

ПЕРЗИСТЕНТНЕ ОРГАНСКЕ ЗАГАЂУЈУЋЕ СУПСТАНЦЕ (POPs) У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ – ЗНАЧАЈ ПРИМЈЕНЕ ШТОКХОЛМСКЕ КОНВЕНЦИЈЕ

Душица Пешевић¹, Михајло Марковић², Синиша Митрић²

¹Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ

²Пољопривредни факултет, Универзитет у Бањој Луци, Булевар војводе П. Бојовића 1а, 78000 Бања Лука, Република Српска, БиХ

Abstract

PEŠEVIĆ, Dušica, M. MARKOVIĆ, S. MITRIĆ: PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA – THE IMPORTANCE OF IMPLEMENTATION OF THE STOCKHOLM CONVENTION [University of Banja Luka, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina; University of Banja Luka, Faculty of Agriculture, Bulevar vojvode P. Bojovića 1a, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina]

Persistent organic pollutants (POPs) substances are a group of chemical compounds of different origin and similar physical and chemical characteristics which have adverse effects on the environment and human health. POPs have different degrees of resistance to photochemical, biological and chemical degradation, and once released in the environment they remain unchanged for extended periods. Persistent organic pollutants include three groups of organic compounds: organochlorine pesticides, industrial chemicals and by-products of the production process and combustion. Some representatives of this group of compounds, particularly pesticides, are accepted unconditionally the first years of their application but the interest in their use decreases after learning about their harmful effects on the environment and human health. Due to the fact that they often can be found at higher levels in the regions where they were never used, their management and control requires a global approach. One such international instrument in this regard that was ratified by Bosnia and Herzegovina in 2010 is the Stockholm Convention, whose main objectives are: to prohibit or reduce the production, use, emissions, import and export of persistent organic pollutant matters, and to protect human health and the environment. In Bosnia and Herzegovina there has not been any organized comprehensive monitoring of POPs compounds from the environment, food and human samples. On the basis of mainly international projects, we have found increased concentrations of individual compounds belonging to the group of persistent organic contaminants in a number of locations throughout Bosnia and Herzegovina and we present them in this paper. The level of knowledge about POPs compounds and their negative impact on the environment and human health is relatively low and in the near future it is necessary to launch national education programs and education of the population.

Key words: Persistent organic pollutants (POPs), environment, Bosnia and Herzegovina, Stockholm Convention

Сажетак

Перзистентне органске загађујуће материје (Persistent Organic Pollutants, POPs) представљају групу хемијских једињења различитог поријекла и сличних физичко-хемијских карактеристика који имају штетно дејство на животну средину и људско здравље. POPs су у различитом степену отпорни на фотохемијску, биолошку и хемијску деградацију, па једном ослобођене у животној средини остају неизмијењене изузетно дуг временски период. Перзистентни органски полутанти обухватају три групе органских једињења: органохлорне пестициде, индустријске хемикалије и споредне продукте процеса производње и сагоријевања. Неки представници ове групе једињења, посебно пестицида, првих година њихове примјене безрезервно су прихваћени, да би се интересовање за њихову примјену смањило након сазнања о њиховим штетним посљедицама по животну средину и људско здравље. Због чињенице да се често могу наћи на повишеним нивоима у регионима у којима никад нису били у употреби, њихово управљање и контрола захтијева глобални приступ. Један такав међународни инструмент у том погледу, кога је ратификовала Босна и Херцеговина 2010. године, је Штокхолмска конвенција чији су основни циљеви: забранити или смањити производњу, употребу, емисију, увоз и извоз перзистентних органских загађујућих материја, ради заштите здравља људи и животне средине. У Босни и Херцеговини није организован свеобухватни мониторинг нивоа POPs једињења у узорцима из животне средине, хране и људи. На основу спроведених, углавном међународних пројеката утврђене су повећане концентрације појединих једињења која припадају групи перзистентних органских полутаната на већем броју локација широм Босне и Херцеговине, које смо презентовали у овом раду. Ниво сазнања о POPs једињењима и њиховом негативном утицају на животну средину и здравље људи на релативно је ниском нивоу, те је у блиској будућности потребно покренути националне програме едукације и образовања становништва.

Кључне ријечи: перзистентни органски полутанти (POPs), животна средина, Босна и Херцеговина, Штокхолмска конвенција

УВОД

Перзистентне¹ (дуготрајне или постојане) органске загађујуће супстанце (Persistent Organic Pollutants, POPs) могу се дефинисати као органске хемијске материје које посједују посебне комбинације особина које, једном ослобођене у животној средини, остају неизмијењене изузетно дуг период (отпорни на процес разградње). Имају способност ширења путем ваздуха и воде, као и кроз биолошке системе, те путем ланца исхране доспијевају у живе организме и преносе се из карице у карику уз биоакумулацију и биомагнификацију², акумулирају се у масном ткиву организма, при чему се највеће концентрације могу наћи на вишим нивоима у ланцу исхране (Табеле 1 и 2) (Ferreira, 2008; <http://www.epa.gov/oppfead1/safety/healthcare/handbook/Chap06.pdf>). Због наведених особина перзистентни органски полутанти (POPs) припадају далеко широј групи хемикалија, које се називају перзистентне токсичне супстанце (Persistent Toxic Substances—PTS), а убрајају се и у перзистентне, биоакумулативне токсичне загађујуће супстанце (Persistent, Bioaccumulative, and Toxic (PBT) Pollutants).

¹ Супстанце које су перзистентне, односно резистентне (отпорне) на процесе разлагања, тј. дуго постојане у животној средини, по правилу представљају потенцијално опасне екотоксиканте (примјер: пестицид Мирекс у језерима Онтарија – измерјен висок садржај пестицида у деведесетим, а производња престала у седамдесетим...)

² Биомагнификација се описује као процес накупљања одређених супстанци у организмима живих бића у далеко већим концентрацијама него што су концентрације истих супстанци у храни датих организама.

POPs супстанце су углавном органохлорна једињења која при доспијевању у ланце исхране трују животиње и човека, односно изазивају разне здравствене тегобе и промјене у организмима (алергије, оштећење централног и периферног нервног система, репродуктивне поремећаје, поремећаје имунолошког система, карцином, и др.). Због својства дјелимичне испарљивости налазе се у облику паре или се адсорбују на честице у атмосфери, те тако штетно дјелују на животну средину и људско здравље (Ferreira, 2008; Moeckel и сар., 2008). Транспортују се кроз атмосферу на велике удаљености, тако што у топлијим регионима испаравају, а затим ношени ваздушним масама доспијевају у хладнија подручја (у близини полова и на полове), гдје се кондензују и у виду падавина враћају на земљиште, далеко од свог мјеста испуштања, те се тамо акумулирају у копненим и водним екосистемима (Nizzetto и сар., 2010; Gai и сар., 2014; Moeckel и сар., 2008).

Табела 1. Преглед показатеља перзистентности за разврставање супстанци у POPs и PBT супстанце (измијењено из: Hazardous substances of environmental concern – what does that mean? www.chemicals.befgroup.net/assets/HS_eng_Final1.pdf)

Врста и извор критеријума		Вриједност критеријумског фактора
ПЕРЗИСТЕНТНОСТ	UNECE POPs протокол ¹	Полуживот у води > 60 дана, седименту > 180 дана, земљишту > 180 дана или други евидентни докази о перзистентности хемикалије
	OSPAR PBT критеријум ²	Полуживот у води ≥ 50 дана
	UNEP POPs конвенција	Полуживот у води > 60 дана, седименту > 180 дана, земљишту > 180 дана или други евидентни докази о перзистентности хемикалије
	EU PBT критеријум REACH ³	Полуживот у морској води > 60 дана, слатководној води > 40 дана, морском седименту > 180 дана, слатководном седименту > 120 дана, земљишту 120 дана
	EU vPvB критеријум REACH ³	Полуживот у морској води или слатководној води > 60 дана, морском или слатководном седименту > 180 дана, земљишту 180 дана
	CEPA ⁴	Полуживот у води ≥ 180 дана; у седименту ≥ 365 дана и земљишту ≥ 180 дана
	US EPA – Акт за контролу	Полуживот у воденој околини > 60 дана
	US EPA – Забрана	Полуживот у воденој околини > 180 дана
¹ 1998 Aarhus Protocol on Persistent Organic Pollutants ² Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic ³ Based on CLP Regulation (EC) No 1272/2008 ⁴ Canadian Environmental Protection Act		

Табела 2. Преглед показатеља биоакумулације за разврставање супстанци у POPs и PBT супстанце (измијењено из: Hazardous substances of environmental concern – what does that mean? www.chemicals.befgroup.net/assets/HS_eng_Final1.pdf)

Врста и извор критеријума		Вриједност критеријумског фактора
БИОАКУМУЛАЦИЈА	UNECE POPs протокол ¹	BCF > 5000 или BAF > 5000 или log K _{ow} > 5
	OSPAR PBT критеријум ²	log K _{ow} ≥ 4 или BCF ≥ 500
	UNEP POPs конвенција	BCF > 5000 ili BAF > 5000 ili log K _{ow} > 5 или други докази који указују на забринутост, или на основу података из мониторинга који указују на биоакумулациони потенцијал
	EU PBT критеријум REACH	BCF > 2000

EU vPvB критеријум REACH	BCF > 5000
CEPA	BCF ≥ 5000 или BAF ≥ 5000 или log K _{ow} ≥ 5
US EPA – Акт за контролу	BCF > 1000
US EPA – Забрана	BCF > 5000
BCF= Биоконцентрацијски фактор; BAF= Биоакумулацијски фактор; K _{ow} = Коефицијент октанол вода	

Због чињенице да се често могу наћи на повишеним нивоима у регионима у којима никад нису били у употреби (Harman и сар., 2013; Moeskel и сар., 2008), њихово управљање и контрола захтијева глобални приступ. Један такав међународни инструмент у том погледу је Штокхолмска конвенција чији су основни циљеви: забранити или смањити производњу, употребу, емисију, увоз и извоз перзистентних органских загађујућих супстанци, затим смањити или елиминисати испуштања из ненамјерне производње и развити стратегије идентификовања и управљања залихама отпада који садржи такве полутанте, ради заштите здравља људи и животне средине.

