

Milena  
Horvat

Na mednarodni konferenci o živem srebru kot globalnemu onesnaževalu na Poljskem je dobila nagrado Kathryn R. Mahaffey za življenjsko delo. Razvila in izpopolnila je metode analize, delala za UNEP, tudi pet let v Monaku, in Evropsko unijo. Njen glavni motiv so rezultati, ki pomagajo ljudem. Že dolgo je vodja odseka za okolje Instituta Jožef Stefan, za raziskave pa izkorišča tudi prednosti raziskovalnega reaktorja v Brinju.

# Ne jejte preveč dragih rib, vsebujejo živo srebro

Tekst

Borut Tavčar

Foto

Jože Suhadolnik

“

**Kdaj ste se vi srečali z živim srebrrom in kaj vas je tako pritegnilo?**

Začelo se je že, ko sem študirala na fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo. Imelo smo odličnega profesorja Lada Kosta, ki je predaval o analizi kemiji in toksikologiji, med drugim je rad pripovedoval o živem srebru, ker se je ukvarjal z njim v Idriji. V reviji *Nature* je leta 1978 s sodelavci objavil enega prvih pomembnih člankov in v njem pokazal, da imajo ljudje v Idriji, ki so izpostavljeni živemu srebru, v telesu pomemben mehanizem, pri katerem selen, ki ga nujno potrebujemo za življenje, pobira živo srebro in ga odlaga v določene dele telesa v obliki netopnega selenida, denimo v ščitnico. Takrat sem se odločala za temo diplomske naloge. Profesor Kosta mi je pokazal laboratorij in eno napravo in mi dejal, naj vpeljem analizo metodo za določanje živega srebra v bioloških vzorcih. To je bilo zelo fascinirano.

**Kako ste se znašli?**

Začela sem delati kot analizna kemičarka, pa me je profesor Kosta povabil, da bi pri njemu opravila še magisterij, ker je dobil projekt Svetovne zdravstvene organizacije (WHO), v katerem bi prvič preverili izpostavljenost ljudi v Sredozemlju. Prav tako pa so takrat prvič razpisali mesta mladih raziskovalcev. Vse sredozemske države so bile zraven, ni pa bilo nikogar, ki bi delal analize. Tako sem opravila magisterij in delala analize za celotno Sredozemlje. Seveda sem bila kot stroj; takrat še ni bilo avtomatskih sistemov in sistemov kakovosti, vse to je bilo treba postaviti ročno. Bilo je izjemno zanimivo sodelovati v mednarodnem okolju, ljudje so prihajali z različnih koncev sveta. Tako padaš v krog mednarodnih projektov, kar zelo stimulira.

**Kaj ste ugotovili v analizi Sredozemlja?**

Živo srebro je v naravi prisotno povsod, tudi če ga človek ne bi izpuščal v okolje. To je eden od kemijskih elementov periodnega sistema, tako kot baker, svinec, cink ali kadmij in drugi. Razlika je v tem, da je enih v naravi zelo veliko, drugih pa malo. Živo srebro je povsod, poleg tega pa je ponekod zelo bogato nakopičeno.

**Tam so bili rudniki.**

Tak je ves sredozemski bazen, zato je tu kar precej nekdanjih rudnikov. Idrija je drugi največji, prvi je bil Almaden v Španiji, potem so Monte Amiata v Italiji in številni drugi. V preteklosti so bila obdobja, ko je bilo živo srebro strateška kovina. Nekdanja habsburška monarhija je pridobila veliko denarja iz idrijskega rudnika. Veliko tega, kar danes stoji na Dunaju, je zrastle tudi iz prihodkov od trgovine z živim srebrrom.



**Kaj je težava z živim srebrrom?**

Živo srebro je živahno, kar pove že samo ime. To je edina kovina, ki je pri sobni temperaturi tekoča, in edina kovina, ki pri sobni temperaturi tudi hlapi. Če razbijete živostrebrov termometer, bo koncentracija v sobi v trenutku silovito narasla. Uporaba živega srebra v preteklosti je bila raznovrstna, saj se je uporabljalo v industrijskih procesih za pridobivanje natrijevega hidroksida in acetaldehida, živo srebro je bilo v baterijah, stikalih, vakuumskih črpalkah, termometrih, sijalkah in še bi lahko naštevali.

