

# ŠTETNOST ŽIVE ZA OKOLIŠ I ZDRAVLJE LJUDI

dr. sc. Ivana Gudelj, znanstvena suradnica

## 1. UVOD

Ljudi koriste živu već tisućama godina, a tijekom posljednjih 500 godina došlo je do značajnog povećanja količine žive u okolišu. Ovo predstavlja značajan rizik za globalno okruženje i zdravlje ljudi. Na europskoj i globalnoj razini poduzimaju se radnje za smanjenje upotrebe žive, sprječavanje daljnjih emisija i zaštitu građana i ekosustava od štetnog utjecaja žive. Mnogi ljudi žive još uvijek povezuju s toplomjerima, ali većina ih je svjesna i njezine toksičnosti. Živa se zbog svoje toksičnosti postupno izbacuje iz proizvoda u Europi, no još uvijek je prisutna u zraku, vodi, tlu i ekosustavu. U nastavku se ukazuje na činjenicu kako je živa još uvijek ozbiljan problem, što se poduzima i što je svakom pojedincu moguće poduzeti u tom pogledu.

## 2. OPĆENITO O ŽIVI

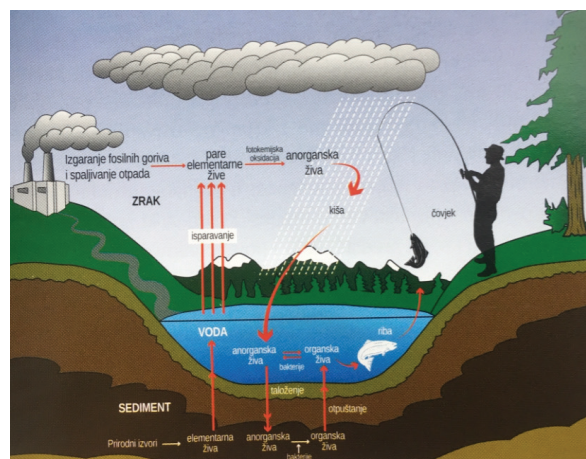
Živa je poznata od davnih vremena, cca 1500. godine prije Krista. Ime dolazi od latinske riječi *hydrargyrum*, što znači tekuće srebro. To je sjajni, srebrno bijeli metal. Prvi pisani dokaz o živi potječe od Aristotela, a prema ostacima nađenim u egipatskim grobnicama pretpostavlja se da su već Egipćani u 6. stoljeću prije Krista poznavali postupak dobivanja žive i njezinu sposobnost amalgiranja. Od prvog stoljeća živa se počela upotrebljavati u medicinske svrhe, a Paracelsus je uveo liječenje sifilisa živom. Pri sobnoj temperaturi je tekućina. Loše vodi toplinu i električnu struju. Stabilna je na zraku. Ne reagira s lužinama i većinom kiselina. Otapa se samo u oksidirajućim kiselinama. Tekuća živa otapa mnoge metale dajući amalgame. Ovisno o količini otopljenog metala, amalgami mogu biti tekući ili čvrsti. Živine pare su vrlo otrovne i lako se resorbira čak i preko nepokrivenih dijelova kože. Živa ima kronični kumulativni efekt, a organski spojevi žive, kao što je metil-živa, su također jaki otrovi.

U prirodi žive ima dvadesetak puta više nego kadmija. Može se pronaći samorodna dispergirana u obliku sitnih kapljica u kamenju i stijenama. Male količine žive nalaze se i u sastavu granita (0,25 ppm), bazalta (0,11 ppm), pijeska (0,03 ppm) i u sastavu mora ( $2 \times 10^{-4}$  ppm). Ipak se najveće količine žive nalaze u spojevima. Nalazi se u obliku minerala cinabarit (HgS) i u obliku levingstonita.

