nijz.si
ID DDV:
SI 44724535
TRR:
011006000043188

**POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA ZA ZDRAVJE OTROK
ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI ARZENU V OBČINI ZAGORJE OB SAVI**

PODATKI O VZORCU URINA

Ime in priimek otroka: _____

koda

POMEMBNO!

Vzorec mora biti 8 UR OD ODVZEMA zamrznjen, zato prosimo, da nas obvestite vsaj dan pred odvzemom vzorca urina na številko 031 645 490, da se dogovorimo za ustrezno uro prevzema. Do našega prevzema mora biti vzorec urina shranjen v hladilniku.

IZPOLNI STARŠ oz. SKRBNIK

ODVZEM VZORCA URINA

Ulica, poštna številka in kraj odvzema: _____

Datum in ura odvzema: _____

Ime in priimek prisotne polnoletne osebe: _____

Temperatura hladilnika (če je znana): _____

IZPOLNI RAZISKOVALKA

PREVZEM VZORCA URINA

Datum in ura prevzema: _____

Vzorec prevzel: _____

SHRANJEVANJE VZORCA URINA na NIJZ

Število epruvt: _____

Datum in ura začetka shranjevanja: _____

Datum in ura konca shranjevanja: _____

DOSTAVA VZORCA V LABORATORIJ

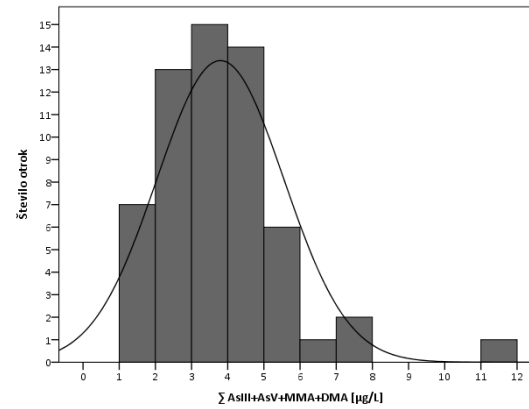
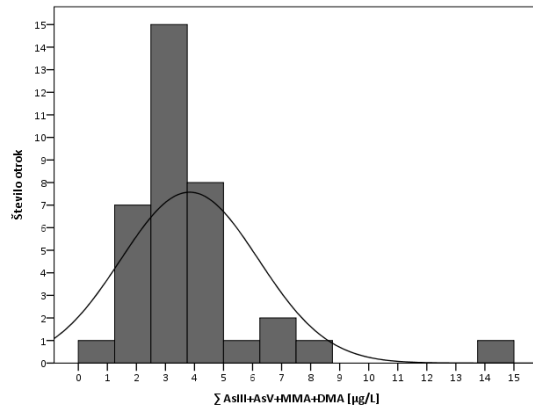
Datum in ura dostave: _____

Slika 9.1: Frekvenčna porazdelitev koncentracij anorganskega arzena v urinu [$\mu\text{g/L}$] otrok po starosti za a) pomladno vzorčenje in b) jesensko vzorčenje

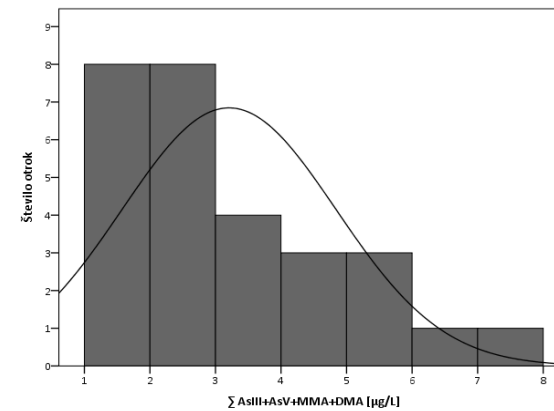
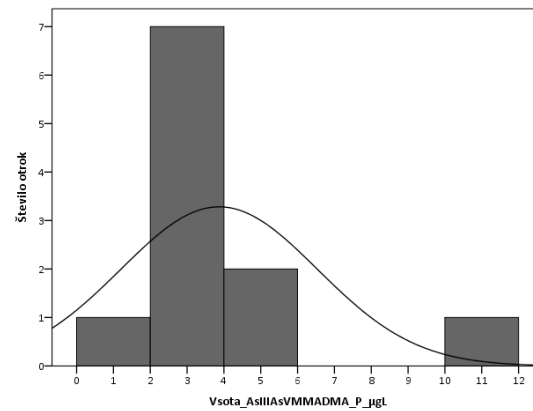
a) Pomladno vzorčenje

