

SEMINAR IZ KAKOVOSTI IN VARNOSTI V
ZDRAVSTVU, SOCIALNE MEDICINE, HIGIENE,
EPIDEMIOLOGIJE IN ZDRAVSTVENE EKONOMIKE
ZA PRIPRAVNIKE ZDRAVNIKE IN ZOBOZDRAVNIKE

TOKSIKOVIGILANCA

VLOGA HUMANEGA BIOMONITORINGA KEMIKALIJ PRI VAROVANJU ZDRAVJA IN PREPREČEVANJU BOLEZNI

Manca Ahačič, dr. med., spec. javnega zdravja

CENTER ZA ZDRAVSTVENO EKOLOGIJO

NIJZ

Nacionalni inštitut
za **javno zdravje**



JANUAR 2025

TOKSIKOLOGIJA

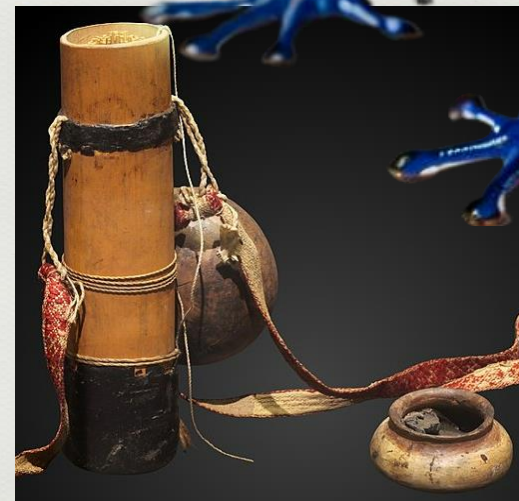
veda o strupih



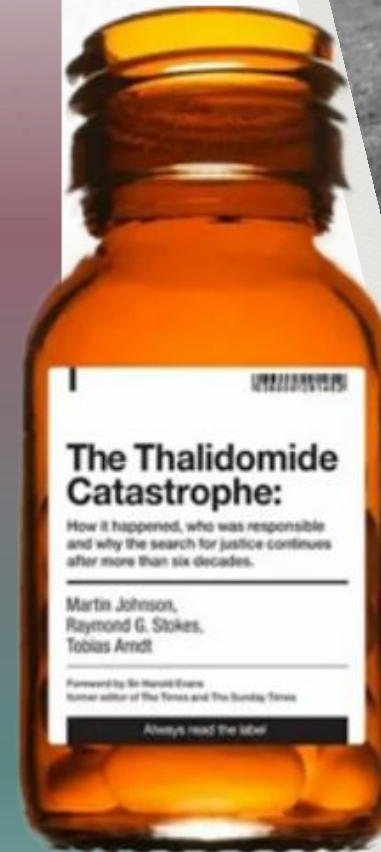
Strihnin. Vir: Pinterest



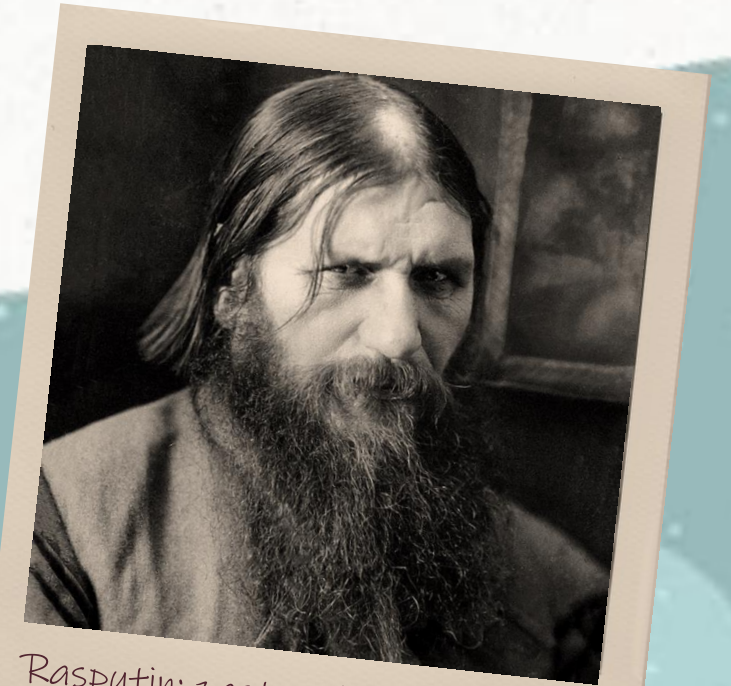
“žaba strupenih puščic”,
simbolična AI slika



Kurare. Vir: Wikipedia

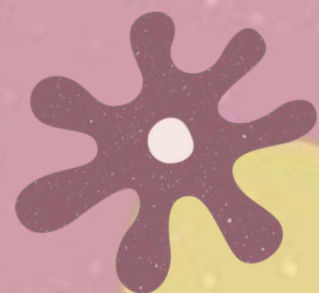


Talidomidni otroci.
Vir: The Guardian



Rasputin: zastrupljen, ustreljen in utopljen. Vir: Paradoks strupa, 2005



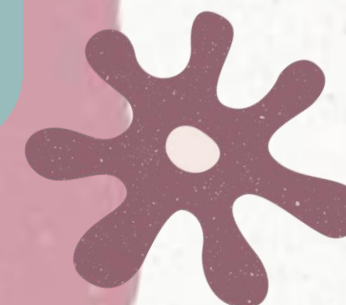


TOKSIKOVIGILANCA

- zbiranje, analiza in spremljanje informacij o učinkih kemičnih snovi:
 - pri naključnih in namernih zastrupitvah,
 - pri poklicni izpostavljenosti,
 - pri izpostavljenosti iz okolja (zrak, voda, tla, hišni prah),
 - pri izpostavljenosti preko hrane in predmetov splošne rabe,
- ocena tveganja (presoja varnosti) kemičnih snovi,
- posredovanje informacij strokovni in laični javnosti,
- priprava predlogov za aktivnosti, ki izboljšajo kemijsko varnost,
- spremljanje učinkovitosti tovrstnih aktivnosti

NAMEN

varovanje zdravja in preprečevanje bolezni, stanj in zastrupitev, ki lahko nastanejo kot posledica izpostavljenosti naravnim in umetnim kemikalijam iz različnih segmentov okolja vključno z žvili in predmeti splošne rabe

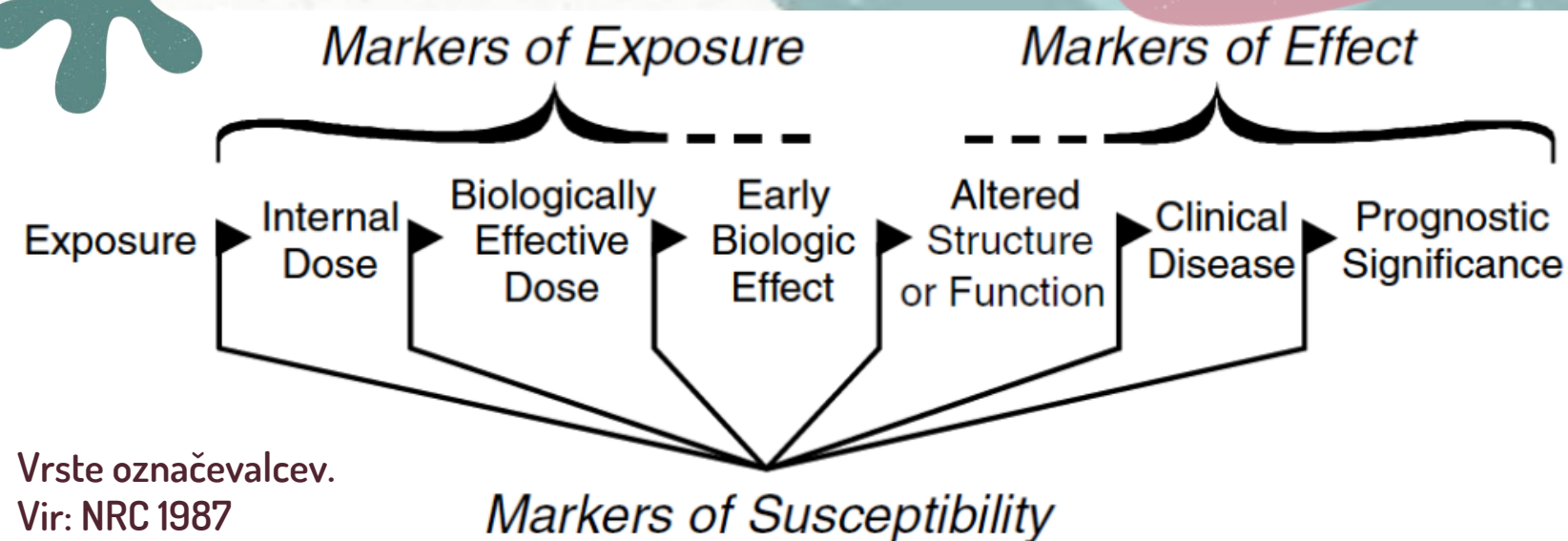
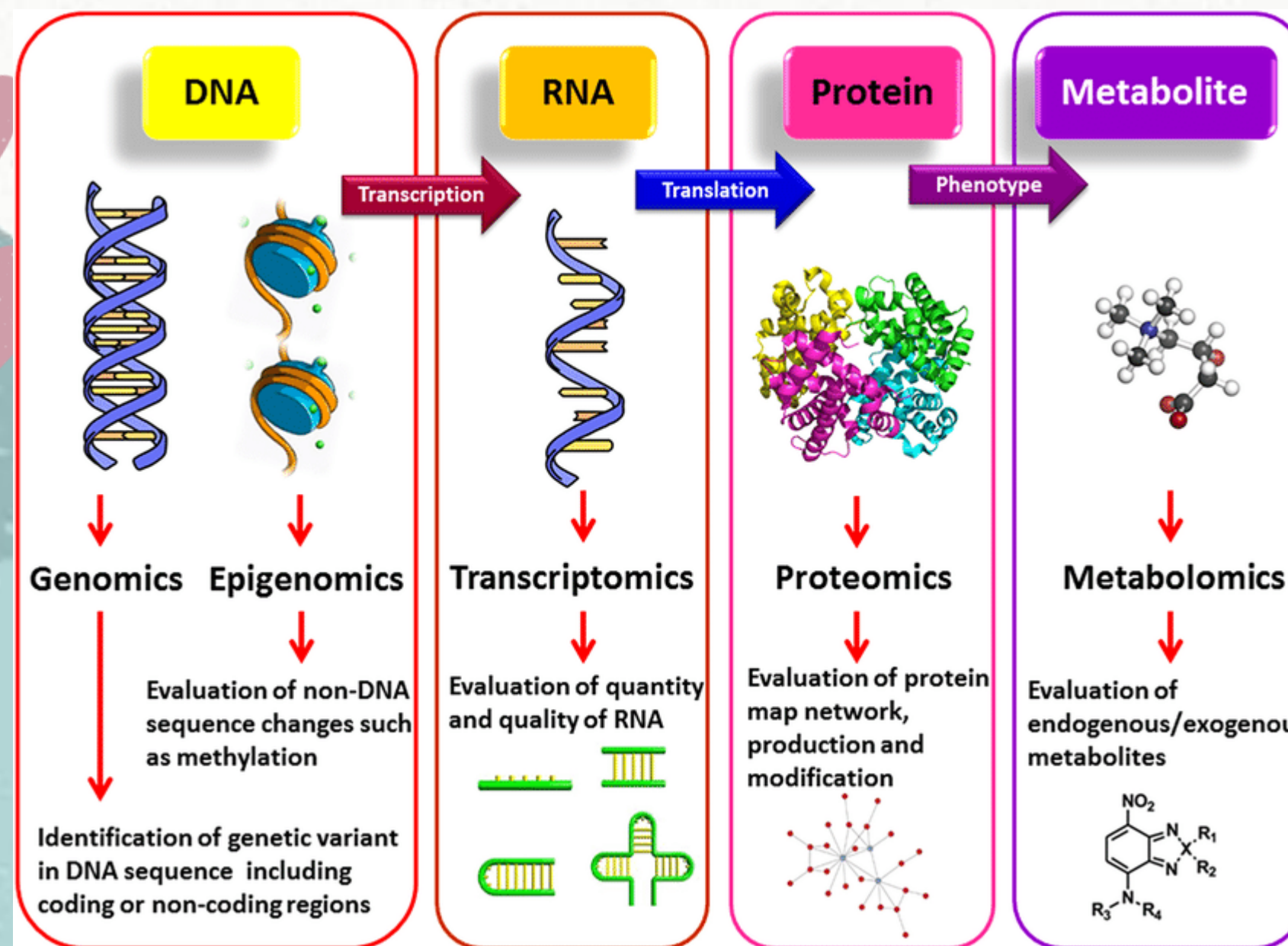


HUMANI BIOMONITORING (HBM)

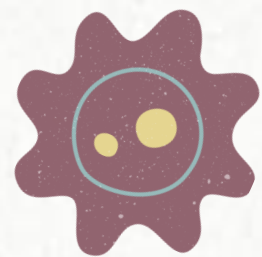
HBM je orodje, s katerim neposredno določamo in spremljamo obremenjenost ljudi kemičnim snovem z merjenjem koncentracij kemikalij ali njihovih presnovkov v človeških tekočinah in tkivih

BIOMARKERJI / OZNAČEVALCI

- izpostavljenosti,
- učinka,
- občutljivosti,
- "Omike"