Klor-alkalne elektrolize su najveći potrošač žive. Upotrebljava se kao katoda kod elektrolize, zbog velikog prenapona vodika na njoj i stvaranja amalgama s produktom. Sa živom se pune toplomjeri, tlakomjeri, baterije ili se izrađuju svjetiljke koje isijavaju svjetlost bogatu ultraljubičastim zrakama. U većini spojeva je jednovalentna ili dvovalentna te posjeduje najveću napetost površine što uvjetuje da će se, ako je to moguće, elementarna živa nalaziti u obliku pravilnih kuglica (Živa, 2019.; Bernhoft, 2012.).

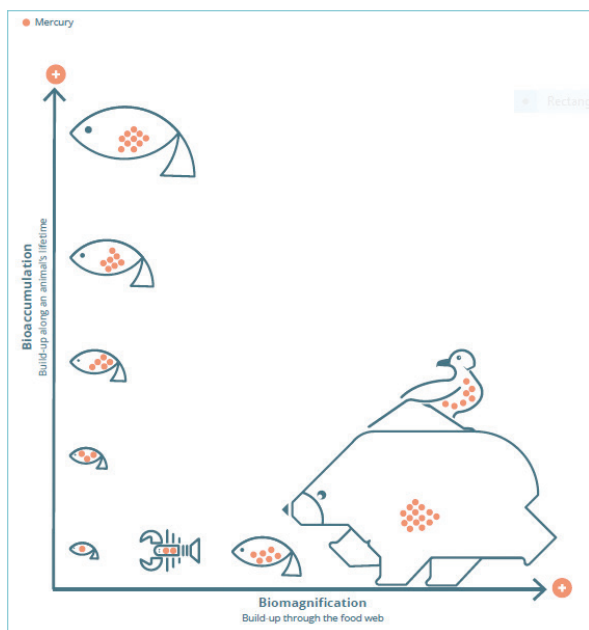
## 3. PROBLEMATIČNOST ŽIVE

U okolišu živu sadržavaju minerali u bezopasnim količinama te kao takva ne predstavlja značajan rizik. Problem nastupa slijedom ljudskog djelovanja zbog kojeg se znatne količine žive ispuštaju u okoliš, koja se potom u okolišu zadržava slobodno kružeći tisućama godina. Živa sadržana u vodi i sedimentu glavni je razlog za zabrinutost, jer se ondje nalazi u iznimno toksičnom obliku, a životinje ju tim putem lako mogu unijeti u organizam i na taj način uvesti u ljudski prehrambeni lanac (slike 1 a i 1 b). Svjetska zdravstvena organizacija



Slika 1 a: Biogeokemijski ciklus žive

Izvor: Primjena biomonitoringa za procjenu izloženosti živi tijekom prenatalnog perioda u dvije hrvatske regije uporabom standardizirane metodologije Svjetske zdravstvene organizacije, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2017.



Slika 1 b: Bioakumulacija žive u vrstama i biomagnifikacija u hranidbenom lancu  
 Izvor: Mercury in Europe's environment, - A priority for European and global action, Report No 11/2018., European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 2018.

istaknula je deset kemikalija koje su iznimno velika prijetnja za javno zdravlje, od kojih su četiri teški metali: kadmij, živa, olovo i arsen (Bernhoft, 2012.; EEA, 2018. c).

#### 4. UPORABA, GLAVNI IZVORI EMISIJA I ZASTUPLJENOST ŽIVE U OKOLIŠU

Trenutna uporaba žive razlikuje se diljem svijeta kao i potencijalni izvori emisija žive (slika 2). U Europi je uporaba žive vrlo ograničena, a glavna će primjena žive tijekom nadolazećih godina biti za zubne ispune, budući da je njezina uporaba u industriji zabranjena. U drugim dijelovima svijeta živa se još uvijek više koristi u industrijskim djelatnostima, a u rudnicima zlata u manjoj mjeri.