ВРСТЕ И ИЗВОРИ ПЕРЗИСТЕНТНИХ ОРГАНСКИХ ПОЛУТАНАТА

Перзистентни органски полутанти (POP) углавном воде поријекло из антропогених извора загађивања (производња и коришћење одређених органских хемикалија, индустријска постројења, отпадне воде, процеси сагоријевања отпада и различитих материја органског поријекла, сагоријевање дрвета, нафте, издувни гасови аутомобила и др). Штокхолмска конвенција је својом првом листом забранила производњу, коришћење, увоз и извоз 12 супстанци и група једињења који припадају POPs једињењима, које је UNEP прогласио "приоритетним полутантима", а која су била препозната по томе што узрокују штетне ефекте на људе и екосистем (http://www.pops.int/documents/meetings/dipcon/25june2001/conf4_finalact/en/FINALACT-English.PDF). Нека од тих 12 перзистентних органских једињења у индустрији су намјенски произведена, као што су полихлоровани бифенили (PCB) (трансформаторска и кондензаторска изолациона уља, адитиви, у пластичним масама, бојама, мазивима и др.), и органохлорни пестициди (DDT, алдрин, диелдрин, ендрин, токсафен, хлордан, хептахлор, мирекс, хексахлоробензен³), док трећу групу чине ненамјерно произведена POPs једињења (секундарни продукти при индустријским процесима производње и процесима сагоријевања) у коју спадају: полихлоровани дибензо-п-диксини (PCDD) и дибензо-п-фурани (PCDF), полихлоровани бифенили (PCB) и хексахлоробензен (HCB). Листа POP супстанци није коначна и убудуће ће се проширивати, а тренутно, према задњим измјенама из 2012. године, попис хемикалија Штокхолмске конвенције садржи 22 дуготрајне органске загађујуће материје. Наиме, на IV конференцији потписница, одржаној у мају 2009. године, први пут је договорено да ће бити додато 9 супстанци онима које су већ наведене у Конвенцији (12). У ову групу спадају два пестицида

³DDT, алдрин, диелдрин, ендрин, токсафен, хлордан, хептахлор, мирекс, хексахлоробензен, технички ендосулфан и његови изомери, те линдан су коришћени у средствима за заштиту биљака, а DDT, диелдрин и токсафен су још коришћени и као биоциди за сузбијање ектопаразита људи и животиња (бува, стјеница, вашију и комараца). Мирекс и хексахлорциклохексан (HCB) коришћени су и као индустријске хемикалије.

(хлороекон и линдан), три се јављају у пестицидима (α - и β - хексахлороциклохексан (α, β -HCH) и пентахлоробензен, (PeCB)), а четири су индустријске хемикалије (хексабромобифенил (HBB), перфлуорооктан сулфонска киселина и њене соли и перфлуорооктан сулфонил флуорид (PFOS), као и полибромовани дифенил етри (PBDEs): тетра-, пента-, хекса-, хепта- бромодифенил етри). Пентахлоробензен се може ненамјерно формирати у термичким процесима. На V конференцији потписница, одржаној у мају 2011. године, државе чланице договориле су се око додавања техничког ендосулфана са његовим сродним изомерима (пестицид за широку примјену у производњи памука, кафе и осталих пољопривредних производа) на листу хемикалија у Анекс А Конвенције (<http://chm.pops.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP5/tabid/1267/mctl/ViewDetails/EventModID/870/EventID/109/xmid/4351/Default.aspx>). Када је уклањање ендосулфана из употребе ступило на снагу, 2012. године, ендосулфан је постао 22. дуготрајни органски полутант на листи Штокхолмске конвенције.

Органохлорни пестициди представљају значајан проблем за животну средину због њихове велике перзистентности, липофилности и токсичности. За сва једињења која спадају у ову групу карактеристично је да су липофилни и хемијски нереактивни, а остаци неких органохлорних пестицида могу постојати у животној средини неколико деценија. Токсичност органохлорних пестицида одређена је многобројним факторима, а између осталог и хемијском структуром. С обзиром на то да су липосолубилни и да споро подлијежу разградњи у организму, биоакумулирају се најчешће у масном ткиву или у облику метаболита, а мањи дио елиминише се урином, плувачком и млијеком (<http://www.epa.gov/oppfead1/safety/healthcare/handbook/Chap06.pdf>). Карактерише их и то да подлијежу биомагнификацији у различитом степену током кретања дуж ланца исхране, те се акумулирају у све већим концентрацијама доспијевајући чак до организма дојенчета као крајње карике ланца исхране (Schlaud и сар., 1995). Имајући у виду да су органохлорни пестициди раних седамдесетих година представљали најважније загађујуће супстанце животне средине, у развијеним земљама њихова је примјена у значајној мјери редукована или потпуно смањена, а од ступања на снагу Штокхолмске конвенције, 2004. године, потпуно забрањена. Међутим, у многим неразвијеним и земљама у развоју ове супстанце се и даље користе, а посебно DDT (дихлор-дифенил-трихлоретан) који је спасио од смрти милионе људи уништавајући комарце, преносиоце маларије, у Азији, Африци и Јужној Америци (Berg, 2008). У Уганди се годишње употребијеби 80 тона DDT-а у циљу сузбијања штеточина на памучним пољима и за контролу маларичних комараца. У овој земљи употребљава се и диелдрин (392 тоне годишње) за сузбијање штеточина на плантажама банаана, као и остали органохлорни пестициди (Марковић и сар., 1996.). Због значајног позитивног дјеловања DDT-а, посебно у здравству, Штокхолмска конвенција не обавезује странке потписнице да потпуно прекину производњу и кориштење DDT-а, него дозвољава његово кориштење за контролу преносиоца болести према упуштвима Свјетске здравствене организације, али их обавезује да промовишу истраживање и развој алтернативних једињења DDT-у, као и да редовно достављају податке Секретаријату о коришћеној количини, условима и његовој важности за стратегију управљања болешћу. Иако је већина забрана за POPs пестициде наступила прије 20-30 и више година, инвентаризацијом POPs пестицида у многим земљама, између осталих и у Хрватској (http://mzoip.hr/doc/stockholmska_npp.pdf), пронађени су подаци о остацима POPs

пестицида у животној средини, намирницама, животињама и људима. То је последица њихове интензивне примјене у прошлости, као и дуге перзистентности и споре разградње.

Полициклични ароматични угљоводоници⁴ (скраћено PAHs) комбинација су два или више кондензованих ароматичних прстена, а физичке и хемијске карактеристике сваког појединачног једињења се разликују. Заједничке особине чланова PAHs су полу или лака испарљивост, што их чини високомобилним кроз животну средину. У атмосфери, PAHs се налазе слободни у гасовитој фази или ад/апсорбовани на чврсте честице. Нафтален, аценафтен, антрацен, флуорен и фенантрен присутни су првенствено у гасовитој фази. PAHs који се састоје из четири прстена (флуорантен, пирен, кризен) присутни су и у чврстој и у гасовитој фази, док су PAHs са пет или више прстенова (бензо(а)пирен, бензо(ghi)перилен) сорбовани на чврсте честице (Radonić, 2009). Период задржавања у атмосфери и дужина транспорта молекула PAHs зависе од величине честица на којима су сорбовани. Ова једињења из ваздуха седиментацијом или путем падавина доспијевају у земљу, водену средину, храну или људски организам. У људским организмима ова једињења везују се за микрозонске ензиме и метаболишу у токсична једињења са израженим канцерогеним и мутагеним својствима (нпр. бензо(а)пирена) (Miller и Ramos, 2001). Бензо(а)пирен као најзначајнији представник канцерогених полицикличних ароматичних угљоводоника данас се у многим земљама сматра индикатором општег загађења. Настаје сагоријевањем органских материја, посебно нафте и нафтних деривата, због чега је нарочито присутан у ваздуху великих градова због интензивног саобраћаја, а најзначајнији стационарни извори су топлане и термоелектране (нафта, гас и дрво), производни процеси у индустрији гвожђа, челика, асфалта и катрана.

Полихлоровани дибензо-п-диоксини (PCDD) и полихлоровани дибензофурани (PCDF), двије групе једињења познатих под заједничким именом „диоксини”, никада нису имали примјену, нити су у природи постојали. Ове двије групе једињења обухватају 210 конгенера од којих су неки високе токсичности, због чега су побудили интерес за њихово праћење и евалуацију. Диоксини и фурани разликују се међусобно само по присуству или одсуству молекуле кисеоника у својој структури. PCDD обухватају 75 различитих изомера од којих је најопаснији TCDD (2,3,7,8-TetraChloro-Dibenzo-p-Dioksin). Диоксин је први пут добио широки публицитет у САД када је утврђено да је одговоран за мутагене, тератогене, токсичне и канцерогене ефекте које је у Вијетнаму изазвало средство под именом Agent Orange, дефолијант и десикант, који је употребљавала америчка војска у Вијетнамском рату од 1961. до 1971. године, а састојао од два хербицида (2,4-D и 2,4,5-T) (Buckingham, 1982; Martin, 2012). Други случај значајне контаминације диоксинима десио се 1976. у граду Севесо, Италија, када је дошло до индустријске несреће, односно експлозије у хемијском постројењу, при чему је неколико хиљада људи било изложено знатним количинама диоксина, након чега је забиљежен велики број случајева хлоракни, углавном код дјече, урођених мана, спонтаних побачаја, оштећења јетре, имуног система и др. (Bisanti и сар., 1980; Bertazzi и сар., 1998). Диоксини су хемијски стабилна једињења, не растварају се у води, липофилни су и имају способност нагомилавања у ланцима исхране. Преко масних материја животињског

⁴ Полициклични ароматични угљоводоници (PAH) као јединствена група супстанци нису експлицитно наведени у анексима Штокхолмске конвенције, али су се земље потписнице обавезале да смање емисије PAHs испод нивоа који је био 1990. године.

