

¹REZULTATI MONITORINGA POPs I DRUGIH HAZARDNIH SUPSTANCI U POVRŠINSKIM VODAMA SRBIJE

Nebojša Veljković, Tatjana Dopuđa-Glišić, Milorad Jovičić, Mirjana Balac¹
Aljoša Tanasković, Jelena Lukić²
nebojsa.veljkovic@sepa.gov.rs

¹ Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije

² Gradski zavod za javno zdravlje Beograd, Srbija

REZIME

U radu je prezentovana analiza rezultata monitoringa POPs i drugih hazardnih supstanci u površinskim vodama Srbije u okviru mera na identifikovanju kontaminiranih područja prema *Nacionalnom implementacionom planu za sprovođenje Stokholmske konvencije* (2010). Analiza rezultata monitoringa POPs supstanci u površinskim vodama i sedimentu sa 54 merna mesta obuhvata tri grupe parametara: pesticide, industrijske hemikalije i nus-proizvode industrijskih procesa. Osim njih, analiza obuhvata i poseban monitoring sa 28 mernih stanica za vodno područje Beograd na više manjih vodotoka i reka Save i Dunava. Rezultati analize podataka o POPs supstancama su prikazani tabelarno. Prikupljeni podaci upoređeni su sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama (MDK) propisanim *Uredbom*.

KLJUČNE REČI: dugotrajna organska zagađujuća jedinjenja, Štoholmska konvencija, nacionalni implementacioni plan

ANALYSIS OF RESULTS OF POPS AND OTHER HAZARDOUS MONITORING IN SURFACE WATER IN SERBIA

ABSTRACT

This paper reviews results of analysis of POPs and other hazardous substances in surface waters in the Serbia, as part of activities that were conducted in order to identify potentially contaminated areas, according to the National Implementation Plan for the Stockholm Convention (2010). Results of POPs monitoring on 54 stations of surface water and sediment comprises three groups of parameters: pesticides, industrial chemicals and by-products from industry. Beside this, evaluation included results for special monitoring on 28 stations in catchment areas for the Belgrade district, located on several smaller watercourses and River Sava and River Danube, as main “collectors” of untreated urban and industrial wastewater. Results of analysis of data for POPs are presented in tables. Collected data were compared with limits that are given in Directive.

KEY WORDS: POPs, Stockholm convention, National Implementation Plan

¹ Zbornik radova: *Opasan industrijski otpad i tretman industrijskih otpadnih voda*, Privredna komora Srbije, 2015, str. 137-143.