b) Jesensko vzorčenje

Otroci stari od 3 do 5 let



Otroci stari od 6 do 12 let



Legenda

As_{III} - arzenit

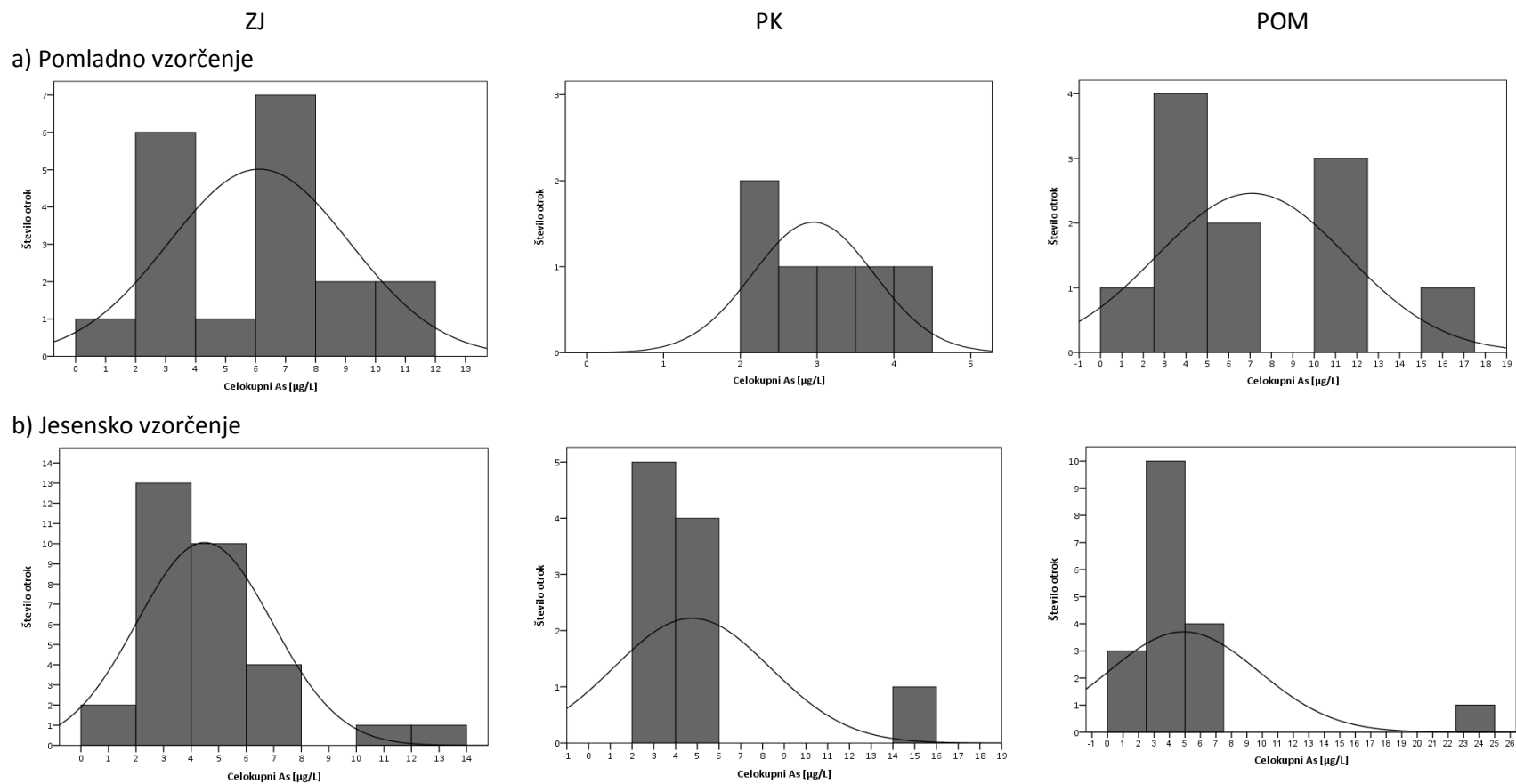
As_v - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

- krivulja normalne porazdelitve

Slika 9.2: Frekvenčna porazdelitev koncentracij celokupnega arzena v urinu [$\mu\text{g/L}$] otrok starih od 3 do 5 let za a) pomladno vzorčenje in b) jesensko vzorčenje po opazovanih območjih



