


**VODIČ** ZA SIGURNO RUKOVANJE I  
GOSPODARENJE POŠTOJANIM  
ORGANSKIM ONEČIŠĆUJUĆIM  
TVARIMA  
(POPs-PBDE, PFOS i HBCD)





**VODIČ** ZA SIGURNO  
RUKOVANJE I GOSPODARENJE  
POSTOJANIM ORGANSKIM  
ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA  
(POPs-PBDE, PFOS i HBCD)



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE  
OKOLIŠA I ENERGETIKE

## UVOD

Postojane organske onečišćujuće tvari (POPs-ovi) su grupa organskih tvari koje imaju sljedeće specifične fizikalno-kemijske osobine:

- velika postojanost (otpornost na kemijsku, fotokemijsku i biološku razgradnju)
- nakupljanje u živim organizmima (bioakumulacija)
- sklonost prijenosu na velike udaljenosti (utvrđeni su na područjima daleko od mjesta njihove proizvodnje ili uporabe)
- štetno djelovanje na ljudsko zdravlje i okoliš.

Na temelju mnogobrojnih istraživanja posljedica uporabe POPs-ova i njihova ispuštanja u atmosferu, vode i tlo, utvrđeno je kako je njihova uporaba štetna po zdravlje ljudi, naročito u zemljama u razvoju te posebice žena i posredno budućih generacija.

Stoga su na međunarodnoj razini pokrenute aktivnosti potrebne za smanjenje i uklanjanje proizvodnje, uporabe i ispuštanja POPs-ova.

Stockholmska konvencija o postojanim organskim onečišćujućim tvarima (dalje: Stockholmska konvencija) međunarodni je ugovor čiji je osnovni cilj zaštita ljudskog zdravlja i okoliša od POPs-ova. Prihvaćena 2001., stupila je na snagu 2004. godine. U početku je obuhvaćala 12 POPs-ova, no njihov se broj stalno povećava. Zaključno s odlukama usvojenima na 8. konferenciji stranaka u svibnju 2017. godine, u Stockholmsku konvenciju uključeno je 28 POPs-ova. Stockholmska konvencija zahtijeva od stranaka poduzimanje mjera u vidu potpunog uklanjanja/ograničavanja ili smanjivanja ispuštanja POPs-ova u okoliš. Između ostalog, ona obvezuje stranke da:

- zabrane i/ili uklone proizvodnju, uporabu, izvoz i uvoz POPs-ova navedenih u Dodatku A
- ograniče proizvodnju, uporabu, izvoz i uvoz POPs-ova navedenih u Dodatku B
- smanje ili uklone ispuštanja nenamjerno proizvedenih POPs-ova navedenih u Dodatku C.

Za pojedine su POPs-ove dozvoljena posebna izuzeća i prihvatljive namjene. Potrebu za posebnim izuzećem ili prihvatljivom namjenom stranke moraju prijaviti u Registar koji vodi tajništvo Stockholmske konvencije. Za sada Republika Hrvatska nije imala potrebu prijave u registar.

Zakonom o potvrđivanju Stockholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim tvarima („Narodne novine – Međunarodni ugovori“, broj 11/06) Republika Hrvatska ratificirala je Stockholmsku konvenciju i u travnju 2007. godine postala stranka Stockholmske konvencije („Narodne novine – Međunarodni ugovori“, broj 2/07).

Odlukama (SC-4/14, SC-4/17, SC-4/18) o izmjenama i dopunama Dodataka A i B Stockholmske konvencije 2009. godine na popis tvari uključeni su:

- perfluorooktan sulfonska kiselina (PFOS), njezine soli i perfluorooktan sulfonil fluorid (PFOSF) (dalje: PFOS-ovi)
- tetrabromodifenil eter (tetraBDE), pentabromodifenil eter (pentaBDE), heksabromodifenil eter, (heksaBDE) i heptabromodifenil eter (heptaBDE pod zajedničkim nazivom POPs polibromirani difenil eteri (dalje: POPs-PBDE-ovi).

Odlukom (SC-6/13) o izmjenama i dopunama Dodatka A Stockholmske konvencije 2013. godine na popis tvari u Dodatku A uključen je:

- heksabromociklododekan (HBCD).

Ove su tvari (POPs-ovi) posebno značajne jer su bile u uporabi u širokom spektru različitih predmeta i proizvoda. Najviše su se upotrebljavale kao usporivači gorenja i površinski aktivne tvari. U okoliš mogu dospjeti u različitim fazama životnog ciklusa: od proizvodnog procesa do uporabe proizvoda u kojima su sadržani i njihova odlaganja kao otpada.

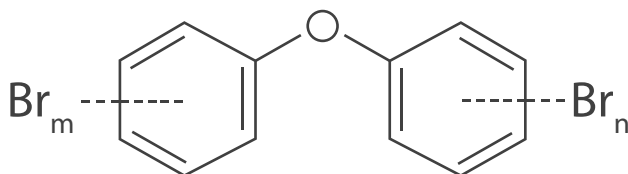
S obzirom na dugi vijek uporabe, neki od proizvoda u kojima su se koristili još uvijek mogu biti u uporabi. Najveći izazov u uklanjanju ovih tvari iz okoliša predstavlja:

- utvrđivanje postojećih zaliha, predmeta i proizvoda u uporabi
- upravljanje zalihama na siguran, učinkovit i okolišno prihvatljiv način
- okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom koji sadrži ove tvari, uključujući predmete i proizvode kada postanu otpad.

Ovaj vodič donosi osnovne informacije o svojstvima, utjecaju na zdravlje i okoliš i mogućim putevima izlaganja te daje pregled mjera i postupaka za sigurno gospodarenje otpadom koji sadrži PFOS-ove, POPs-PBDE-ove i HBCD.

## POLIBROMIRANIDIFENIL ETERI

Polibromiranidifenil eteri (PBDE) su grupa organobromiranih sintetičkih tvari koja se sastoji od 209 kongenera. To su molekule aromatskih struktura s različitim položajem i brojem atoma broma koji se kreće 1 – 10.



$$m+n \leq 10$$

Strukturalna formula PBDE

Kratica PBDE koristi se za generički pojam *polibromiranidifenil eteri* koji uključuje sve kongenere ove grupe tvari. PBDE-ovi uključeni na popis u Dodatku A Stockholmske konvencije zajednički se nazivaju POPs-PBDE-ovi.

Komercijalni pentaBDE (c-pentaBDE) i komercijalni oktaBDE (c-oktaBDE) su najpoznatije smjese PBDE-ova koje su se stavljalje na tržište.

Najvećim se dijelom c-pentaBDE sastoji od tetraBDE-a i pentaBDE-a uz tri-, heksa- i heptaBDE koji su prisutni u puno manjem dijelu.

U c-oktaBDE najveći udio imaju heksa- i heptaBDE te manjim dijelom okta-, nona- i dekaBDE.

POPs-PBDE-ovi	Kongeneri
TetraBDE i pentaBDE	2,2',4,4'-tetrabromodifenil eter (BDE-47) 2,2',4,4',5-pentabromodifenil eter (BDE-99) ostali tetra- i pentaBDE-ovi prisutni u komercijalnom c-pentaBDE
HeksaBDE i heptaBDE	2,2',4,4',5,5'-heksabromodifenil eter (BDE-153), 2,2',4,4',5,6'-heksabromodifenil eter (BDE-154), 2,2',3,3',4,5',6-heptabromodifenil eter (BDE-175), 2,2',3,4,4',5',6-heptabromodifenil eter (BDE-183) i ostali heksa- i heptabromodifenil eteri prisutni u komercijalnom c-oktaBDE-u.

## Osobine i svojstva

Komercijalne formulacije nisu čiste tvari nego smjese različitih kongenera.

Fizikalno-kemijska svojstva komercijalnih smjesa c-pentaBDE-a i c-oktaBDE-a:

Svojstvo	c-pentaBDE	c-oktaBDE
Molekularna težina	smjesa	smjesa
Formula	$C_{12}H_{10-y}Br_yO$ $y=4-6$	$C_{12}H_{10-y}Br_yO$ $y=6-9$
Boja	zagasita do svijetlo žuta	prljavo bijela
Stanje	tekućina velike viskoznosti	prah
Talište	-7 do -3 °C	85 do 89 °C
Vrelište	>300 °C	>330 °C
Gustoća	2,2 g/ml	2,76 g/ml

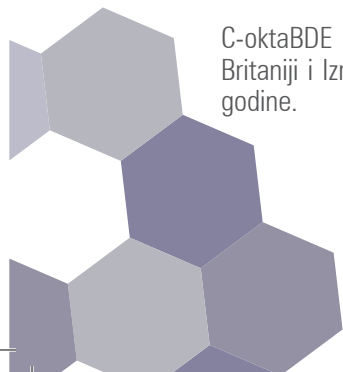
C-pentaBDE i c-oktaBDE su smjese koje su slabo topljive u vodi, ali topljive u otapalima. Nisu zapaljive, a na visokim temperaturama podložne su razgradnji.

Zbog relativno slabe veze ugljika i broma, pod utjecajem toplinske energije oslobađaju se hidridi broma koji reagiraju s hidroksilnim radikalima nastalima za vrijeme gorenja i s atomima aktiviranih vodika stvaraju negorive plinove koji guše vatru. Pod utjecajem ultraljubičastog svjetla podložne su fotolitičkoj razgradnji.

## Proizvodnja i uporaba

C-pentaBDE proizvodio se u Kini, Izraelu, Japanu, SAD-u i Europskoj uniji. Kasnih 90-tih godina prošlog stoljeća proizvodnja se odvijala samo u SAD-u i Kini te konačno prestala 2004. godine.

C-oktaBDE proizvodio se u Nizozemskoj, Francuskoj, SAD-u, Japanu, Velikoj Britaniji i Izraelu. Proizvodnja u Europskoj uniji i SAD-u obustavljena je 2004. godine.



Oko 95 % c-pentaBDE-a koristilo se pri obradi poliuretanske (PUR) pjene koja se ugrađivala u vozila i namještaj. Manje značajna uporaba uključivala je tekstil, izolacijske pjene te izolaciju za kablove, pokretne trake, lakove i tiskane pločice, što je predstavljalo oko 5 % ili manje ukupne uporabe.