Živo srebro so pridobivali s praženjem rude v rotacijskih pečeh. Čisto elementarno živo srebro se pri tem postopku loči iz rude tako, da izhlapi. Tekoče živo srebro se potem zbira v kondenzacijskih stolpcih in nato hrani v železnih posodah. Ker pa je hlapno, ga nekaj odhlapi tudi v okolje. Tako je bilo tudi v Idriji, kjer je ogromna količina živega srebra izhlapela v zrak.

Živo srebro je seveda prisotno v večini drugih rud in tudi v premogu. V vsakem visokotemperaturnem industrijskem procesu se sledovi živega srebra sproščajo v atmosfero. Na svetovni ravni tako iz vseh teh virov v atmosfero sprostim 2000 ton živega srebra. To je veliko. V atmosferi lahko kroži tudi leto ali več in se tako prenaša na dolge razdalje. Potem se usede na tla ali v vodna telesa, daleč stran od vira onesnaženja. V vodi se zgodi nekaj, kar da živemu srebru posebno lastnost – bakterije mu dodajo

metilno skupino in tako nastane organsko živo srebro ali metilno živo srebro. Ta kemijska oblika živega srebra ima popolnoma drugačne lastnosti kot elementarno, hlapno živo srebro. Metilno živo srebro se kopiči v bioloških sistemih, tako ga akumulira plankton, temu sledijo male ribe in tako se v prehranskih verigah lahko nakopiči zelo veliko živega srebra. In kdo je na koncu prehranske verige?

**Mi.**

Tako je, mi, pa tudi severni medvedi in ptiči, ki se hranijo z ribami. Metilno živo srebro je zelo strupeno in spada med deset prioritarnih strupenih snovi globalnega pomena. Je nevrotoksična spojina, ki je še posebej nevarna v življenjskem obdobju, ko se razvija centralni živčni sistem, saj lahko pride do trajnih posledic. Večina ljudi pozna katastrofalne posledice zastrupitve z metilnim živim srebrrom v Minamati na Japonskem v letih 1955 in 1960. Zastrupilo se je več tisoč ljudi. Pri nosečnicah, ki so jedle zastrupljene ribe, se je živo srebro preneslo skozi placento v otroka. Otroci so se rodili mrtvi ali pa zelo deformirani. Ko sem leta 1997 šla prvič na Japonsko, sem srečala ljudi, ki so bili zastrupljeni. Posledice teh zastrupitev so grozljive.

**Takih posledic verjetno ni, če razbijemo termometer?**

Res je. Če razbijemo termometer, živo srebro inhaliramo, nekaj ga bo šlo v kri in možgane, večino pa izdihamo in



“ Največ živega srebra sem imela na Finskem, ko smo lovili in vsak dan jedli ščuke. Imela sem 3,6 miligrama živega srebra na kilogram v laseh.

ga relativno hitro izločimo z urinom. Če jemo zelenjavo, ki je zrasla v onesnaženih tleh, bomo zaužili nekaj več anorganskega živega srebra, ki ga prav tako hitro izločimo. Metilno živo srebro, ki ga zaužijemo z ribami, pa po krvi potuje do tarčnih organov in se tam nabira, izločamo ga izjemno počasi. Posledice zastrupitve z metilnim živim srebrom so nepopravljive.

#### Kako živo srebro potuje v okolje?

Ko živo srebro v naravi »premaknemo«, začne svojo dolgo globalno pot. Prehaja iz ene okoljske vrstine v drugo, torej kroži med zrakom, tlemi in vodo. Potuje kot pingpong žogica. Da to pot prekinemo, moramo poznati vire in procese v okolju. Zato je treba vedeti vse: od kje se sprošča, v kakšnih kemijskih oblikah, koliko ga bo ostalo v tleh, koliko ga bo šlo v vodotoke, jezera in morja.

V Idriji je veliko živega srebra prisotnega naravno. Vedno, ko dobim kake obiske, jih peljem v Idrijo, tam gremo pod mostom reke Idrijce, malo brskamo po tistih skrilavcih in ven pritečejo kapljice živega srebra. To je elementarno živo srebro. Ko so žgali rudo, je šlo veliko živega srebra v zrak, tisti del živega srebra, ki je po žganju rude še ostal vezan na žgalniške ostanke, pa so v veliki meri stresli kar v reko in okolico.