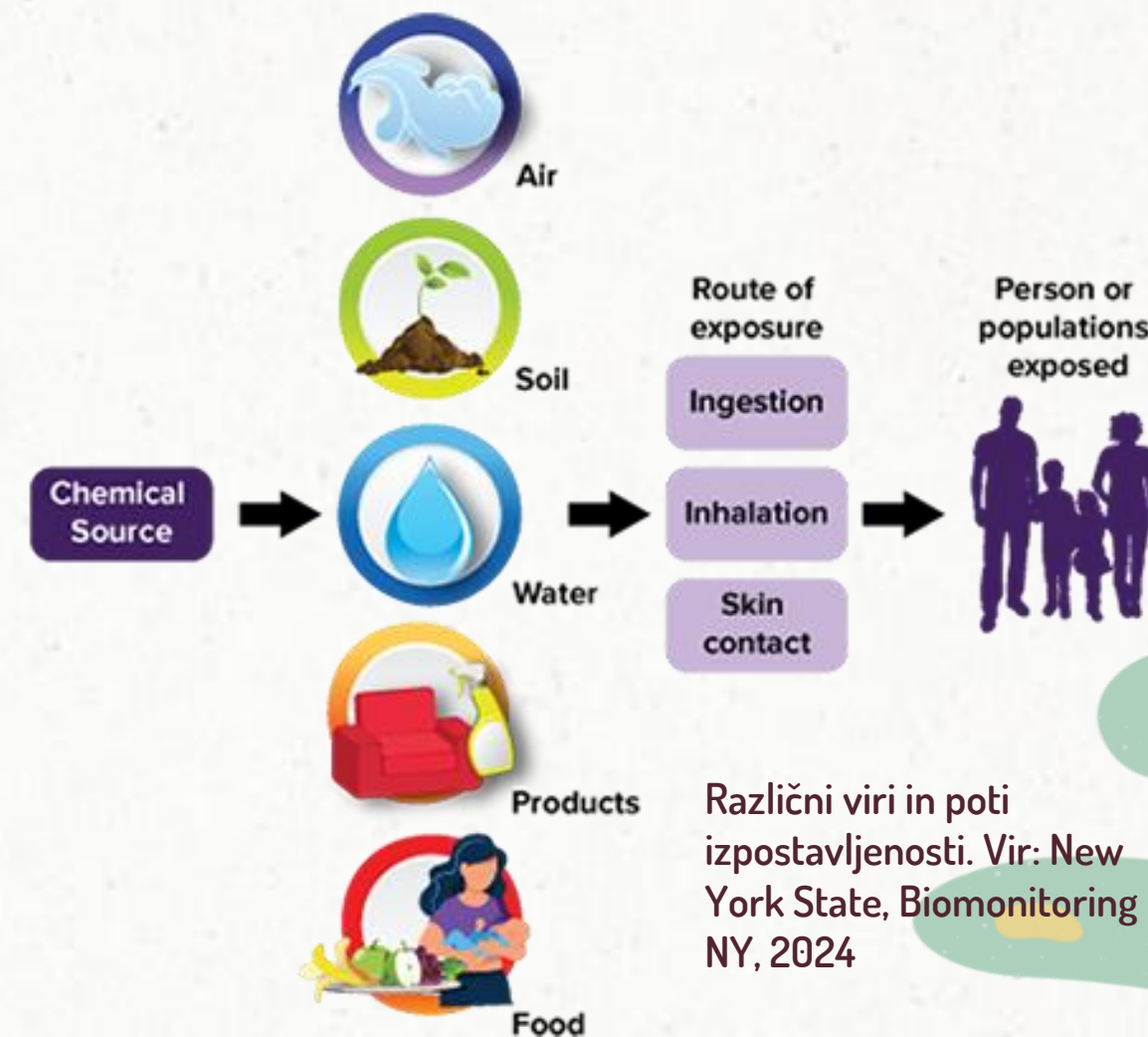
Vrste označevalcev.
Vir: NRC 1987



HUMANI BIOMONITORING (HBM)

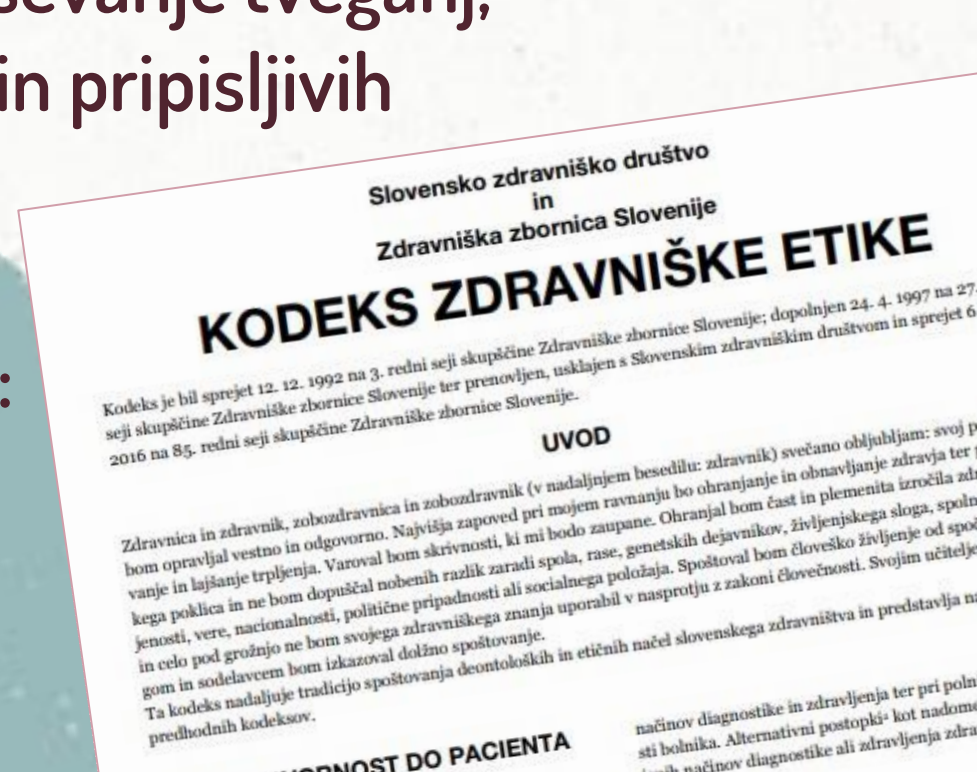
POMEN:

- ugotavljanje škodljivih posledic izpostavljenosti – **biomonitoring učinkov** in prirojenih ali pridobljenih sposobnosti organizma, da se odzove na izpostavljenost določeni kemični snovi – **biomonitoring občutljivosti**,
- časovni in prostorski trendi,
- ocena celokupne izpostavljenosti (nadomesti okoljski monitoring) → ocena tveganja,
- znanstvena podlaga za javnozdravstvene intervencije in politične odločitve,
- ugotavljanje uspešnosti ukrepov za zmanjševanje tveganj,
- identifikacija ranljivih skupin prebivalstva in pripisljivih dejavnikov tveganja



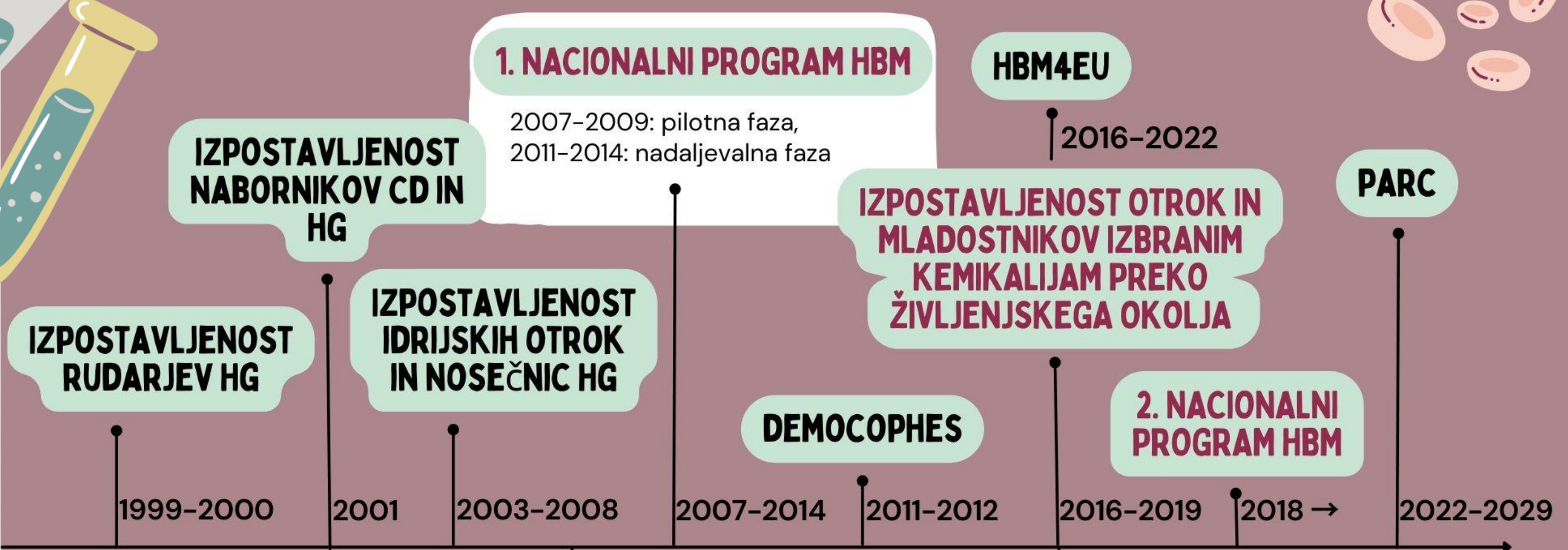
ETIČNI VIDIKI:

- strokovna in varna izvedba raziskave HBM:
 - občutljivi osebni podatki,
 - privolitev po pojasnilu,
 - znanstveno in etično utemeljena izbira označevalcev,
 - pravilna interpretacija rezultatov



Zdravniška pomoč v zadnjem obdobju življenja	II. ODGOVORNOST DO DRUŽBE
<p>27. člen</p> <p>Pri diagnostičnih in terapevtskih postopkih ob neozdravljivi bolezni zdravnik upošteva kakovost pacientovega življenja in njegove želje ter ne uvaja ukrepov ali jih opušča, kadar so nekoristni ali pa pacientu v večje breme kot v korist.</p>	<p>37. člen</p> <p>Pri spodbujanju javnega zdravja zdravnik sodeluje pri izo- braževanju ter s predlogi ukrepov za krepitev zdravja in blaginje posameznika in skupnosti.</p>
<p>28. člen</p> <p>Etično nesprejemljivi sta opustitev ali odtegnitev paliativne oskrbe.</p>	<p>38. člen</p> <p>Zdravnik sodeluje pri pripravi in izvedbi kolektivnih ukre- pov, katerih cilj je izboljšanje preventive, diagnostike in zdravljenja bolnikov.</p>
<p>29. člen</p> <p>Zdravnik zavrača evtanazijo in pomoč pri samomoru.</p>	<p>39. člen</p> <p>Zdravnik je od naročnika ali delodajalca strokovno neodvi- sen pri oceni okoljskega in poklicnega tveganja, poklicne varnosti in zdravja pri delu ter pri preventivnih programih.</p>
<p>Raziskovanje</p> <p>30. člen</p> <p>Klinične raziskave lahko vodi le zdravnik, strokovnjak na raziskovalnem področju, ki pozna načela dobre klinične prakse in metodologijo kliničnih raziskav ter ima ustrezne pogoje za varno in znanstveno korektno izvedbo raziskave.</p>	<p>40. člen</p> <p>Zdravnik opozarja laično in strokovno javnost na pomanj- kljivosti na področju zdravstvenega varstva in na poskase vplivanja na strokovno neodvisnost zdravnikov.</p>
<p>31. člen</p> <p>Pri načrtovanju raziskave, njeni izvedbi, analizi in poroča- nju naj se zdravnik vzdrži vsakršne pristranosti, ki bi lahko vodila do neobjektivnih ali zavajajočih sklepov.</p>	

PRIMERI RAZISKAV HBM V SLOVENIJI



ŽIVLJENJE S SVINCEM

2001 →: spremljanje Pb v krvi triletnikov (redno od 2004),
2008, 2013, 2018, 2023: prevalenčne študije obremenjenosti otrok s Pb
2008: študija "Pagetova bolezen in svinec"

**PHIME (2006–2011)
IN CROME-LIFE
(2013–2017)**

ZAGORJE OB SAVI

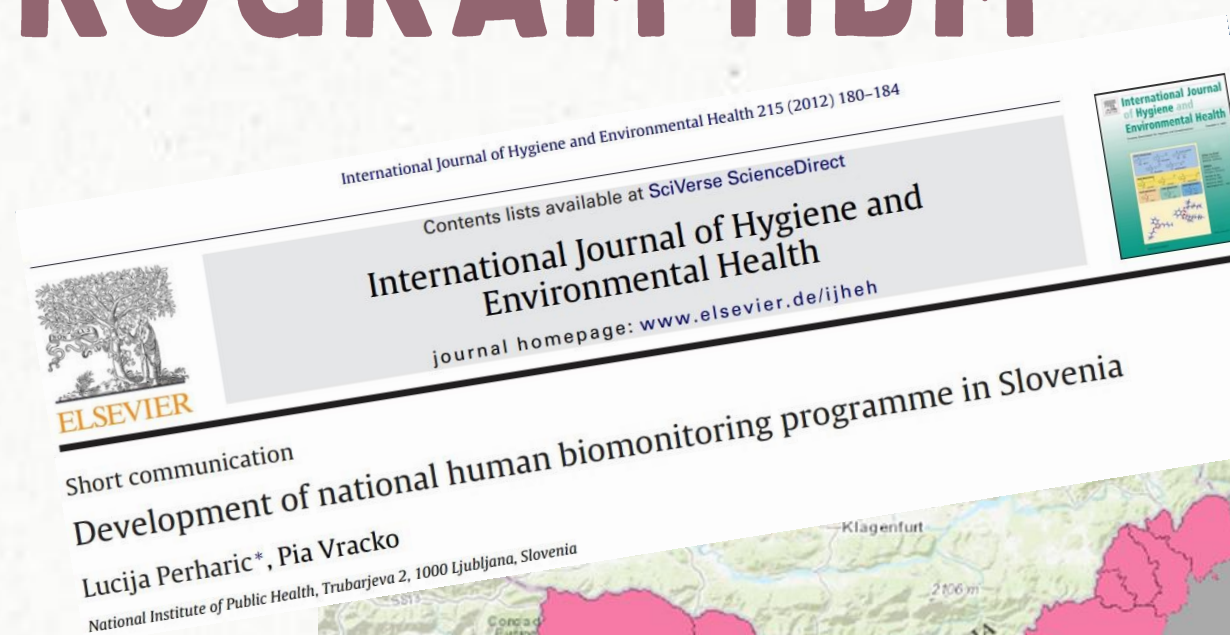
As (s speciacijo) v urinu otrok in ocena tveganja:

- izpostavljenost otrok anorganskemu As ne predstavlja povečanega tveganja za nerakotvorne učinke,
- tveganje otrok, da bodo zboleli za katerikoli obliko raka, primerljivo s povprečnim tveganjem, ki ga ima katerikoli prebivalec občine Zagorje ob Savi (< 1 dodaten primer na 1000 izpostavljenih)

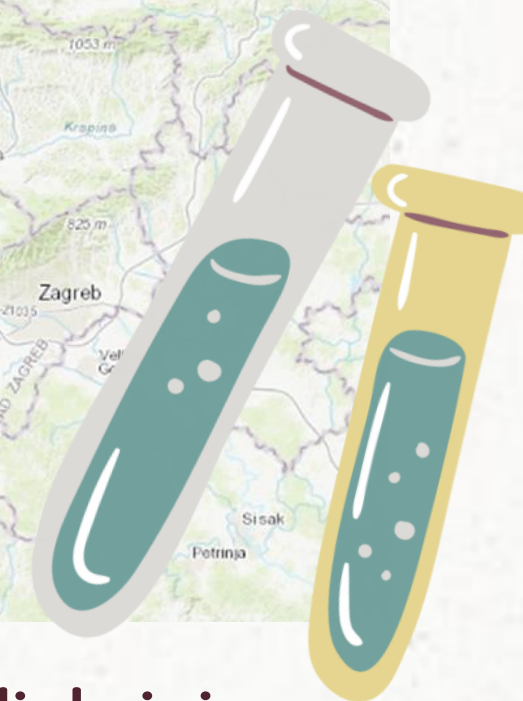
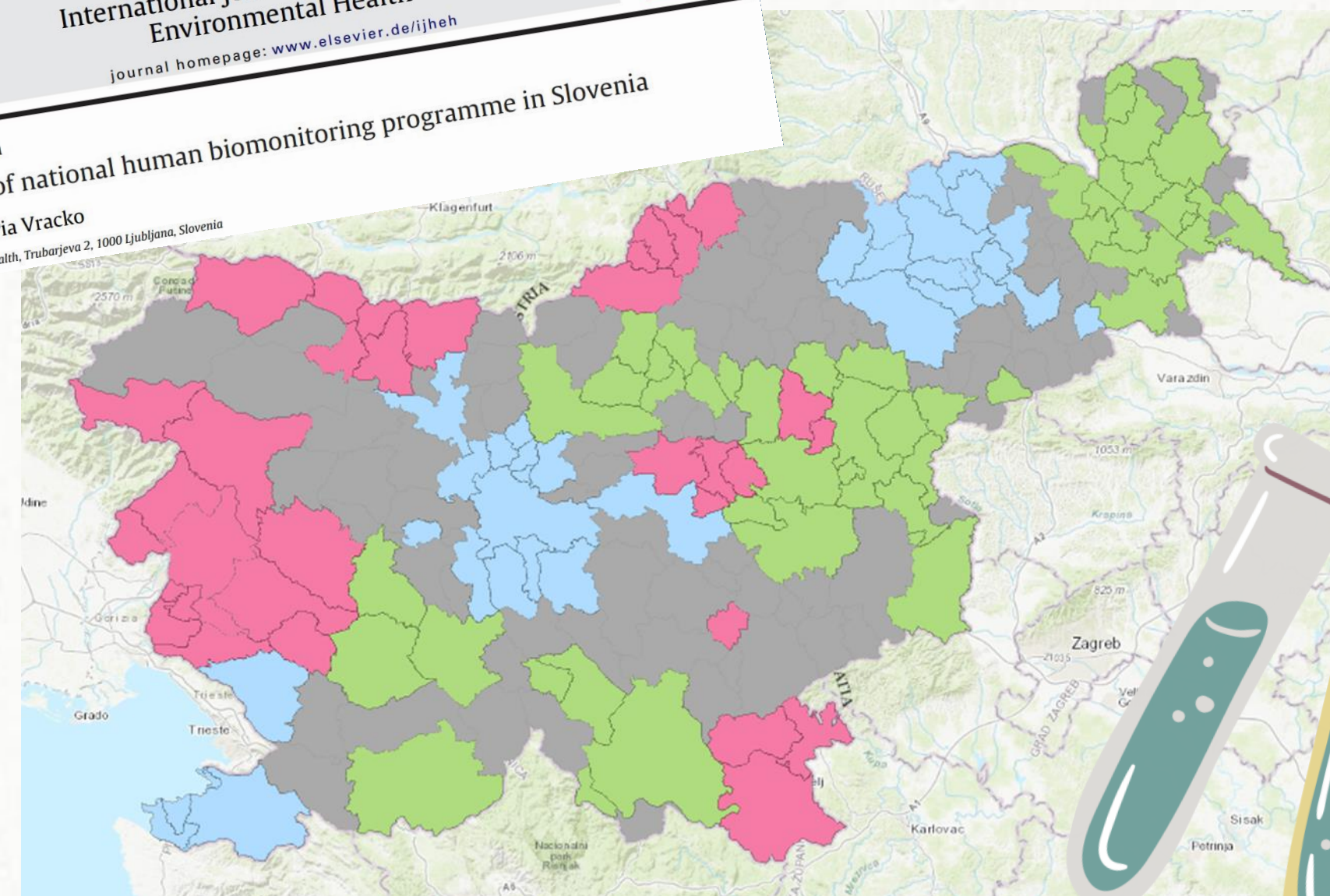


1. NACIONALNI PROGRAM HBM

- 2007–2014 (pilotna + prva faza),
 - ženske prvorodke in moški, stari 18–49 let,
 - N = 1086 (536 žensk, 548 moških),
 - 12 slovenskih regij, 3 tipi območij:
 - 3x mestno okolje,
 - 3x podeželje,
 - 6x potencialno onesnaženo okolje
 - naključni vzorci urina, kri, lasje (Hg), materino mleko,
 - nabor obravnavanih onesnaževal:
 - polkovine in kovine (Cd, Pb, Hg, As),
 - obstojna organska onesnaževala (POPs): organoklorni pesticidi, poliklorirani bifenili (PCB), dioksini, furani in dpPCB, polibromirani zaviralci gorenja,
- naknadno ftalati in DINCH, policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH), fenoli: bisfenoli, parabeni, triklosan

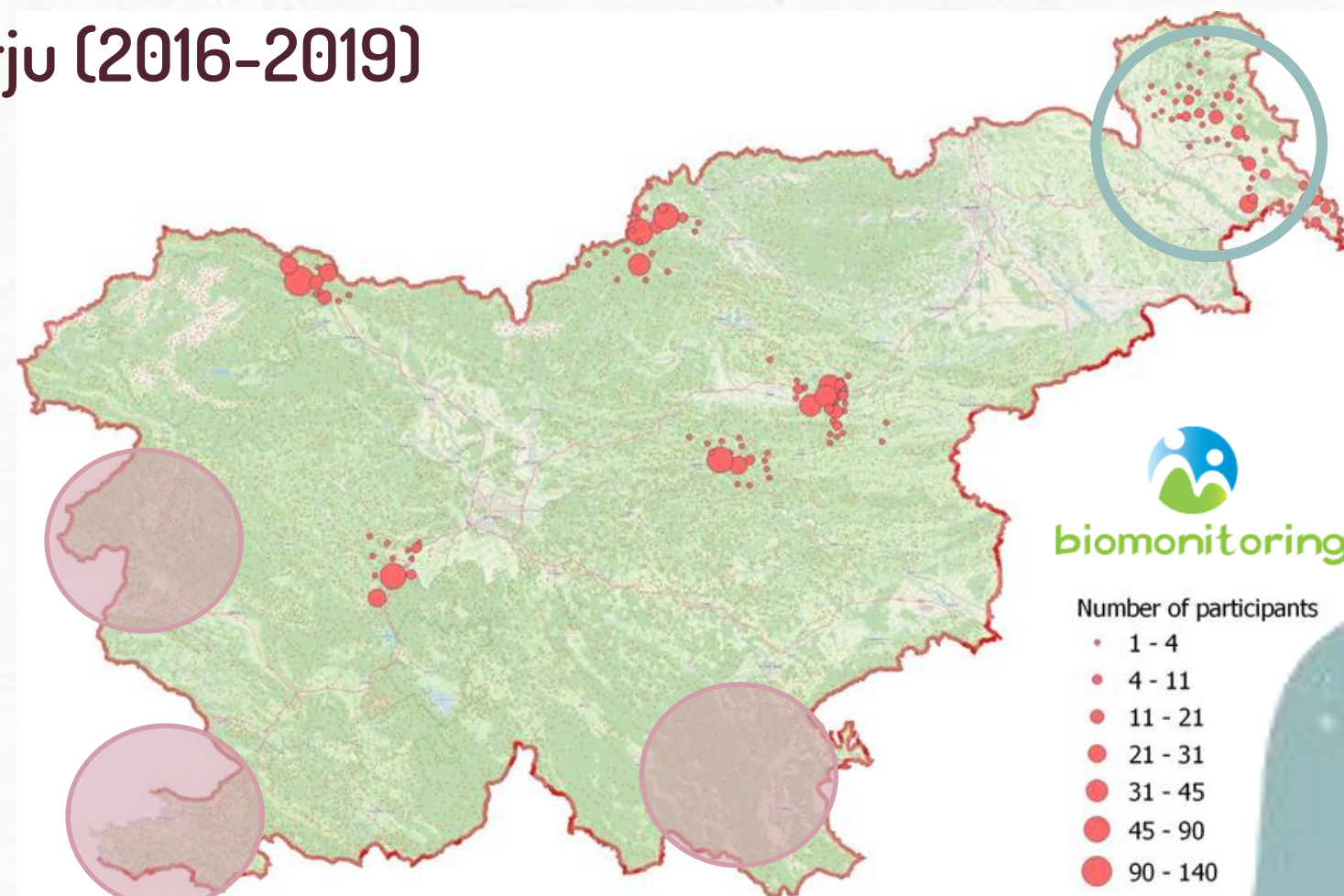


Ozemeljska pokritost 1. slovenske nacionalne raziskave HBM

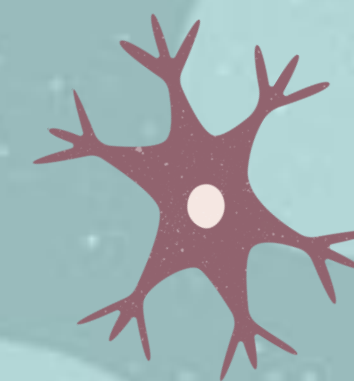
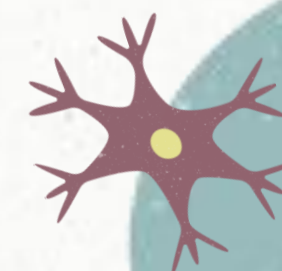
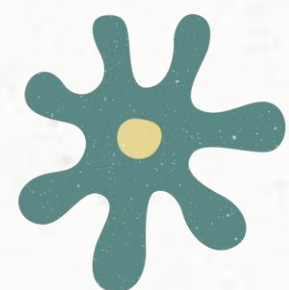


2. NACIONALNI PROGRAM HBM

- 2018 →
- nadaljevanje raziskave HBM v Prekmurju (2016-2019)
- nacionalna pokritost – 9 regij:
 - Mežiška dolina
 - Celjska kotlina
 - Zasavje
 - Jesenice
 - Vrhnika
 - Idrija s Posočjem
 - obalno območje
 - Bela krajina
- otroci (6-9 let) in mladostniki (12-15 let),
- **vzorci:** prvi jutranji urin, kri, lasje,
- **izbor kemikalij:**
 - polkovine in kovine, ftalati in DINCH, fenoli, pesticidi (piretroidi, organofosforni pesticidi, glifosat), zaviralci gorenja, PCB, dioksini in furani z dpPCB, per- in polifluoroalkilne spojine (PFAS)

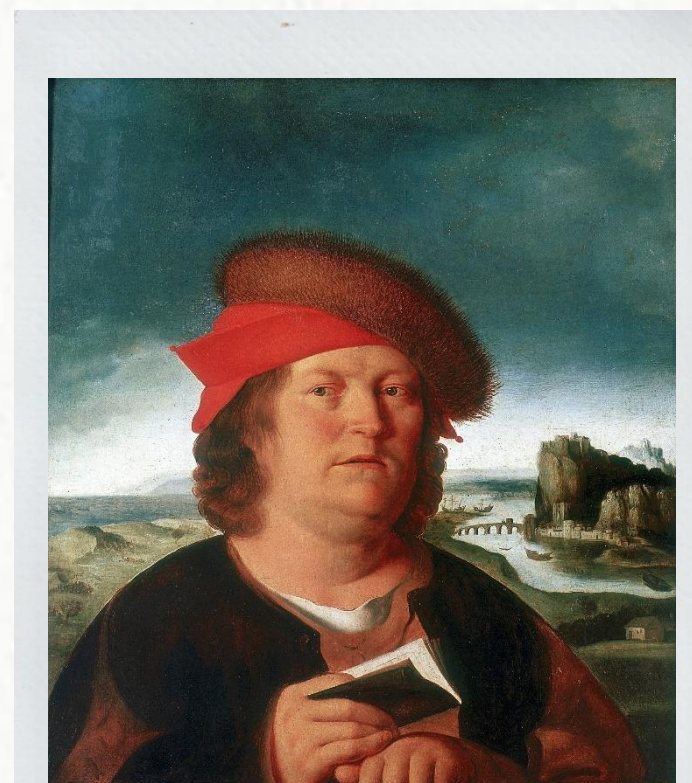


Ozemeljska pokritost 2. slovenske nacionalne raziskave HBM.
Vir: predstavitev v okviru projekta PARC, 10.5.2023, Bruselj; Janja Snoj
Tratnik, Manca Ahačič