Najznačajnija uporaba (oko 95 %) c-oktaBDE-a u EU bila je kao dodatak polimeru akrilonitril-butadien-stirenu (ABS). Tako obrađeni ABS koristio se za kućišta električne i elektroničke opreme (EE oprema), posebice one s katodnim cijevima, kao i za uredsku opremu (oprema za umnožavanje, pisači). Manje značajna uporaba bila je za polistiren visoke žilavosti (HIPS), polibutilen tereftalat (PBT) i poliamidne polimere.

Komercijalni nazivi smjesa koje su se mogle naći na tržištu.

<b>c-pentaBDE</b>	<b>c-oktaBDE</b>
DE 71	Bromkal 79-8DE
Bromkal 70-5 DE, Bromkal 70, Bromkal G1	DE 79
FR 1205/1215	FR 143, FR 1208
Pentabromprop	Adine 404
Tardex 50, Tardex 50 L	Tardex 80
Saytex 115	Saytex 111

## Utjecaj na zdravlje i okoliš<sup>1</sup>

POPs-PBDE-ovi utvrđeni su u zraku, sedimentu, površinskim vodama, ribama i sisavcima. Kongeneri s manjim brojem atoma broma imaju veću tendenciju bioakumulacije nego oni s većim brojem atoma broma i u okolišu se duže zadržavaju. Apsorbiraju se u tlo, dok se u vodenim sustavima vežu za sediment. Zračnim strujanjima, taloženjem čestica na kojima su vezani i ispiranjem zraka oborinama prenose se na velike udaljenosti daleko od primarnog izvora onečišćenja. Zato se tragovi ovih tvari redovito pronalaze u različitim dijelovima okoliša, ne samo kao posljedica lokalnih izvora onečišćenja nego i kao rezultat globalnog onečišćenja okoliša.

<sup>1</sup> The risk profiles on c-PentaBDE (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1) and c-OctaBDE (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.4), <http://chm.pops.int/>.



Većina analiza pokazuje porast koncentracija POPs-PBDE-ova u okolišu i ljudima od početka 70-tih godina prošlog stoljeća, s najvišim koncentracijama utvrđenima sredinom 90-tih godina prošlog stoljeća.

C-pentaBDE sporo se razgrađuje u okolišu te se može akumulirati u masnom tkivu ljudi i predatora na vrhu hranidbenog lanca. Iako se razine c-pentaBDE-a u ljudskoj krvi i mlijeku te životinjskim organizmima smanjuju u Europi i Sjevernoj Americi, u stalnom su porastu na području Arktika. Nakupljanje c-pentaBDE-a u ljudskom tkivu posebno je utvrđeno u SAD-u gdje su sve do nedavno c-pentaBDE-ovi bili u širokoj uporabi te se nalaze u materijalima kao što su poliuretanske pjene ugrađene u proizvode koji se još uvijek koriste.

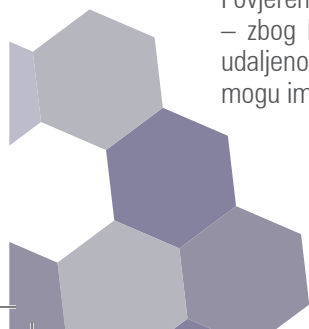
Uklanjanje broma predstavlja glavni proces razgradnje ovih tvari kojim nastaju BDE-ovi s manjim brojem atoma broma. Razgradnja PBDE-ova u okolišu i ljudima je ključno pitanje jer se za kongenere s manjim brojem atoma broma vjeruje da su toksičniji te imaju veći potencijal bioakumulacije. Rezultati istraživanja provedenih do danas ukazuju na to da su glavni kongeneri u c-pentaBDE-u (BDE-47 i BDE-49) toksičniji i s većim potencijalom bioakumulacije nego ostali kongeneri.

Potencijal za bioakumulaciju u nekim trofičkim razinama prehrambenih lanaca dokazan je i za c-oktaBDE i ovisi o broju atoma broma. Tako heksaBDE ima značajan potencijal bioakumulacije i biomagnifikacije, dok je on kod heptaBDE manji.

Razlog za zabrinutost predstavlja i činjenica da izgaranje ili drugi procesi na visokim temperaturama koji uključuju predmete koji sadrže c-oktaBDE uzrokuju nastajanje polibromiranih dibenzo-p-dioksina (PBDD) i dibenzofurana (PBDF).

Iako sama toksikologija PBDE-ova nije u potpunosti razjašnjena, neke studije pokazale su da c-pentaBDE uzrokuje reproduktivnu i neurorazvojnu toksičnost te utječe na hormone štitne žlijezde. Neurotoksični učinci PBDE-ova slični su onima zapaženima kod PCB-a. Stoga će djeca izložena PBDE-ovima vjerojatno biti sklona manjim, ali mjerljivim problemima u razvoju. Također se pretpostavlja da su PBDE-ovi endokrini disruptori, no rijetka su istraživanja u ovom području.

Na temelju analize profila rizika koju je za c-pentaBDE i c-oktaBDE razmatralo Povjerenstvo za razmatranje novih kemikalija/POPs-ova (POPRC), ove tvari – zbog karakteristika komponenata od kojih se sastoje, prijenosa na velike udaljenosti i utvrđenog toksičnog učinka na različite biljne i životinjske vrste – mogu imati štetan utjecaj na zdravlje ljudi i okoliš.



## Putevi i rizici od izlaganja

Emisije POPs-PBDE-ova mogu nastati tijekom procesa proizvodnje ovih tvari, isparavanjem s površina proizvoda koji ih sadrže, recikliranjem otpada i procjeđivanjem s odlagališta.

Iako se POPs-PBDE-ovi više ne proizvode, glavni izazov u njihovu uklanjanju predstavlja utvrđivanje postojećih zaliha i proizvoda koji ih sadrže te njihovo zbrinjavanje na kraju životnog ciklusa.

Studije su pokazale da su glavni načini izlaganja ljudi hrana i čestice prašine u zraku zatvorenih prostora (stambeni i radni prostori) zbog razina ovih tvari u predmetima kao što su namještaj i elektronička oprema. Najznačajniji izvori hrane su riba, meso i mliječni proizvodi te ljudsko mlijeko. Razine c-pentaBDE-a utvrđene su u različitim vrstama hrane kao i u zraku zatvorenih prostora.

U nekim područjima trenutna izloženost POPs-PBDE-ovima već je na razinama pri kojima su izmjereni ozbiljni učinci na zdravlje. Prema tehničkom pregledu učinaka recikliranja c-pentaBDE-a i c-oktaBDE-a koji je izradio POPRC, zaključeno je da aktivnosti recikliranja proizvoda i predmeta koji sadrže ove tvari predstavljaju veliki rizik te su pritom najviše izložene sljedeće grupe:

- radnici u niskotehnološkim procesima s otpadnom električnom i elektroničkom opremom (otpadna EE oprema)
- stanovnici područja u zemljama u razvoju u kojima se provode niske tehnologije gospodarenja s otpadnom EE opremom
- radnici koji rade na proizvodnji/recikliranju/ugradnji pjenastih materijala
- dojenčad i mala djeca, posebno u zemljama u kojima je već utvrđeno opterećenje organizma POPs-PBDE-ovima
- radnici u talionicama i drugim industrijama koje procesiraju otpadnu EE opremu (izloženost POPs-PBDE-ovima iz plastike u opremi i od nastajanja ispuštenog PBDD-a i PBDF-a)
- žene u fertilnoj dobi i trudnice (potencijalni neurorazvojni poremećaj fetusa).

Također je zaključeno da nastajanje PBDD-a i PBDF-a u životnom ciklusu POPs-PBDE-ova predstavlja značajan rizik koji je potrebno dalje razmatrati. PBDD i PBDF mogu nastati iz PBDE-ova kemijskom reakcijom, fotokemijskom razgradnjom i – pod utjecajem topline – iz plastike koja sadrži usporivače gorenja (npr. drobilice u procesu recikliranja, ekstruderi i dr.).

## PERFLUOROOKTAN SULFONSKA KISELINA (PFOS), NJEZINE SOLI I PERFLUOROOKTAN SULFONIL FLUORID (PFOSF)

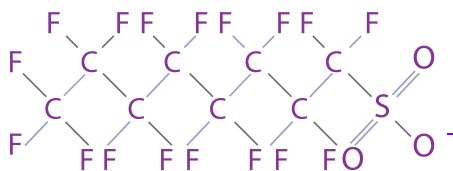
Perfluorooktan sulfonska kiselina ili perfluorooktan-sulfonat je sintetski proizveden potpuno fluorirani anion (PFOS). Sadrži lanac od osam ugljika. Može se koristiti u obliku soli ili kiseline ili se ugrađuje u dugolančane polimere.

PFOS može također nastati razgradnjom velike grupe prekursora, odnosno molekula koje sadrže jednu ili više PFOS skupina formule  $C_8F_{17}SO_2$  kao strukturni element.

Većina prekursora su visoko molekularni polimeri u kojima je PFOS samo frakcija.

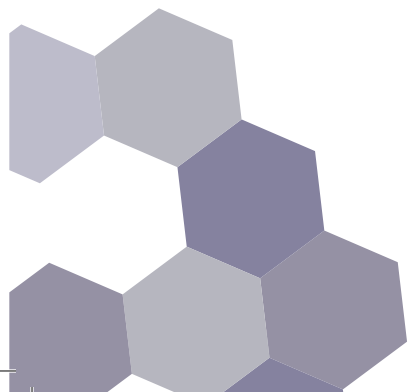
PFOS se obično koristi u obliku jednostavnih soli (npr. kalijeva, litijeva, amonijeva i dr.).

Perfluorooktansulfonil fluorid (PFOSF) je osnovni intermedijer u kemijskoj sintezi PFOS-a i PFOS derivata.



*Strukturna formula PFOS aniona*

U okviru Stockholmske konvencije izraz PFOS podrazumijeva perfluorooktan sulfonsku kiselinu, njezine soli i perfluorooktan sulfonil fluorid (dalje: PFOS-ovi).