#### Tako je velik del tega živega srebra potoval po reki Idriji in Soči v Tržaški zaliv.

V času 500-letnega delovanja rudnika je tako v okolju pristalo med 30 in 40 tisoč ton živega srebra. Od tega ga je šlo veliko v zrak, v sistemu od Idrijce do Tržaškega zaliva pa ga je še vedno nekje med 12.000 in 18.000 ton.

#### To je ogromno.

To je res zelo veliko živega srebra, a je zelo razpršeno. Letni vnos tega živega srebra v Tržaški zaliv je izmerjen in znaša približno eno tona, v preteklosti je bilo več. Odkar so po drugi svetovni vojni zgradili veliko hidroelektrarn, se je pot živega srebra v Tržaški zaliv zelo upočasnila. Živo srebro se v vodi veže na delce in se z njimi odstrani, ko čistijo akumulacije. Ugotovili smo sicer, da gornji tok Soče prinese toliko sedimenta, da se prispevek Idrijce precej razredči, pa tudi pretok hidroelektrarn je tak, da ne povzroča večjih zapletov v zajezitvah. V takih zajezitvah v drugih podobnih primerih ugotovljajo povečano nastajanje metilnega živega srebra. Smo pa naredili preizkuse, kaj bi se zgodilo, če bi postavili hidroelektrarno na Idriji. Za gradbo bi se vzpostavile razmere za močno metilacijo živega srebra. To bi bila tempirana bomba.

#### Kako, da do zdaj ni bilo hujših težav?

Sistem, ki je stoletja pod negativnim vplivom, se prilagodi. Tudi bakterije se prilagodijo in ne pride do tako hudih metilacij, kot bi pričakovali. Veliko živega srebra v sistemu sploh ni razpoložljivega za metilacijo, to je v glavnem živosrebrev sulfid kot ostanek rude, ki je zelo

stabilen. Je pa kup drugih izzivov. Če bi prišlo do večjih posekov gozdov ali bi veliko odprtih površin spremenili v njive, bi zelo povečali možnost erozije in s tem večji vnos živega srebra v reko. Zdaj so razmere dokaj stabilne, odprte površine so pašniki. Kontaminiran del je Idrijca in njene naplavne ravnice. A k sreči je to v glavnem anorgansko živo srebro, ki ne prehaja v rastline in tudi človek ni preveč ogrožen. Takoj ko bi se raba tal zelo spremenila ali bi Idriji spremenili namembnost, pa bi lahko sledile težave.

#### Kako je z zdravjem Idrijčanov?

Precej smo sodelovali z doktorjem Alfredom Kobalom, ki je Idrijčan – to je treba vedeti, ker v Idrijo ne moreš priti od zunaj in nekaj pametovati. Tako sem bila jaz vedno le podpora, pobirala sem vzorce rudarjev, ob 6. uri zjutraj, ko so prišli iz jame, pa potem še popoldne.

Po tistih ovinkih do Idrije mi je bilo vedno slabo, večkrat sem prosila doktorja Kobala, ali se lahko malo uležem. A vse to je bilo lušno. Doktor Kobal je vpeljal redne meritve notranje izpostavljenosti, na podlagi živega srebra v krvi in urinu je vpeljal režim dela, ki je preprečeval, da bi rudarji zbolevali zaradi izpostavljenosti na delovnem mestu.

#### Zanesljive meritve so za znanost osnova ...

V tem primeru ne samo za znanost, temveč za te rudarje. Takoj je videl, kdo je dobil preveč, zato jih je rotiral, da je bila izpostavljenost na delovnem mestu minimalna. Nobene zastrupitve ni bilo od takrat, ko je on prevzel to odgovornost. Kasneje je tudi preverjal, kako je s tem pri prebivalcih Idrije. Žal v Idriji pri prebivalcih ni bilo narejene prave, večje epidemiološke raziskave. Bilo je opravljenih nekaj manjših, ki pa žal niso reprezentativne. Iz teh študij pa lahko rečem, da so koncentracije večinoma primerljive z ostalim delom Slovenije, odstopanja so le pri posameznikih. Glede mogočih vplivov na zdravje pa bi bilo smiselno v

Idriji narediti pravo dolgoročno epidemiološko raziskavo.