Legenda

As - arzen

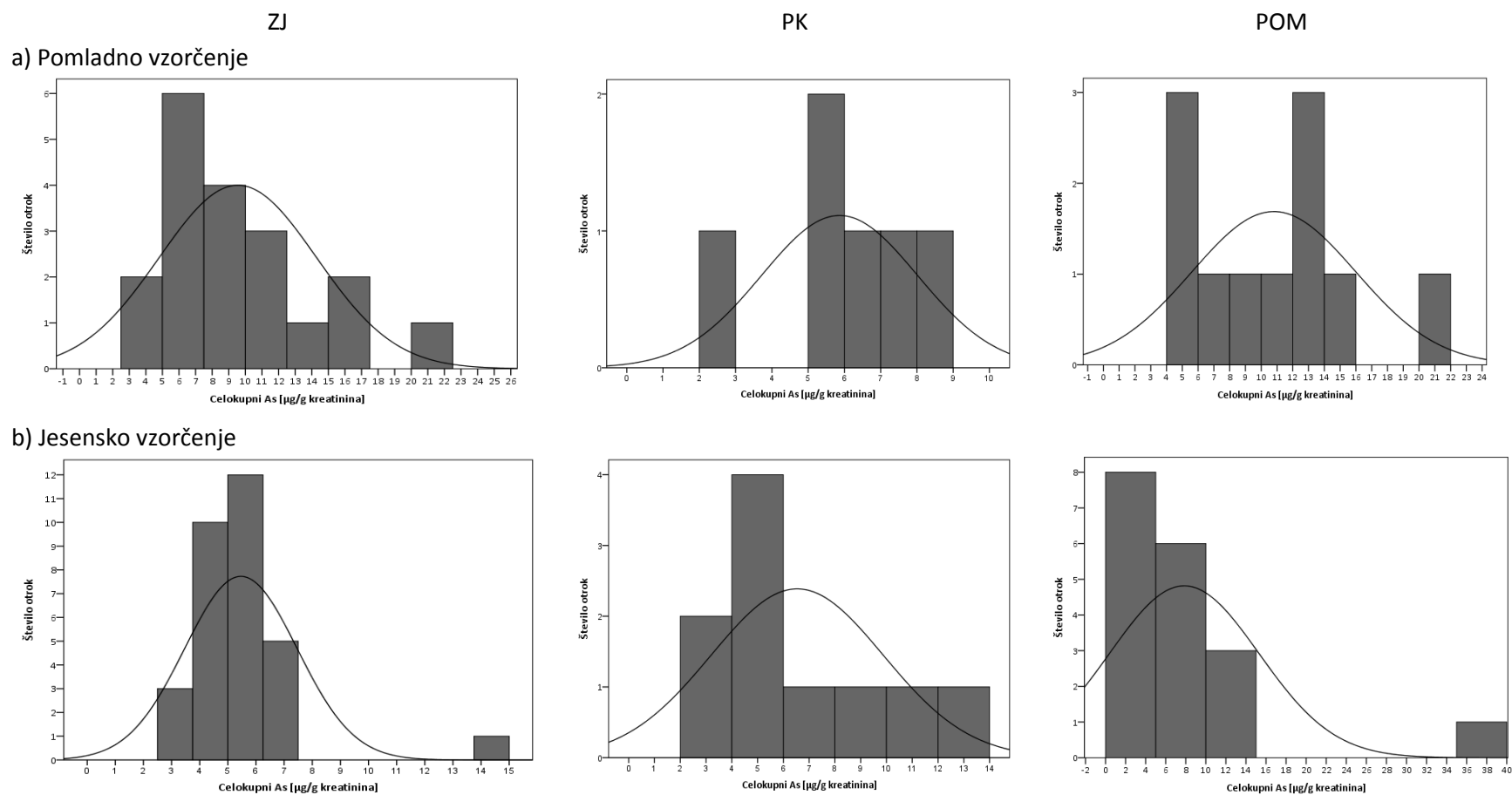
- krivulja normalne porazdelitve

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Slika 9.3: Frekvenčna porazdelitev koncentracij celokupnega arzena v urinu [$\mu\text{g/g}$ kreatinina] otrok starih od 3 do 5 let za a) pomladno vzorčenje in b) jesensko vzorčenje po opazovanih območjih



Legenda

As - arzen

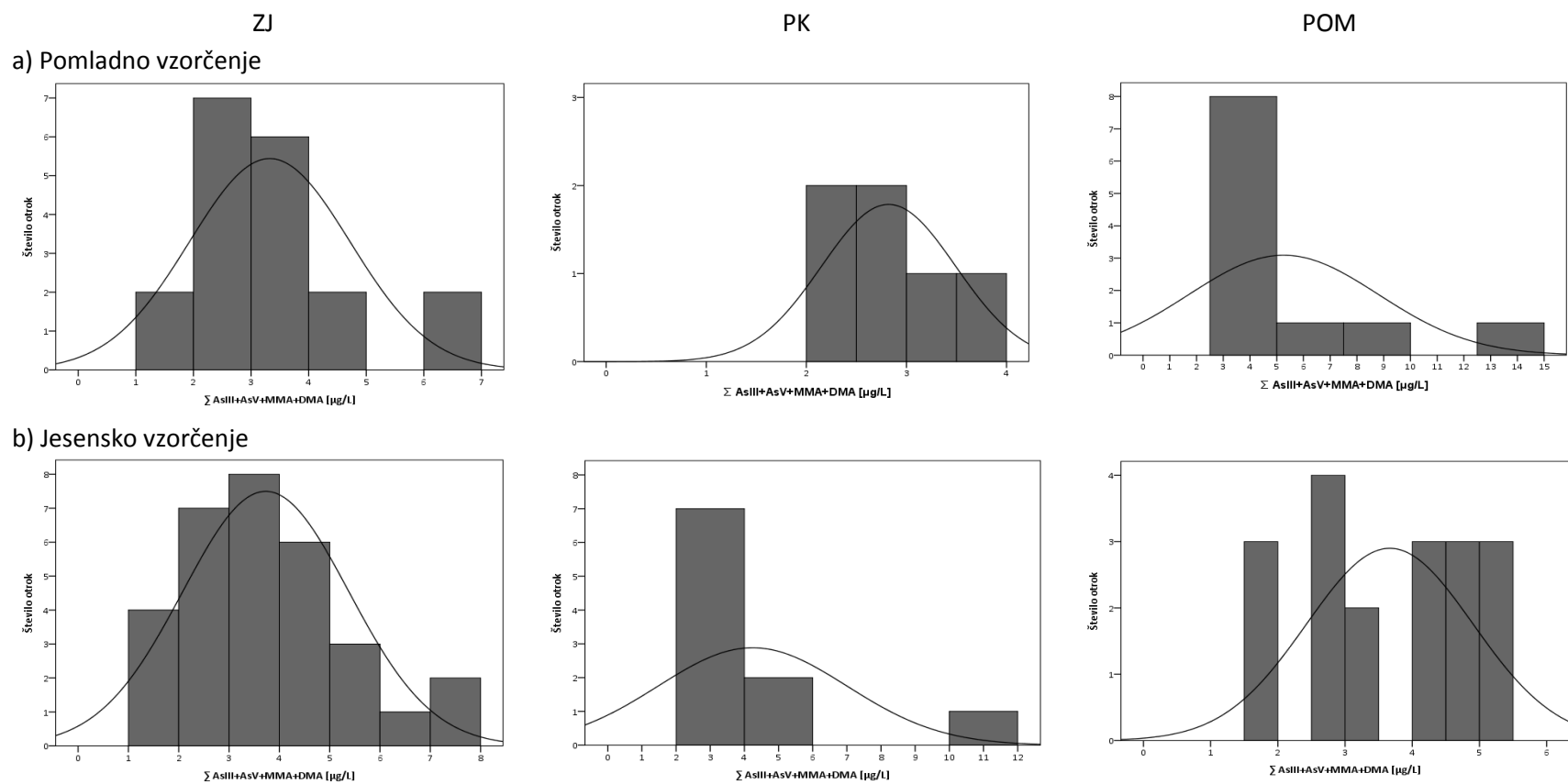
- krivulja normalne porazdelitve

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Slika 9.4: Frekvenčna porazdelitev koncentracij anorganskega arzena v urinu [$\mu\text{g/L}$] otrok starih od 3 do 5 let za a) pomladno vzorčenje in b) jesensko vzorčenje po opazovanih območjih