## Svojstva i osobine<sup>2</sup>

Vrlo jake veze između ugljika i fluora daju perfluoroalkilnim lancima koji se nalaze u PFOS-ovima jaku kemijsku postojanost pri visokim temperaturama, pa čak i u slučaju prisutnosti jakih kiselina i baza. Perfluorouglijikov lanac je oleofoban i hidrofoban te odbija ulje, vodu, nečistoće i izolira električnu struju. Zbog svojih jedinstvenih svojstava PFOS-ovi su se koristili kao površinski aktivni spojevi.

Svojstva kalijeve soli PFOS-ova:

Svojstvo	Vrijednost
Agregatno stanje (sobna temperatura)	bijeli prah
Molekularna težina	538 g/mol
Tlak pare	3,31 X10 <sup>4</sup> Pa
Topljivost u vodi	519 mg/l (20 °C) 680 (24- 5 °C)
Talište	> 400 °C

PFOS-ovi su vrlo postojani. Razgrađuju se jedino pri visokim temperaturama.

Vrijeme poluraspada u atmosferi im je 114 dana, u tlu i vodi 41 godina, a pod utjecajem svjetlosti 3,7 godina.

U prirodi mogu nastati razgradnjom iz velike grupe tvari koje sadrže skupinu PFOS i to putem mikrobne razgradnje ili metaboličkim reakcijama u većim organizmima.

<sup>2</sup> The risk profiles on perfluorooctane sulfonate (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5), <http://chm.pops.int/>.



## Proizvodnja i uporaba<sup>3</sup>

Najveći proizvođač PFOS-ova, s više od 75 % udjela svjetske proizvodnje, bila je tvrtka 3M u SAD-u.

Zbog slabe reaktivnosti, niske površinske napetosti, kemijske stabilnosti te otpornosti na kiseline i visoke temperature, PFOS-ovi su se koristili u brojnim proizvodnim procesima. Imali su specifičnu uporabu kao agensi u industriji elektronike, poluvodiča i fotografiji. Proizvodni lanac može biti prilično složen i korisnici u krajnjem dijelu lanca često nisu upoznati s uporabom PFOS-ova u prethodnim proizvodnim procesima. PFOS-ovi se koriste i kao radni fluidi u rudarstvu te površinski aktivne tvari u industriji nafte i plina i prevlačenju metala.

Povijesna uporaba PFOS-ova u EU i SAD-u uključivala je:

- impregnaciju i površinsku zaštitu tekstila
- impregnaciju kože i proizvoda od kože
- impregnaciju ambalaže (papir/karton)
- sredstva za čišćenje, voskove i politure
- boje, premaze i lakove
- protupožarne pjene
- tepihe
- kožu i proizvode od kože
- tekstil
- pesticide i insekticide.

Postupni prestanak proizvodnje od strane tvrtke 3M rezultirao je i značajnim smanjenjem uporabe PFOS-ova.

Trenutno se PFOS-ovi na međunarodnoj razini uglavnom upotrebljavaju u završnoj obradi metala, hidrauličnim tekućinama u zrakoplovstvu i fotografskoj industriji. U Europskoj je uniji upotreba PFOS-ova u proizvodima i predmetima posljednjih godina znatno smanjena. Ipak, njihova je prisutnost i dalje moguća u tokovima otpada, osobito presvlakama, tepisima, namještaju, papirnatog ambalaži i dr.

<sup>3</sup> *Guidance for the inventory of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and related chemicals listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, January 2017. (UNEP/POPS/COP.7/INF/26), <http://chm.pops.int/>.*

## Utjecaj na zdravlje i okoliš<sup>4</sup>

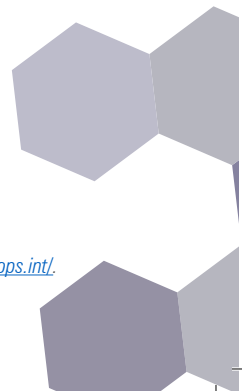
PFOS-ovi imaju značajan potencijal bioakumulacije pri čemu se ne akumuliraju u masnim tkivima kao ostali POPs-ovi nego se vežu na proteine u krvi i jetri. Više koncentracije izmjerene su u velikim predatorima kao što su polarni medvjed, vuk, orao i kuna. Biomagnifikacijski faktor (BMF) iznosi 22 – 160.

Zabrinjavajuće visoke koncentracije utvrđene su u arktičkim životinjama daleko od antropogenih izvora, što ukazuje na njihov prijenos na velike udaljenosti. U vodi se prenose vezani uz sediment, a u atmosferi su uglavnom vezani na čestice u zraku.

Kronična izloženost životinja ima opasne učinke na jetru, želudac i razine hormona štitne žlijezde. Dokazana je toksičnost za sisavce pri subkroničnoj izloženosti (smrtnost majmuna pri dozi od 4,5 mg/kg tjelesne mase na dan), kao i reproduktivna toksičnost (smrtnost mladunaca pri dozi od 1,6 mg/kg tjelesne težine/dan). PFOS-ovi su također toksični za vodene organizme (LC<sub>50</sub> za ribe iznosi 4,7 mg/l).

Nema dostupnih informacija o negativnom utjecaju na reprodukciju i razvoj kod ljudi. Mogući utjecaji na zdravlje ljudi uključuju biokemijske ili stanične promjene, oštećenja ploda ili promjene u razvoju. Nisu utvrđena mutagena svojstva.

<sup>4</sup> The risk profile on perfluorooctane sulfonate (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5), <http://chm.pops.int/>.



## Oznake upozorenja

H351 - *Sumnja na moguće uzrokovanje raka (Karc. 2)*

H360D - *Može naškoditi nerođenom djetetu (Repr. 1B)*

H372 - *Uzrokuje oštećenje organa tijekom produljene ili ponavljane izloženosti (TCOP 1)*

H302+H332 - *Štetno ako se proguta ili ako se udiše*

H362 - *Može štetno djelovati na djecu koja se hrane majčinim mlijekom (Lakt.)*

H411 - *Otrovno za vodeni okoliš s dugotrajnim učincima*



## Putevi i mogući rizici od izlaganja

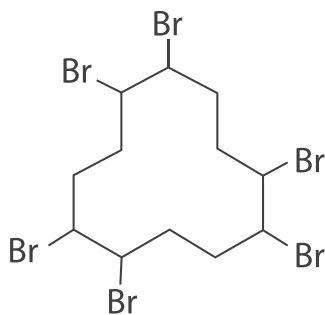
Čak i uz smanjenje proizvodnje PFOS-ova, životinjski svijet može i dalje biti izložen ovim tvarima zbog njihove postojanosti i dugoročne akumulacije.

PFOS-ovi se ispuštaju u okoliš tijekom proizvodnje, korištenja i obrade otpada koji ih sadrži. Više koncentracije utvrđene su u otpadnim vodama, procjednim vodama od odlagališta, oceanima te životinjama i biljkama diljem svijeta. Ljudi mogu biti izloženi PFOS-ovima putem onečišćene hrane. Dokazano je da je riba značajan uzrok izloženosti za ljude.

Drugi put izloženosti je uporaba PFOS-ova u različitim predmetima i proizvodima (tepsi, odjeća, sredstva za osobnu higijenu i čišćenje).

## HEKSABROMOCIKLODODEKAN (HBCD)

Heksabromociklododekan ( $C_{12}H_{18}Br_6$ ) je ciklički prsten na kojem se nalazi šest atoma broma. Iako može nastati mnogo stereoizomera, komercijalna smjesa sastoji se od alfa-, beta- i gama-HBCD. Sadržaj ova tri stereoizomera razlikuje se ovisno o proizvođaču i načinu proizvodnje. Komercijalni HBCD sastoji se od oko 70 – 95 % gama-HBCD i 3 – 30 % alfa- i beta-HBCD uz malu prisutnost delta- i epsilon-HBCD nečistoća. Alfa-HBCD najsporije se razgrađuje od svih stereoizomera.



Strukturalna formula HBCD-a





## Svojstva i osobine <sup>5</sup>

Komercijalno dostupan HBCD je bijela krutina slabe topljivosti u vodi koji se koristi kao dodatak polimerima za usporavanje gorenja. Najčešće se isporučuje u obliku praha ili granula.

Svojstvo	Vrijednost
Agregatno stanje (sobna temperatura)	bijela krutina
Molekularna težina	641,7 g/mol
Tlak pare	6,3 X10 <sup>-3</sup> Pa
Topljivost u vodi	65,6 μg/l (20 °C) 46,3 μg/l (20 °C, slana voda)
Talište	od 172 do 205 °C prosječna vrijednost: 190 °C

## Proizvodnja i uporaba

Ne postoje prirodni izvori HBCD-a. Prvi je put uveden u 60-tim godinama prošlog stoljeća, a uvođenjem zakonodavnih okvira odnosno standarda vezanih uz zaštitu od požara za predmete, vozila i zgrade, od 80- tih godina prošlog stoljeća ulazi u široku primjenu kao usporivač gorenja u materijalima od polistirena.

Četiri glavna proizvoda u kojima se koristi HBCD su:

- ekspanzirani polistiren (EPS)
- ekstrudirani polistiren (XPS)
- polistiren visoke žilavosti (HIPS)
- agensi za zaštitu tekstila i tekstilnih presvlaka.

<sup>5</sup> The risk profile on hexabromocyclododecane (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2), <http://chm.pops.int/>.

Najveće područje primjene HBCD-a (oko 90 %) su EPS i XPS u građevinarstvu/zgradarstvu. HBCD se proizvodi u Kini, Europi, SAD-u i Japanu.

Materijal	Uporaba	Konačni proizvod (primjeri)
EPS i XPS	Izolacija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• izolacijske ploče transportnih vozila, u građevinarstvu (zidovi kuća), protiv mraza na cestama</li> <li>• ambalaža (koja nije namijenjena pakiranju hrane)</li> </ul>
HIPS	EEO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• električna kućišta za videorekordere</li> <li>• kutije za distribuciju električnih vodova</li> </ul>
Disperzni polimer za tekstil	Zaštita tekstila	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tapecirani namještaj</li> <li>• sjedala u vozilima</li> <li>• tkanina za unutarnju opremu automobila</li> <li>• zidne obloge</li> </ul>

### Utjecaj na zdravlje ljudi i okoliš<sup>6</sup>

HBCD je postojan u okolišu. U visokim koncentracijama nalazi ga se u predatorima na vrhu hranidbenog lanca u hladnim predjelima kao što je Arktik.