поријекла диоксин се уграђује у ланац исхране и до човјека долази путем меса, рибе или млијека. Излучује се путем мајчиног млијека што може штетно дјеловати на здравље новорођенчета. Токсичност диоксина је око 500 пута већа од стрихнина и више од 100 000 пута већа од натријум-цијанида (Peter и сар., 1996). Анализа диоксина захтијева софистициране методе, које су углавном доступне ограниченом броју лабораторија у свијету и налазе се у индустријски развијеним земљама. Диоксини настају као споредни, нежељени производи у индустријским процесима прераде и производње, те сагоријевања готово свих органских материја у присуству хлора или његових органских или неорганских једињења (Jerman, 2003). Ослобађа се и у фабрикама целулозе у току процеса избјелјивања хлором или његовим једињењима. Продукција диоксина у околину јавља се и код неконтролисаног спаљивања градског, медицинског и индустријског отпада, код производње PVC-а и неких хербицида, спаљивања пољопривредних култура, итд. Значајан извор диоксина представља експлоатација и прерада фосилних горива. Издувни гасови аутомобила (мотора са унутрашњим сагоријевањем) садрже супстанце са сличним или истим дејством као TCDD, а припадају групи од 75 изомера PCDD. Сагоријевањем PVC-а и осталих врста пластике ослобађа се хлор (Cl₂) који са угљеником и кисеоником гради диоксине, укључујући TCDD, као и свих 75 изомера PCDD.

Полихлоровани бифенили (PCB) представљају смјесе 209 синтетизованих органских једињења која се међусобно разликују по броју и положају атома хлора на вањским дијеловима молекуле са широким могућностима примјене. Лабораторијски су синтетизовани 1866. године, али су први пут произведени у индустријским размјерама 1929. године у Монсанто хемијској индустрији (САД) под комерцијалним називом „Askarel” и од тада почиње њихова комерцијална производња. Процјењује се да је у периоду од 1930. године до 1980. године произведено око 1.200.000 тона PCB-а (http://mzoip.hr/doc/stockholmska_npp.pdf). Најзначајнији произвођачи PCB-а су: Monsanto (САД), Bayer (Њемачка), Rhone Poulenc и PCUK (Француска); Kanegafuchi (Јапан), Cros (Шпанија), Safaro (Италија) и државе источне Европе, док у Босни и Херцеговини није било производње PCB-а. У Босни и Херцеговини се опрема која садржи PCB, кондензатори и трансформатори, највећим дијелом увозила из словеначке фабрике ISKRA – Семич, српских фабрика MINEL – Рипањ и AVALA – Београд, из бившег СССР-а и бившег ДДР-а, те од других европских и свјетских произвођача (ASEA – Шведска). Захваљујући низу повољних карактеристика као техничког материјала (ниска електрична и релативно висока топлотна проводљивост, стабилност на оксидацију и хидролизу, отпорност на киселине и базе, слаба растворљивост у води и добра изолаторска способност), полихлоровани бифенили нашли су широку примјену у индустрији. Користили су се за производњу изолационих материјала, трансформатора, кондензатора, хидрауличних система, система за пренос топлоте, регулатора напона, прекидача, електроничке опреме, пластичних маса, боја, лакова, мазива, адхезивних средстава, пестицида, штампарских боја, итд. Међутим, поред својих добрих особина полихлороване бифениле (PCB) одликује и изузетна токсичност и низ биохазардних карактеристика, због чега се сврстава у опасан отпад и представља ризик загађења животне средине (Tanasković, 2004). Полихлоровани бифенили хемијски су веома постојани (према оксидацији, редукцији, елиминацији, адицији и др.), слабо топиви у води, топиви у мастима, јако их је тешко разградити и уништити, па у животној средини остају годинама,

посебно у органским материјама због липофилних својстава. У воденој средини и земљишту углавном су везани за органску материју, а у биљкама и животињама, због спорих процеса разградње, акумулирају се у ткивима која садрже масти и тако улазе у ланац исхране и нагомилавају се у ткивима људи и животиња, испољавајући непожељне ефекте на организам.

Штетно дејство полихлорованих бифенила посебно је дошло до изражаја у Јапану 1968. године и централном Тајвану 1979. године, када је дошло до тровања конзумирањем пиринчаног уља контаминираним полихлорованим бифенилима, које је капало из измјењивача топлоте. Болест је названа јушо (yusho – болест уља), а њени карактеристични симптоми су пигментација коже и ноктију, појава хлоракни, поремећаји вида, укоченост удова и општа слабост (Onozuka и сар., 2009, Kuratsune и сар., 1972). На простору бивше Југославије забиљежено је тровање полихлорованим бифенилима 1984. године, када је због неправилног складиштења отпадних материја из Искрине фабрике кондензатора у Семичу (Словенија) полихлорованим бифенилима затрована вода, земљиште, животне намирнице, животиње и људи. Наиме, ове отровне материје одложене су у крашке јаме одакле су доспјеле у ријеку Купу, која задовољава 70% потреба за водом у Белој Крајини (Марковић и сар., 1996.).

Полихлоровани бифенили у животну средину доспијевају људском активношћу у земљиште (акциденталним цурењем, просипањем, процијеђивањем са депонија које га садрже, као и разношењем муља), у воду (акцидентом, цурењем хидрауличних флуида, као и спирањем земљишта), а највећи дио РСВ у ваздуху настаје усљед испаравања са земљишта или воде. Према доступним информацијама, концентрација РСВ у земљишту која је одређивана у БиХ потиче од војних постројења, РТВ релеја, трансформатора и трафо-станица који су уништени током ратних дејстава у периоду 1992–1995. године (Klanova и сар., 2007; Piser и сар., 2004.; Marjanović и сар., 2008). Препоруке научника широм свијета су да се примјена материјала који садрже РСВ заустави, а да се постојећи РСВ подвргну методама коначне прераде у циљу њиховог уништавања, или да се безбједно одложи у складиштима опасног отпада, што је прописано и Базелском конвенцијом којом се полихлоровани бифенили сврставају у категорију опасних отпадних материја. У Републици Српској РСВ су забрањени Правилником о условима за ограничење и забрану производње, промета и кориштења хемикалија („Службени гласник Републике Српске“ бр. 100/10 и 63/13) (Прилог 2, Дио А: Листа забрањених POPs супстанци из Штокхолмске конвенције), уз напомену да је дозвољено кориштење уређаја који се налазе у употреби, уколико то није у супротности са условима датим у прописима којима се уређује одлагање полихлорованих бифенила и полихлорованих трифенила.

Полибромовани дифенил етри (PBDEs), хексабромобифенил (HBB) и перфлуороктан сулфонат (PFOS) спадају у тзв. „нове хемикалије“ Штокхолмске конвенције, које је Конференција странака додала на попис 2009. године. Због мале производње и ограничене употребе, већина материјала која садржавају HBB збринуте су прије више деценија, те нису предмет овог рада. Полибромовани дифенил етри (PBDEs) група су индустријских ароматичних органобромних хемикалија које се користе од седамдесетих година 20. вијека као додаци у успоравању горења у широком распону потрошачких производа. Конгенери полибромованих дифенил етара, који укључују тетра-BDE, пента-BDE, хекса-BDE и хепта-BDE супримирају горење у органском материјалу и

то је разлог кориштења као додатака материјалима за успоравање горења. Попут свих POPs хемикалија, и наведене посједују токсична својства, отпорне су на деградацију и имају потенцијал биоакумулације (Fraser и сар., 2009; McDonald, 2002). Транспортују се путем ваздуха, водотокова, и преко миграторних врста, прелазећи међународне границе и депозиционирајући се на места далеко удаљена од места одакле се ослобађају, акумулирају у организму кичмењака и у воденом екосистему (Hites, 2004). Ефекти PBDEs на експерименталним животињама укључују ендокрини поремећај, поремећаје понашања, абнормалности јетре и евентуално канцер (Birnbaum и Staskal, 2004, McDonald, 2002), а неке студије упућује и на ефекте код људи, као што су ефекти на мушке репродуктивне хормоне (Meeker и сар., 2009), плодност (Akutsu и сар., 2008) и мању порођајну тежину и дужину (Chao и сар., 2007). Хемикалије збирног имена PBDEs највише су се употребљавале за третман полиуретанских (ПУР) пјена које су коришћене у транспортном сектору (пјене за пуњење сједишта) и домаћинствима (пјене за пуњење мадраца и тапацираног намјештаја), као и при изради кућишта електричне и електронске опреме (ЕЕО), нарочито за CRT (катодне цијеве), те за канцеларијску опрему као што су копир машине и принтери. Компилација података о производњи припремљена за POPs Review Committee (POPRC) претпоставља да се укупна производња свих PBDEs у периоду од 1970. до 2005. креће у обиму између 1,3 до 1,5 милиона тона (<http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.6-2-Annex.English.pdf>). Укупне количине с-PentaBDE и с-OctaBDE коришћених широм света процијењена је на око 100 000 тона по свакој од комерцијалних смјеса. Производња комерцијалне смјесе с-DecaBDE која се не налази на листи Штокхолмске конвенције процијењена је на око 1,1 милион тона до 2005. године (<http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=2806>). Неправилно управљање овим хемикалијама током животног вијека производа који их садрже, нарочито у области управљања отпадом, може довести до емисије POPs и њихове акумулације у животној средини, као и код људи и животиња. Перфлуороктан сулфонска киселина (PFOS) и сродне супстанце наведене у Штокхолмској конвенцији производе се дуже од 50 година. Због својих јединствених физичких карактеристика, водонепропусности и отпорности на маст, имале су широку примјену у индустријама као хемијски агенс (као што је нпр. електрична индустрија), у припреми материјала или као додатак у производњи (нпр. текстилна индустрија), те за професионалну употребу хемијских производа, као што су противпожарне пјене. Типично су коришћени за површински третман многих производа, чести су у не-љепљивим производима, материјалима отпорним на флеке, као и гардероби за све временске услове (Lim и сар., 2011). Због својих површински активних особина током година апликовани су у многим производима као што су противпожарне пјене и производи који обезбјеђују површинску отпорност на воду, масноћу или земљиште (Paul и сар., 2009). До 2002. године компанија 3М била је највећи свјетски произвођач перфлуорооктан сулфонил флуорида (PFOSF), сировине за производњу препарата на бази PFOSa, са укупно произведеном количином PFOSF која је процијењена на 37 809 тона из главних производних постројења у САД и Белгији (http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/Comments_2006/3M.doc). Од тада, PFOS је елиминисан из употребе у многим од наведених примјена. Отприлике, када је компанија 3М обуставила производњу PFOS, забиљежен је пораст производње у Кини, која је тренутно једина земља која има сталну производњу PFOS (Lim и сар., 2011).