INTERPRETACIJA REZULTATOV




TVEGANJE = NEVARNOST X IZPOSTAVLJENOST



„Vse snovi so strup, nobene ni, ki ni strup. Le odmerek loči strup od zdravila.“ Paracelsus.
Vir: Wikipedia

INTERPRETACIJA REZULTATOV

The 3R's of Animal Research

Reduce	Refine	Replace
		
Reduce the number of animals used	Refine tests to cause animals less stress	Replace animal studies with other methods

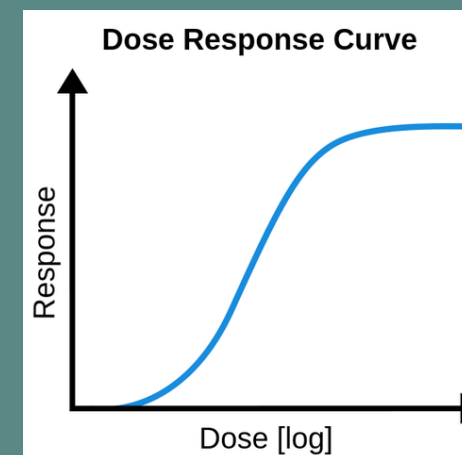
RockStep

OCENA TVEGANJA

- **ocena izpostavljenosti:** izračunana ali izmerjena - HBM
- **ocena nevarnosti:** identifikacija + karakterizacija

vrsta škodljivega učinka glede na pot vnosa kemikalije in velikosti odmerka

NOAEL ali BMDL kritičnega učinka / VF = referenčni odmerek



- **karakterizacija tveganja:**
 - učinki s pragom: izpostavljenost < referenčni odmerek,
 - učinki brez praga: izpostavljenost < odmerek s tveganjem 10^{-4} - 10^{-6} (1 dodaten primer raka na 10^4 - 10^6) ali MOE $\geq 10^4$



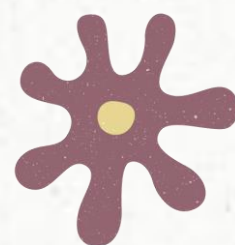
NOAEL: odmerek brez opaznega škodljivega učinka, BMDL: mejni odmerek, VF: varnostni faktor (navadno 100), TDI: dopustni dnevni vnos, TWI: dopustni tedenski vnos, ADI: sprejemljiv dnevni vnos, MOE: količnik izpostavljenosti

OCENA TVEGANJA – podatki HBM: klasični toksikološki referenčni odmerki (npr. TDI, ADI, TWI,...) → odgovarjajoče konc. v telesnih tekočinah in tkivih

- **HBM I in II** (Nemška komisija za humani biomonitoring),
- **BE** (biomonitorinški ekvivalenti),
- **HBM-GV** (na HBM temelječe smerne vrednosti; HBM4EU, PARC)



„Vse snovi so strup, nobene ni, ki ni strup. Le odmerek loči strup od zdravila.“ Paracelsus.
Vir: Wikipedia



SVINEC

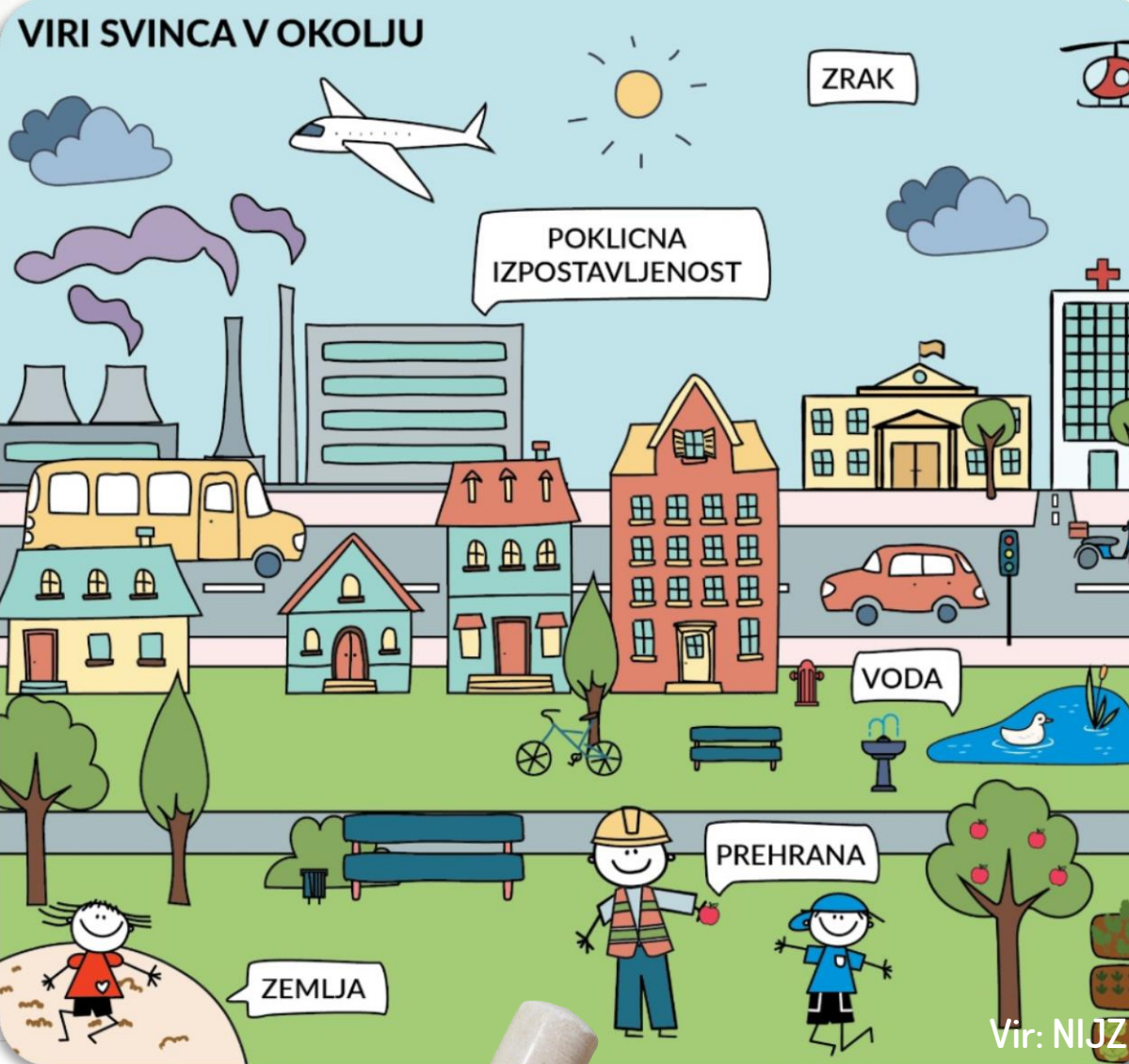
VIRI SVINCA

NARAVNI

sestavni del zemeljske skorje: vulkanski izbruhi, preperevanje kamnin, emisije zaradi pršenja morske vode,...

ANTROPOGENI

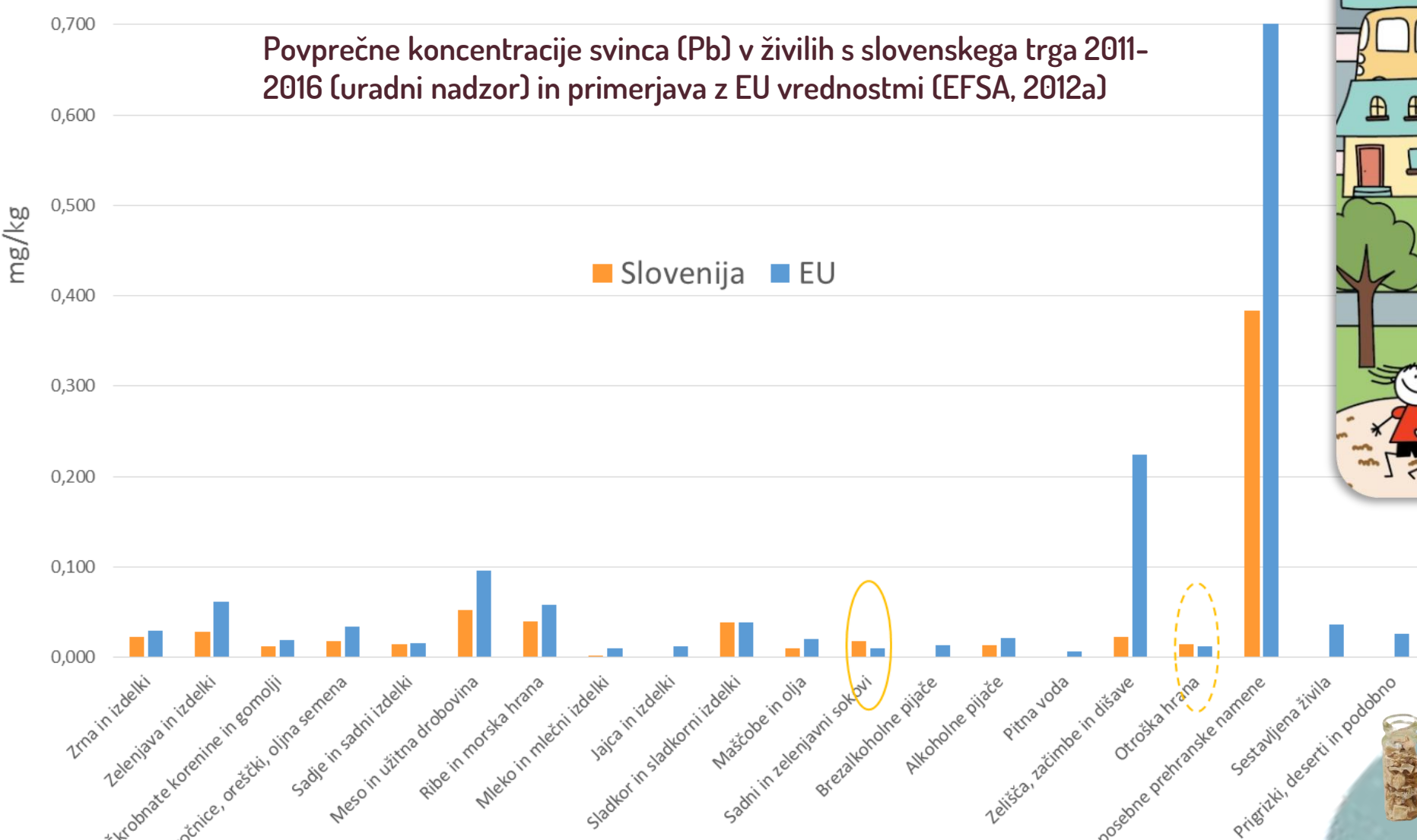
- rudarska in metalurška industrija; proizvodnja barv, akumulatorjev, keramike, nakita, vitraža, streliva; vodovodne cevi, spajke, kabelske obloge, elektronski odpadki,...
- starejša domovanja (svinčene cevi, barve in pesek), lokacije z rudarsko tradicijo



V splošni populaciji (nekadilcev) največji delež dnevnega vnosa svinca (Pb) zaužijemo z živili, medtem ko vdihanje hlapov ali prašnih delcev predstavlja pomemben način privzema onesnaževala pri poklicno izpostavljenih osebah.

OTROCI!
»iz rok v usta«: zastrupitve s Pb pri otrocih največkrat posledica zaužitja onesnažene zemlje, prahu in odpadajočih kosov barve v notranjih prostorih (sladek okus)

Povprečne koncentracije svinca (Pb) v živilih s slovenskega trga 2011-2016 (uradni nadzor) in primerjava z EU vrednostmi (EFSA, 2012a)



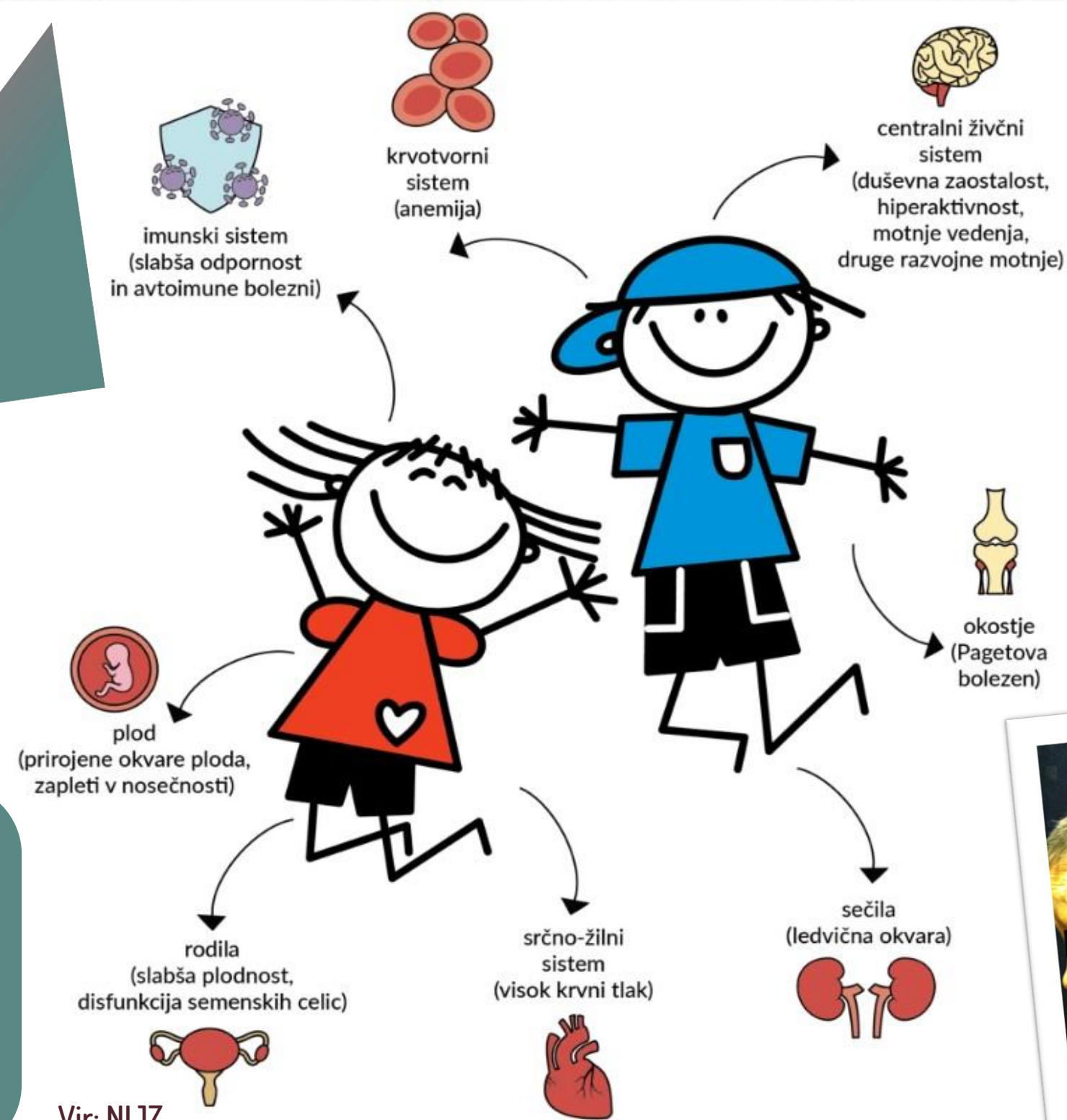
Vir: S. Kirinčič, Onesnaženost živil iz Slovenije s strupenimi elementi in vpliv na zdravje, Slovensko partnerstvo za tla, 2018