Rastuće razine HBCD-a u živom svijetu rezultat su njegove postojanosti. Ima potencijal prijenosa na velike udaljenosti i zbog toga se i nalazi u područjima daleko od mjesta nastajanja i uporabe. Može se akumulirati u kopnenim životinjama i kvantitativno uvećavati kroz hranidbeni lanac.

S obzirom na bioakumulaciju u okolišu te ljudskom i životinjskom organizmu, HBCD ima nisku akutnu toksičnost, ali i veliku mogućnost uzrokovanja kroničnih ili odgođenih učinaka.

Znanstvene studije ukazuju da HBCD ima reproduktivne, razvojne i bihevioralne toksične učinke na vodene i kopnene organizme koji se mogu prenositi kroz generacije.

<sup>6</sup> The risk profile on hexabromocyclododecane (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2), <http://chm.pops.int/>.



Neka istraživanja na životinjama pokazala su da je bioakumulacija veća kod ženskih jedinki nego muških, a u razdoblju do 12 mjeseci starosti uočeni su poremećaji u procesu pamćenja i učenja, poremećaji u reproduktivnim karakteristikama kao što je smanjeni broj folikula jajnika te usporene refleksne reakcije (primjerice kašnjenje u otvaranju očiju).

U organizam se unosi putem kože i sluznice (usne i nosne šupljine te sluznice oka). Pasivnom difuzijom prolazi kroz stanične membrane. Kod čovjeka je većinom pronađen u tkivu povećane koncentracije masnoće i krvi te ljudskom mlijeku, čime se dalje prenosi na djecu.

### Oznake upozorenja

H361 - *Sumnja na moguće štetno djelovanje na plodnost ili mogućnost štetnog djelovanja na nerođeno dijete (Repr. 2)*

H362 - *Može štetno djelovati na djecu koja se hrane majčinim mlijekom (Lakt.)*



### Putevi i rizici od izlaganja:

HBCD može dospjeti u okoliš u različitim fazama životnog ciklusa: od proizvodnog procesa, uporabe predmeta do otpada.

Poput ostalih organizama, ljudi su izloženi HBCD-u putem više izvora: hrana, prašina, zrak, tekstili, proizvodi od polistirena i EE oprema. Ljudska izloženost HBCD-u može biti putem kože ili oralno, ali i posljedica udisanja pare i čestica.

Veća izloženost HBCD-u može se očekivati:

- u postrojenjima koja proizvode EPS i XPS
- na gradilištima iz izolacijskih ploča
- u kućnoj prašini
- u objektima za gospodarenje otpadom, posebno otpadnim vozilima, otpadnom EE opremom te otpadnim tekstilom i namještajem.

Izolacijski materijal koji sadrži HBCD upotrebljavao se u različitim građevinskim objektima, stoga bi njegovo ispuštanje u okoliš – do čega dolazi prilikom obnove ili rušenja tih objekata – moglo postati značajno pitanje u budućnosti.

## ZAKONODAVNI OKVIR KOJI SE ODNOSI NA PFOS-ove, HBCD I POPs-PBDE-ove MEĐUNARODNI UGOVORI

### Stockholmska konvencija POPs-PBDE-ovi

U svibnju 2009. godine konferencija stranaka donijela je Odluku da se u Dodatak A Stockholmske konvencije uvrste i:

- c-pentaBDE (sadrži tetraBDE i pentaBDE)
- c-oktaBDE (sadrži heksaBDE i heptaBDE).

Stockholmskom konvencijom zabranjena/ograničena je proizvodnja, uvoz i izvoz c-oktaBDE-a i c-pentaBDE-a. Uvoz i izvoz dozvoljeni su samo za zbrinjavanje/ obradu na okolišno prihvatljiv način. Njihova uporaba u proizvodima dozvoljena je za posebna izuzeća i uz zadovoljavanje zahtjeva dijela IV. i V. Dodatka A kako slijedi:

Stranka može dozvoliti recikliranje proizvoda koji sadrže ili mogu sadržavati c-oktaBDE i c-pentaBDE te uporabu i odlaganje predmeta od recikliranih materijala koji sadrže ili mogu sadržavati c-oktaBDE i c-pentaBDE u sljedećim slučajevima:

- recikliranje i konačno zbrinjavanje provodi se na okolišno prihvatljiv način i ne dovodi do uporabe heksa- i hepta-BDE-a u svrhu njihove ponovne uporabe
- stranka poduzima mjere za sprječavanje izvoza takvih predmeta koji sadrže razine/koncentracije tetra-, penta-, heksa- i heptaBDE koje prelaze one dozvoljene za uporabu, uvoz ili proizvodnju tih predmeta na području stranke
- stranka je obavijestila Tajništvo Stockholmske konvencije o svojim namjerama da koristi izuzeće.



## PFOS-ovi

U svibnju 2009. godine u Dodatak B Stockholmske konvencije uvršteni su PFOS-ovi.

Proizvodnja i uporaba PFOS-ova zabranjena je za sve zemlje osim u prihvatljive namjene i posebna izuzeća kako je navedeno u dijelu I. Dodatka B Stockholmske konvencije. Svake četiri godine preispituje se potreba za uporabom ovih tvari pri čemu stranke, ovisno o potrebi, informiraju BRS Tajništvo.

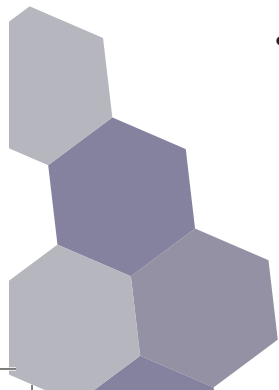
Prihvatljive namjene	Posebna izuzeća
<ul style="list-style-type: none"> <li>• fotografija</li> <li>• fotootporni i antirefleksirajući premazi za poluvodiče</li> <li>• agensi za jetkanje poluvodiča i keramičkih filtera</li> <li>• hidrauličke tekućine u zrakoplovstvu</li> <li>• prevlačenje metala u zatvorenim sustavima, određeni medicinski uređaji</li> <li>• protupožarne pjene</li> <li>• mamci za insekte (mravi i termiti)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fotomaske u poluvodičima i proizvodnja ekrana s tekućim kristalima</li> <li>• prevlačenje metala (teški metali i dekorativne metalne oplate)</li> <li>• električni i elektronički dijelovi za pisače u boji i oprema za umnožavanje u boji</li> <li>• proizvodnja nafte</li> </ul>

## HBCD

HBCD je uključen u Dodatak A Stockholmske konvencije u svibnju 2013. godine.

Posebna izuzeća za proizvodnju i uporabu uključuju:

- proizvodnja: kako je dozvoljeno za stranke u Registru posebnih izuzeća u skladu sa zahtjevima dijela VII. Dodatka A
- uporaba: EPS i XPS u zgradarstvu u skladu sa zahtjevima dijela VII. Dodatka A.



Svaka stranka koja je registrirala izuzeće za proizvodnju i uporabu HBCD-a u EPS-u i XPS-u koji se koristi u zgradarstvu mora poduzeti potrebne mjere kako bi osigurala da se EPS i XPS koji sadrže HBCD mogu jednostavno prepoznati tijekom cijelog životnog ciklusa i to putem označavanja ili na neki drugi odgovarajući način.

Obveze definirane Stockholmskom konvencijom zajedničke za sve ove tvari (POPs-ove) su sljedeće:

- utvrditi zalihe, predmete i proizvode u uporabi te otpad koji se sastoji od ili sadrži POPs-ove
- upravljati zalihama na siguran, učinkovit i okolišno prihvatljiv način
- otpadom koji se sastoji od ili sadrži POPs-ove potrebno je gospodariti na okolišno prihvatljiv način i mora se zbrinuti tako da se sadržaj POPs-ova uništi ili nepovratno transformira te da preostali otpad ne pokazuje svojstva POPs-ova
- postupci koji mogu dovesti do uporabe, recikliranja ili ponovne uporabe POPs-ova iz otpada su zabranjeni
- otpad koji se sastoji od ili sadrži POPs-ove može se prevoziti preko međunarodnih granica uz poštivanje relevantnih međunarodnih propisa, standarda i smjernica.

Dodatne informacije: <http://chm.pops.int/>.

## Baselska konvencija

Konvencija o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju stupila je na snagu 1992. godine, a Zakon o potvrđivanju Baselske konvencije o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju („Narodne novine – Međunarodni ugovori”, broj 3/94) stupio je na snagu 7. kolovoza 1994. godine, čime je Republika Hrvatska postala stranka.

Cilj Baselske konvencije je zaštititi ljudsko zdravlje i okoliš od štetnih utjecaja koji proizlaze iz stvaranja, gospodarenja, prekograničnog prometa te zbrinjavanja opasnog i drugih vrsta otpada.

Stranke Baselske konvencije obvezuju se svesti proizvodnju opasnog otpada i drugih vrsta otpada na najmanju moguću mjeru, provoditi uporabu i zbrinjavanje opasnog otpada i drugih vrsta otpada što je moguće bliže mjestu nastanka te smanjiti prekogranični promet otpada.

Dodatne informacije: <http://www.basel.int/>.

## Roterdamska konvencija

Roterdamska konvencija o prethodnom informiranom pristanku za određene opasne kemikalije i pesticide u međunarodnoj trgovini (dalje: Roterdamska konvencija) međunarodni je ugovor osmišljen kako bi se olakšalo informirano odlučivanje po zemljama s obzirom na trgovinu opasnih tvari.

Usvojena u rujnu 1998., Konvencija je u odnosu na Republiku Hrvatsku stupila na snagu 14. veljače 2008. godine („Narodne novine – Međunarodni ugovori”, broj 1/08).