Sagorijevanje krutih goriva kao što su ugljen, lignit, treset i drvo u industriji i kućanstvima predstavljaju jedan od najvećih izvora onečišćenja živom u Europi i općenito u svijetu. Navedena goriva sadržavaju male količine žive i ispuštaju je u okoliš pri sagorijevanju. Ta su ispuštanja glavni izvor emisije žive u Europi i uključuju aktivnosti kao što su proizvodnja električne energije, cementa i metala (EEA, 2018. c).

Posljedično dugotrajnoj uporabi, stotine su tisuća tona žive ispuštene u okoliš. Trenutno su količine ispuštene žive u atmosferi do 500% iznad prirodne zastupljene količine, a u oceanima je koncentracija približno 200% iznad prirodno zastupljene količine (EEA, 2018. c).

Osoba može biti izložena živi udisanjem kontaminiranog zraka, uzimanjem kontaminirane vode i hrane ili zbog kontakta kože sa živom. Svi oblici žive ne

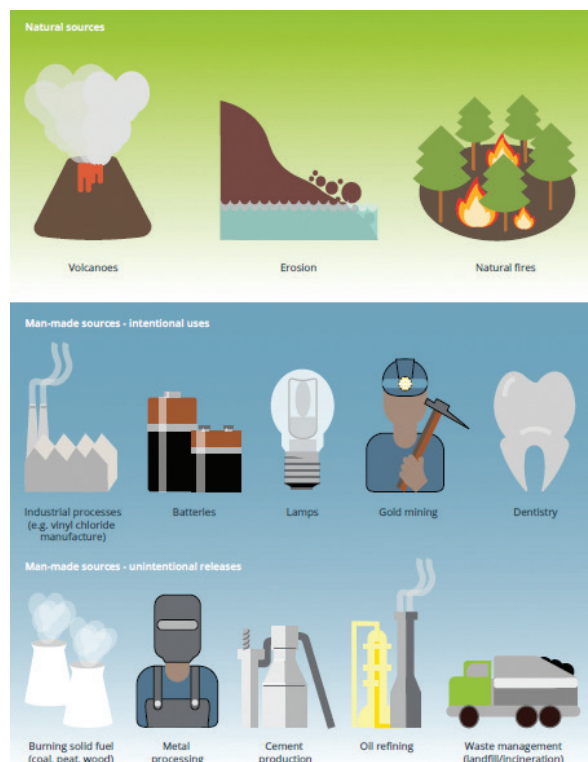
dospijevaju lako u tijelo, pa je važno znati kojem obliku žive je bila izloženost i kojim putem (zrakom, hranom ili putem kože) se kontaminacija dogodila (Bernhoft, 2012.).

#### 5. UTJECAJ ŽIVE NA KVALITETU VODE U EUROPI

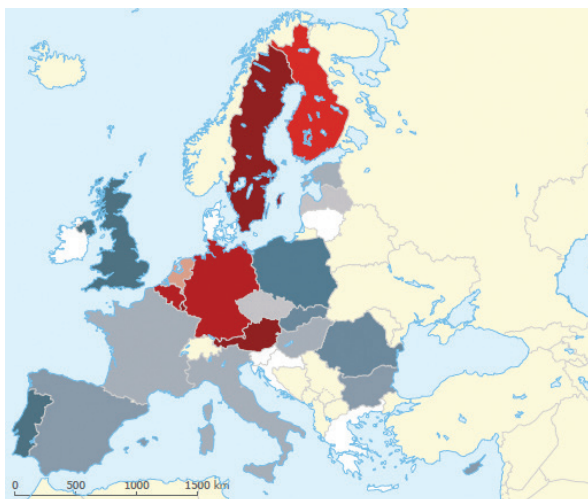
Okvirna direktiva o vodama zahtijeva od država članica EU da poduzmu sve relevantne mjere u cilju osiguranja da vodna tijela postignu dobro kemijsko i ekološko stanje. Specifični kriteriji koriste se za definiranje „dobrog stanja“, a zemlje članice su dužne procijeniti usklađenost u vodnim tijelima. Najnoviji podatci osigurani kao dio drugog plana upravljanja slivom rijeka ukazuju kako 46 000 površinskih vodnih tijela u EU, od njih ukupno cca 111 000, premašuju dozvoljenu koncentraciju žive postavljene za zaštitu ptica koje jedu ribu i sisavce (slika 3). U nekim zemljama članicama razina žive mjerena u bioti uzrokuje kvalitativni neuspjeh za sva površinska vodna tijela (EEA, 2018. a).