#### Kaj pa je z živim srebrom, ki je šlo po vodi v Tržaški zaliv? Kakšen vpliv bi imeli projekti, denimo plinski terminal?

Tam je živo srebro shranjeno v sedimentu, iz katerega počasi pronica metilno živo srebro. V ribah je tam več živega srebra, ampak tudi ne tako zelo veliko, da bi bilo to nevarno, če ribe ješ zmerno. Če primerjamo izpostavljenost živemu srebru v Primorju, kjer se prehranjujejo bolj lokalno, jejo več rib, imajo več živega srebra v telesih kot Prekmurci, ki jedo drugačno hrano.

#### Kaj bi se zgodilo, če bi izvedli projekte širitve pristanišč in terminala?

S tem smo se veliko ukvarjali. Vse je odvisno od tega, kako se projekta lotiš. V Idriji so največ naredili s tem, ko so vse zabetonirali in postavili gor Kolektor. To je najbolj preprost način. Od takrat je bistveno manj vnosa živega srebra v Idrijo. To je kot kapsula. Pametni gospodar tako naredi, kam bi pa to sicer dali? V Idriji takoj, ko začneš kopati, naletiš na živo srebro. Potem je treba narediti analize, ali je nevarno ali ni.

S terminali zgodba še ni povsem končana, saj obstaja več scenarijev. Mene je najbolj šokiralo to, da so bili načrti narejeni, ne da bi bilo lokalno prebivalstvo v Italiji o tem obveščeno. Pri nas se je o tem veliko govorilo, vse, kar smo prej delali v raziskavah, smo potegnili skupaj, potem pa smo s sodelavci fakultete za gradbeništvo in geodezijo ter Morsko biološko postajo pripravili ocene, kaj bi se lahko zgodilo, koliko živega srebra bi se lahko sprostilo in kolikšna je verjetnost, da bi se koncentracije v ribah povečale. Pokazali smo, da bi se lahko koncentracije dvignile za 40 odstotkov – ne toliko zaradi gradnje terminalov, temveč med obratovanjem. Tržaški zaliv je plitvo morje, in ko pridejo veliki tankerji, se sediment stalno

meša. V naravnem sistemu se sedimenti usedejo na dno in se počasi nabirajo. Seveda pa živo srebro ni edini problem, obstaja še vrsta drugih razlogov, ki ne podpirajo gradnje terminalov v tem zalivu.

Kot zanimivost naj povem, da je v času pogajanj med Italijo in Slovenijo bilo na italijanski strani govora o tem, da je živo srebro v Tržaškem zalivu tako ali tako iz Slovenije in da ga moramo mi tudi počistiti. Pojasnili smo, da je bil rudnik med dvema svetovnima vojnoma v italijanskih rokah, in takrat je bilo v okolje sproščeno največ živega srebra. Z natančno analizo sedimenta v globinskem profilu namreč dobimo podatke o preteklem nalaganju živega srebra in to potem povežemo s časom. Prav tako pa so imeli Italijani nad Gračevo še kloralkalno tovarno in iz nje je prek lagun prihajalo ogromno živega srebra v Tržaški zaliv. Zelo dobro je bilo, da se je o tem začelo pisati in govoriti, tako se je zbudila tudi lokalna iniciativa v Italiji. Naša poročila o vplivih gradnje terminalov je pregledala tudi italijanska stroka in potrdila, da so naši izsledki korektni. Taki primeri kažejo na to, da je pomembno imeti lastno znanje in se postaviti po robu.

#### Lastno znanje in podatke, to odločevalci razumejo?

Vlaganje v okoljske znanosti je pomembno. Ko govorimo o kemikalijah v okolju, se je treba zavedati, da kemikalije vstopajo v človeka prek dihalnih in prehranskih poti, lahko tudi prek kože. Če je teh kemikalij preveč, je treba ukrepati, zlasti če dosega koncentracije, ki ogrožajo zdravje. Zavedati se moramo, da imamo kemikalije v plastiki, posodi, pohištvo, v hrani, kozmetiki, čistilih, v zunanem in notranjem zraku, vodi, povsod. Hkrati pa tudi sami delamo napačne stvari, denimo žar, hitro kuhanje in priprava hrane tvorijo celo vrsto kemikalij, ki so lahko škodljive za zdravje. Po mojih izkušnjah je najzahtevnejši del tega dela prav v komunikaciji tveganja, kajti če tega ne narediš dobro, lahko za vedno izgubiš zaupanje ljudi.