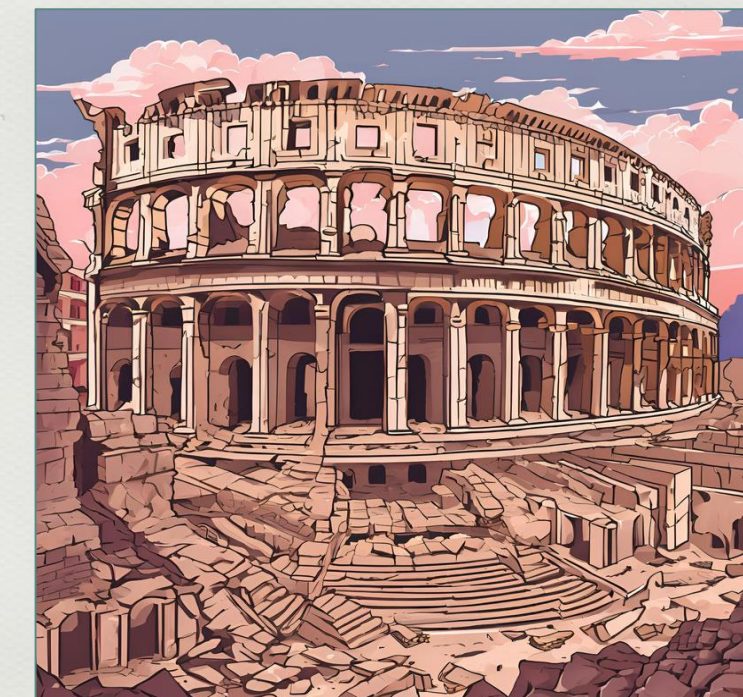
Povišane konc. Pb v nekaterih tradicionalnih ajurvedskih zdravilih in kozmetičnih izdelkih, kot je kajal (oziroma kohl). Slika: Freepik.com

SVINEC

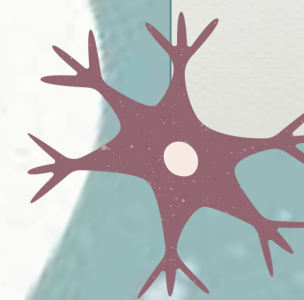
POTI
IZPOSTAVLJENOSTI



Vir: NIJZ



Propad Rimskega Imperija



Pagetova bolezen kosti
Vir: HKU Med, School of Clinical Medicine



Mednarodna agencija za
raziskave raka (IARC)
anorganske spojine Pb
uvršča v skupino 2B, kot
morda rakotvorne snovi.

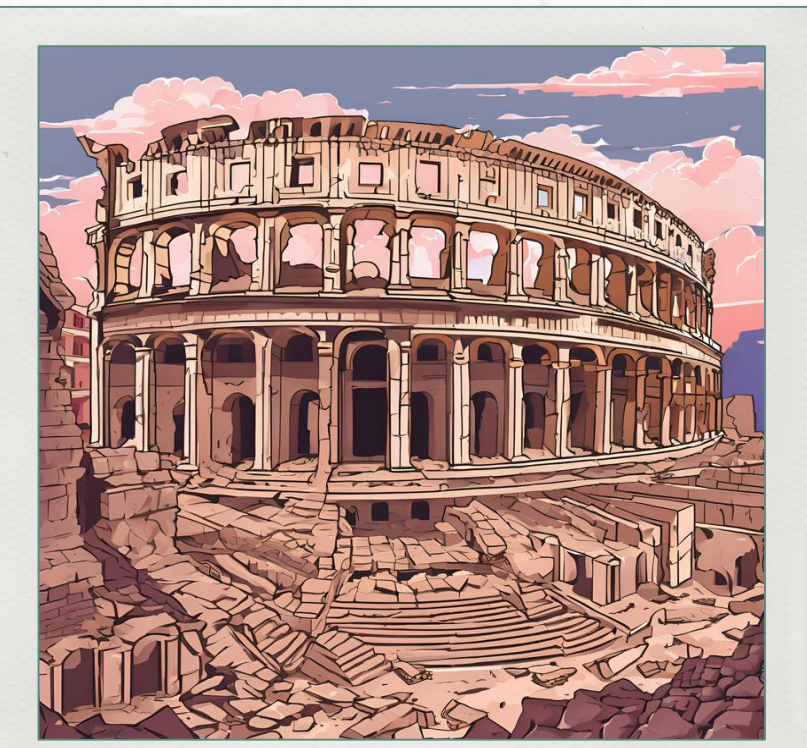
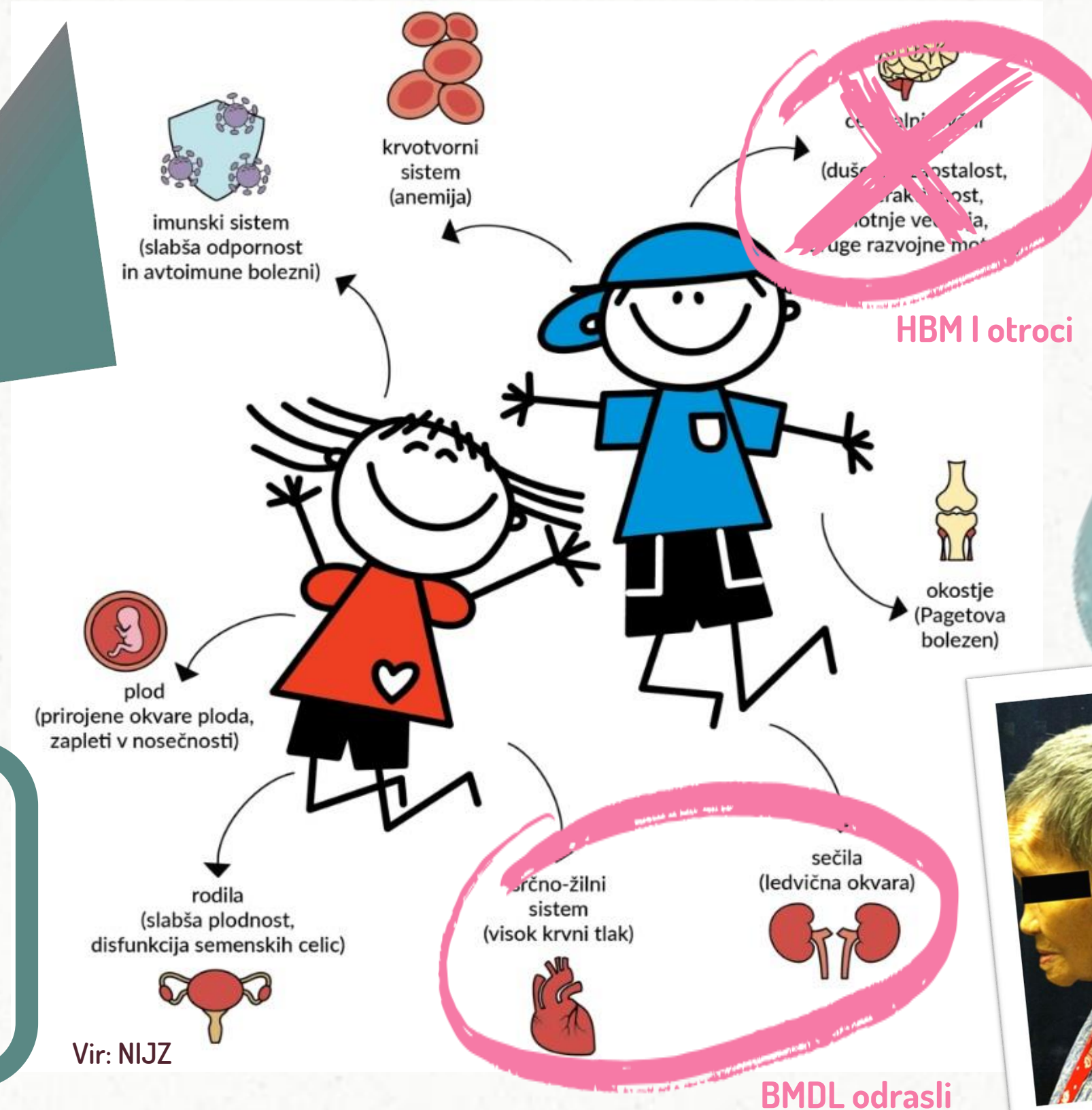
SVINEC

POTI IZPOSTAVLJENOSTI

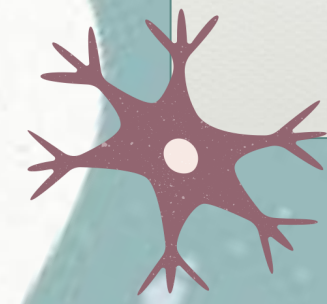


Svinec ni esencialen element in nima fiziološke vloge pri delovanju človeškega organizma, kakršnakoli prisotnost v telesu je odvečna.

Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) anorganske spojine Pb uvršča v skupino 2B, kot morda rakotvorne snovi.



Propad Rimskega Imperija



Pagetova bolezen kosti
Vir: HKU Med, School of Clinical Medicine



BMDL = mejni odmerek = referenčni (varni) odmerek

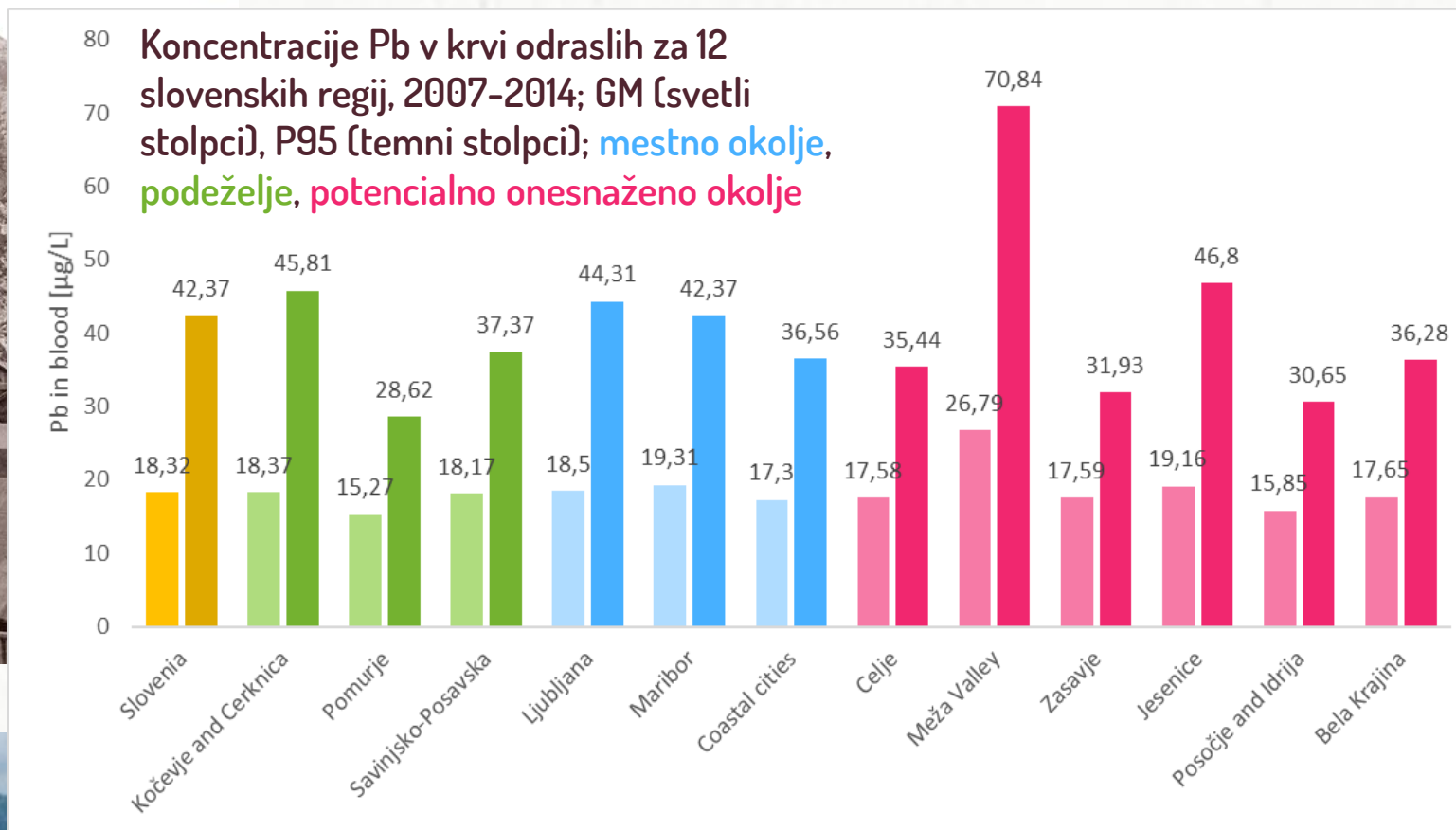
SVINEC

ODRASLI: izpostavljenost slovenske splošne populacije svincu (Pb) glede na rezultate HBM relativno **nizka**.