С обзиром на то да нису познати природни извори PFOS хемикалија (Key и сар., 1997) сматра се да је њихово присуство у животној средини искључиво посљедица људских активности. PFOS и њихови деривати могу бити ослобођени у животну средину из процеса производње и током индустријског и потрошачког коришћења, као и при одлагању ових хемикалија, полупроизвода и производа. Коришћење PFOS у синтетичким теписима, текстилу и намјештају могло би изазвати појаву PFOS у кућној прабини и ваздуху у затвореном простору те директно излагати људе, посебно бебе и мању дјецу негативним утицајима ових супстанци (https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-PFOS-Inventory.En.pdf).

Закључак Штокхолмске конвенције гласи да је PFOS веома перзистентна супстанца са особиним биоакумулације иако не подлијеже класичном принципу нагомилавања у масним ткивима као остале POPs хемикалије. Насупрот осталим POPs хемикалијама, PFOS хемикалије везују се за протеине крви и јетре (Joensen и сар., 2009). Међутим, и ове хемикалије имају способност преношења на велике удаљености и испуњавају критеријуме за хроничну токсичност по људе и остали живи свијет. Од престанка производње PFOS од стране 3М компаније, 2002. године, примијећено је смањење концентрација у неким дијеловима животне средине, иако садашња и будућа изложеност зависи од путева емисија, каснијег транспорта и деградације (Paul и сар., 2009).

POPs ЈЕДИЊЕЊА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ – ОСВРТ НА ПОСТОЈЕЋУ СИТУАЦИЈУ И СПРОВЕДЕНА ИСТРАЖИВАЊА

За разлику од земаља Европске уније гдје постоји велики број информација о присуству перзистентних органских полутаната, у Босни и Херцеговини не постоје подаци о садржају ових једињења у ваздуху и земљишту, с изузетком неколико појединачних локација. Усвајањем Оквирне директиве о водама (2000/60/ЕС) успостављена је листа и процедура за идентификацију специфичних и приоритетних супстанци, укључујући POPs, у водама. Од тада су и ове супстанце уврштене у редовни мониторинг вода у БиХ, о чему заправо има врло мало објављених података, а поставља се питање и акредитације лабораторија у БиХ за ту врсту једињења. Праћење концентрације POPs у земљишту не врши се, осим за РАН, и то једино у ФБиХ. Институције које обављају праћење квалитета ваздуха не врше мјерење концентрације POPs једињења, јер за то не постоје законске основе у важећем законодавству у БиХ. Не постоји ни институција одговорна за систематско праћење POPs у живим бићима, нити постоје резултати систематског праћења. У јавно доступним извјештајима и статистичким годишњацима не постоје подаци о резултатима праћења опасних хемијских једињења у отпаду, чиме се овај отпад класификује као опасан отпад. Недостатак података није само посљедица непостојеће законске регулативе и мониторинга, већ и неодговарајуће опремљености већине лабораторија за анализу и одређивање остатака POPs једињења, првенствено због недостатка потребних финансијских средстава за њихово уређење.

Током посљедњег рата у Босни и Херцеговини, генерисане су и емитоване велике количине органских загађујућих материја у окружење, као резултат дјелимичног или

потпуног разарања индустријских постројења, војних циљева, инфраструктуре, експлозија и неконтролисаних пожара. Након рата ЕУ је препознала проблеме контаминације и у оквиру Петог оквирног програма Европске уније прихватила је заједнички пројекат АРОPSBAL⁵ у трајању од три године (<http://www.recetox.muni.cz/projekty/apopsbal/>). Пројекат је организован у радним пакетима. Један од најважнијих и најкомплекснијих пакета је истраживање нивоа ваздушног транспорта POPs једињења у Хрватској, Босни и Херцеговини и Србији и Црној Гори, генерисаних као посљедице ратних разарања.

База података о локацијама загађеним РСВ у Босни и Херцеговини не постоји. Испитивањима и контактима с истраживачким институцијама, те прегледом до сада објављених радова на истраживањима и утврђивањима нивоа РСВ у животној средини на подручју БиХ, утврђено је да је до најзначајније контаминације локација дошло је услед ратних разарања у протеклом рату (1992–1995) у којем су оштећена или уништена многа војна возила, електроенергетски, индустријски и други објекти из којих је могло доћи до цурења РСВ; затим експлозије, прегријавања, испаравања и цурења из трансформатора и кондензатора. Поред тога, контаминација РСВ је посљедица нестручног руковања с опремом која садржи ова једињења, затим спирања површина на које се неконтролисано одлажу уређаји са РСВ који нису у употреби, инцидентних ситуација у индустријским погонима и неконтролисаног одлагања уређаја са РСВ на постојеће, неуређене депоније отпада у БиХ (Klanova и сар., 2007; <http://www.recetox.muni.cz/projekty/apopsbal/index.php?id=762004>; Piser и сар., 2004a). Спроведеним истраживањима у оквиру пројекта АРОPSBAL детектован је висок садржај РСВ у узорцима земљишта и седимената узетих у близини оштећених трансформатора. Висок ниво РСВ у земљишту пронађен је пред улазом у тунел бившег војног аеродрома Жељава код Бихаћа (164 ppm), а тај садржај потиче од уништених и минираних постројења у тунелима која су садржавала пирален. Утврђени су и значајни нивои РСВ у угљенокопима око Тузле (ЕТС Лукавац, Шикуље II – 20 ppm, ЕТС Дубраве – 4 ppm и одлагалиште отпада Дубраве – 6 ppm), гдје су се налазили оштећени кондензатори, те је постојала могућност продирања РСВ до ријеке Спрече (Piser и сар., 2004a). Екстремно високи нивои РСВ (преко 100 000 ppm) пронађени су у земљишту око ЕТС Лукавац – Шикуље I (Тузла) и ЕТС Јелах II (Тешањ). Највећи ниво РСВ (130.000 ppm) измјерен је у узорку у електротрафостаници (ЕТС) Тешањ у Јелаху одакле су кондензатори били уклоњени 1986. године (дакле 17 година прије узорковања и анализе земљишта на садржај РСВ). Висок ниво РСВ пронађен је у седиментима ријеке Спрече код моста Пурашић – Шикуље (2824 ppb), ријеке Гостиље код Ђурђевица (2766 ppb) и ријеке Јале (2048 ppb) у Симин Хану узводно од Тузле, као и ријеке Миљацке у Сарајеву поред Врбања моста (1654 ppb). Концентрације РСВ веће од 1 ppm у земљишту пронађене су и на подручју бивших војних релеја на врховима планина око Сарајева: Бјелашници (2 ppm), Јахорини (6 ppm) и Требевићу (1,3 ppm) (Piser и сар., 2004b).

За вријеме посљедњег ратног конфликта у БиХ уништене су бројне трансформаторске станице у близини Сарајева, и то у непосредној близини изворишта за водоснабдијевање. Аналитички узорци тла који су узети на тим подручјима показали су

⁵ Пун назив је „Assessment of the selected POPs (PCB, PCDDs/F, OCPs) in the Atmosphere and Water Ecosystems from the Waste Materijals Generated by Warfare in Area of former Yugoslavia”

да је у само 9 од укупно 42 појединачна узорка укупна концентрација РСВ била изнад 0,5 ppb (граница детекције имунохемијске методе), а највећа концентрација која је нађена износила је 1,53 ppb (Marjanović и сар., 2008). То је за 3-4 реда величине мање од концентрација које су нађене у сличним околностима, тако да се може рећи да запажене количине не представљају ризик за контаминацију воде, али разлог за забринутост представља то што су чак и дубљи слојеви тла (50 cm) садржавали исту количину РСВ као површински слојеви (5 cm), што указује на континуирану контаминацију (Marjanović и сар., 2008).

На основу наведених и доступних података види се да су истраживања о концентрацијама РСВ у оквиру поменутог APOPSBAL пројекта углавном спроведена на простору Федерације Босне и Херцеговине, због чега се намеће закључак о неопходности сличних истраживања и на простору Републике Српске, гдје се такође могу очекивати повишене концентрације полихлорованих бифенила као последице ратних разарања и одлагања опасног отпада.