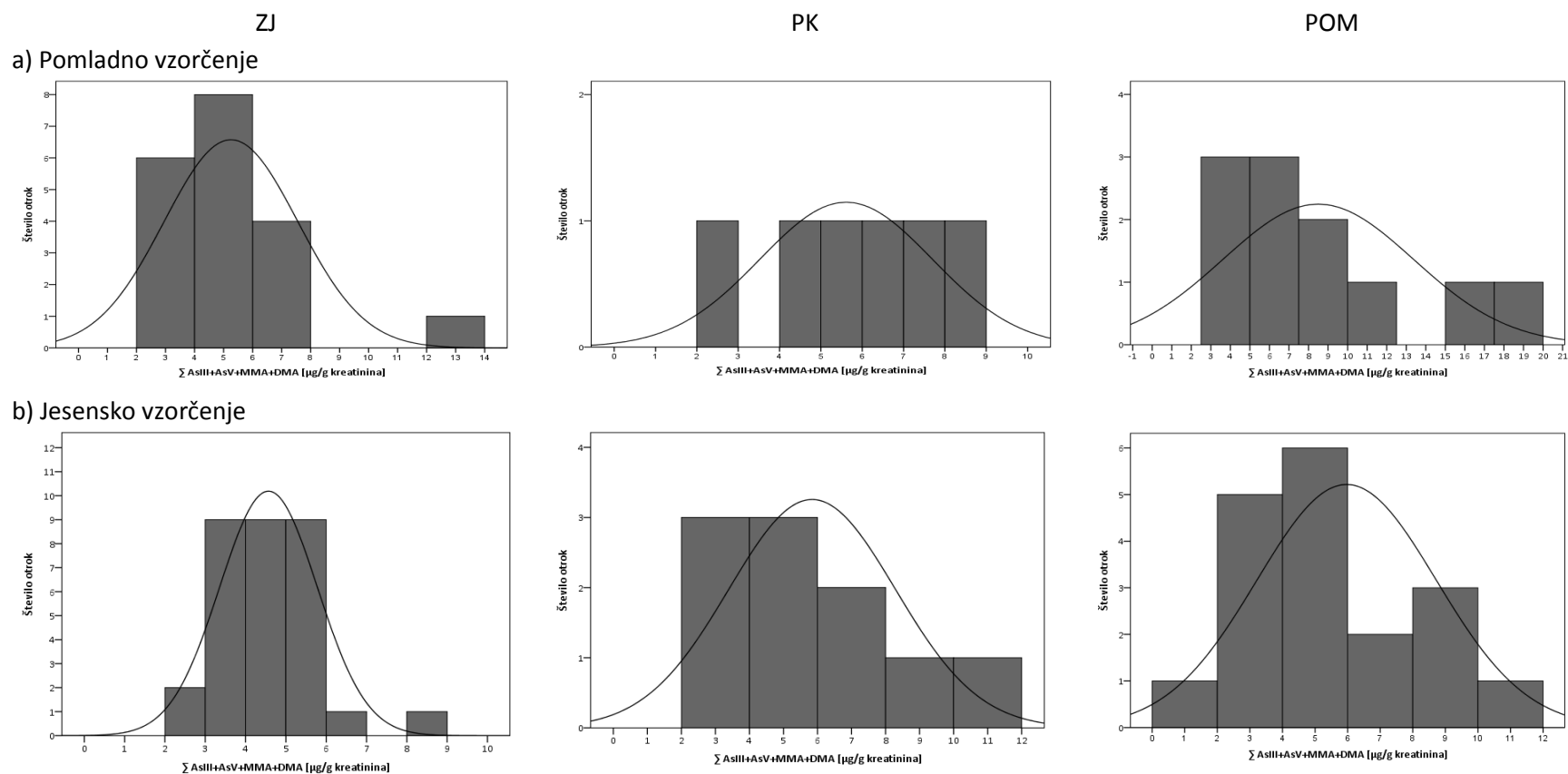
Legenda

As_{III} - arzenit
As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina
DMA - dimetilarzenova kislina
- krivulja normalne porazdelitve

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi
PK - porečje Kotredeščice
POM - porečje Orehovice in Medije

Slika 9.5: Frekvenčna porazdelitev koncentracij anorganskega arzena v urinu [$\mu\text{g/g}$ kreatinina] otrok starih od 3 do 5 let za a) pomladno vzorčenje in b) jesensko vzorčenje po opazovanih območjih



Legenda

As_{III} - arzenit
 As_V - arzenat
 MMA - monometilarzenova kislina
 DMA - dimetilarzenova kislina
 - krivulja normalne porazdelitve

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi
 PK - porečje Kotredeščice
 POM - porečje Orehovice in Medije

Tabela 9.1: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok po območjih, spomladi 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [µg/L]	ZJ	19	6,121	3,023	5,334	3,200	6,500	7,900	1,600	11,900
	VS	17	5,624	4,096	4,568	2,750	4,100	8,450	2,100	16,600
Celokupni As [µg/g kreatinina]	ZJ	19	9,546	4,739	8,569	6,170	7,950	11,930	3,600	21,500
	VS	17	9,058	4,922	7,911	5,330	7,360	12,550	2,400	21,900
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [µg/L]	ZJ	19	3,325	1,394	3,059	2,230	3,130	3,930	1,200	6,500
	VS	17	4,399	3,076	3,810	2,770	3,560	4,390	2,100	14,600
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [µg/g kreatinina]	ZJ	19	5,254	2,306	4,909	3,660	4,610	6,320	2,600	13,300
	VS	17	7,477	4,277	6,590	4,780	5,540	9,020	2,400	19,300