#### Zakaj je pomembno, da imamo tako ozadje v podatkih?

V tem kontekstu je zlasti zanimiv primer Kemisa na Vrhniki. Veseli me, da se trenutno izvaja vseslovenska študija humanega biomonitoringa pri otrocih in mladostnikih, ki vključuje tudi Vrhniko. Tako bomo lahko to območje primerjali z vsemi drugimi regijami in ugotovili, ali je izpostavljenost povišana ali ne. Tudi sicer so take študije ključne za postavitev referenčnih vrednosti pri populaciji, saj potem lahko takoj ugotovimo, ali je prišlo zaradi nekega dogodka do sprememb, in potem primerno ukrepamo. Vendar pa za to ni dovolj le podatek humanega biomonitoringa, treba je poznati vse dejavnike, okoljske, zdravstvene in družbene, kar pomeni, da je treba združiti znanje strok v najširšem smislu. Taki programi so velik izziv in motivacija, ne samo v Sloveniji, tudi širše. Sama vidim v tem delu velik izziv, v katerega se vključujemo v širše konzorcije v Sloveniji kot tudi v Evropi.

Tudi v preteklosti smo delali zelo zanimive stvari, še v Jugoslaviji, ko sem delala dokto- ▶

● Nekdanja topilnica živega srebra med prenovno in preurejanjem v muzej v Idriji. Foto Uroš Hočevar





“Trenutno je največji globalni izziv taljenje permafrosta, kjer so največje zaloge živega srebra. Kjer izhaja metan, izhaja tudi živo srebro. Napovedi so katastrofalne.

rat. Veliko je bilo kloralkalne industrije, tam pa je veliko živega srebra, ker s hidrolizo pridobivajo natrijev hidroksid. Tam so delavci kar hodili po živem srebru in šli v istih čevljih domov, kjer je bilo potem tudi vse kontaminirano, še otroci so dobili živo srebro. Avtobus, s katerim so se peljali domov, je bil nasičen z živim srebrrom. Skupaj z ameriško univerzo smo razvili poseben protokol za spremljanje, seveda pod strokovnim vodstvom Alfreda Kobala. To smo delali skupaj, vsak je prispeval svoj delež. Tudi tam se je zelo veliko naredilo za to, da se je izpostavljenost delavcev zelo zmanjšala. Žal pa je potem Jugoslavija razpadla in študije nismo nikoli dokončali. Kasneje pa sem imela študente, ki so delali v Sarajevu, pa v Tuzli. Zdaj jim zelo težko pomagamo; vse, kar lahko naredimo, je to, da jih usposabljam, k nam pridejo raziskovat. K temu veliko pripomore Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, kjer sem trenutno dekanja.

#### Dobro je, da je zahodni svet že spoznal nevarnosti živega srebra.

Začela je ameriška okoljska agencija (EPA), kjer je Kathryn R. Mahaffey, po kateri se imenuje tudi nagrada, naredila zelo veliko in prepričala EPA, da je sprejela mejne vrednosti za živo srebro oziroma koliko živega srebra lahko kdo zaužije, ne da bi to imelo škodljiv učinek na zdravje. To je povzročilo pravo revolucijo. Tudi Svetovna zdravstvena organizacija in evropska komisija sta se odzvali, slednja je naročila posebno poročilo.

#### In tu ste vi prišli zraven.

Tako je, sodelovala sem v delovnih skupinah. Evropsko poročilo je Unep skoraj v celoti povzel, pa še nekaj dodal. Tu sem bila ena od mnogih. Od taktar se vsakih pet ali šest let pripravi novo poročilo. V lanskem poročilu smo prispevali tri poglavja: eno je živo srebro v atmosferi in depozicija, drugo je prenos s kopnega v morja, tretje pa je zdravstveni del, izpostavljenost na svetovni ravni. Na podlagi vseh teh raziskav v Sredozemlju, v Evropi, dobili smo tudi sredstva iz mednarodnih virov, smo vzorčili otroke v Grčiji na otokih. To je bil začetek naše epidemiološke študije, ko smo otroke začeli spremljati še pred rojstvom, potem je sledilo spremljanje pri osemnajstih mesecih in pri šestem in devetem letu. Upam, da bomo še pred mojo upokojitvijo ujeli otroke pri petnajstih letih, potem bodo to nadaljevali nasledniki.