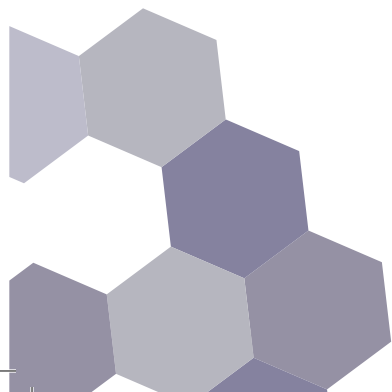
Stranke Roterdamske konvencije obvezuju se poštivati takozvani PIC postupak kojim se reguliraju obveze sudionika u međunarodnoj trgovini zabranjenim tvarima/kemikalijama. Smisao ovoga postupka jest osigurati da se o svakoj kupovini tvari ili proizvoda koji sadrži tvar s PIC liste obavijesti nadležno tijelo za provedbu Roterdamske konvencije one zemlje iz koje je kupac, ali i odgovarajuće nadležno tijelo države u kojoj je nastao (sjedište proizvođača). To znači da mora biti poznat razlog korištenja tvari koja se nalazi na PIC listi.

Ciljevi Roterdamske konvencije su:

- promicati zajedničku odgovornost i suradnju među strankama u međunarodnoj trgovini nekih opasnih kemikalija kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi i okoliš od potencijalne štete
- doprinijeti njihovoj okolišno prihvatljivoj uporabi olakšavanjem razmjene podataka o njihovim svojstvima, utvrđivanjem nacionalnog procesa odlučivanja o njihovom uvozu i izvozu te prenošenjem tih odluka strankama.

Dotatne informacije: <http://www.pic.int/>.

S obzirom na to da dijele zajednički cilj zaštite zdravlja ljudi i okoliša od opasnih kemikalija i otpada, ove tri konvencije blisko surađuju te donose zajedničke odluke u područjima preklapanja njihova djelovanja na zajedničkim konferencijama stranaka.



## ZAKONODAVSTVO EUROPSKE UNIJE

Uredba (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o postojanim organskim onečišćujućim tvarima i izmjeni Direktive 79/117/EEZ (SL L 158, 30.4.2004.) (dalje: POPs uredba)

Glavni cilj POPs uredbe je zaštita okoliša i zdravlja ljudi od POPs-ova. Ona sadrži odredbe o proizvodnji, stavljanju na tržište i uporabi POPs-ova, upravljanju zalihama i gospodarenju otpadom koji sadrži POPs-ove te niz mjera za smanjenje nenamjernog ispuštanja POPs-ova.

Na popis POPs-ova uključene su tvari koje podliježu Stockholmskoj konvenciji i/ili Protokolu o postojanim organskim onečišćujućim tvarima uz Konvenciju o prekograničnom onečišćenju zraka na velikim udaljenostima iz 1979. godine. POPs Uredba stupila je na snagu 20. svibnja 2004. godine i izravno se primjenjuje u svim državama članicama Europske Unije.

Posebna izuzeća ograničena su na najmanju moguću mjeru.



Do sada su donesene brojne izmjene POPs uredbe. Vezano uz POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD značajne su sljedeće izmjene<sup>7</sup>:

- UREDBA KOMISIJE (EU) br. 756/2010 od 24. kolovoza 2010. o izmjeni priloga IV. i V. Uredbi (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o postojanim organskim onečišćujućim tvarima, SL L 223, 25.8.2010.
- UREDBA KOMISIJE (EU) br. 757/2010 od 24. kolovoza 2010. o izmjeni priloga I. i III. Uredbi (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o postojanim organskim onečišćujućim tvarima, SL L 223, 25.8.2010.
- UREDBA KOMISIJE (EU) br. 1342/2014 od 17. prosinca 2014. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o postojanim organskim onečišćujućim tvarima u pogledu priloga IV. i V., SL L 363, 18.12.2014.
- UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/293 od 1. ožujka 2016. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o postojanim organskim onečišćujućim tvarima u pogledu Priloga I., SL L 55, 2.3.2016.
- UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/460 od 30. ožujka 2016. o izmjeni priloga IV. i V. Uredbi (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o postojanim organskim onečišćujućim tvarima, SL L 80, 31.3.2016.

Blisko povezana odluka koja se odnosi na HBCD je i sažetak odluka Europske komisije o autorizacijama za stavljanje na tržište radi uporabe i/ili za uporabu tvari navedenih u Prilogu XIV. Uredbi (EZ) br. 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalija (REACH), (objavljeno na temelju članka 64. stavka 9. Uredbe (EZ) br. 1907/2006 (1)), (Tekst značajan za EGP), (SL C10/3, 13.1.2016.)

POPs uredbom zabranjena je proizvodnja, stavljanje na tržište i uporaba tvari navedenih u Prilogu I. – zasebno, u pripravcima ili kao sastavni dio proizvoda.

Izuzeća od zabrane primjenjuju se na tvari koje se javljaju kao onečišćenja u tragovima i čija je prisutnost u pripravcima ili proizvodima nenamjerna.

Vrijednosti onečišćenja u tragovima i posebna izuzeća navedena su u Prilogu I. POPs uredbe. Za PFOS-ove, POPs-PBDE-ove i HBCD/HBCDD vrijedi sljedeće:

<sup>7</sup> <http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/850/oj>.

## **POPs-PBDE-ovi**

### Vrijednost onečišćenja u tragovima:

< 10 mg/kg (0,001 % masenog udjela) kada se javljaju u tvarima, pripravcima, proizvodima ili kao sastojak vatrootpornih dijelova proizvoda.

### Proizvodnja, stavljanje na tržište i uporaba dozvoljeni su za:

proizvode i pripravke koji sadrže koncentracije < 0,1 % masenog udjela, ako se djelomično ili potpuno proizvode od recikliranih materijala ili materijala iz otpada pripremljenih za ponovnu uporabu

EE opremu kako je definirano Direktivom 2011/65/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 8. lipnja 2011. o ograničenju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi (SL L 174, 1.7.2011.), odnosno ako je maksimalna masena vrijednost koncentracije POPs-PBDE-ova u homogenim materijalima do 0,1 %.



**PFOS-ovi**Vrijednost onečišćenja u tragovima:

< 10 mg/kg (0,001 % masenog udjela) kada se javljaju u tvarima ili pripravcima

< 0,1 % masenog udjela izračunatog s obzirom na masu strukturno ili mikrostrukturno različitih dijelova koji sadrže PFOS-ove u poluproizvodima ili proizvodima ili njihovim dijelovima

< 1  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  presvučenog materijala kod tekstila ili drugih presvučenih materijala, ako je količina PFOS-ova niža od < 1  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

Proizvodnja i stavljanje na tržište dopuštaju se za sljedeće posebne namjene:

- a) surfaktanti u kontroliranim galvanizacijskim sustavima do 26. kolovoza 2015. godine
- b) fotootporni i proturefleksni premazi za fotolitografske postupke
- c) fotografski premazi koji se nanose na filmove, papir ili tiskarske ploče
- d) tvari za sprečavanje orošavanja nedekorativnih obloga od kroma (VI) u zatvorenim sustavima
- e) hidrauličke tekućine koje se koriste u zrakoplovstvu.
  - Količine koje se ispuštaju u okoliš moraju se svesti na minimum.
  - Države članice izvješćuju Europsku komisiju svake četiri godine o napretku u uklanjanju PFOS-ova.
  - Kada su postrojenja u kojima se provode navedene aktivnosti (a – e) obveznici primjene Direktive 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 24. studenoga 2010. o industrijskim emisijama, SL L 344, 17.12.2010., ona u svom radu moraju primjenjivati najbolje raspoložive tehnike za sprječavanje i svodenje na najmanju moguću mjeru emisija PFOS-ova.
  - Primjena PFOS-ova se postupno ukida čim primjena sigurnijih zamjenskih tvari bude tehnički i gospodarski izvediva.

## HBCD

### Vrijednosti onečišćenja u tragovima:

≤ 100 mg/kg (0,01 % masenog udjela) ako se pojavljuje u tvarima, pripravcima, proizvodima ili kao dio proizvoda tretiranih sredstvima za usporavanje gorenja

ova je vrijednost podložna preispitivanju Europske komisije do 22. ožujka 2019. godine.

### Dopuštena je:

Uporaba HBCD-a zasebno ili u pripravcima, za proizvodnju proizvoda od EPS-a i stavljanje na tržište HBCD-a za takvu uporabu odnosno za proizvodnju.

Takva uporaba mora biti autorizirana u skladu s glavom VII. Uredbe EZ br. 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća od 18. prosinca 2006. o registriranju, ocjenjivanju, odobravanju i ograničavanju kemikalija (REACH) SL L 396, 30.12.2006. ili je predmet zahtjeva za davanje autorizacije predanog do 21. veljače 2014. godine o kojem odluka još nije donesena.

Ovo izuzeće vrijedi do 2. studenoga 2019. godine odnosno do datuma ispitivanja navedenog u autorizaciji ili povlačenja autorizacije.

Stavljanje na tržište proizvoda od EPS-a koji sadržavaju HBCD i proizvedeni su prema ovom dopuštenom izuzeću i uporaba takvih proizvoda dopušteni su tijekom šest mjeseci od datuma isteka tog izuzeća.

Takvi proizvodi koji će na datum isteka izuzeća već biti u uporabi mogu se i dalje upotrebljavati.

Proizvodi koji sadrže HBCD kao sastavni dio i bili su u uporabi prije 22. ožujka 2016. godine ili su bili u uporabi na taj datum mogu se i dalje upotrebljavati i stavljati na tržište. Zemlje članice moraju obavijestiti Komisiju o takvim proizvodima.

Stavljanje na tržište i uporaba u zgradama uvezenih proizvoda od EPS-a koji sadrže HBCD dopušteni su do datuma isteka izuzeća. Takvi proizvodi koji su na taj datum već u uporabi mogu se i dalje upotrebljavati.

EPS koji sadrži HBCD, a proizveden je u skladu s dopuštenim izuzećem mora biti jasno označen ili drugačije prepoznatljiv tijekom cijelog životnog ciklusa.