У нашој земљи проблем третмана материја и артикала које садрже или које су загађене РСВ није технички ријешен, као што је углавном случај и са осталим врстама опасног отпада. Посљедњих година је из Босне и Херцеговине у складу са Базелском конвенцијом извезена већа количина артикала и отпада са РСВ (трансформатори, кондензатори, уља са РСВ, отпад са РСВ из компаније ЈП „Електропривреда“ БиХ и из Републике Српске, као и из одређених фабрика⁶) и транспортована на финално уништење (инсинерацију) у Француску. Чињеница је да у већини наших фабрика које су престале са радом, или су у процесу приватизације, није дефинисана обавеза преузимања одговорности за постојећи отпад, а постоји гомила буради или контејнера чија је садржина углавном непозната, што представља потенцијалну опасност по човјека и животну средину. Иако су антропогени извори ових једињења у земљама у окружењу максимално редуковани последњих деценија, атмосферски нивои РСВс показују статус стационарног стања, што указује на то да се РСВс још увијек испуштају и ослобађају у атмосферу примарним (испаривањем из застареле или оштећене опреме која их садржи) или секундарним изворима емисије (загађено земљиште, вода), као и транспортом кроз атмосферу. Компанија RECETOX⁷ спровела је пилот пројекат да би идентификовала потенцијалне критичне тачке изазване неадекватном употребом и одбацивањем уља која садрже РСВ. Резултати студије потврдили су контаминацију земљишта РСВ услед цурења трансформаторских уља која су чувана у зарђалим бурадима у кругу фабрике „Инцел” у Бањалуци⁸. Истраживања су показала да се и у другим градовима већина оштећених кондензатора чува без адекватног управљања, што представља значајан извор

⁶ Према информацијама Министарства вањске трговине и економских односа Босне и Херцеговине у 2006. години отпад са РСВ (трансформатори, кондензатори, уља са РСВ, отпад са РСВ) из компанија ЈП „Електропривреда“ БиХ, Volkswagen, Скендерија, Босанка, Унис-УТЛ и Mittal Steel Зеница транспортован је на финално уништење – инсинерацију, у Лион, Француска (182.390,00 кг). Група за инвентар РСВ која је учествовала у изради Извјештаја о прелиминарном инвентару POPs супстанци у Босни и Херцеговини утврдила је да је укупно приближно 37 тона отпада који садржи РСВ спреман за извоз из БиХ.

⁷ RECETOX – Research Centre for Toxic Compounds in the Environment, Институт при Природно-математичком факултету Универзитета Masaryk из Републике Чешке

⁸ Податак преузет из „Интегрална водно-енергетска студија развоја слива ријеке Врбас” Модул 1, Водни ресурси, COWI AS, Норвешка, 2013.

контаминације животне средине (нпр. ватрогасна станица у Тузли у којој је ускладиштена одбачена електрична опрема) (Piseg и сар., 2004). У циљу изградње и јачања капацитета за редовно праћење стања у животној средини и идентификације извора загађења перзистентним органским полутантима, у периоду од 2007. до 2011. године, реализована су два пројекта у сарадњи Фармацеутског факултета Универзитета у Сарајеву и Норвешког института за истраживање вода (NIVA) у Ослу, финансирани од стране Норвешког института за науку и Министарства вањских послова Краљевине Норвешке. У склопу наведених пројеката добијени су први опширнији подаци о концентрацијама перзистентних органских полутаната у водотоцима Неретве и Босне као што су полихлоровани бифенили (PCB), органохлорни инсектициди (ОСР), те полутанти који су однедавно на листи Конвенције, као што су полибромовани дифенил етри (PBDE). Ђеђибеговић и сар. (2010) су у ријечи Неретви утврдили низак ниво концентрације POPs у води, углавном испод границе квантификације. У наведеном раду види се да је концентрација DDT испод границе квантификације, а квантификован је само његов метаболит DDE. С обзиром на постављене средње годишње концентрације у околишким стандардима квалитета за приоритетне и друге супстанце, у складу с постојећом домаћом и ЕУ легислативом (Директива 2008/105/ ЕС), граница допуштене средње годишње концентрације за копнене воде за укупни DDT је 0,025 µg/L, док је измјерена концентрација р.р –DDE 14 pg/L, што је око 1.800 пута мање од допуштене концентрације. Како се наводи у самом раду, укупна измјерена концентрација органохлорних пестицида (ОСР) је 140 pg/L, што се може сматрати позадинским концентрацијама. У студији се наводи закључак да нивои DDT и главног метаболита DDT указују на скору употребу тог инсектицида (Ђеђибеговић и сар., 2010). У раду се такође наводи да се јављају контаминанти попут PBDE које би требало пратити. Агенција за водно подручје Јадранског мора (Мостар) проводи редовне анализе пестицида из групе органохлорних пестицида на ријечи Неретви (мјерни профил Драчево и Житомислићи) и до сада нису забиљежене вриједности које прелазе EQS стандард у складу с Директивом 2008/105/ ЕС, односно вриједностима прописаним у прилогу 1 у Уредби о условима за испуштање отпадних вода у природне реципијенте и систем јавне канализације (Službene novine FBiH, број 4/12). Садржај PАН у седименту ријеке Босне виши је од постојећих стандарда квалитета за животну средину, посебно у доњем току, непосредно низводно од ушћа Спрече, гдје су већина утврђених PАН (флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, бензо(а)антрацен и др.) показивала концентрације са изразитом акутном токсичношћу. Остали измјерени полутанти као што су PCB и неки пестициди (посебно хептахлор) у седиментима ријеке Босне били су присутни на нивоу који крши међународни критеријум (Harman и сар., 2013.). Резултати пројекта указују на могући утицај на акватички екосистем након дугорочног излагања. Највећи допринос ових пројеката јесте укључивање одговорних особа и институција, што ствара основу за извођење планираних активности и израду регулативе за контролу POP. POPs пестициди, с обзиром на вријеме примјене тих једињења у БиХ, се могу сврстати у 3 групе: они који никада нису имали дозволу за промет у БиХ (мирекс), они који су се користили и забрањени су прије 20 и више година (DDT, хексахлорбензен, хлордан, хептахлор, алдрин, диелдрин, ендрин, токсафен) и они који су били у примјени до недавно (линдан и ендосулфан). Ендосулфан и линдан могли су се регистровати и користити до 1. 10. 2008. године, а онда је Савјет

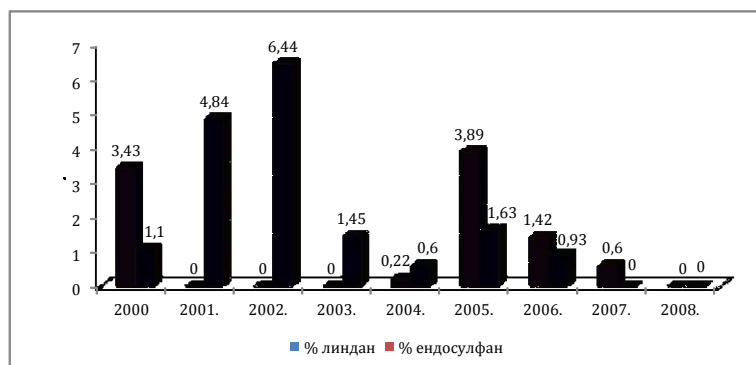
министра БиХ донио Одлуку о забрани регистравања, увоза и промета фитофармацеутских средстава. У периоду од 2000. до 2008. године, а закључно са 2007. годином увозили су се и линдан и ендосулфан и то у количинама које приказује табела 3.

Табела 3. Преглед увоза ендосулфана и линдана у БиХ за период од 2000. до 2008. године на граничним прелазима Рача и Градишка

Aktivna materija	Преглед количине увезених препарата по годинама (1 или kg)								
	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
ИНСЕКТИЦИДИ (Σ)	218.354	75.856	108.678	172.440	455.615	86.071	106.077	233.450	124.481
ЕНДОСУЛФАН*	7500	0	0	0	1008	3350	1504	1400	0
ЛИНДАН	2400	3675	7000	2500	2713	1400	990	0	0

*Препарати на бази ендосулфана формулисали су се као концентрована емулзија (ЕЦ), те се стога увезена количина ових инсектицида исказује у литрама

Истраживачки подаци Катедре за заштиту биља Пољопривредног факултета у Бањој Луци који су пратили промет пестицида на два гранична прелаза у БиХ, Градишка (између БиХ и Хрватске) и Рача (између БиХ и Србије) у периоду од 2000. до 2008. године, наводе како је у том периоду увезено укупно 1.581.022 kg инсектицида ендосулфана и линдана (Слика 1).