#### 6. UTJECAJ ONEČIŠĆENJA ŽIVOM NA ZDRAVLJE

U ljudskom organizmu živa nema pozitivnu biološku ulogu, već djeluje izuzetno toksično na središnji živčani sustav, bubrege i pluća. Otrovanje živom, koje obuhvaća skup simptoma poznatih pod nazivom *merkurijalizam*,



Slika 2: Glavni potencijalni izvori emisije žive na globalnoj razini  
 Izvor: Mercury in Europe's environment, - A priority for European and global action, Report No 11/2018., European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 2018.



**Slika 3:** Postotak površinskih vodnih tijela u svakoj zemlji koja sukladno Okvirnoj direktivi o vodama EU (WFD) ne postižu dobar kemijski status zbog žive – uključeni su podatci iz 22 države članice EU-28 osim Hrvatske, Danske, Grčke, Irske, Litve i Slovenije

Izvor: Surface water bodies: Priority substances in the 2nd River Basin Management Plans, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 2018.

ovisi o načinu izloženosti i kemijskom obliku unutar kojih se razlikuje akutno i kronično trovanje i djelovanje na različite organe i sustave. Živa djeluje izrazito neurotoksično te je naročito važno izbjeći izloženost u prenatalno doba i u doba razvoja neurološkog sustava (HZJZ, 2017.).

Najznačajniji put izloženosti živi je konzumacija morskih plodova. Kad morske životinje unesu živu u sebe, ona uglavnom ostaje u njihovu organizmu i s vremenom se nakuplja

(slike 1 a i 1 b). Veće ribe grabežljivice uglavnom sadržavaju veće koncentracije žive, jer konzumiraju manje životinje koje su već u organizam unijele nešto žive. Stoga konzumacija većih riba grabežljivica, kao što su tuna ili sabljarka, obično dovodi do većeg unosa žive u odnosu na konzumaciju manjih riba koje su pozicionirane niže u prehrambenom lancu. Utjecaji na zdravlje povezani su koncentracijskom dozom izloženosti, no daleko veći problem je utjecaj žive na još nerođenu i malu djecu. Do izloženosti živi može doći već u utrobi zbog majčine konzumacije morskih plodova koji u sebi sadrže živu. Anorganski i organski živini spojevi se izlučuju u mlijeko, pa predstavljaju i potencijalnu opasnost za djecu tijekom dojenja. To može imati znatan i doživotan učinak na mozak u razvoju i živčani sustav djeteta te utjecati na pamćenje, jezične sposobnosti, moć opažanja i druge životno važne vještine. Procjenjuje se da se samo u Europi svake godine rađa 1,8 milijuna djece s većom količinom žive od preporučene sigurnosne granice.

## 7. OPHOĐENJE S PROBLEMOM ŽIVE NA GLOBALNOJ I EUROPSKOJ RAZINI

Europa je tijekom dugog povijesnog razdoblja koristila i ispuštala u okoliš velike količine žive, no značajni

zakonodavni naponi tijekom proteklih 40 godina uvelike su smanjili tu uporabu i ispuštanje. Uporaba žive je sada ograničena, a njome se koristimo u termometrima, stomatologiji, baterijama, bojama i fluorescentnim svjetlima. Najvažniji antropogeni put ispuštanja u okoliš je izgaranje fosilnih goriva. Otprilike 60% žive, atmosferski taložene, u Europi dolazi od naslijeđa ili iz prirodnih izvora tijekom vulkanskih erupcija (AMAP/ UNEP, 2018.).