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

VS - vzhodni in severni del občine Zagorje ob Savi

Tabela 9.2: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok po območjih, jeseni 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [μg/L]	ZJ	31	4,487	2,459	3,986	2,600	4,100	5,300	1,600	13,000
	VS	28	4,854	4,372	3,985	2,950	3,700	4,900	1,500	23,600
Celokupni As [μg/g kreatinina]	ZJ	31	5,463	2,000	5,214	4,090	5,280	5,870	3,200	14,400
	VS	28	7,375	6,254	6,077	4,180	5,425	8,085	2,300	35,300
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/L]	ZJ	31	3,730	1,650	3,387	2,280	3,690	4,460	1,200	7,900
	VS	28	3,870	1,896	3,546	2,823	3,435	4,685	1,600	11,800
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/g kreatinina]	ZJ	31	4,568	1,213	4,419	3,700	4,560	5,310	2,100	8,800
	VS	28	5,923	2,603	5,390	3,798	5,595	7,478	1,800	11,600

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

VS - vzhodni in severni del občine Zagorje ob Savi

Tabela 9.3: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok po območjih z ločenim prikazom za porečje Kotredešnice, spomladi 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [µg/L]	ZJ	19	6,121	3,023	5,334	3,200	6,500	7,900	1,600	11,900
	PK	6	2,950	0,789	2,862	2,100	2,950	3,650	2,100	4,100
	POM	11	7,082	4,462	5,896	3,600	5,200	10,500	2,100	16,600
Celokupni As [µg/g kreatinina]	ZJ	19	9,546	4,739	8,569	6,170	7,950	11,930	3,600	21,500
	PK	6	5,865	2,151	5,457	4,493	5,760	7,700	2,400	8,700
	POM	11	10,800	5,196	9,686	5,380	11,070	13,420	4,700	21,900
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [µg/L]	ZJ	19	3,325	1,394	3,059	2,230	3,130	3,930	1,200	6,500
	PK	6	2,822	0,670	2,755	2,090	2,870	3,338	2,100	3,800
	POM	11	5,259	3,550	4,546	3,000	3,780	6,850	2,700	14,600
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [µg/g kreatinina]	ZJ	19	5,254	2,306	4,909	3,660	4,610	6,320	2,600	13,300
	PK	6	5,610	2,087	5,217	3,908	5,645	7,680	2,400	8,000
	POM	11	8,495	4,885	7,485	4,980	5,540	10,630	4,600	19,300

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredešnice

POM - porečje Orehovice in Medije

Tabela 9.4: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok po območjih z ločenim prikazom za porečje Kotredešnice, jeseni 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [µg/L]	ZJ	31	4,487	2,459	3,986	2,600	4,100	5,300	1,600	13,000
	PK	10	4,750	3,594	4,051	2,800	3,850	4,825	2,000	14,600
	POM	18	4,911	4,849	3,949	3,000	3,700	5,250	1,500	23,600
Celokupni As [µg/g kreatinina]	ZJ	31	5,463	2,000	5,214	4,090	5,280	5,870	3,200	14,400
	PK	10	6,535	3,343	5,888	4,063	5,330	8,833	3,100	13,500
	POM	18	7,842	7,454	6,185	4,160	5,525	8,600	2,300	35,300
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [µg/L]	ZJ	31	3,730	1,650	3,387	2,280	3,690	4,460	1,200	7,900
	PK	10	4,238	2,767	3,751	2,915	3,355	4,640	2,100	11,800
	POM	18	3,666	1,238	3,437	2,740	3,800	4,773	1,600	5,400
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [µg/g kreatinina]	ZJ	31	4,568	1,213	4,419	3,700	4,560	5,310	2,100	8,800
	PK	10	5,841	2,451	5,431	3,788	5,640	7,085	3,200	10,900
	POM	18	5,969	2,753	5,367	3,708	5,595	8,268	1,800	11,600

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredešnice

POM - porečje Orehovice in Medije

Tabela 9.5: Koncentracije anorganskega arzena v urinu glede na lokacijo bivanja

		$\sum \text{As}_{\text{III}} + \text{As}_{\text{V}} + \text{MMA} + \text{DMA}$ [$\mu\text{g/L}$]									
		POMLAD 2016					JESEN 2016				
		Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost	Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost
3–5 let		razdelitev na 2 območji (ZJ in VS)									
	ZJ	19	2,230	3,130	3,930	0,257	31	2,280	3,690	4,460	0,802
	VS	17	2,770	3,560	4,390		28	2,823	3,435	4,685	
		razdelitev na 3 območja (ZJ, PK in POM)									
	ZJ	19	2,230	3,130	3,930	0,067	31	2,280	3,690	4,460	0,965
	PK	6	2,090	2,870	3,338		10	2,915	3,355	4,640	
POM	11	3,000	3,780	6,850	18		2,740	3,800	4,773		

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Tabela 9.6: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu 6 do 12 letnih otrok, spomladi 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [μg/L]	PK	11	4,827	3,662	3,975	2,600	3,800	6,300	1,500	14,700
Celokupni As [μg/g kreatinina]	PK	11	6,664	3,798	5,687	4,260	6,690	7,330	1,700	15,700
\sum As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/L]	PK	11	3,868	2,674	3,349	2,190	2,990	4,740	1,900	11,300
\sum As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/g kreatinina]	PK	11	5,393	2,669	4,798	4,210	4,830	6,310	1,400	12,000