Слика 1. Процентуално учешће POPs пестицида (ендосулфана и линдана) у укупној количини увезених инсектицида за период од 2000. до 2008. године на граничним прелазима Рача и Градишка

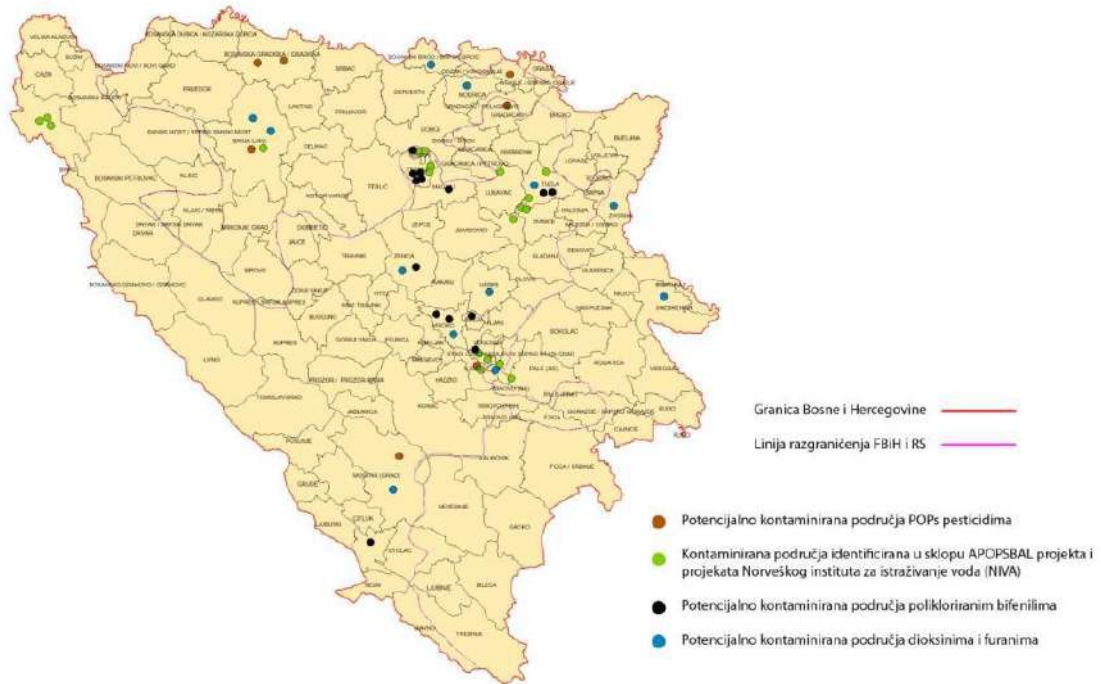
Почевши од 2008. године линдан и ендосулфан се више нису увозили, што је било у складу са Одлуком о забрани регистравања, увоза и промета фитофармацеутских средстава. Међутим, на основу достављених података Агенције за статистику БиХ, не може се са сигурношћу утврдити о којим производима увезеним под тарифном ознаком 3808912000 (инсектицида на основи хлорованих угљоводоника) се ради, тј. да ли је међу увезеним производима било и POPs пестицида.

Пестицид DDT се престао користити у пољопривреди у периоду од 197. до 1973. године, док је у јавном здравству и шумарству престао да се користи 1989. године. Производње DDT на територији БиХ није било, нити је било увоза, извоза и употребе пестицида после 1989. године. Такође, у оквиру прелиминарног инвентара није потврђено постојање залиха и отпада DDT. Ипак, проучавање кружења органохлорних пестицида које је обављено на простору Бање Луке показало је повишене нивое DDX једињења (нпр. ор і рр –изомера DDT-а, DDE-а и DDD-а 44-74 pg/m³ у урбаној

средини и 27 pg/m^3 као позадинским нивоом), НСН (α -, β - and γ -isomers, 52-70 vs. 147 pg/m^3), НСВ (34-48 vs. $<0.1 \text{ pg/m}^3$) и пентахлорбензена (6.8-9.9 vs. 6.0 pg/m^3) (Lammel и сар., 2011). То указује на својство POP да се брзо транспортују и распростиру кроз атмосферу, а треба имати у виду и чињеницу да је амбалажа POPs пестицида одлагана неконтролисано и неорганизовано, јер у БиХ није било организованог начина збрињавања амбалаже и амбалажног отпада, нити је постојала санитарна депонија за збрињавање такве врсте отпада. Потенцијално контаминирани локације POPs пестицидима, према подацима групе за израду НИП, су производни комбинати на којима се обавља интензивна пољопривредна производња (Градишка, Шамац, Бања Лука, Сарајево, Мостар, Орашје, и др.), а који су били активни и прије четрдесетак година, па стога постоји могућност да су се на тим површинама користили и неки од POPs пестицида. У циљу сагледавања стања животне средине треба обезбиједити континуирани мониторинг са стварањем информатичке мреже која би имала широку базу података у смислу извора, количине и динамике испуштања POPs једињења у животну средину.

У ранијем периоду нису регистровани подаци о концентрацији POPs у амбијенталном ваздуху у државама бивше Југославије (Хрватској, Босни и Херцеговини и Србији и Црној Гори) због неадекватних метода, методологије и аналитике детектовања POPs. Инвентар полихлорованих дибензо фурана и диоксина (PCDF/D) израђен је као саставни дио Националног плана за имплементацију Штокхолмске конвенције. У Босни и Херцеговини не постоје валидни подаци на основу којег се може израчунати и процијенити испуштање PCDD/PCDF у животну средину као посљедица спаљивања разне врсте отпада. Највећи извор емисија диоксина је сагоријевање горива у енергетским постројењима (термоелектране, топлане и постројења за претварање енергије), неконтролисани процеси горења уз сагоријевање огријевног дрвета у домаћинствима, производња жељеза и обојених метала, индустрија папира (хлор за бијељење), бојење текстила и коже хлоранилом, производња и употреба хемикалија, производња минералних производа и друмски саобраћај. Најзначајнији пут испуштања PCDD/PCDF је емисија у ваздух, испуштање у остатак/отпад и приликом производње хемикалија и робе широке потрошње. Доказано је да је диоксин узрочник многих тешких обољења, као што су: канцер, дефекти код новорођенчади, оштећење имунолошког и централног нервног система (Consonni и сар., 2008). У оквиру израде НИП Штокхолмске конвенције у БиХ, идентификована су потенцијална контаминирана подручја и жаришта у БиХ, а то су: индустријска зона града Тузла (некадашњи хлоралкални комплекс), „Рафинерија нафте”, а.д. Брод (језеро гудрона), „Рафинерија уља Модрича“ а.д. (језеро гудрона), Фабрика текстила и коже у Високом (одлагалиште у кругу фабрике), Фабрика за производњу опреме за средњи и високи напон „Енергоинвест”, Источно Сарајево, бивши индустријски круг Инцел (Бања Лука), Жељезара Arcelor Mittal д.о.о. Зеница (одлагалиште индустријског отпада Рача), Фабрика глинице Алумина д.о.о. (одлагалиште Петковци – око 900.000 t/g), Фабрика алуминија у Мостару (одлагалиште црвеног муља Бачевићи), рудник олова и цинка „Сасе” у Сребреници и др. (Слика 2). Према одредбама из Штокхолмске конвенције потребно је омогућити бољи увид у податке о активностима по појединим категоријама и поткатогијама, као и податке о специфичним технолошким процесима, те организовати мониторинг критичних мјеста емисије PCDD/PCDF на нивоу

државе, односно успоставити мрежу пунктова гдје би се вршила мјерења нивоа PCDD/PCDF у животној средини.



Слика 2. Идентификована контаминирана подручја и хот-спотови у Босни и Херцеговини (НИП БиХ, Група аутора, 2015)

Због сложености и обима коришћења PBDEs и PFOS, те сродних супстанци, њихова елиминација из употребе представља изазов за многе потписнице Штокхолмске конвенције, међу њима и Босну и Херцеговину. Према Смјерницама за инвентаризацију полибромованих дифенил етера (PBDEs) наведених у Штокхолмској конвенцији о POPs (UNEP, 2012), сматра се да се између 90% и 95% с-PentaBDE употребљавало за третман полиуретанских (ПУР) пјена. Ове пјене су најчешће коришћене у електро и текстилној индустрији, те транспортном сектору (аутомобилска сједишта, наслони за главу, стропови аутомобила, изолацијске пјене, овојнице каблова, намјештај, матраци, итд.). У погледу заступљености PBDEs у транспортном сектору, очекивано је да се велики удио возила произведених од 1970. године (аутомобили, аутобуси, возови), који садржи с-PentaBDE, још увијек користи, јер се према последњим објављеним, званичним, подацима просјечна старост аутомобила у БиХ креће око 17 година. Не постоји евиденција о количинама половне електричне и електронске опреме (ЕЕО) која се увози и извози из БиХ, нити о стању такве опреме, али на основу проведене анкете о количини ЕЕО у залихама код потрошача (корисника) и просјечног животног вијека опреме, израчунато је да се годишње у БиХ створи око 92.592 тона овог отпада (НИП БиХ, 2015), односно око 24,4 kg по глави становника. PFOS и сродне супстанце, због својих површински активних својстава, у протеклих 50 година кориштене су у широкој групи апликација, које укључују противпожарне пјене и површине отпорне на уље, воду, масноћу и сл. Производи који традиционално садрже PFOS су текстил, намјештај, одјећа, обућа, козметика, кожни производи, синтетички теписи, средства за чишћење, итд. Не постоје прецизни подаци о укупним количинама PFOS у БиХ, а према оквирним процјенама

укупна количина PFOS у БиХ у 2012. години износи од око 50 тона до преко 280 тона (најнижа/највиша вриједност). Према прикупљеним подацима, укупна количина противпожарних пјена у БиХ у залихама износи 8.455 литара, од чега је највећа количина стигла у виду донација (од Канадског батаљона) у количини од чак 5.600 литара (НИП БиХ, 2015). Тек након детаљног инвентара ових супстанци моћи ће се утврдити њихове тачне количине, што ће омогућити процјену њихове будуће употребе. Институције одређене за управљање хемикалијама и отпадом требало би да дефинишу систем управљања POPs супстанцама (укључујући PBDEs/PFOS) и опасним отпадом и начинима њиховог одговарајућег, еколошки прихватљивог коначног збрињавања.