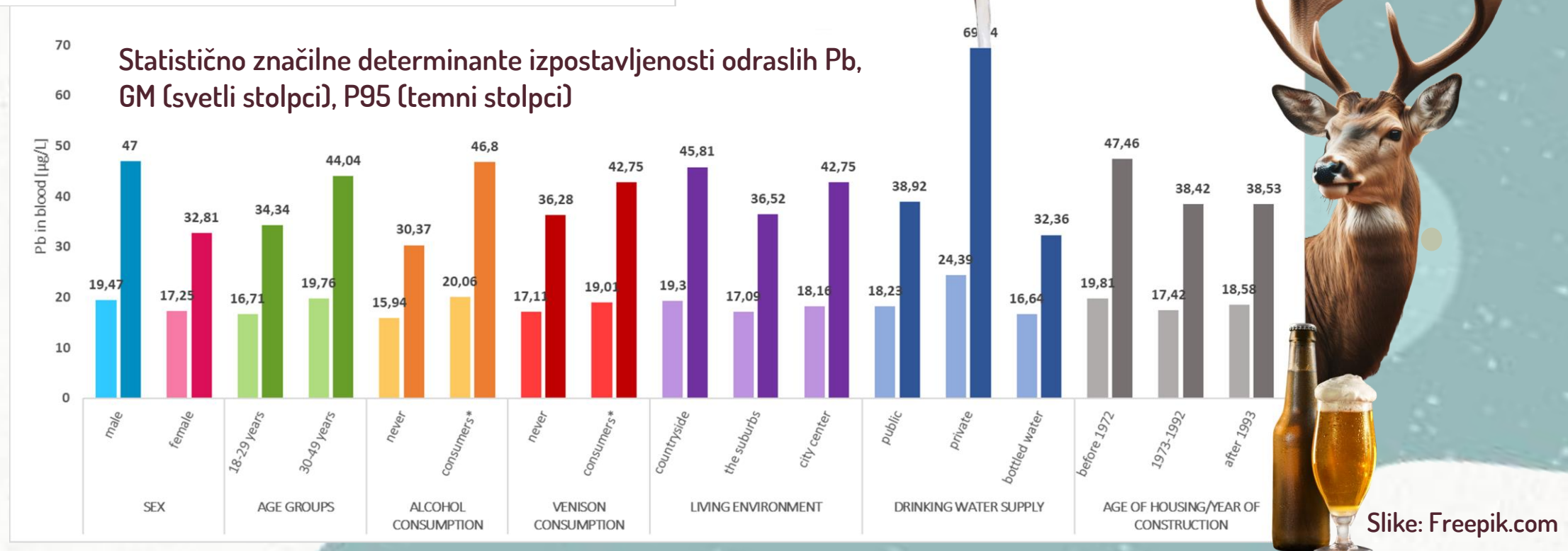
ZGORNJA MEŽIŠKA DOLINA



Mežiški rudnik v Žerjavu, 1960. Vir: Wikimedia Commons



- Pri koncentraciji Pb **36 µg/L krvi** se pri 1 % odrasle populacije **sistolčni krvni tlak poveča za 1 mm Hg na leto**.
- Pri koncentraciji Pb **15 µg/L krvi** se pri 10% odrasle populacije **zmanjša hitrost glomerulne filtracije (GFR)**.
- Na podlagi ugotovitev je smiselno izvajanje ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti oziroma spremljanje.



ZGORNJA MEŽIŠKA DOLINA (ZMD)

OTROCI!!

- vedenjski vzorci: "iz rok v usta", daljše zadrževanje na tleh + fiziološke značilnosti: večji oralni vnos na kg telesne mase, večje razmerje med volumnom in površino telesa, nerazvitost organskih sistemov – manj učinkovita presnova,
- zaradi dokazane **nevrotoksičnosti** že pri koncentracijah, nižjih od 50 µg/L krvi, **trenutno ni opredeljene varne meje za otroke!**



WHO guideline for clinical management of exposure to lead



Graf 1: mediana, min. in max. konc. Pb v krvi triletnih otrok iz ZMD, 2004–2022,

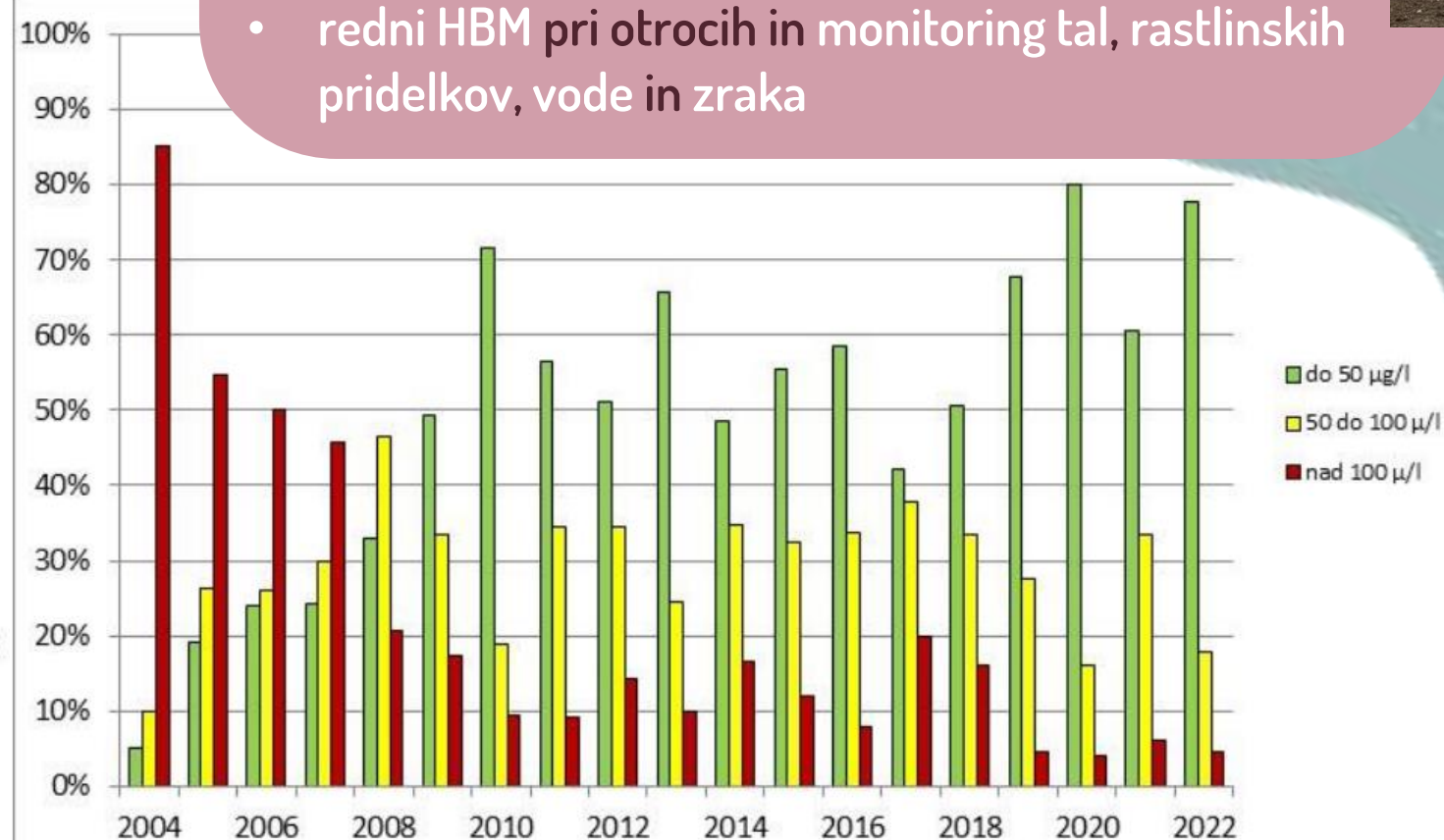
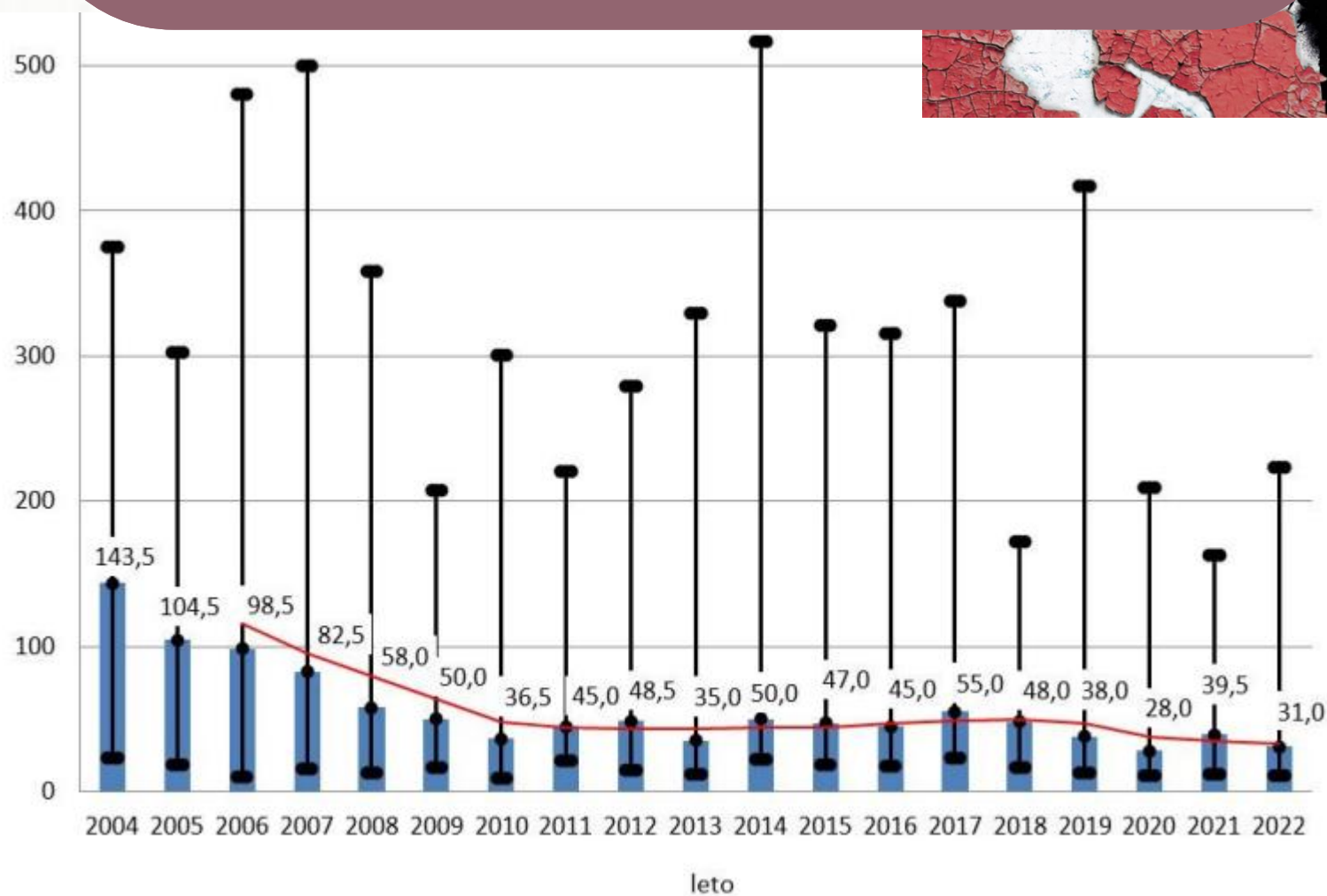
Graf 2: primerjava deležev tri leta starih otrok iz ZMD glede na konc. Pb v krvi, 2004–2022,

Vir: Poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini za leto 2022

PROJEKT "ŽIVLJENJE S SVINCEM"

Zgornja Mežiška dolina (ZMD) leta 2007 razglašena kot degradirano območje → usmerjeni sanacijski ukrepi:

- **okoljski:** zamenjava onesnažene zemlje, preplastitev makadamskih in zatravljanje golih površin, obnova otroških igrišč, sanacija fasad,...
- **ozaveščanje in vzgoja:** osebna higiena, zdrava prehrana, mokro čiščenje prostorov, izogibanje prinašanju delovnih oblačil domov,...
- **redni HBM pri otrocih in monitoring tal, rastlinskih pridelkov, vode in zraka**



ARZEN

VIRI ARZENA

NARAVNI

obče prisotna polkovina, del zemeljske skorje; vulkanski izbruhi, erozija tal,...

ANTROPOGENI

- kovinska in elektro industrija (polprevodniki, baterije ipd.), steklarstvo, kmetijska dejavnost (sredstva za zatiranje škodljivcev), usjarstvo (namakanje živalskih kož), lesarstvo (konzervansi), proizvodnja keramike, barv (zaščita plovil proti obraščanju morskih organizmov), izgorevanje fosilnih goriv
- zdravljenje akutne promielocitne levkemije

ŽIVILA RASTLINSKEGA IZVORA:

- akumulacija As iz tal preko korenin (npr. riž) ali posedanja delcev As iz zraka in absorpcija preko listov (npr. čajni listi),
- najvišje koncentracije anorganskega As vsebujejo žita in žitni izdelki ter riž in riževi produkti (večji delež v rjavem rižu – vezava As na otrobe)



- z vidika škodljivih učinkov na zdravje je pomembna delitev na organske in anorganske arzenove (As) spojine → **anorganske oblike As bolj strupene od organskih,**
- najpomembnejšo pot vnosa As pri nekadilcih in poklicno neizpostavljenih osebah predstavlja **uživanje hrane** (zmes organskega in anorganskega As) in pitne vode (anorganski As)



najvišja izmerjena vsebnost As v morski hrani – pretežno organske spojine (izjeme z visokimi vsebnostmi anorganskega As so rjave morske alge Hijiki in klapavice)

ARZEN

VIRI ARZENA

NARAVNI

obče prisotna polkovina, del zemeljske skorje; vulkanski izbruhi, erozija tal,...