UVOD

Dugotrajna organska zagađujuća jedinjenja ili perzistentni organski polutanti (persistent organic pollutants, eng.; POPs, skr.) su toksična po ljude i ostali živi svet. Putem lanaca ishrane dospevaju u žive organizme i bioakumulativna su. Vrlo slabo su rastvorni u vodi, a veoma dobro u mastima i zato lako prolaze kroz fosfolipidne strukture bioloških membrana, nakon čega se deponuju u masnim tkivima živih organizama viših nivoa lanca ishrane (ribe, ptice grabljivice, sisari i ljudi) u koncentraciji mnogo puta višoj od dozvoljene. Ovaj proces bioakumulacije i biomagnifikacije izaziva efekte hronične intoksikacije - razvojne, reproduktivne, kancerogene, imunotoksične, poremećaje endokrinog sistema, kao i neurotoksične smetnje. Kod akutne intoksikacije POPs jedinjenja izazivaju dramatične efekte, što znači da treba da se vodi računa o ekspoziciji čoveka i živih organizama ovim hemikalijama. POPs jedinjenja su otporna na fotolitičku, biološku i hemijsku degradaciju, zbog čega se putem vazduha i vode, procesima isparavanja i kondenzacije prenose u nepromenjenom obliku u regije u kojima nisu upotrebljavani, pa se mogu naći u svim područjima Zemlje. Zato se u svetu ubrzano razvija globalni sistem kontrole i upravljanja toksičnim supstancama i otpadom. Doneti su i primenjuju se međunarodne konvencije, uredbe i protokoli, koji regulišu određene pojedinosti vezane neposredno, ili posredno za POPs hemikalije. Među njima, Stokholmska konvencija je stupila na snagu 17.5.2004. godine i potpisale su je 152 zemlje, a ratifikovale 142 među njima i Srbija (2009). Osnovni cilj Stokholmske konvencije je da zabrani, ili ograniči proizvodnju, upotrebu, emisiju, uvoz i izvoz veoma toksičnih supstanci, koje pripadaju grupi dugotrajnih organskih zagađujućih supstanci radi zaštite zdravlja ljudi i životne sredine. Usvajanjem Zakona o ratifikaciji Stokholmske konvencije Srbija se obavezala da ispunjava sve u njoj sadržane odredbe. Ovo znači da se usaglašavanje nacionalnog zakonodavstva sa konvencijom odvija kroz sve zakone koji imaju veze sa POPs. U konkretnom slučaju to se odnosi na zakone kojima se regulišu pitanja: upravljanja hemikalijama, sredstava za zaštitu bilja, kvaliteta hrane, otpada, vazduha, vode i dr. Pored toga norme za emisiju i imisiju, odnosno odgovarajuće metode kojima se to može odrediti takođe se moraju propisati. Konvencija trenutno obuhvata 12 hemikalija (hemijske supstance ili hemijske smeše) koje su organskog porekla i razvrstane su u tri grupe: Aneks A-hemikalije za eliminaciju (Aldrin, Dieldrin, Hlordan, Toksafen, Mireks, Endrin, Heptahlor, Heksahlorbenzen, Polihlorovani bifenili PCBs), Aneks B-hemikalije sa ograničenom upotrebom (Dihloro-difenil-trihloroetan DDT) i Aneks C-hemikalije koje su nenamerno proizvedene (Polihlorovani dibenzo-para-dioksini PCDD, Dibenzofurani PCDF, Heksahlorbenzen, Polihlorovani bifenili PCBs). Pored inventara POPs supstanci, akcionih planova upravljanja i njihovog uništavanja, sistematski monitoring ovih supstanci u površinskim vodama i redovno izveštavanje o njihovoj koncentraciji predstavlja kontrolu sprovedenih mera.

Cilj rada je da prezentuje analizu rezultata monitoringa POPs i drugih hazardnih supstanci u površinskim vodama Srbije u okviru mera na identifikovanju potencijalno kontaminiranih područja, što je u skladu sa *Nacionalnim implementacionim planom za sprovođenje Stokholmske konvencije* (2010).

UPRAVLJANJE POPs HEMIKALIJAMA

Stokholmska konvencija se zasniva na preventivnom pristupu koji je utvrđen u Principu 15 Deklaracije iz Rija o životnoj sredini i razvoju. [3] Kategorija nenamerno emitovanih POPs hemikalija u skladu sa odredbama Stokholmske konvencije, Aneks S, obuhvata: (1) polihlorovane dibenzo-*p*-dioksine (PCDD) i dibenzofurane (PCDF), uobičajeno poznate kao dioksini i furani; (2) heksahlorobenzen (HCB); (3) polihlorovane bifenile (PCB). Polihlorovane dibenzo-*p*-dioksini i dibenzofurani (PCDD/PCDF), heksahlorobenzen (HCB) i polihlorovani bifenili (PCB) se nenamerno ispuštaju iz antropogenih izvora. U skladu sa odredbama Stokholmske konvencije, u grupu nenamerno emitovanih POPs hemikalija nisu uključeni policiklični aromatični ugljovodonici (PAH), ali su oni, kao toksični organski mikropolutanti, sastavni deo ovog dokumenta jer su obuhvaćeni odredbama Konvencije o prekograničnom zagađenju vazduha na velike udaljenosti, odnosno Arhuskog protokola o POPs. Kao i u slučaju inventara opreme i uređaja, rezultati preliminarnog inventara otpada kontaminiranog fluidom na bazi PCB su podeljeni u tri grupe: (1) Podaci o transformatorima, (2) Podaci o kondenzatorima, (3) Podaci o ostalom otpadu, što podrazumeva ulja, zemlju, građevinski materijal, (4) krpe i sudove kontaminirane fluidom na bazi PCB. Potpisnice *Konvencije* se obavezuju da na nacionalnom i međunarodnom nivou preduzimaju odgovarajuća istraživanja, razvoj, monitoring i saradnju u vezi sa dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama. Našim zakonodavstvom, zakonom o vodama (Sl.glasnik RS br.30/10) definiše se skup mera i aktivnosti kojima se kvalitet površinskih i podzemnih voda štiti i unapređuje radi: očuvanja života i zdravlja ljudi, smanjenja zagađenja i sprečavanja daljeg pogoršanja stanja voda, obezbeđenja neškodljivog i nesmetanog korišćenja voda za različite namene, kao i zaštite vodnih i priobalnih ekosistema, odnosno postizanje standarda kvaliteta životne sredine. Između ostalog, Zakon reguliše oblast sistematskog praćenja statusa površinskih i podzemnih voda kroz definisanje: monitoringa statusa voda, sadržine godišnjeg programa monitoringa, organizacija nadležnih za sprovođenje programa monitoringa i klasifikaciju vodnih tela površinskih i podzemnih voda.