За провођење Националног имплементационог плана (НИП), као и уопште стратегије за заштиту и очување животне средине неопходно је имати свеобухватне податке о присуству и концентрацијама POPs полутаната у животној средини. Приоритетан значај и основу за донешење низа мјера у циљу унапређења стања животне средине представља успостављање катастра загађивача и инвентара загађујућих материја у све медије животне средине, при чему би се формирао јединствен списак загађујућих материја, између осталих и оних које спадају у групу POPs материја, на начин да то праћење буде прилагођено изради одговарајућег извјештаја органима Конвенција које прате своје специфичне области.

ЗНАЧАЈ ШТОКХОЛМСКЕ КОНВЕНЦИЈЕ ЗА БОСНУ И ХЕРЦЕГОВИНУ

Велики број научних испитивања и практичних анализа са краја двадесетог вијека, указује на штетност употребе POP, што је и узроковало дефинисање и усвајање великог броја конвенција и законских регулатива, које треба да регулишу производњу, примјену и испуштање ове групе полутаната у животну средину. Босна и Херцеговина потписала је Штокхолмску конвенцију 2001. године, када је Конвенција први пут отворена за потписивање, а ступила је на снагу 17. маја 2004. године, у моменту кад ју је 50% земаља у свијету ратификовало.

Било је потребно девет година од потписивања да би Босна и Херцеговина ратификовала Конвенцију о перзистентним органским полутантима. Одлука Предсједништва БиХ о ратификацији Штокхолмске конвенције донесена је 2. марта 2010. године. Као земља потписница Босна и Херцеговина тиме се обавезује да ће предузети све мјере у циљу смањења или елиминације отпуштања у животну средину перзистентних органских полутаната који су наведени у анексу ове Конвенције. Као нова чланица Конвенције, БиХ је преузела обавезу да припреми Национални акциони план (НАП) заједно са Националним планом за имплементацију (НИП), у року од двије године од датума ступања Конвенције на снагу. Процес доношења и усвајања НИП отежан је сложеном социополитичком ситуацијом у земљи, те недостатком материјалних ресурса и капацитета.

Босна и Херцеговина преузела је многобројне обавезе након ратификације Штокхолмске конвенције:

- забрана производње и коришћења, увоза и извоза хемикалија са листе Анекса А Конвенције;

- ограничавање производње хемикалија са листе Анекса Б Конвенције;
- управљање хемикалијама са листе Анекса Ц, односно стављање под контролу како би им се смањила или потпуно елиминисала емисија;
- индентификација загађених локација и спровођење мјера обнављања (ремедијације);
- развој Националног имплементационог плана уз консултовање свих заинтересованих и утицајних субјеката;
- размјењивање информација са канцеларијом Конвенције;
- информисање јавности о POPs супстанцама, Конвенцији и активностима, развој тренинга и образовних програма за креаторе политике Конвенције;
- подржавање истраживања POPs супстанци;
- финансијско подржавање свих активности везаних за Конвенцију;
- развој стратегије за идентификацију залиха са листе А и Б Конвенције;
- управљање залихама POPs хемикалија на прописан начин;
- предузимање адекватних мјера безбједног и неповратног трансформисања или уништавања или безбједног одлагања POPs супстанци ради заштите живог свијета и животне средине;
- забрана одлагања POPs хемикалија ради поновног коришћења, рециклаже, обнављања, директне или алтернативне употребе.

Поред наведених обавеза Босна и Херцеговина као потписница Штокхолмске конвенције има и одређена права као што је право да предложи нову хемикалију за уврштавање на листе Анекса А, Б или Ц, као и право да идентификује Националну фокалну тачку ради обавјештавања, размјене информација о POPs са Секретаријатом конвенције. Национално законодавство мора се усагласити са конвенцијом и то кроз све законе који имају везе са POPs. Морају се прописати норме за емисију и имисије, односно одговарајуће методе којима се то може одредити. Ово се односи првенствено на законе којима се регулишу питања управљања хемикалијама, средствима за заштиту биља, квалитета хране, отпада, ваздуха и друго. У циљу заштите животне средине и здравља људи неопходно је предузети одговарајуће мјере за адекватно управљање отпадом који садржи или је контаминиран POPs материјама и извршити узорковање и анализу отпадних гасова који се емитују из индустријских постројења, да би се утврдиле концентрације PCDD/ PCDF i PAH. Из тог разлога потребно је развити инвентар емисија за PCDD/F, HCB, PCB у свим медијима животне средине и инвентар PCB течног и чврстог отпада, као и успоставити мониторинг POPs једињења у земљишту, води и ваздуху, као и у храни животињског поријекла.

Рана фаза у имплементацији Конвенције је развој националних планова за имплементацију, који би требало да укључе процјену извора и утицаја POPs, постојећу инфраструктуру потребну за имплементацију и потребне додатне капацитете. У Босни и Херцеговини у току је усвајање Националног плана за имплементацију (НИП) Штокхолмске конвенције који има за сврху да помогне у испуњавању обавеза које проистичу из Конвенције, да повећа свијест о POPs и мјерама за њихову контролу, да представи мјере које су предузете, као и да успостави стратегију и акционе планове за даље кораке у вези са перзистентним органским полутантима. Израду НИП подржао је

Глобални фонд за животну средину (Global Environmental Facility – GEF) преко Програма Уједињених нација за животну средину (United Nations Environmental Programme – UNEP), који иначе служи за помоћ земљама у развоју и транзицији. Пројекат у вриједности од 500.000 америчких долара који финансира GEF имплементиран је у периоду 2010–2012. године, чиме је дата подршка активностима које би требале олакшати имплементацију Конвенције (http://www.bhas.ba/dokumenti/EPR_2_001_01-bh.pdf). Израдом и усвајањем Националног плана за имплементацију у земљи се успоставља систем инвентара информација о производњи, трговини, употреби, складиштењу, испуштању и одлагању перзистентних органских полутаната.

У циљу квалитетне израде извјештаја о стању POPs једињења у БиХ потребно је законски прописати и осигурати финансирање програма системског мониторинга POPs једињења у свим елементима животне средине. Организовање мониторинга у биљкама и биљним производима, храни, води и земљишту, уз одговарајућу законску регулативу, захтијева формирање и неколико лабораторија у складу с прописима у ЕУ, у којима би се истраживања обављала на новој прецизној опреми, ради одређивања остатака POPs једињења, али и других хемикалија које су перзистентне и које ће се у ближој будућности уврстити у листу POPs једињења.

ЗАКЉУЧАК

Перзистентни органски полутанти (POPs) су хемикалије којима се придаје посебан значај због њиховог дуготрајног и токсичног дејства које изазива тешке посљедице по живот и здравље људи, националну економију и животну средину у цјелини. Ниво сазнања о POPs једињењима и њиховом негативном утицају на животну средину и здравље људи на релативно је ниском нивоу, те је у блиској будућности потребно покренути националне програме едукације и образовања становништва.

У Босни и Херцеговини није организован свеобухватни мониторинг нивоа POPs једињења у узорцима из животне средине, хране и људи. Мјерења нивоа дуготрајних органохлорних једињења у различитим медијима сведена су углавном на међународне истраживачке пројекте водећих института и контролу нивоа у појединим медијима (првенствено води и узорцима хране) о којима има врло мало објављених података. На основу проведених пројеката објављен је мањи број научних радова о појединим једињењима која припадају групи перзистентних органских полутаната. Не постоји систематичност у резултатима, а због различитог приступа тешко их је резимирати.

Штокхолмска конвенција прописује контролне мјере које се односе на производњу, увоз, извоз и одлагање перзистентних органских једињења. Од земаља чланица Конвенције захтијева се промовисање најбољих расположивих техника и најбоље праксе (ВАТ – Best Available Techniques i ВЕР – Best Environmental Practices) у циљу замјене кориштења постојећих и превенције настанка нових POPs једињења.

Ризици везани за примјену НИП односе се углавном на финансијске потешкоће, са којима се једнако суочавају загађивачи који су већински носиоци трошкова за унапређење управљања POPs једињењима и органи државне управе, који су дужни да обезбиједи одговарајуће управљање овим супстанцама. Први корак ка изради извјештаја о стању POPs једињења у БиХ је успостављање боље сарадње и размјене информација између релевантних институција. Осим тога, потребно је унаприједити, ускладити и ојачати

законску, институционалну, техничку и финансијску основу, као и механизме и мјере за безбједно управљање POPs једињењима и мониторинг њиховог утицаја на животну средину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akutsu, K., S. Takatori, S. Nozawa, M. Yoshiike, H. Nakazawa, K. Hayakawa, T. Makino, T. Iwamoto: Polybrominated diphenyl ethers in human serum and sperm quality. *Bull Environ Contamination and Toxicology* 80:345–350, 2008.
2. Berg, H.: Global status of DDT and its alternatives for use in vector control to prevent disease, Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Geneva, 2008.
3. Bertazzi, P. A., I. Bernucci, G. Brambilla, D. Consonni, A. C. Pesatori: The Seveso studies on early and long-term effects of dioxin exposure. A review. *Environmental Health Perspectives Supplements* 106 (S2): 5–20, 1998.
4. Birnbaum, L.S., D.F. Staskal: Brominated flame retardants: cause for concern? *Environmental Health Perspect.* 112:9–17, 2004.
5. Bisanti L., F. Bonetti, F. Caramaschi, G. Del Corno, et al.: Experiences from the accident of Seveso. *Acta Morphologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 28(1–2): 139–157, 1980.
6. Buckingham, W.A.: The air force and herbicides in southeast Asia 1961–1971. Operation Ranch Hand. Office of air force history, United States air force, Washington, 1982.
7. Chao, H.R., S.L. Wang, W.J. Lee, Y.F. Wang, O. Päpke: Levels of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in breast milk from central Taiwan and their relation to infant birth outcome and maternal menstruation effects. *Environment International Journal* 33:239–245, 2007.
8. Consonni, D., A. C. Pesatori, C. Zocchetti, R. Sindaco, L.C. D'Oro, M. Rubagotti, P.A. Bertazzi: Mortality in a Population Exposed to Dioxin after the Seveso, Italy, Accident in 1976: 25 Years of Follow-Up. *American Journal of Epidemiology* 167 (7): 847–858, 2008.
9. COWI AS: Integralna vodno-energetska studija razvoja sliva rijeke Vrbas. Modul 1. Vodni resursi. COWI AS, Norveška, 2013.
10. Đedibegović, J., A. Marjanović, M. Šober, A. Skrbo, K. Sinanović, T. Larssen, M. Grung, E. Fjeld, S. Rognerud: Levels of persistent organic pollutants in the Neretva River (Bosnia and Herzegovina) determined by deployment of semipermeable membrane devices (SPMD). *Journal of Environmental Science and Health. Part B-pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*: 128–136. London, 2010.
11. Ferreira, A.P.: Environmental fate of bioaccumulative and persistent substances – a synopsis of existing and future actions. *Gerencia y Politicas de Salud* 7(15):14–23, Bogotá, Colombia, 2008.
12. Fraser, A.J., T. F. Webster, M. D. McClean: Diet contributes significantly to the body burden of PBDEs in the general U.S. population. *Environmental Health Perspectives* 117 (10): 1520–1525, 2009.
13. Gai N., J. Pan, H. Tang, K. Tan, D. Chen, X. Zhu: Selected organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in atmosphere at Ruoergai high altitude prairie in eastern