Za otpad koji sadrži POPs-ove vrijedi sljedeće:

- Otpad koji se sastoji, sadrži ili je onečišćen POPs-ovima mora se odmah zbrinuti ili oporabiti na način koji osigurava da se sadržaj POPs-ova uništi ili nepovratno transformira.
- Zabranjuju se postupci zbrinjavanja ili uporabe koji mogu dovesti do uporabe, recikliranja, regeneracije ili ponovne upotrebe POPs-ova.
- Utvrđene su granične vrijednosti koncentracija za sadržaj POPs-ova u otpadu u Prilogu IV.
- Kada je sadržaj POPs-ova ispod graničnih vrijednosti, koncentracija otpada smije se zbrinuti ili oporabiti u skladu s relevantnim nacionalnim zakonodavstvom.
- Propisane su metode (Prilog V.) kojima se određene vrste otpada koji sadrži POPs-ove ispod graničnih vrijednosti mogu obrađivati u slučaju kada uništenje ili nepovratna transformacija nisu okolišno prihvatljiva metoda.

[Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenoga 2008. o otpadu i stavljanju izvan snage određenih direktiva \(SL L 312, 22.11.2008\)](#)

Ovom se Direktivom utvrđuju mjere za zaštitu okoliša i zdravlja ljudi sprečavanjem ili umanjnjem štetnih učinaka proizvodnje otpada i gospodarenja otpadom, umanjnjem sveukupnih učinaka korištenja resursa te poboljšanjem efikasnosti takvog korištenja.

[Direktiva 2011/65/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 8. lipnja 2011. o ograničenju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi \(SL L 174, 1.7.2011.\) \(dalje: RoHS direktiva\)](#)

RoHS direktiva utvrđuje pravila o ograničavanju uporabe opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi u svrhu dodatne zaštite ljudskog zdravlja i okoliša, uključujući uporabu i zbrinjavanje otpadne EE opreme na okolišno prihvatljiv način.

Države članice osiguravaju da EE oprema stavljena na tržište – uključujući kablove i rezervne dijelove za popravak, ponovnu uporabu, obnavljanje funkcija ili povećanje kapaciteta – ne sadrži tvari navedene u Prilogu II. RoHS direktive.

U homogenim materijalima nisu dopuštene vrijednosti koje premašuju maksimalne vrijednosti masene koncentracije kako su navedene u Prilogu II. Kao maksimalna dopuštena vrijednost masene koncentracije PBDE-a u homogenim materijalima utvrđena je vrijednost od 0,1 %.

WEEE direktiva utvrđuje mjere za zaštitu okoliša i zdravlja ljudi sprečavanjem ili smanjivanjem štetnih učinaka stvaranja otpadne EE opreme i gospodarenja tim otpadom, čime doprinosi održivom razvoju.

[Direktiva 2000/53/ EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 18. rujna 2000. o otpadnim vozilima \(SL L 269, 21. 10. 2000.\) \(dalje: ELV direktiva\)](#)

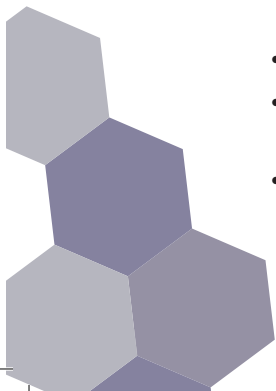
ELV direktivom utvrđuju se mjere koje prvenstveno imaju za cilj sprečavanje štetnog utjecaja na okoliš uzrokovanog otpadnim vozilima te, dodatno, ponovnu uporabu, recikliranje i ostale oblike oporabe otpadnih vozila i njihovih komponenti kako bi se smanjilo stvaranje otpada, kao i unapređenje djelovanja na okoliš svih gospodarskih subjekata koji se bave vozilima tijekom radnog vijeka vozila, a posebno subjekata neposredno uključenih u obradu otpadnih vozila.



## NACIONALNO ZAKONODAVSTVO

Osnovno nacionalno zakonodavstvo relevantno za područje gospodarenja opremom i otpadom koji sadrže PFOS-ove, POPs-PBDE-ove i HBCD, usklađeno s međunarodnim i EU zakonodavstvom je sljedeće:

- Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine“, br. 80/13, 153/13 i 78/15)
- Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 850/2004 o postojanim organskim onečišćujućim tvarima („Narodne novine“, broj 148/13)
- Uredba o objavi Dodatka G od 6. svibnja 2005. godine, Izmjena i dopuna Dodataka A, B i C iz svibnja 2009. godine, Izmjene i dopune Dodatka A iz travnja 2011. godine i Izmjene i dopune Dodatka A iz svibnja 2013. godine Stockholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim tvarima („Narodne novine – Međunarodni ugovori“, broj 8/15).
- Drugi Nacionalni plan za provedbu Stockholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim tvarima u Republici Hrvatskoj („Narodne novine“, broj 62/16)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom, („Narodne novine“, broj 94/13)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom („Narodne novine“, br. 21/14, 52/14, 121/15 i 132/15)
- Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom („Narodne novine“, br. 42/2014, 48/2014, 107/14 i 139/14)
- Pravilnik o ograničavanju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi („Narodne novine“, br. 131/13, 16/14, 90/14, 142/14, 128/15, 92/16 i 20/17)
- Pravilnik o gospodarenju otpadnim vozilima („Narodne novine“, br. 125/15 i 90/16)
- Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest („Narodne novine“, broj 69/16)
- Zakon o zaštiti zraka („Narodne novine“, br. 130/2011, 47/14 i 61/17)
- Zakon o vodama („Narodne novine“, br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14)
- Zakon o provedbi Uredbe (EZ) broj 1907/2006 Europskog parlamenta i Vijeća EZ o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalije (REACH) („Narodne novine“ br. 53/08, 18/13)



- Uredba o standardu kakvoće voda („Narodne novine“, br. 73/13, 151/14, 78/15 i 61/16)
- Uredba o izradi i provedbi dokumenata strategije upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem („Narodne novine“, broj 112/14)
- Pravilnik o registru onečišćavanja okoliša („Narodne novine“, broj 87/15)

## PROCJENA STANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Sukladno čl. 7. Stockholmske konvencije, stranke moraju izraditi i provoditi nacionalne planove za provedbu Stockholmske konvencije (NIP). NIP sadrži ocjenu stanja vezano uz uporabu POPs-ova, uloge i odgovornosti tijela državne uprave, agencija i drugih vladinih institucija u upravljanju POPs-ovima, institucionalni i zakonodavni okvir te praćenje POPs tvari u okolišu.

Sukladno obvezama, Republika Hrvatska izradila je prvi NIP u prosincu 2008. godine.

S obzirom na to da su u međuvremenu na popise u Dodacima A, B i C Stockholmske konvencije uvršteni novi POPs-ovi, 2014. godine pokrenut je Projekt revizije NIP-a. Ključnu komponentu Projekta činili su ažuriranje podataka o postojećim i izrada inventara novih POPs-ova.

Inventar novih POPs-ova uključio je informacije o osobinama novih POPs-ova, štetnom utjecaju na zdravlje i okoliš, prethodnoj proizvodnji i uporabi, postojećim zalihama te poduzetim i planiranim mjerama s osnovnim ciljem ograničavanja proizvodnje, uporabe i nenamjernog ispuštanja POPs-ova u sve sastavnice okoliša.

Kao rezultat Projekta izrađen je Drugi nacionalni plan za provedbu Stockholmske konvencije u Republici Hrvatskoj koji je Odlukom Vlade prihvaćen u lipnju 2016. godine („Narodne novine“, broj 62/16).

Dodatne informacije : <http://www.mzojp.hr/hr/okolis/zrak.html>.



Inventar POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a napravljen je prema dostupnim vodičima za svaku pojedinu tvar i izrađenima za potrebe Stockholmske konvencije, a koji su dostupni šire zainteresiranoj javnosti na mrežnim stranicama BRS Tajništva. Vodiči daju detaljne smjernice i način izračuna za potrebe izrade inventara predmetnih POPs-ova.

U nastavku je prikazan sažetak rezultata inventara POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a za 2013. godinu.

### POPs-PBDE-ovi

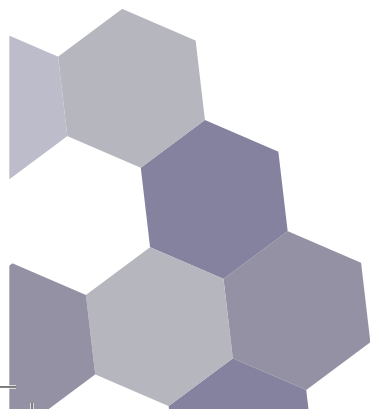
Prvi je korak predstavljala općenita procjena uporabe c-pentaBDE-a i c-oktaBDE-a te prikupljanje podataka o prošlim i trenutnim uvezenim količinama proizvoda koji sadrže ili bi mogli sadržavati c-pentaBDE i c-oktaBDE.

#### Rezultati:

- u Hrvatskoj se ne proizvode polibromiranidifenil eteri niti njihove komercijalne smjese
- u razdoblju 2000. – 2013. godine nije registriran uvoz i izvoz komercijalnih smjesa PBDE
- izračun ukupnog c-pentaBDE-a pripremljen je na bazi sadržaja PUR pjena u vozilima
- izračun ukupnog c-oktaBDE-a pripremljen je na bazi procijenjenog broja televizora i monitora s katodnim cijevima.

Procijenjene količine c-pentaBDE-a i c-oktaBDE-a u Hrvatskoj za 2013. godinu.

$\Sigma$ c-oktaBDE (kg)	$\Sigma$ c-pentaBDE (kg)	$\Sigma$ c-oktaBDE + $\Sigma$ c-pentaBDE (kg)
14 915,28	8 159,83	23 075,11



## PFOS-ovi

Kao važni potencijalni sektorski izvori za izradu inventara PFOS-ova u Republici Hrvatskoj odabrani su:

- Hrvatska vatrogasna zajednica
- kemijska industrija
- dobavljači kemikalija
- proizvodnja i prodaja tekstila i sintetičkih tepiha
- proizvođači papira i kartona
- površinska obrada metala.