ANTROPOGENI

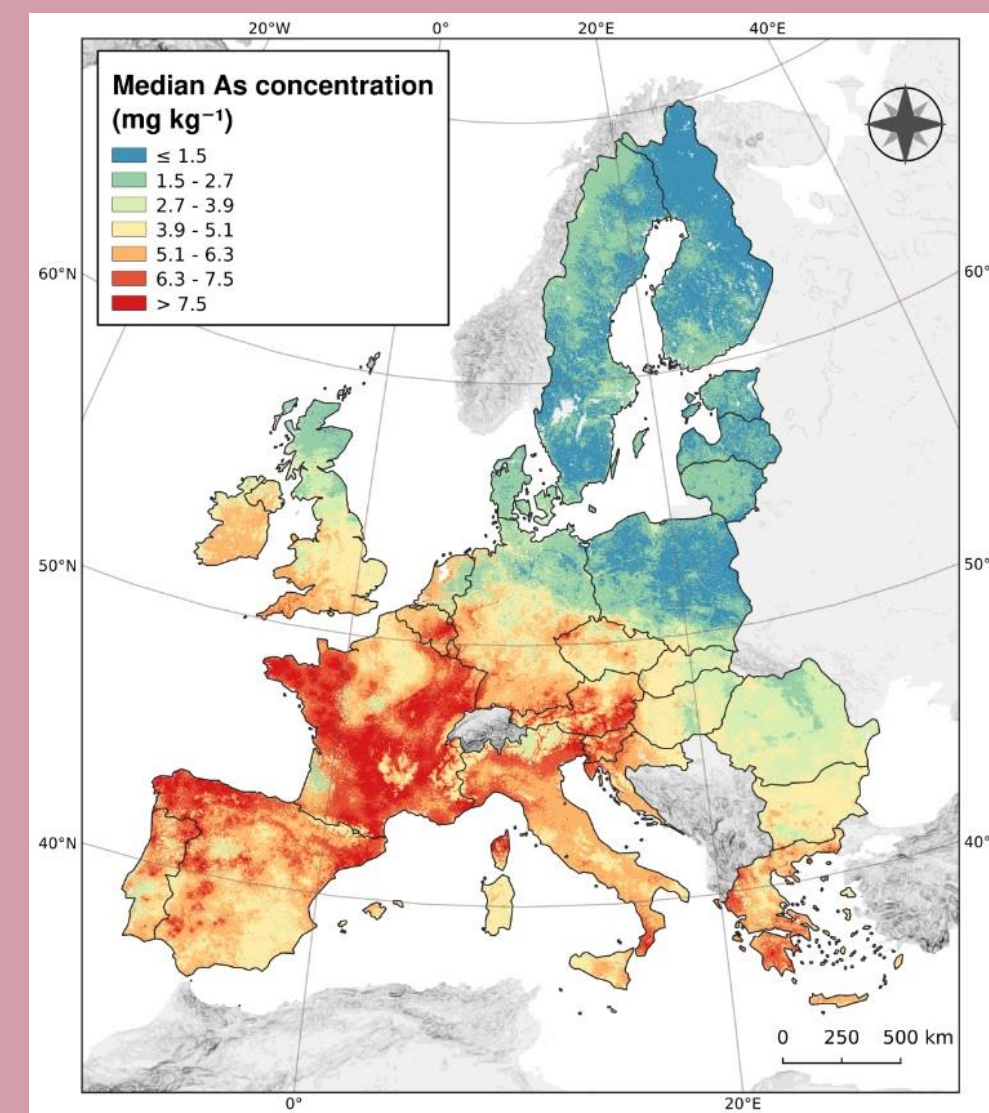
- kovinska in elektro industrija (polprevodniki, baterije ipd.), steklarstvo, kmetijska dejavnost (sredstva za zatiranje škodljivcev), usnjarstvo (namakanje živalskih kož), lesarstvo (konzervansi), proizvodnja keramike, barv (zaščita plovil proti obraščanju morskih organizmov), izgorevanje fosilnih goriv
- zdravljenje akutne promielocitne levkemije

- z vidika škodljivih učinkov na zdravje je pomembna delitev na organske in anorganske arzenove (As) spojine → **anorganske oblike As bolj strupene od organskih,**
- najpomembnejšo pot vnosa As pri nekadilcih in poklicno neizpostavljenih osebah predstavlja **uživanje hrane (zmes organskega in anorganskega As) in pitne vode (anorganski As)**

Naravna in/ali antropogena onesnaženost podtalnice z As v številnih državah sveta predstavlja velik javnozdravstveni problem → namakanje pridelkov/priprava hrane glavni vir vnosa anorganskega As
Evropa: razlike očitne predvsem tam, kjer je As primarno geološkega izvora → kmetijska zemljišča južne Evrope s 3-krat večjo konc. As (ločnica po nekdanjih ledeniških mejah)

Slovenija: glede na zadnje dostopno letno poročilo o pitni vodi mejna vrednost za As ($10 \mu\text{g/L}$, Svetovna zdravstvena organizacija - SZO), ni bila presežena → As v pitni vodi ne predstavlja problema

Arzen v tleh. Vir: Joint Research Centre, European Soil Data Centre (ESDAC)



ARZEN



Fowlerjeva raztopina. Vir: X.com

Aqua Tofana
Vir: Wikipedia

POTI
IZPOSTAVLJENOSTI



ARZEN

ANORGANSKE SPOJINE!

Several types of cancer

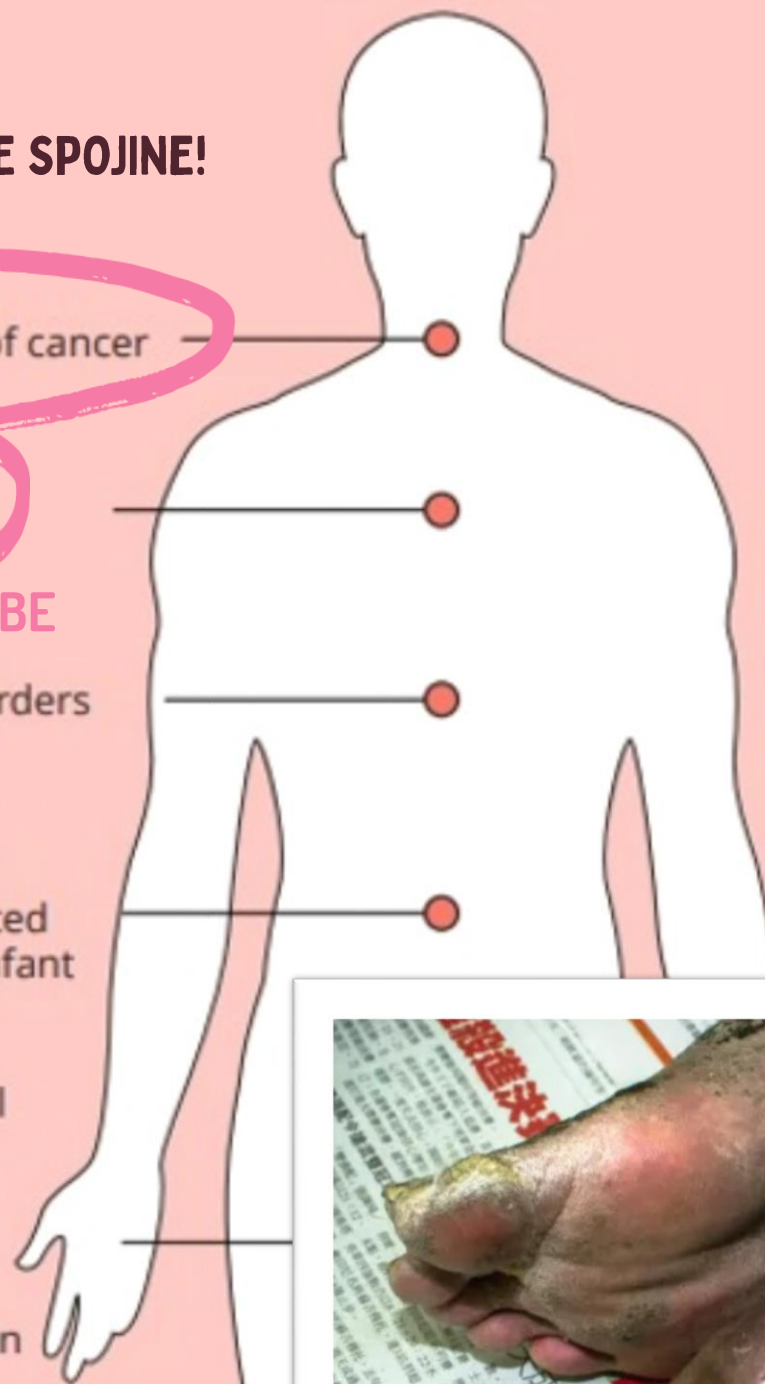
Skin disorders

BE

Metabolic disorders

Reproductive toxicity (risk of stillbirth, reduced birth weight, infant mortality etc.)

Developmental anomalies and potential neurological damage for unborn children and infants



Vir: HBM4EU

Največ podatkov za dolgoročno oralno izpostavljenost:

- **najobčutljivejša koža:** hiperpigmentacija z vmesnimi hipopigmentiranimi lisami in hiperkeratozo (predvsem dlani in podplati ← lahko predrakava sprememba),
- **periferno žilje:** cianoza, gangrena, »Blackfoot Disease«, druge motnje krvnega obtoka (povišan krvni tlak),
- pri IV zdravljenju promielocitne levkemije motnje srčnega ritma (torsades des pointes),
- prebavne motnje zaradi draženja sluznice prebavil, odrevenelost rok in nog, ki lahko napreduje v ostro bolečino zaradi periferne nevropatije, mišična bolečina, anemija,
- povečana incidenca splavov, mrtvorojenih in prezgodaj rojenih otrok ter nizka porodna teža

Akutna izpostavljenost visokim koncentracijam As:

encefalopatija (zmedenost, halucinacije, motnje spomina in čustvena nestabilnost). V nekaterih študijah poročajo o vedenjskih motnjah otrok.



“Blackfoot Disease”

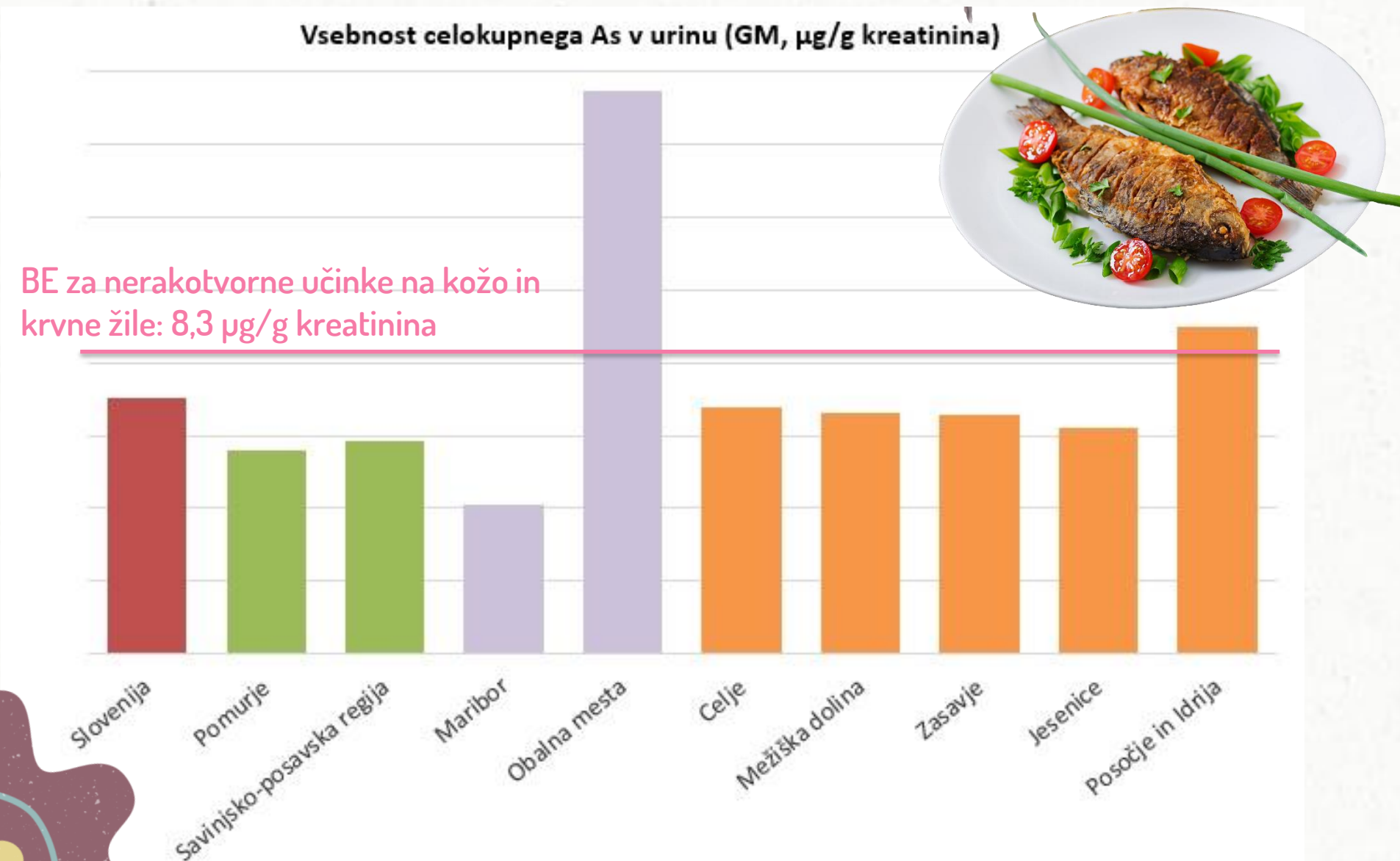
Vir: Basil Hall Photography, 2015

Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) anorganske spojine As v primeru izpostavljenosti preko zaužitja ali vdihavanja uvršča v skupino 1, kot raketovne snovi, podobno jih Ameriška Agencija za varstvo okolja (EPA) označuje kot humane karcinogene (skupina A).