Monitoring statusa voda u delu koji se odnosi na biološke pokazatelje kvaliteta, fizičko hemijske pokazatelje, kao i prioritetne, prioritetne hazardne i ostale zagađujuće supstance (kojima pripadaju i POPs) je u nadležnosti Agencije za zaštitu životne sredine. Proces usklađivanja monitoringa sa preporukama Okvirne direktive o vodama (WFD 200/60/EC) otpočeo je 2012. godine. Nadzorni i operativni monitoring koji se sprovodi na 50, odnosno 87 mernih mesta na vodnim telima površinskih voda, obuhvata određivanje 29 specifičnih zagađujućih supstanci (prioritetne i prioritetne hazardne supstance) i 31 ostale specifične zagađujuće supstance. Nacionalna laboratorija Agencije za zaštitu životne sredine sprovodi određivanja navedenih pokazatelja kvaliteta, kao i prioritetnih hazardnih i ostalih zagađujućih supstanci (POPs) u vodi i sedimentu primenjujući međunarodno priznate standarde i metodologije, što omogućava poređenje i prihvatanje rezultata ispitivanja u okviru međudržavne saradnje.

REZULTATI MONITORINGA VODA

Koncentracije POPs hemikalija u vodi i sedimentu

U izveštaju su prezentovani rezultati monitoringa dugotrajnih organskih zagađujućih supstanci (POPs hemikalije) u površinskim vodama Srbije u okviru mera na identifikovanju potencijalno kontaminiranih područja u skladu sa *Nacionalnim implementacionim planom za sprovođenje Stokholmske konvencije*² (2010). Osnovni cilj Stokholmske konvencije je da zabrani, ili ograniči proizvodnju, upotrebu, emisiju, uvoz i izvoz veoma toksičnih supstanci, koje pripadaju grupi dugotrajnih organskih zagađujućih supstanci radi zaštite zdravlja ljudi i životne sredine. Usvajanjem Zakona o ratifikaciji Stokholmske konvencije³ Srbija se obavezala da ispunjava sve u njoj sadržane odredbe. Rezultati monitoringa POPs hemikalija u površinskim vodama Srbije analizirani su sa onih profila iz programa monitoringa Agencije za zaštitu životne sredine čiji se podaci dostavljaju u okviru redovnog izveštavanja prema Evropskoj agenciji za životnu sredinu (EEA), i programu monitoringa koji sprovodi Gradski zavod za javno Zdravlje Beograd. Analiza rezultata se zasniva na vrednostima propisanim Uredbom za prioritete i prioritete hazardne supstance koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje.⁴

Monitoring POPs hemikalije u površinskim vodama iz programa monitoringa Agencije za zaštitu životne sredine obavljen je na 89 mernih mesta i obuhvata tri grupe parametara: pesticide, industrijske hemikalije i nus-proizvode industrijskih procesa. Analiza rezultata sadržaja POPs hemikalija u rečnoj vodi prezentovana je tabelarno za one POPs hemikalije čije su koncentracije bile na granici ili iznad granice kvantifikacije (LOQ). (Tabela 1) Sve maksimalno izmerene koncentracije (MIK) su bile ispod propisanih vrednosti za parametre koji imaju definisanu maksimalnu dozvoljenu koncentraciju (MDK) prema našim propisima.

² *Nacionalni implementacioni plan za sprovođenje Stokholmske konvencije*, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije, 2010.

³ Zakon o potvrđivanju Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama („Sl. Glasnik RS – međunarodni ugovori“, br. 42/2009)

⁴ [1] Uredba o graničnim vrednostima prioriteta i prioriteta hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, „Sl.glasnik RS“ br.35/11.

[2] Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, “Službeni glasnik RS”, br. 50/2012.