U svrhu prikupljanja potrebnih podataka, za svaki od odabranih sektora pripremljen je upitnik u kojemu su od tvrtki i organizacija zatraženi potrebni podaci.

### Rezultati:

- U Republici Hrvatskoj nije zabilježena proizvodnja, uvoz i izvoz PFOS-ova i njihovih derivata.
- Tvrtke i organizacije koje su dostavile podatke izjasnile su se da ne proizvode i u svojim proizvodima ne koriste niti stavljaju na tržište proizvode koji sadrže PFOS-ove te ne posjeduju zalihe niti proizvode otpad koji sadrži PFOS-ove.
- Najveći nacionalni operater u civilnom zrakoplovstvu izjasnio se da u svojem radu nikada nije koristio hidrauličke tekućine koje sadrže PFOS-ove.
- Prema saznanjima dobivenima tijekom procesa inventarizacije, na hrvatskom tržištu nalaze se vatrogasna pjenila koja sadrže samo fluorotelomere.

Prije deset do dvadeset godina vrlo popularno pjenilo u Republici Hrvatskoj bilo je pjenilo Light Water koje je proizvodila tvrtka 3M i sadržavalo je PFOS-ove. Ne postoje podaci o postojećim zalihama kao ni o količinama koje su se utrošile tijekom vatrogasnih vježbi.

## HBCD

Prema dostupnim podacima, utvrđeno je da je HBCD uvozila tvrtka Dioki d.d., bivši najveći proizvođač EPS-a u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2005. – 2009. godine. Tvrtka je prestala s proizvodnjom 2011. godine.

Prema podacima dostavljenima u upitniku, u 2013. godini četiri su tvrtke proizvodele/uvozile EPS i XPS granulate u ukupnoj količini od 5.173 tone, sa sadržajem HBCD-a 0,7 – 1 % masenog udjela, odnosno 6.503 tone HBCD-a.

Dodatno su analizirani i podaci o proizvodnji, uvozu i izvozu EPS-a, XPS-a i granulata polistirena za ekspaniranje.

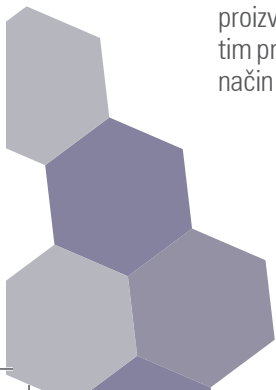
S obzirom da nisu bili dostupni svi potrebni podaci kako bi se sagledala i detaljnije procijenila povijesna uporaba HBCD-a u Republici Hrvatskoj, procijenjena ukupna količina HBCD-a na tržištu u Republici Hrvatskoj od 6.503 tone može se smatrati grubom procjenom.

Tvrtke koje su potvrdile uporabu HBCD-a izjavile su da su njihovi dobavljači uglavnom u procesu zamjene HBCD-a drugim manje štetnim zamjenskim tvarima jer postoje saznanja o njihovoj postojanosti na tržištu Europske unije.

## OKOLIŠNO PRIHVATLJIVO GOSPODARENJE OTPADOM KOJI SADRŽI POPs-PBDE-ove, PFOS-ove I HBCD

Otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti.

Uključivanje POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a na popis Stockholmske konvencije usmjerilo je pažnju na uporabu POPs-ova u predmetima i proizvodima. Posebno je bilo važno utvrditi strategije i tehnike za gospodarenje tim predmetima i proizvodima jednom kada postanu otpad na okolišno prihvatljiv način te time spriječiti, smanjiti ili ukloniti ispuštanje ovih POPs-ova u okoliš.



U okviru Stockholmske i Baselske konvencije izrađen je niz vodiča za provedbu zahtjeva konvencija. Tehnički vodiči za okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD dostupni su na mrežnim stranicama Baselske konvencije s ciljem primjene za stranke konvencija na međunarodnoj razini:

<http://www.basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx>.

U ovom poglavlju sažeti su osnovni zahtjevi i smjernice za postizanje sigurnog i okolišno prihvatljivog gospodarenja otpadom koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD.

**Okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom podrazumijeva poduzimanje svih mjera kojima će se osigurati gospodarenje otpadom tako da se ljudsko zdravlje i okoliš zaštite od štetnog utjecaja otpada.**

## Identifikacija otpada

Gospodarenje otpadom utvrđeno je kao jedan od značajnijih puteva unosa POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a u okoliš. Otpad može sadržavati različite koncentracije ovih tvari ovisno o količinama u kojima su prvobitno bili prisutni u pojedinim proizvodima i količini ispuštanja tijekom njihove uporabe.

Identifikacija otpada koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove ili HBCD prvi je korak za učinkovito okolišno prihvatljivo gospodarenje.



Potrebno je utvrditi najznačajnije tokove otpada s obzirom na količine i koncentracije POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a u njima.

Značajni tokovi otpada za ove tvari su sljedeći:

<b>POPs-ovi</b>	<b>Tok otpada</b>
POPs-PBDE-ovi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUR pjena za proizvodnju presvlaka i autosjedala u vozilima (c-pentaBDE)</li> <li>• ABS polimeri za kućišta EE opreme</li> <li>• kruti otpad od rastavljanja otpadne EE opreme i recikliranja otpadne plastike</li> <li>• mulj od pročišćavanja komunalnih otpadnih voda</li> <li>• procjedne vode odlagališta</li> </ul>
PFOS-ovi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mulj i otpadne vode iz proizvodnje metalnih obloga i fotografske industrije</li> <li>• otpadne vode i mulj od pročišćavanja komunalnih otpadnih voda</li> <li>• procjedne vode odlagališta</li> <li>• koža i presvlake</li> <li>• tepisi</li> <li>• protupožarne pjene</li> <li>• hidraulična ulja</li> <li>• preostale zalihe PFOS-ova</li> </ul>
HBCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• izolacijske ploče od EPS-a i XPS-a</li> <li>• tekstilni otpad od presvlaka sjedala u vozilima</li> <li>• namještaj</li> <li>• ambalaža od pjena s usporivačima gorenja</li> <li>• otpadna EE oprema</li> </ul>

## Sadržaj POPs-ova u otpadu

Prema čl. 6. Stockholmske konvencije, stranke blisko surađuju sa stručnim pomoćnim radnim tijelima Baselske konvencije na utvrđivanju graničnih vrijednosti koncentracije POPs-ova u otpadu.

Nadalje, kako je već bilo navedeno, otpad koji sadrži POPs-ove mora se zbrinuti na način koji osigurava da se sadržaj POPs-ova uništi ili nepovratno transformira te da preostali otpad ne pokazuje svojstva POPs-ova.

Metode i tehnike zbrinjavanja određuju se na temelju definiranih sadržaja/graničnih vrijednosti koncentracija POPs-ova u otpadu. Ako je sadržaj POPs-ova veći od utvrđene granične vrijednosti koncentracije, primjenjuju se propisani i dozvoljeni postupci zbrinjavanja. Ako je sadržaj POPs-ova u otpadu ispod granične vrijednosti koncentracije, mogu se koristiti i druge okolišno prihvatljive tehnike i postupci u skladu s međunarodnim pravilima i standardima.

Granične vrijednosti koncentracije POPs-ova u otpadu, kao i tehnike zbrinjavanja, navedeni su u prije spomenutim tehničkim vodičima za okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom koji sadrže POPs-ove usvojenim na konferenciji stranaka Baselske konvencije, a koji se po potrebi i najnovijim saznanjima ažuriraju.

Pri određivanju graničnih vrijednosti navedenih u tehničkim vodičima za okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom u obzir je uzeto sljedeće:

- utjecaj na zdravlje i okoliš
- dostupnost odgovarajućih kapaciteta za provedbu analitičkih ispitivanja
- rasponi koncentracija POPs-ova u materijalima, proizvodima i otpadu
- granične vrijednosti nacionalnih propisa
- dostupnost odgovarajućih kapaciteta za zbrinjavanje
- postojeća ograničenja u znanstvenim spoznajama i podacima
- financijski pokazatelji.

Definirane granične vrijednosti koncentracije POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a u otpadu

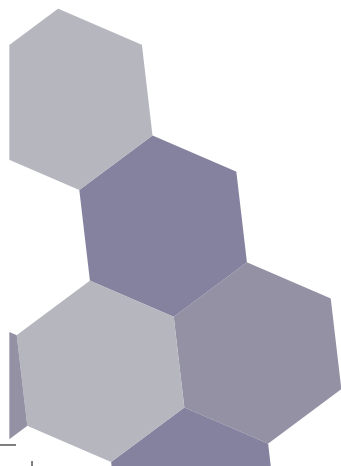
POPs	Granična vrijednost koncentracije pojedine tvari
POPs-PBDE-ovi	50 mg/kg ili 1000 mg/kg (kao zbroj tetra-, penta-, heksa-, oktaBDE)
PFOS-ovi	50 mg/kg
HBCD	100 mg/kg ili 1000 mg/kg (naknadno će se utvrditi jedinstvena vrijednost)

### Uzorkovanje i analiza

Uzorkovanje, analiza i praćenje važne su aktivnosti u gospodarenju otpadom koje omogućavaju da se utvrde koncentracije POPs-ova u pojedinim tokovima otpada, odaberu odgovarajuće tehnike oporabe ili zbrinjavanja i provjeri učinkovitost odabranih tehnika.

Različite analitičke metode mogu se koristiti ovisno o svrsi aktivnosti uzorkovanja ili praćenja i fizičkom obliku otpada.

Dostupne su standardne metode analize različitih matrica za POPs-BDE-ove i PFOS-ove. Rendgenska fluorescencija (XRF) i spektrofotometrija može se upotrijebiti kao jeftin i brz postupak ispitivanja za utvrđivanje prisutnosti broma u materijalu.



Međutim, ove metode neće poslužiti za razlikovanje vrsta tvari koji sadrže brom.