ARZEN

REZULTATI 1. NACIONALNEGA PROGRAMA HBM

- koncentracije celokupnega As v krvi, urinu in materinem mleku so v slovenski odrasli populaciji nizke → ni povečanega tveganja za nerakotvorne učinke zaradi izpostavljenosti anorganskemu As + manj kot en dodaten primer raka na 1000 izpostavljenih
- izmerjene koncentracije precenjene zaradi obravnave celokupnega As in vključitve preiskovancev, ki so v treh dneh pred odvzemom vzorcev uživali ribe + speciacijska analiza, izvedena pri vzorcih urina s koncentracijo celokupnega As nad 15 µg/L, nakazuje na pričakovano stanje po zaužitju morske hrane (delež anorganskih vrst As relativno nizek)

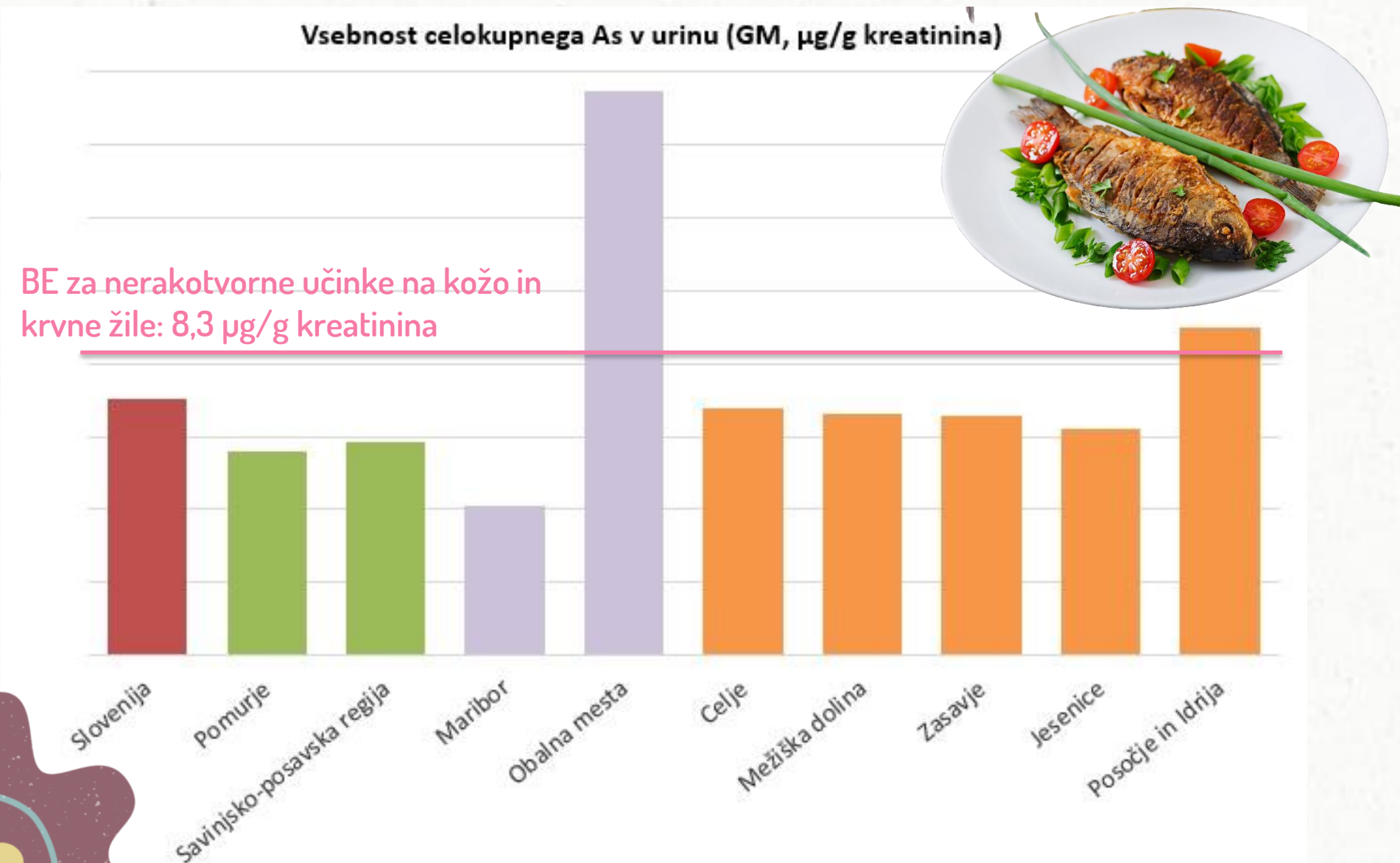


ZAGORJE OB SAVI



REZULTATI 1. NACIONALNEGA PROGRAMA HBM

- koncentracije **celokupnega As** v krvi, urinu in materinem mleku so v slovenski odrasli populaciji nizke → **ni povečanega tveganja za nerakotvorne učinke zaradi izpostavljenosti anorganskemu As + manj kot en dodaten primer raka na 1000 izpostavljenih**
- izmerjene koncentracije precenjene zaradi obravnave celokupnega As in vključitve preiskovancev, ki so v treh dneh pred odvzemom vzorcev uživali ribe + speciacijska analiza, izvedena pri vzorcih urina s koncentracijo celokupnega As nad 15 µg/L, nakazuje na pričakovano stanje po zaužitju morske hrane (delež anorganskih vrst As relativno nizek)



POGLOBLJENA OCENA TVEGANJA - ZAGORJE OB SAVI

V prvi polovici 20. stoletja rudarjenje antimona - največji tovrstni rudnik v avstrijskih deželah. V kamninah arzen in antimon pogosto nastopata skupaj → As spojine ostanejo v jalovini in so lahko vir onesnaženja okolja.

- **leta 2013 okoljski monitoring:** višje koncentracije As v doma pridelanih vrtninah → povečano tveganje za zdravje malčkov pri dolgotrajni izpostavljenosti As iz prehranskih virov → ukrepi,
- **leta 2016 raziskava HBM pri otrocih (3-5 in 6-12 let):** srednje vrednosti koncentracij anorganskega As v urinu znotraj BE za nerakotvorne učinke → izpostavljenost otrok anorganskemu As ne predstavlja povečanega tveganja za nerakotvorne učinke. Tveganje za raka manjše kot 1 dodaten primer na 1 000 izpostavljenih.

Na podlagi ponovne ocene vnosa anorganskega As priporočila iz leta 2013 naj malčki v občini Zagorje ob Savi uživajo čim manj doma pridelanih vrtnin, ni potrebno upoštevati.

Za vzdrževanje nizke izpostavljenosti smiselno nadaljnje upoštevanje že priporočenih higienskih ukrepov (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 (sredstva za zaščito lesa)).

OBSTOJNA ORGANSKA ONESNAŽEVALA

- prepoved nekaterih POPs že v 70. letih prejšnjega stoletja + mednarodno prizadevanje za zmanjševanje obremenjenosti okolja v sklopu **Stockholmske konvencije** (v Sloveniji ratificirana leta 2004),
- obstojne snovi v okolju in organizmih, ki se zelo **počasi razkrajajo**, imajo sposobnost **širjenja na dolge razdalje** in **bioakumulacije** ter **biomagnifikacije**,
- marsikatera kemikalija je **kemični motilec endokrinega sistema (KMES)**

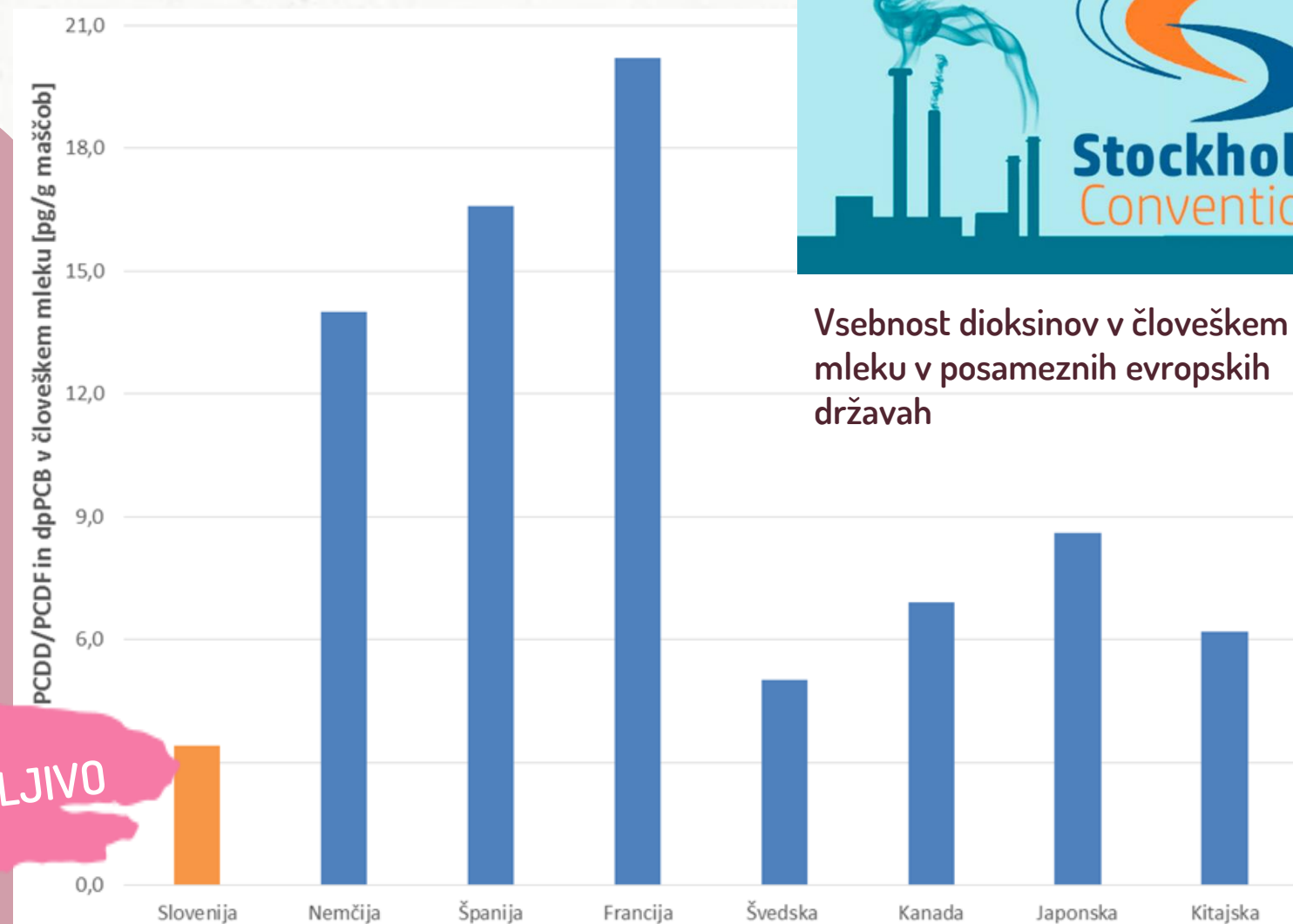
DIOKSINI

- PCDD in PCDF + dpPCB*,
- splošno prisotni v okolju, živilih z veliko vsebnostjo maščob in predmetih splošne rabe,
- so **KMES**: motijo delovanje ščitnice → kognitivni razvoj otrok, izpostavljenost v otroštvu povezana s spremenjeno spermatogenezo in hormonskim statusom pri odraslih moških,
- lahko delujejo kot **negenotoksični karcinogeni**

*poliklorirani dibenzo-p-dioksini (PCDD), poliklorirani dibenzofurani (PCDF), dioksinom podobni poliklorirani bifenili (dpPCB), **biomonitorinški ekvivalent

DOJENČKI

- glavni vir izpostavljenosti **materino mleko** (v manjši meri preko zraka, otroških plenic),
- obremenitev slovenske populacije v primerjavi z evropskimi državami 2- do 4-krat nižja, a...



BE
0.2-0.9 pg TEQ*/g mašč.



mediana Σ PCDD/F in dpPCB
3,14 pg TEQ/g mašč., (P95 5,62)

DOJENJE KLJUB VSEMU PRIPOROČLJIVO

- ni opredeljenega praga, pri katerem bi tveganja zaradi dojenja prevladala nad koristmi,
- vrednost BE določena na podlagi dolgotrajne izpostavljenosti izbranim POPs, medtem ko dojenje predstavlja kratkotrajnejše obdobje življenja,
- učinki na imunski sistem, telesni in psihomotorični razvoj ter sproščanje ščitničnih hormonov pogosto prehodni in s kliničnega vidika manj pomembni,
- izpostavljenost v prenatalnem obdobju pomembneje vpliva na razvoj otroka kot pa morebitna obremenitev preko dojenja (predvsem PCB) → razmisliti o ukrepih, usmerjenih v prehrano nosečnic: višje koncentracije izbranih POPs se pogosteje ugotavlja v **rdečem mesu, mlečnih izdelkih in ribah**.

ZA KONEC...

Pravilna interpretacija
rezultatov → ključna
skrbno načrtovana
komunikacija, da iz
zdravih ljudi ne
ustvarjamo bolnikov.



Slika: Freepik.com



PARTNERSTVO ZA OCENO TVEGANJA KEMIKALIJ (2022-2029):

spodbujanje inovacij pri procesu analize tveganja, ki zajema ocenjevanje in upravljanje s tveganji ter komunikacijo tveganja