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

PK - porečje Kotredeščice

Tabela 9.7: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu 6 do 12 letnih otrok po območjih, jeseni 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [μg/L]	ZJ	10	3,630	1,238	3,443	2,575	3,350	4,800	2,100	5,700
	VS	18	4,106	3,092	3,314	1,975	3,050	5,825	1,100	13,700
Celokupni As [μg/g kreatinina]	ZJ	10	4,475	2,055	4,099	3,068	3,555	6,268	2,100	8,700
	VS	18	5,077	4,051	4,168	2,615	3,850	5,868	2,000	18,700
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/L]	ZJ	10	2,966	1,214	2,758	1,833	2,565	4,215	1,700	5,100
	VS	18	3,341	1,843	2,950	1,958	2,470	4,368	1,600	7,700
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/g kreatinina]	ZJ	10	3,569	1,681	3,279	2,250	2,975	4,760	2,200	6,900
	VS	18	4,514	3,957	3,703	2,320	3,850	5,073	1,700	19,400

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

VS - vzhodni in severni del občine Zagorje ob Savi

Tabela 9.8: Porazdelitev koncentracij celokupnega in anorganskega arzena v urinu od 6 do 12 letnih otrok po območjih z ločenim prikazom za porečje Kotredeščice, jeseni 2016

	Območje	Število vzorcev	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Geometrična sredina	P25	P50	P75	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost
Celokupni As [μg/L]	ZJ	10	3,630	1,238	3,443	2,575	3,350	4,800	2,100	5,700
	PK	13	3,269	1,592	2,956	1,950	3,000	4,350	1,500	6,800
	POM	5	6,280	4,984	4,463	1,700	6,900	10,550	1,100	13,700
Celokupni As [μg/g kreatinina]	ZJ	10	4,475	2,055	4,099	3,068	3,555	6,268	2,100	8,700
	PK	13	3,884	2,031	3,502	2,500	3,160	4,660	2,000	9,300
	POM	5	8,180	6,380	6,552	3,375	6,010	14,070	3,200	18,700
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/L]	ZJ	10	2,966	1,214	2,758	1,833	2,565	4,215	1,700	5,100
	PK	13	2,781	1,065	2,611	1,975	2,370	3,615	1,600	5,100
	POM	5	4,796	2,713	4,051	1,920	5,730	7,205	1,900	7,700
Σ As _{III} +As _V +MMA+DMA [μg/g kreatinina]	ZJ	10	3,569	1,681	3,279	2,250	2,975	4,760	2,200	6,900
	PK	13	3,354	1,386	3,090	2,155	3,140	4,625	1,700	5,500
	POM	5	7,532	6,710	5,927	3,710	4,970	12,635	2,800	19,400

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

ZJ - zahodni in južni del občine Zagorje ob Savi

PK - porečje Kotredeščice

POM - porečje Orehovice in Medije

Tabela 9.9: Koncentracije anorganskega arzena v urinu glede na starost in spol

		$\sum \text{As}_{\text{III}} + \text{As}_{\text{V}} + \text{MMA} + \text{DMA}$ [$\mu\text{g/L}$]									
		POMLAD 2016				JESEN 2016					
		Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost	Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost
3–5 let	dečki	17	2,725	3,600	4,270	0,616	31	3,140	4,000	4,840	0,044
	dekllice	19	2,430	3,130	3,930		28	2,205	2,985	4,195	
6–12 let	dečki	6	1,978	3,330	6,373	0,909	18	2,068	2,975	4,223	0,498
	dekllice	5	2,450	2,830	4,120		10	1,793	2,170	4,075	

Legenda

As - arzen

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

Tabela 9.10: Koncentracije anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok glede na prehranske vire

		$\sum As_{III}+As_V+MMA+DMA$ [$\mu\text{g/L}$]									
		POMLAD 2016					JESEN 2016				
		Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost	Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost
izvor vode za zalivanje vrta	kombinacija vode iz različnih virov ¹	21	2,675	3,320	4,390	0,776	40	2,685	3,610	4,413	0,789
	samo voda iz javnega vodovoda	15	2,430	3,170	3,840		19	2,780	3,420	4,750	
izvor pitne vode	ni samo voda iz javnega vodovoda ²	7	2,900	3,880	4,920	0,253	20	2,390	3,825	4,540	0,713
	samo voda iz javnega vodovoda	29	2,545	3,130	3,885		39	2,760	3,370	4,670	
količina surovega riža pri obroku ³	nad 40,1 g	12	2,398	3,725	5,753	0,265	22	2,938	3,970	5,200	0,132
	do 40,0 g	24	2,665	2,975	3,908		35	2,180	3,370	4,460	

Legenda

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

Opombe

¹Kombinacija javnega vodovoda, zasebnega vodovoda, deževnice in lokalnega vodotoka.

²Samo zasebni vodovod ali kombinacija zasebnega in javnega vodovoda.

³Količina surovega riža, ki ga v povprečju zaužije otrok pri 1 obroku.