- edge of Qinghai-Tibet Plateau and their source identifications. *Atmospheric Environment* (95):89–95, 2014.
14. Grupa autora: Nacionalni plan implementacije Štokholmske konvencije u Bosni i Hercegovini. Enova d.o.o. Sarajevo, Institut za zaštitu i ekologiju Republike Srpske, Banja Luka, 2015.
 15. Harman, C., M. Grung, A. Marjanović, M. Šober, K. Sinanović, E. Fjeld, S. Rognerud, S. B. Ranneklev, T. Larssen: Screening for Stockholm Convention persistent organic pollutants in the Bosna River (Bosnia and Herzegovina). *Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 185 Issue 2*: 1671–1683, 2013.
 16. Hites, A.R.: Polybrominated diphenyl ethers in the environment and in people: a meta-analysis of concentrations. *Environmental Science and Technology*. 38 (4): 945–956, 2004.
 17. Jerman, M.: Inventarizacija dioksina i furana u Republici Hrvatskoj, Institut za energetiku i zaštitu okoliša, Zagreb, 2003.
 18. Joensen, U. N., R. Bossi, H. Leffers, A.A. Jense, N.E. Skakkebaek, N. Jorgensen: Do perfluoroalkyl compounds impair human semen quality? *Environ. Health Perspect* 117: 923–927, 2009.
 19. Key B.D., R.D. Howell, C.S. Criddle: Fluorinated organics in the biosphere. *Environmental Science and Technology*. 31: 2445–54, 1997.
 20. Klanova, J., J. Kohoutek, R. Kostrohounova, I. Holoubek: Are the residents of former Yugoslavia still exposed to elevated PCB levels due to the balkan wars? – part 1: air sampling in Croatia, Serbia, Bosnia and Herzegovina. *Environ. Int.*33: 719–726, 2007.
 21. Kuratsune, M., T.Yoshimura, J. Matsuzaka, A. Yamaguchi: Epidemiologic study on Yusho, a poisoning caused by ingestion of rice oil contaminated with a commercial brand of polychlorinated biphenyls. *Environmental Health Perspective* 1: 119–128, 1972.
 22. Lammel, G., J. Klánová, Lj. Erić, P. Ilić, J. Kohoutek, I. Kovačić: Sources of organochlorine pesticides in air in an urban Mediterranean environment: Volatilisation from soil, *J. Environ. Monit. (JEM)*, Royal Society of Chemistry (United Kingdom). 3358–3364, 2011.
 23. Lim, B. W., J. Huang, S. Deng, G. Yu: Emission Inventory for PFOS in China: Review of Past Methodologies and Suggestions. *The Scientific World Journal* 11: 1963–1980, 2011.
 24. Marjanović, A., M. Šober, E. Skenderović, J. Đedibegović, M. Kučuk: Određivanje polihloriranih bifenila u zemljištu u Kantonu Sarajevo. *Pharmacia broj 17*: 39–44. Sarajevo, 2008.
 25. Марковић, Д., Ш. Ђармати, И. Гржетић, Д. Веселиновић: **Физичко-хемијски основи заштите животне средине, књига 2. Извори загађивања, последице и заштита**. Универзитет у Београду, Београд, 1996.
 26. Martin, M.F.: Vietnamese Victims of Agent Orange and U.S.-Vietnam Relations. Congressional Research Service, 2012. <http://www.fas.org/sgp/crs/row/RL34761.pdf>
 27. McDonald T.A.: A perspective on the potential health risks of PBDEs. *Chemosphere* 46:745–755, 2002.
 28. Meeker J.D., P.I. Johnson, D. Camann, R. Hauser: Polybrominated diphenyl ether (PBDE) concentrations in house dust are related to hormone levels in men. *The Science of the Total Environment* 407:3425–3429, 2009.

29. Miller, K.P., K.S. Ramos: Impact of cellular metabolism on the biological effects of benzo(a)pyrene and related hydrocarbons. *Drug Metabolism Reviews* 33(1): 1–35, 2001.
30. Moeckel, C., L. Nizzetto, A. Di Guardo, E. Steinnes, M. Freppaz, G. Filippa, P. Camporini, J. Benner, K. C. Jones: Persistent organic pollutants in boreal and montane soil profiles: distribution, evidence of processes and implications for global cycling. *Environ. Sci. Technol.* 42 (22), 8374–8380, 2008.
31. Nizzetto, L., M. MacLeod, K. Borga, A. Cabrerizo, J. Dachs, et al.: Past, present, and future controls on levels of persistent organic pollutants in the global environment. *Environmental Science Technology* (44): 6526–6531, 2010.
32. Onozuka, D., T. Yoshimura, S. Kaneko, M. Furue: Mortality after exposure to polychlorinated biphenyls and polychlorinated dibenzofurans: a 40-year follow-up study of Yusho patients. *American Journal of Epidemiology* 169 (1): 86–95, 2009.
33. Paul, A. G., K.C. Jones, A. J. Sweetman: A first global production, emission, and environmental inventory for perfluorooctane sulfonate. *Environ Sci Technol.* 43(2): 386–392, 2009.
34. Peter, K., C.Volhardt, N.E.Schore: **Organska hemija** (prevod sa engleskog), Data Status. Beograd, 1996.
35. Picer, N., N. Miošić, M. Picer, V. Hodak-Kobasić, T. Kovač, V. Čalić, H. Hrvatović: Ratni otpad i zagađenje krških područja Bosne i Hercegovine polikloriranim bifenilima. VIII Međunarodni simpozij Gospodarenje otpadom: 699–710. Zagreb, 2004a.
36. Picer, N., N. Miošić, V. Hodak-Kobasić, T. Kovač, V. Čalić, H. Hrvatović: War waste and pollution of karstic area of Bosnia and Hercegovina with PCBs. *Organohalogen compounds.* (66): 1313–1320, 2004b.
37. Правилник о условима за ограничење и забрану производње, промета и кориштења хемикалија, Службени гласник Републике Српске, бр. 100/10
38. Правилник о измјенама и допунама правилника о условима за ограничење и забрану производње, промета и кориштења хемикалија, Службени гласник Републике Српске, бр. 63/13
39. Radonić, J.: Atmosferski transport i modelovanje raspodele između čvrste i gasovite faze policikličnih aromatičnih ugljovodonika, Doktorska disertacija. Fakultet tehničkih nauka. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.
40. Schlaud, M., A. Seidler, A. Salje, W. Behrendt, F. W. Schwartz, M. Ende, A. Knoll, C. Grugel: Organochlorine residues in human breast milk: analysis through a sentinel practice network. *Epidemiol. Community Health* 49(11):17–21, 1995.
41. Tanasković, M.: Efekti polihlorovanih bifenila na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Gradski zavod za zaštitu zdravlja, Beograd, 2004.
42. Uredba o uslovima za ispuštanje otpadnih voda u prirodne recipijente i sistem javne kanalizacije (Službene novine FBiH, број 4/12).
43. <http://www.epa.gov/oppfead1/safety/healthcare/handbook/Chap06.pdf> (01.03.2015)
44. http://chemicals.befgroup.net/assets/HS_eng_Final1.pdf (10.06.2015.)
45. http://www.pops.int/documents/meetings/dipcon/25june2001/conf4_finalact/en/FINALACT-English.PDF (26.05.2015)
46. <http://chm.pops.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP5/tabid/1267/mctl/ViewDetails/EventModID/870/EventID/109/xmid/4351/Default.aspx> (20.06.2015)

47. http://mzoip.hr/doc/stockholmska_npp.pdf (12.06.2015.)
48. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-POPRC.6-2-Annex.English.pdf>. (21.02.2015)
49. <http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=2806> (25.03.2015.)
50. http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/Comments_2006/3M.doc
51. https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/Stockholm_Convention/Guidance_Docs/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-PFOS-Inventory.En.pdf (20.03.2015.)
52. <http://www.recetox.muni.cz/projekty/apopsbal/> (20.02.2015.)
53. <http://chm.pops.int/Countries/NationalImplementation/tabid/253/language/en-US/Default.aspx>.(17.01.2015)
54. http://www.bhas.ba/dokumenti/EPR_2_001_01-bh.pdf (17.02.2015)

Примљено: 22.06.2015.

Одобрено: 14.03.2017.

