



Nova metoda za praćenje nanočestica u otpadnom mulju

- Znanstvenici su razvili metodu za pouzdano mjerenje olovnih nanočestica u mulju.
- Istraživanje potvrđuje niski ekološki rizik za većinu metala, uz oprez kod srebra i cinka.
- Nova metoda nudi pouzdan alat za inspekcije, komunalna poduzeća i donositelje odluka u nadzoru nanočestica u mulju.

ZAGREB, 25. 11. 2025. - **Sitnije od tisućinke vlasi kose, metalne nanočestice nalazimo u nizu proizvoda, od tekstila i kozmetike, do elektronike. Nakon uporabe završavaju u odvodima, a velika većina njih „uhvati” se u mulju tijekom pročišćavanja otpadnih voda. Taj se mulj često koristi kao gnojivo u poljoprivredi pa je ključno znati koliko nanočestica sadržava i kakav utjecaj te čestice mogu imati na tlo, biljke i zdravlje ljudi. Tim znanstvenika s Instituta Ruđer Bošković (IRB) i Instituta Jožef Stefan predstavio je jednostavnu, ali preciznu metodu kako „osloboditi” i prebrojati metalne nanočestice iz otpadnog mulja.**

Riječ je o metodi koja je, po prvi put, omogućila kvantitativno mjerenje olovnih nanočestica u čvrstim okolišnim uzorcima poput mulja. Pregled pet hrvatskih pročištača otpadnih voda pokazao je da se u gramima mulja skriva između deset milijuna i trideset milijardi nanočestica, ovisno o metalu i uzorku. Ipak, unatoč impresivnom broju, te čestice čine **čak manje od dva posto** ukupne količine metala u mulju.

Procjena rizika sugerira da današnja primjena mulja u poljoprivredi nosi **zanemariv do nizak ekološki rizik**. To znači da trenutačno te nanočestice u mulju **vjerojatno ne štete okolišu**. Ipak, za pojedine vrste nanočestica u tlima, kao što su olovne, ne postoje ekotoksikološka istraživanja, pa ih je potrebno provesti, a na neke nanočestice kao srebro i cink treba posebno paziti jer su reaktivnije i lakše se otapaju, pa dugoročno mogu više utjecati na tlo i vodu.

Tim je razvio optimiziranu metodu koja nanočestice nježno oslobađa iz mulja, a da ih pritom ne mijenja. Zatim su pomoću specijalizirane tehnike spektrometrije masa uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-MS)), koja **doslovno hvata i broji nanočestice jednu po jednu**, izbrojali i odredili njihovu veličinu. Metoda pokriva sedam ključnih okolišno relevantnih metala: srebro (Ag), zlato (Au), cerij (Ce), bakar (Cu), olovo (Pb), titan (Ti) i cink (Zn) i dovoljno je robusna za rutinsko praćenje.

„Razvili smo postupak koji iz mulja doslovno „ispere“ nanočestice pomoću blage otopine tetranatrijevog pirofosfata koji djeluje na nanočestice i mulj kao omekšivač kad odvoji mrlju s tkanine. Zatim smo koristili spektrometar masa uz induktivno spregnutu plazmu, instrument koji ih hvata jednu po jednu, prebroji i izmjeri. Nakon brojnih testiranja pronašli smo najbolji ‘recept’ prema kojem je omjer mulja i blage otopine u omjeru otprilike 1:100,” objašnjava dr. sc. **Mavro Lučić**, prvi i dopisni autor na radu iz Zavoda za istraživanje mora i okoliša IRB-a.

„Posebno je važno što sada u čvrstim uzorcima možemo pouzdano mjeriti i olovo u nano-obliku, što **otvara put preciznijim procjenama rizika**. Rezultati pokazuju i da postojeće pravilnike treba nadograditi tako da razlikuju nano-oblike metala, jer se oni u okolišu ponašaju drukčije od „klasičnih“ zbog svojih malih dimenzija i velike reaktivnosti. **Za poljoprivredu je poruka ohrabrujuća**. Današnji načini korištenja mulja vjerojatno ne nose velik rizik, ali srebro i cink zaslužuju dodatnu pažnju zbog topljivosti i mogućeg dugoročnog učinka. Ukratko, sada mulj i tlo **možemo rutinski nadzirati**, što gradovima, pročištačima, inspekcijama i znanstvenicima daje alat da prate trendove i brzo reagiraju,” objašnjava dr. sc. Lučić.



Možemo reći da su znanstvenici razvili „povećalo“ koje jasno pokazuje koliko nanočestica doista ima u mulju. S tim znanjem donose se bolje i sigurnije odluke.

Rezultati donose vrlo praktičnu korist. **Komunalna poduzeća, inspekcije i donositelji odluka odsad mogu računati na pouzdane brojke, a nanočestice u mulju napokon se mogu nadzirati kao i svaka druga relevantna sastavnica okoliša.**

Ta je razina vidljivosti presudna i za donošenjem novih propisa. Nano-oblici metala ponašaju se drukčije od svojih „klasičnih“ oblika, pokretljiviji su, ponekad reaktivniji pa ih tako treba i regulirati. Nova metoda, ukratko, **pomaže zadržati ravnotežu između održivog korištenja mulja i zaštite tla, voda i prehrambenog lanca**, uz razuman oprez prema srebru i cinku koji pokazuju veću reaktivnost, a time i potencijalnu opasnost.

Istraživanje je objavljeno u časopisu **Journal of Hazardous Materials**, a uz dr. sc. Mavra Lučića dr. sc. Željku Fiket s IRB-a, istraživački tim čine i dr. sc. Radmila Milačić Ščančar, dr. sc. Janez Ščančar, dr. sc. Bor Arah i dr. sc. Janja Vidmar iz Instituta Jožef Stefan.

Istraživanje je provedeno u suradnji IRB-a i Instituta Jožef Stefan, uz potporu Slovenske istraživačke i inovacijske agencije (ARIS, Program P1–0143) te stipendije Europske unije – NextGenerationEU.

POVEZNICA NA RAD:

Mavro Lučić, Radmila Milačić Ščančar, Janez Ščančar, Željka Fiket, Bor Arah, Janja Vidmar,
Optimized extraction, quantification and characterization of seven environmentally relevant metallic nanoparticles in sewage sludge: Occurrence, composition and environmental risk assessment,

Journal of Hazardous Materials, Volume 497, 2025, 139734, ISSN 0304-3894,
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.139734>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389425026536>)

KONTAKTS SUGOVORNIKA NA TEMU:

dr. sc. Mavro Lučić

Viši stručni suradnik

[Zavod za istraživanje mora i okoliša](#)

[Laboratorij za anorgansku geokemiju okoliša i kemodinamiku nanočestica](#)

E-mail: Mavro.Lucic@irb.hr