U ostatku svijeta upotreba i emisije žive postupno su se povećavale s obzirom na neprekidan gospodarski razvoj i industrijalizaciju, pri čemu su neki od glavnih izvora sagorijevanje ugljena, a u malom opsegu rudarenje zlata.

U listopadu 2013. godine donesen je prvi međunarodni sporazum na svjetskoj razini, Minamatska konvencija, kako bi se pokušao riješiti problem zagađenja živom. Tu je konvenciju ratificiralo 98 zemalja potpisnica, a stupila je na snagu 2017. godine. Još je rano za procjenu utjecaja i učinkovitosti Konvencije, no ona je nesumnjivo iznimno značajan iskorak prema osiguravanju usklađenog djelovanja u cilju smanjenja onečišćenja živom u svijetu (EEA, 2018. c).

## 8. AKTUALNO STANJE I OČEKIVANJA U KONTEKSTU PROIZVODNJE I EMISIJA ŽIVE






U Europi se živa više ne vadi i potražnja u Europi će se nastaviti smanjivati u nadolazećim godinama. Ukupnoj emisiji žive u Europi najviše će doprinijeti emisije iz izgaranja, uglavnom od sagorijevanja krutih goriva kao što su ugljen, treset, lignit i drvo.

Najveći svjetski izvor žive dolazi iz rudarenja zlata u malom opsegu koje obavljaju pojedinci ili male skupine, koristeći jednostavno rudarenje zlata po niskoj cijeni, općenito u nerazvijenim sredinama. Procjenjuje se da je više od trećine svjetskih emisija povezano s tim izvorom, stoga bi rješavanje tog pitanja uvođenjem drugih sigurnijih tehnologija na takvim područjima moglo dovesti do znatnog smanjenja globalne upotrebe i emisija žive.

Unatoč prijašnjim smanjenjima upotrebe i emisija žive na području Europe i Sjeverne Amerike, njezina bi razina u našem okolišu mogla još dugo ostati visoka zbog sposobnosti bioakumulacije koja joj omogućava dugi period zadržavanja u okolišu i zbog povećanja emisija žive u drugim svjetskim područjima. Osim toga, emisije žive imaju trend dalekog kretanja, što je razlogom da gotovo polovica žive koja se nataložila u Europi ne potječe izvorno iz nje (EEA, 2018. c).

## 9. PRAĆENJE EMISIJA ŽIVE U EUROPI

Europske agencije za okoliš prikupljaju podatke o emisijama žive u zraku i vodi iz industrijskih djelatnosti putem Europskog registra ispuštanja i prijenosa

	Potrebno je držati se stručnih prehrambenih savjeta za konzumiranje ribe i znati koja riba u sebi može sadržavati više žive. To je posebno važno za djecu i trudnice. Prilikom ribolova, posebno u slatkovodnim područjima, potrebno je pridržavati se lokalnih uputa ili ograničenja u vezi potrošnje ribe zbog postojećeg onečišćenja živom.
	Pažljivo rukovanje sa žaruljama i fluorescentnim svjetiljkama potrebno je da bi se spriječili lomovi i moguća izloženost živi. Stare termometre, žarulje, fluorescentne žarulje, električnu opremu ili drugu opremu ili proizvode koji sadrže živu potrebno je na odgovarajući način zbrinjavati tako da se živa sigurno može uporabiti.
	Ako su dostupne alternativne mogućnosti potrebno je izbjegavati korištenje goriva koja potencijalno sadrže živu, kao što je ugljen. Sagorijevanje drva također rezultira emisijom žive. Potrebno je izbjegavati prakse koje bi mogle rezultirati emisijama žive u okoliš, naprimjer paljenje, kako bi se tlo očistilo za poljoprivredne svrhe.
	Kod stomatoloških zahvata potrebno je voditi računa o mogućnostima zubnih ispuna na bazi materijala koji ne sadrže živu te davati prednost uporabi istih.
	Za očekivati je da će klimatske promjene vjerojatno negativno utjecati na razinu žive u okolišu u kontekstu čega je poželjno podržati odgovarajuće akcije koje nastoje umanjiti učinke klimatskih promjena.