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

Tabela 9.11: Koncentracije anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok glede na značilnosti bivališča

		$\sum As_{III}+As_V+MMA+DMA$ [$\mu\text{g/L}$]									
		POMLAD 2016					JESEN 2016				
		Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost	Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost
leto zadnje prenove bivališča	pred 31. 12. 2009	19	2,660	3,130	4,450	0,542	26	2,255	3,610	4,783	0,932
	po 1. 1. 2010	10	2,085	2,845	4,240		25	2,770	3,350	4,470	
netlakovana cesta v bližini bivališča	DA	24	2,488	3,150	3,753	0,120	37	2,520	3,940	4,680	0,557
	NE	12	2,760	4,085	6,390		22	2,750	3,360	4,270	
razdalja netlakovane ceste od bivališča	manj ali enako 50 metrov	16	2,280	2,975	3,653	0,383	22	2,925	4,105	5,243	0,181
	več ali enako 51 metrov	8	2,800	3,480	3,893		15	2,180	2,970	4,460	
pogostost prometa na netlakovani cesti	dnevno	17	2,545	3,320	3,830	0,534	26	2,753	3,970	4,675	0,806
	manj kot enkrat na dan	7	2,030	3,000	3,670		11	2,180	3,420	4,750	
tip kurjave	pričakujemo As ¹	27	2,430	2,950	3,930	0,019	47	2,620	3,370	4,240	0,089
	ne pričakujemo As ²	8	3,675	3,860	4,773		10	3,290	4,490	5,200	

Legenda

As_{III} - arzenit

As_V - arzenat

MMA - monometilarzenova kislina

DMA - dimetilarzenova kislina

As - arzen

Opombe

¹Energenti, kjer bi lahko pričakovali prisotnost As: drva, premog in kurilno olje.

²Energenti, kjer ne pričakujemo prisotnosti As: elektrika in plin.

P25 - 25. percentil

P50 - 50. percentil (mediana)

P75 - 75. percentil

Tabela 9.12: Koncentracije anorganskega arzena v urinu 3 do 5 letnih otrok glede na druge možne vire

		$\sum \text{As}_{\text{III}} + \text{As}_{\text{V}} + \text{MMA} + \text{DMA}$ [$\mu\text{g/L}$]									
		POMLAD 2016					JESEN 2016				
		Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost	Število vzorcev	P25	P50	P75	p-vrednost
sredstva za zatiranje škodljivcev ¹	DA	20	2,488	2,950	3,753	0,211	35	2,900	3,450	4,480	0,751
	NE	16	2,755	3,740	5,753		23	2,280	3,940	4,840	
sredstva za zaščito lesa ²	DA	20	2,683	3,225	4,390	0,789	31	2,620	3,370	4,630	0,544
	NE	16	2,488	3,365	3,870		28	3,050	3,610	4,555	
aktivnosti otrok	verjetnost vnosa As ³	19	2,660	3,560	3,930	0,900	34	2,535	3,570	4,323	0,480
	običajne aktivnosti	17	2,390	3,130	4,330		25	2,930	3,530	5,120	
hobiji staršev	možna izpostavljenost otrok As ⁴	14	2,920	3,800	5,198	0,071	23	2,180	4,240	5,180	0,324
	ni izpostavljenosti otrok As	22	2,380	2,925	3,795		36	2,810	3,410	4,195	
možen stik očeta z As na del. mestu ⁵	DA	13	2,445	3,640	5,180	0,194	23	3,340	4,000	4,840	0,030
	NE	20	2,493	2,925	3,665		33	2,230	3,020	4,235	

Legenda

As _{III} - arzenit	As - arzen
As _V - arzenat	P25 - 25. percentil
MMA - monometilarzenova kislina	P50 - 50. percentil (mediana)
DMA - dimetilarzenova kislina	P75 - 75. percentil

Opombe

¹ Uporaba sredstev za zatiranje škodljivcev (plevel, mrčes, glodavci, mikroorganizmi, plesni) in razkužil doma in v okolici doma.

² Uporaba sredstev za zaščito lesa doma in v okolici doma.

³ Aktivnosti otrok z večjo verjetnostjo vnosa arzena: igranje v pesku in vrtu, poljska opravila, barvanje lesenih izdelkov, aktivnosti v Europarku ob Kotredeščici in druge aktivnosti z možnostjo vnosa prahu.

⁴ Hobiji staršev in drugih oseb, pri katerih se otrok pogosto zadržuje z možno izpostavljenostjo arzenu: delo s kovinami, mizarjenje, vrtnarjenje, kmetijstvo, slikarstvo, ličenje, delo z elektroniko in elektrotehniko.

⁵ Možen stik očeta z As na delovnem mestu: delo v industriji (kovinska, elektrotehnična, elektronska, lesna, steklenih izdelkov); predelava in obdelava lesa; delo v kmetijstvu, rudarstvu, talilnicah kovin, kamnolomu in na bencinski črpalki, odlagališčih odpadkov; mizarji, tesarji, vzdrževalci in orodjarji; delo v proizvodnji sredstev za zaščito lesa in pesticidov.

Priloga 10: Doprinos arzena v vrtno zemljo zaradi zalivanja z vodo, ki vsebuje arzen



Nacionalni inštitut
za javno zdravje

Številka:

Ljubljana, 17. 10. 2016

CENTER ZA
ZDRAVSTVENO
EKOLOGIJO

Zaloška 29
SI-1000 Ljubljana
t +386 1 2441 578
f +386 1 2441 471

www.nijz.si
info@nijz.si

ID DDV:

SI 44724535

TRR:

011006000043188

Zadeva: Doprinos arzena v vrtno zemljo zaradi zalivanja z vodo, ki vsebuje arzen

Spoštovani.

V zvezi z vašim vprašanjem glede vnosa arzena (v nadaljevanju As) v zemljo vašega vrta pri zalivanju z vodo iz potoka, smo pridobili podatke s strani Občine Zagorje ob Savi o vsebnosti As v potoku. Predpostavili smo, da pri enkratnem zalivanju vrta s površino 100 m² porabite 1.000 litrov vode.

Obnašanje in usoda kemikalij v segmentih okolja ni dejavnost Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ), zato smo za pomoč pri izračunu prosili dr. Marka Zupana z Biotehniške fakultete.