#### Je zanimanje za to delo?

Zelo radi to delajo, v tem tednu sta dve sodelavki na to temo doktorirali. Zelo smo ponosni na uspehe in delo mlajših raziskovalcev, ki povečini začnejo karierno pot na naši podiplomski šoli, se kasneje usposablja v tujini, nekateri pa se potem tudi vrnejo za stalno. Sicer pa smo povsod dobro povezani.

#### Koliko je še virov živega srebra v gospodinjstvih?

Z izdelki ga ne nosimo več domov. Ni ga več v baterijah, ni ga več v elektronskih napravah, ni ga več v termometrih. Nekaj opreme je še, kakšne stare črpalke in podobno. Domov pa



● Nanogram je toliko kot en Kitajec na Kitajskem raziskovali pa so tako majhne količine, kot je en prst na Kitajskem, pravi Milena Horvat.

humus, in se stabilizira. Če posekaš gozdove in imaš sama polja, te črpalke ni več. Zaradi zelo obsežnih požarov v južni Ameriki bomo leto gotovo zaznali povišane koncentracije živega srebra v atmosferi na globalni ravni.

#### Delali ste tudi s Termoelektrarno Šoštanj, živo srebro je tudi v premogu.

Skurite premog, živo srebro gre ven. Le dese odstotkov ga ostane v pepelu. Če namestiš na pravo za odstranjevanje žvepla, odstraniš tudi živo srebro. Z manjšimi spremembami v teh nalogih lahko še bistveno povečaš izločanje živega srebra v teh napravah. V resnici sta zada samo fizika in kemija – procesi, ki jih analizirajo kemiki mora poznati, da lahko prispeva k izde lavi tehnologiji za učinkovitejšo odstranjevanje živega srebra.

#### Kaj je cilj konvencije?

Treba je zagotoviti, da onesažila, tudi živo srebro, v ribah padejo na naravno raven, kaj ti ribe so zdrav vir hranil in pomembne za zdravje ljudi. Konvencija Minamata je odpravila živo srebro iz uporabe, do leta 2032 naj bi bile razmere urejene, ko bi zapri vse še delujoče rudnike živega srebra. Ob tem, da bo doslej sproščeno živo srebro še dolgo krožilo okrog nas, ni dvoma, dodatne količine pa bo dodala narava zaradi podnebni sprememb.

Kot primer naj omenim lokalno zgodbo o živem srebru v Tržaškem zalivu, kjer trenutno ena tona živega srebra na leto prispe v zaliv, v sistemu pa je še med 12.000 in 18.000 ton. Če bi to živo srebro pustili v rudniku, bi tam ostalo, ker pa smo rudarili in ostanke živega srebra razpršili v okolje, bo to še dolgo krožilo v tem okolju. Tega ne moremo pospraviti, zato moramo spremljati, kaj se z živim srebrrom dogaja, predvsem pa ne ustvarjati razmer, ki bi to še poslabšale, kot so plinski terminali v Tržaškem zalivu, hidroelektrarna na Idriji ali večji poseki gozdov, kar povečuje erozijo in vnos živega srebra v Tržaški zaliv.

Naj dodam, da je Inštitut Jožef Stefan pridobil nov štiriletni evropski projekt GMOS Train (Global mercury observation training network), v katerega bo vključenih enajst inštitucij v Evropi in katerega glavni cilj je usposobiti 15 novih doktorjev znanosti, ki bodo obdelali vse vidike kroženja živega srebra na globalni ravni in prinesli nova spoznanja, ki bodo koristna pri preverjanju učinkovitosti delovanja konvencije Minamata. V projekt so vključene tudi ustanove zunaj Evrope, kot so univerzi Harvard in MIT in mnoge druge, zagotovljena pa je tudi podpora Unepa, kjer je sekretariat konvencije Minamata. Ta zagotavlja neposreden prenos znanja do uporabe. Odslek za znanosti za okolje se je tako ponovno vpisal na svetovni zemljevid, na kar smo ponosni. Velik delež teh študentov bo vpisanih na doktorski študij Mednarodne podiplomske šole Jožef Stefan.

prinesemo lahko ribe, posebej če so ulovljene prosto. Ko delamo analize izpostavljenosti ljudi v povezavi s socialnoekonomskim statusom, ugotovimo, da imajo tisti z višjim statusom v sebi bistveno več živega srebra.