Slika 4: Primjeri pojedinačnih radnji za smanjenje izloženosti živi i ispuštanje žive u okoliš  
Prilagođeno prema izvoru: Mercury in Europe's environment, - A priority for European and global action, Report No 11/2018., European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 2018.

onečišćujućih tvari (eng. European Pollutant Release and Transfer Register, E-PRTR) na temelju čega se procjenjuju emisije u zrak iz šireg raspona izvora u skladu i sa zakonodavstvom EU i međunarodnih sporazuma.

Europska agencija za okoliš također prikuplja i podatke o razini onečišćujućih tvari u vodnim tijelima u skladu s Okvirnom direktivom o vodama. Najnoviji dostupni podatci koje je Europska agencija za okoliš objavila kao dio izvješća o stanju voda upućuju na činjenicu da gotovo 46 000 površinskih vodnih tijela u Europi ne ispunjava ograničenja u pogledu žive utvrđena Direktivom.

Europska agencija za okoliš partner je i na EU projektu za biomonitoring ljudi čiji je cilj doći do spoznaja i dokaza o stvarnoj izloženosti građana kemikalijama, uključujući živu, te o njihovim mogućim zdravstvenim utjecajima.

Navedene informacije pomoć su za praćenje postignuća postojeće europske politike i putokaz za razvoj novih politika u područjima kao što su propisi industrijskog sektora i kemikalija te podrška ciljevima Minamatske konvencije.

## 11. ULOGA POJEDINACA U SMANJENJU IZLOŽENOSTI ŽIVI

Svi građani mogu poduzeti mjere kako bi smanjili vlastitu izloženost živi, ali i kako bi spriječili njezino ispuštanje u okoliš. Na primjer, nacionalna tijela za sigurnost hrane često pružaju konkretne savjete o tome kako građani mogu maksimalno povećati korisne učinke na zdravlje konzumacijom ribe i pritom ograničiti osobnu izloženost živi. Isto uključuje smjernice za zastupljenost ribe u ishrani trudnica i mlađe djece.

Ljudi se često susreću i sa sredstvima koja sadržavaju živu, kao što su baterije, svjetiljke i električni uređaji. Neophodno je važno osigurati pravilno rukovanje tim materijalima i njihovo primjereno odlaganje radi sigurne uporabe žive sadržane u njima te time spriječiti njeno nekontrolirano dospjeće u okoliš. Emisije žive moguće je smanjiti i izbjegavanjem sagorijevanja krutih goriva za grijanje domova kad su na raspolaganju druge mogućnosti. U stomatologiji su dostupne i zubne ispune bez žive, a njihova primjena, umjesto klasičnih amalgama sa živom, dodatno smanjuje upotrebu žive. ■

## LITERATURA

AMAP/UNEP and Geovisualist, 2018., 'Tableau visualisation of global mercury emissions'(http://public.tableau.com/views/GlobalMercuryEmissions/Dashboard1?:embed=y&:display\_count=no&:showVizHome=no#1) accessed 29. April 2019.

Bernhoft, R. A. 2012. 'Mercury toxicity and treatment: A review of the literature', Journal of Environmental and Public Health, 2012.: https://doi.org/10.1155/2012/460508, accessed 10 August 2019.

EEA, 2018. a, European waters - Assessment of status and pressures 2018, EEA Report No 7/2018, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

EEA, 2018. b, Surface water bodies: Priority substances in the 2nd River Basin Management Plans, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

EEA, 2018. c, Mercury in Europe's environment, - A priority for European and global action, Report No 11/2018., European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

HZJZ, 2017., Primjena biomonitoringa za procjenu izloženosti živi tijekom prenatalnog perioda u dvije hrvatske regije uporabom standardizirane metodologije, Svjetske zdravstvene organizacije. Živa, //hr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C5%BDiva&oldid=5189016, pristupljeno 28. travnja, 2019.