Dr. Zupan je pripravil izračun ob upoštevanju naslednjih podatkov:

- analiza vode v spodnjem in zgornjem toku potoka
 1. potok - spodnji tok: arzen 1,1 µg/L
 2. potok - zgornji tok: arzen 1,2 µg/L
- za izračun smo izbrali izmerjeno vrednost As v spodnjem toku (1,1 µg/L) in še slabšo vrednost, kot je bila izmerjena v zgornjem toku (1,6 µg/L)
- površina vrta: 100 m²
- porabljena količina vode iz potoka pri enkratnem zalivanju vrta: 1.000 L.

Za preračun **doprinosa As** pri enkratnem zalivanju vrta s 1.000 litri vode iz potoka potrebujemo gostoto tal vrta. Gostote vrtnih tal so odvisne od sestave tal in se običajno gibljejo med 1,1 t/m³ in 1,4 t/m³. Za izračun predpostavimo gostoto 1,2 t/m³. Vrt s površino 100 m² do globine obdelave, kjer so tudi korenine rastlin (20 cm) tehta 24 t, pri bolj plitvi obdelavi (15 cm) vrt tehta 18 t.

Z enkratnim zalivanjem s 1.000 litri oz. 1 m³ vode, ki vsebuje 1,1 µg As/L oz. 1,6 µg As/L, bi na 100 m² vrta vnesli 1,1 mg As oz. 1,6 mg As. V Tabeli 1 je zapisan doprinos As na kg zemlje na vrtnu.

Tabela 3: Doprinos arzena na kg zemlje

As V VODI	DODAN As Z ZALIVANJEM 1.000 L VODE	DOPRINOS NA KG ZEMLJE		POTREBNA KOLIČINA VODE [L] ZA POVEČANJE VSEBNOSTI As V ZEMLJI ZA 1 mg/kg	
		obdelava: 20 cm	obdelava: 15 cm	v L / 20 cm	v L / 15 cm
1,1 µg/L	1,1 mg	0,0000458 mg/kg	0,0000611 mg/kg	21.834.061	16.366.612
1,6 µg/L	1,6 mg	0,0000727 mg/kg	0,0000889 mg/kg	13.755.158	11.248.594

Količina vode v zadnjem stolpcu predstavlja preračunano količino vode v litrih, s katero bi morali zaliti vrt, da bi se vsebnost As povečala za 1 mg/kg.

Pri vrtu s koncentracijo npr. 15 mg As/kg tal bi morali vrt zaliti s približno 20.000 m³ vode, da bi bila koncentracija 16 mg/kg (brez upoštevanja izpiranja in sprejema v rastlino ali še kašnega drugega doprinosa v tla).

Pri zgornjih izračunih ni upoštevan površinski odtok ob zalivanju, na dolgi rok pa tudi odvzem z rastlinami in izpiranje iz tal. Verjetno je tudi dostopnost tako dodanega As v tleh drugačna od naravnega As v tleh.

Predpostavimo, da je voda iz potoka izpeljana v 1.000 litrsko cisterno. Če se v rastni dobi porabi 5 cistern to znaša 5 m³ vode. V 4-ih letih bi tako z zalivanjem povečali vrednost As v tleh za 1 mg in v 40-ih letih za 10 mg (ob prej naštetih predpostavkah).

Trenutno je v Sloveniji veljavna zakonodaja, ki ima za tla tri vrednosti za potencialno nevarne snovi tudi za As (Ur.l.RS št. 68/96). Vrednosti veljajo za celokupni arzen.

20 mg/kg	mejna vrednost
30 mg/kg	opozorilna vrednost
55 mg/kg	kritična vrednost

Splošno tolmačenje teh vrednosti je, da pri preseženi mejni koncentraciji škodljivi vplivi na zdravje ljudi niso pričakovani, pri preseženi opozorilni so vplivi verjetni in pri preseženi kritični vrednosti naj vrtov ne bi uporabljali za pridelavo vrtnin. To je povzetek splošnih navedb iz 2. člena Uredbe, vendar niso upoštevane specifične posameznih elementov, lastnosti tal (v kisljih tleh je večina kovin bolj dostopnih), koncentracije drugih elementov, itd.

MNENJE

Iz izračuna je razvidno, da je doprinos As v zemljo z vodo, ki vsebuje 1,1 µg/L arzena oz. 1,6 µg/L arzena, majhen.

Vendar se na dolgi rok As vnaša v tla. Kljub majhni koncentraciji As v vodi, bo verjetno po desetletjih zalivanja vsebnost As v tleh narasla. Poleg tega je lahko dostopnost As iz vode za rastline boljša, kot če bi le-ta v tla prišel po naravni poti s preperevanjem kamnin. Zato priporočamo preusmeritev v zalivanje vrta z deževnico.

Navedeni izračun je ocena, ki vsebuje tudi predpostavke. Zanesljivejše podatke je možno pridobiti le z analizo zemlje iz vašega vrta. Sredstva za analizo bi lahko po besedah dr. Zupana pridobili v okviru diplomske naloge na Biotehniški fakulteti. Za primerjavo bi lahko analizirali še zemljo z bližnjega vrta, ki ga ne zalivajo z vodo iz potoka.

Z lepimi pozdravi,

Peter Otorepec, dr. med., spec. hig., spec. MDPŠ
Predstojnik Centra za zdravstveno ekologijo

Pripravili:

dr. Marko Zupan, univ. dipl. ing. agr.
dr. Lucija Perharič, dr. med., spec. int.
Maja Martinčič, dipl. san. inž. (UN)

V vednost:
dr. Natalija Vidergar