#### Zakaj?

Jedo več rib, tistih dražjih. Te so prosto ulovljene, kila takega zobatca stane tudi več kot 30 evrov.

#### Potem je treba jesti gojene postrvi?

Gojene postrvi in morske ribe so glede živega srebra v redu, če je jasno poreklo. Pa tudi pri tistih, ki imajo več denarja in imajo več živega srebra, ni nič skrb zbujajočega. Za zdaj ne. Če bi nosečnice jedle veliko teh rib, pa ne bi bilo dobro. Bolje je, da jedo manjše ribe na nižji stopnji prehranske verige. Tudi sama pojem veliko rib, ker celo poletje jadramo.

#### Ste si izmerili vsebnost živega srebra?

Vseskozi si merim. Največ živega srebra sem imela na Finskem, ko smo lovili in vsak dan jedli ščuke. Imela sem 3,6 miligramov živega srebra na kilogram v laseh. Tudi v Donavi so ščuke z veliko živega srebra. Sicer pa ni nič hudega, če ujameš ali kupiš eno ščuko in jo poješ, če pa to delaš redno, bi lahko bilo problematično. Veseli me, da Nacionalni inštitut za javno zdravje pripravlja uradna priporočila za uživanje rib, ki pa ne bodo vključevala samo živega srebra, temveč tudi druga priporočila.

#### Kako uspešno je odstranjevanje živega srebra iz uporabe?

Leta 2017 je začela veljati konvencija Minamata, kar nas obvezuje, da moramo živo srebro v celoti odstraniti iz uporabe. Po razvitem svetu koncentracije padajo, v rečnih državah pa se je uporaba živega srebra zelo povečala zaradi pridobivanja zlata. Živo srebro stopi oziroma amalgamira zlato, živo srebro odpari, zlato pa

ostane. To so zelo velike količine v razpršenih virih, cela Indonezija je polna tega, v Aziji je polno tega, Brazilija in druga južna Amerika, da ne govorimo o podsaharski Afriki, Gana, Slonokoščena obala. Težava je, da je to za desetine milijonov ljudi edini vir preživetja. Poskuša se na različne načine, da bi to ustavili, a se je že vzpostavil črni trg živega srebra kot surovine.

Poleg tega nekatere države še dopuščajo uvoz živega srebra zaradi amalgamskih zalivk, a to je v bistvu živo srebro za pridobivanje zlata. Amalgamske zalivke so sicer še ena stvar, ki vsebuje živo srebro. Moram reči, da boljše spim, odkar nimam več teh zalivk.

#### Kaj se načrtuje v zahodni Evropi?

V Evropi naj bi živo srebro pospravili v rudniške soli, velik del pa pospravljajo v tehnološkem centru v Almadenu. Marsikdo vpraša, zakaj pa niste v Idriji postavili takšnega centra, bi imeli infrastrukturo in vse, a mislim, da je prav tako. Idrija je prodala še zadnje zaloge živega srebra in ga nima več, saj ga ne potrebujemo. Idrija ima Kolektor, ne potrebuje živega srebra. Ima kulturo, tradicijo in tehnično dediščino. Kar so naredili v Idriji, je fenomen. Ima center Unesca in informacijski center. Pri tem smo vsaj malo pomagali, povezali smo jih z Minamato.

Zgodbe pa še zdaleč ni konec. Več kot 120 držav podpisnic konvencije se dobiva vsako leto, zdaj je treba postaviti sistem za preverjanje, ali ukrepi delujejo. Trenutno je največji globalni izziv taljenje permafrosta, kjer so največje zaloge živega srebra. Kjer izhaja metan, izhaja tudi živo srebro. Napovedi so katastrofalne. Podnebne spremembe zelo vplivajo na živo srebro na globalni ravni. Lahko bomo uspešno zaprli vse antropogene vire, zakopali vse zaloge, učinke pa bo daleč od pričakovane. Zeleni pokrov pobere veliko atmosferskega živega srebra in ga prek listov prenese v tla. Potem se ta veže na organsko snov, na