Tabela 1. Rezultati monitoringa POPs hemikalije u površinskim vodama iz programa Agencije za zaštitu životne sredine

| <i>Ime stanice (vodotok)</i> | <i>broj merenja >LOQ/ukupan broj merenja</i> | <i>POP-s</i> | <i>CAS No</i> | <i>Izmerena vrednost (µg/l)</i> | <i>LOQ</i> |
|---------------------------------------|---|--------------|---------------|---------------------------------|------------|
| Slankamen (Dunav) | 1 od 1 | Dieldrin | 60-57-1 | 0,002 | <0.002 |
| Bački Breg (Plazović) | 1 od 11 | α-endosulfan | 959-98-8 | 0,008 | <0.005 |
| Mali Krivelj (Kriveljska reka) | 1 od 6 | α-HCH | 319-84-6 | 0,01 | <0.001 |
| Slankamen (Dunav) | 1 od 1 | β-HCH | 319-85-7 | 0,001 | <0.001 |
| Bogojevo Dunav) | 1 od 2 | β-HCH | 319-85-7 | 0,017 | <0.001 |
| Srpski Itebej (Plovni Begej) | 1 od 2 | β-HCH | 319-85-7 | 0,016 | <0.001 |
| Bački Breg (Bajski Kanal) | 1 od 11 | β-HCH | 319-85-7 | 0,006 | <0.001 |

Analize rezultata sadržaja POPs hemikalija u rečnoj vodi pokazuju da su koncentracije bile na granici ili iznad granice kvantifikacije (LOQ), odnosno da su sve maksimalno izmerene koncentracije (MIK) bile ispod propisanih vrednosti za maksimalnu dozvoljenu koncentraciju (MDK) prema našim propisima. (Slika 1) I samo prekoračenje POPs hemikalija iznad granice kvantifikacije (LOQ) ukazuje za značaj primene drugih zakonskih odredaba, osim Stokholmske konvencije, koja regulišu pitanja upravljanja hemikalijama, sredstava za zaštitu bilja, kvaliteta hrane, otpada, vazduha i vode. Posebna karakteristika POPs hemikalija je da su otporne na fotolitičku, biološku i hemijsku degradaciju, zbog čega se putem vazduha i vode, procesima isparavanja i kondenzacije prenose u nepromenjenom obliku u regije u kojima nisu upotrebljavane, na šta ukazuju analize koncentracija i mesta detektovanja.

Analiza rezultata sadržaja POPs hemikalija prema programu koji sprovodi Gradski zavod za javno zdravlje Beograd je pokazala da su koncentracije polihlorovanih bifenila (PCBsum) u sedimentu više lokacija: reke Veliki Lug (profil Most na putu za Jagnjilo), Topčiderska reka (most iznad Careve ćuprije) i Barička reka (most u fabrici „Prva Iskra“), prekoračene prema kriterijumu za ocenu kvaliteta sedimenta kako je definisano Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje. (Tabela 2).

Ovi rezultati ukazuju da u širem području ovih mernih mesta sigurno postoji kontaminirana lokacija kao izvor zagađenja PCB hemikalijom. Značajno je napomenuti da u Srbiji ne postoje trajne lokacije za skladištenje ili dekontaminaciju opreme ili otpada kontaminiranog PCB, kao ni postrojenja za degradaciju fluida na bazi PCB.

Tabela 2. Rezultati monitoringa POPs hemikalija u sedimentu iz programa Gradskog zavoda za zaštitu zdravlja Beograd

| <i>Vodotok</i> | <i>Topčiderska reka</i> | <i>Barička reka</i> | <i>Reka Veliki Lug</i> |
|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Merno mesto | most iznad Careve ćuprije | most u fabrici "Prva Iskra" | Most na putu za Jagnjilo |
| Datum uzorkovanja | 17.09.2013. | 10.09.2013. | 11.09.2013. |
| PCB sum (mg/kg) izmer. vred. | 0,402 | 0,18 | 1,246 |
| PCB sum (mg/kg) kor. ⁴ ciljna vred. | 0,0371 | 0,0124 | 0,0189 |
| PCB sum (mg/kg) korigovana ⁵ MDK | 0,3706 | 0,124 | 0,189 |
| PCB sum (mg/kg) kor. ⁴ remed. vred. | 1,853 | 0,62 | 0,945 |

Koncentracije teških metala u vodi i sedimentu

Analiza sadržaja opasnih materija se zasniva na listi 17 prioriternih supstanci i 16 prioriternih hazardnih supstanci prema *Uredbi* koja proističe iz Direktive 76/464/EEC i više „ćerki“ Direktiva i Odluka, koja sadrži listu supstanci koje su izabrane kao prioritne supstance koje izazivaju povećan rizik po životnu sredinu i zdravlje.⁶

Na osnovu podataka iz monitoringa Gradskog zavoda za javno zdravlje Beograd (2013) u tabelarnom pregledu predstavljeni su izmerene vrednosti prioriternih supstanci (teških metala) za merne stanice prema graničnim vrednostima za ocenu kvaliteta sedimenta. (Tabela 2) U tabelarnom pregled dat je indikator koji pokazuje kakav je status sedimenta na datoj lokaciji predstavljen bojom kojoj odgovara ciljna vrednost, maksimalno dozvoljena koncentracija i remedijaciona vrednost prema koncentraciji prioritne supstance (teški metal).⁷

| | | | | | | | |
|--|----------------|--|-------|--|----------------|--|----------------|
| | ≤ ciljna vred. | | ≤ MDK | | ≤ remed. vred. | | > remed. vred. |
|--|----------------|--|-------|--|----------------|--|----------------|

⁵ Kod definisanja graničnih vrednosti za ocenu kvaliteta sedimenta uzeta je u obzir „Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS, br. 50/2012), gde se definiše korekcija graničnih vrednosti za sadržaj metala i organskih supstanci u zavisnosti od sadržaja gline i organskih materija u sedimentu.

⁶ Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, „Sl.glasnik RS“ br.35/11.

⁷ Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, „Službeni glasnik RS“, br. 50/2012. (Prilog 3. SEDIMENT, I. Granične vrednosti za ocenu kvaliteta sedimenta)

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Barajevska reka | Most za Baždarevac | | | | | | | | |
| Sopotska reka | Most u Đurincima | | | | | | | | |
| Kanal Karaš | Most kod Čente | | | | | | | | |
| Kanal PKB | Crpna stanica | | | | | | | | |

Potencijalno toksični elementi u visokim koncentracijama akutno su toksični za ljude, ali i niže koncentracije koje su detektovane u akumulacijama namenjenih vodosnabdevanju tokom dugog perioda hroničnog izlaganja mogu imati pritajene efekte.

ZAKLJUČAK

Prezentovana analiza rezultata monitoring POPs hemikalija u površinskim vodama Srbije potvrđuje značaj donošenja dopunjenih propisa za merenje POPs hemikalija u medijumima životne sredine, hrani i biološkim matriksima, i istraživački monitoring POPs hemikalija u medijumima životne sredine i biološkim uzorcima (uzorcima animalnog i humanog porekla). Visoke koncentracije PCB supstanci u sedimentu registrovane tokom 2013. godine na ovoj lokaciji potvrđuju perzistentnost POPs polutanata, odnosno dugotrajno zadržavanje u medijumima životne sredine. Zato je potrebno u skladu sa *Nacionalnim implementacionim planom za sprovođenje Stokholmske konvencije* obezbediti donosiocima odluka, javnosti i međunarodnim organizacijama informacije o prisustvu POPs hemikalija u životnoj sredini i biološkim uzorcima kroz adekvatan monitoring i organizovan sistem prikupljanja podatka i izveštavanja. Posebno treba razvijati sistem za kontinuirano informisanje o primeni Stokholmske konvencije i sistem za kontinuirano sprovođenje obrazovanja o POPs hemikalijama i odredbama Stokholmske konvencije.

LITERATURA

- [1] Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, „Sl.glasnik RS“ br.35/11.
- [2] Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, “Službeni glasnik RS”, br. 50/2012.
- [3] Zakon o potvrđivanju Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama (Sl. Glasnik RS – međunarodni ugovori, br. 42/2009)
- [4] Nacionalni implementacioni plan za sprovođenje Stokholmske konvencije, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije, 20110.
- [5] Analize različitih sistema upravljanja POPs otpadom koji se koriste u zemljama EU, poređenje srpske prakse sa praksom u zemljama EU i opcije za poboljšanje, IPA SR 2008-IB –EN-01.
- [6] Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2012, Agencija za zaštitu životne sredine, 2013.
- [7] Kvalitet površinskih voda na teritoriji Beograda u 2012, Gradski zavod za javno zdravlje Beograd, 2013.