<b>Metode za analizu POPs-PBDE-ova prema tehničkom vodiču<sup>8</sup></b>	
EPA Metoda 1614	Bromiranidifenil eteri u vodi, tlu, sedimentu i tkivu pomoću plinske kromatografije ili masene spektrometrije visoke rezolucije (HRCG/HRMS)
Metoda EPA 527	Određivanje odabranih pesticida i usporivača gorenja u pitkoj vodi pomoću kapilarne plinske kromatografije/masene spektrometrije (GC/MS)
EPA 8270D	Poluhlapivi organski spojevi – plinska kromatografija/masena spektrometrija (GC/MS)
ISO 22032: 2009	Određivanje odabranih polibromiranih difenil etera u sedimentima i kanalizacijskom mulju – metoda ekstrakcije i plinske kromatografije/masene spektrometrije
China GB/Z21277-2007	Brzo ispitivanje olova, žive, kroma, kadmija i broma u električnoj i elektroničkoj opremi – (XRF)
<b>Metode za analizu PFOS-ova prema tehničkom vodiču<sup>9</sup></b>	
ISO 25101 (2009)	Kvaliteta vode – određivanje perfluoroktan sulfonata (PFOS) i perfluoroktanoata (PFOA) – metoda za nefiltrirane uzorke pomoću ekstrakcije krute faze i tekuće kromatografije / masene spektrometrije
Metoda EPA 537	Određivanje odabranih perfluoriranih alkinih kiselina u pitkoj vodi ekstrakcijom krute faze i tekuće kromatografije/ tandem masene spektrometrije (LC/MS/MS)
-	Tekuća kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC) povezana s tandem masenom spektrometrijom (HPLC-MS/MS)

Ukupni HBCD kao suma izomera može se analizirati pomoću plinske kromatografije/masene spektrometrije (GC/MS), tekuće kromatografije/masene spektrometrije (LC/MS) te tekuće kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) koja može poslužiti i za analizu pojedinačnih izomera.

<sup>8</sup> Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether, or tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether, UNEP/CHW.12/5/Add.6/Rev.1., <http://chm.pops.int/>.

<sup>9</sup> Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride, UNEP/CHW.12/5/Add.3/Rev.1., <http://chm.pops.int/>.



Razvijen je niz analitičkih metoda za analizu HBCD-a u uzorcima okoliša i pjenama, ali niti jedna još nije međunarodno standardizirana. Za analizu HBCD-a u plastici koja se koristi u električnim proizvodima razvijena je standardna metoda IEC 62321-6, Određivanje određenih tvari u elektrotehničkim proizvodima – dio 6: određivanje polibromiranih bifenila i polibromiranih difenil etera u polimerima i elektronicu pomoću plinske kromatografije/masene spektrometrije (GC-MS) i tekuće kromatografije visoke djelotvornosti s UV detektorom (HPLC-UV). Metode analize HBCD-a u proizvodima kao što je namještaj ili tekstil još su u razvoju.<sup>10</sup>

## Rukovanje, prijevoz i skladištenje

Rukovanje, sakupljanje, pakiranje, označavanje, transport i skladištenje važni su koraci u gospodarenju otpadom koji sadrži POPs-ove jer rizik od izlivanja, curenja ili požara u ovim postupcima može biti jednako velik kao i u drugim fazama životnog ciklusa POPs-ova.

Glavna pitanja vezana za rukovanje otpadom koji sadrži POPs-ove su izloženost ljudi, slučajno ispuštanje u okoliš i onečišćenje drugih tokova otpada.

Razine koncentracije POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a u otpadu odredit će koje faze gospodarenja otpadom predstavljaju rizik za okoliš i/ili ljudsko zdravlje te stoga zahtijevaju odgovarajuće mjere i postupke kako bi se ti rizici uklonili, smanjili i kontrolirali.

Općenito, otpad za koji se utvrdi da sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove ili HBCD mora se sakupljati, prevoziti i skladištiti odvojeno od drugog otpada.

U slučajevima kada je otpad koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove ili HBCD proizvod ili predmet koji se koristio u kućanstvu (npr. tekstil, tepisi), uglavnom nisu potrebni posebni zahtjevi za rukovanje, sakupljanje, pakiranje, označavanje, prijevoz i skladištenje nego se ovi postupci mogu obavljati u skladu s nacionalnim zakonodavstvom za tu vrstu otpada.

Otpad koji sadrži POPs-ove mora se prevoziti na način da se izbjegne ispuštanje u okoliš.

Opasni otpad potrebno je pakirati, označiti i prevoziti u skladu sa Zakonom o prijevozu opasnih tvari („Narodne novine“, broj 79/07) odnosno Europskim sporazumom o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR) („Narodne novine – Međunarodni ugovori“, br. 5/08, 2/11, 3/13 i 3/15).

<sup>10</sup> Technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with hexabromocyclododecane, UNEP/CHW.12/5/Add.7/Rev.1, <http://chm.pops.int/>.

Ako se otpad koji sadrži POPs-ove isporučuje na uporabu ili zbrinjavanje izvan Republike Hrvatske, isporuka se provodi u skladu sa zahtjevima Baselske konvencije, Uredbe (EZ) br. 1013/2006 Europskog parlamenta i vijeća o otpremi pošiljaka otpada (SL L 190, 12.7.2006.) te odredbama Zakona o održivom gospodarenju otpadom.

Tehnički uvjeti za privremeno skladištenje opasnog otpada općenito definirani su Pravilnikom o gospodarenju otpadom kako slijedi:

- Opasni otpad treba skladištiti odvojeno po svojstvu, vrsti i agregatnom stanju. Skladište mora biti zatvoreno, natkriveno, izgrađeno od čvrstog materijala i opremljeno na način da se spriječi rasipanje ili prolijevanje otpada te širenje prašine.
- Podna površina skladišta mora biti lako periva i otporna na djelovanje otpada koji se skladišti, a skladište mora biti opremljeno prirodnom ventilacijom. Oprema za gašenje požara treba biti osigurana i skladište mora biti pod neprekidnim nadzorom.

Skladište mora biti opremljeno primarnim spremnicima za skladištenje otpada koji su:

- izrađeni od materijala otpornog na djelovanje uskladištenog otpada
- izrađeni na način koji omogućava sigurno punjenje, pražnjenje, provjetravanje, uzimanje uzoraka te po potrebi osigurati nepropusno zatvaranje
- označeni čitljivom oznakom koja sadrži podatke o nazivu posjednika otpada, ključni broj i naziv otpada, datum početka skladištenja otpada, naziv proizvođača otpada te oznaku odgovarajućeg opasnog svojstva otpada.

Za skladištenje tekućeg otpada i otpada koji sadrži tekućine mora biti osiguran sekundarni spremnik kapaciteta:

- od najmanje 110 % kapaciteta najvećeg primarnog spremnika koji se nalazi na slijevnoj površini tog sekundarnog spremnika, odnosno
- 25 % kapaciteta svih primarnih spremnika na istoj slijevnoj površini.

Ako postoje, odvodi tekućine sa slijevne površine skladišta moraju biti povezani nepropusnim kolektorom do spremnika za obradu otpadne vode. Sekundarni spremnik i slijevna površina ne smiju imati oštećenja uslijed kojih može doći do ispuštanja otpada u okoliš.

## Zbrinjavanje otpada koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD

Zbrinjavanje otpada koji sadrži POPs-ove mora se provoditi na okolišno prihvatljiv način. Postupak obrade ovisi o razini sadržaja POPs-ova u otpadu.

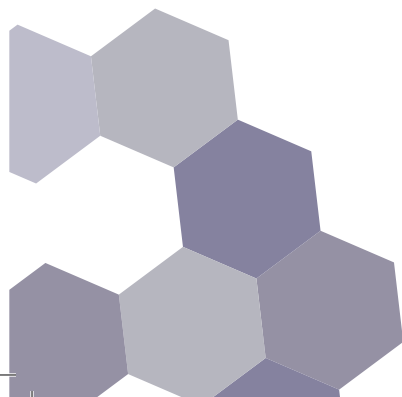
Za otpad u kojemu je sadržaj POPs-ova viši od granične vrijednosti koncentracije, definirane u tehničkim vodičima za okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom koji sadrži POPs-ove, propisani su specifični postupci zbrinjavanja kojima se osigurava uništavanje ili nepovratna transformacija sadržaja POPs-ova u otpadu. Razina uništenja ili nepovratne transformacije mora biti takva da razina POPs-ova nakon provedenih postupaka u preostalom otpadu bude ispod granične vrijednosti koncentracije.

Ako je sadržaj POPs-ova u otpadu ispod granične vrijednosti koncentracije, taj se otpad može zbrinjavati u skladu s odgovarajućim nacionalnim propisima i međunarodnim pravilima, standardima i smjernicama, uključujući i već spomenute tehničke vodiče.

### Postupci pripreme prije uporabe ili zbrinjavanja

Zbrinjavanju otpada koji sadrži POPs-ove mogu prethoditi razni postupci kojima se otpad priprema za obradu, a koji mogu biti potrebni radi sigurnog i učinkovitog postupka zbrinjavanja ili uporabe koji slijedi. Pri tome se sadržaj POPs-ova koji se ovim postupcima izolira iz otpada treba zbrinuti na propisan način. Postupci pripreme otpada uključuju smanjenje volumena, smanjenje veličine čestica, rastavljanje, odvajanje, miješanje i dr., a odabir postupka ovisi o vrsti i svojstvima otpada.

Kada samo dio otpada ili proizvoda sadrži POPs-ove (npr. otpadna EE oprema), taj je dio potrebno odvojiti i posebno zbrinuti.



Preporučeni postupci pripreme prije uporabe ili zbrinjavanja otpada koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD:

<b>POPs u otpadu</b>	<b>Postupak</b>
POPs-PBDE-ovi	demontaža, rastavljanje i mehaničko odvajanje
PFOS-ovi	<ul style="list-style-type: none"><li>• adsorpcija i apsorpcija</li><li>• membranska filtracija (reverzna osmoza i nanofiltracija)</li><li>• miješanje</li><li>• odvajanje ulje-voda</li><li>• smanjenje volumena</li></ul>
HBCD	<ul style="list-style-type: none"><li>• adsorpcija i apsorpcija</li><li>• membranska filtracija (reverzna osmoza i nanofiltracija)</li><li>• miješanje</li><li>• odvajanje ulje-voda</li><li>• smanjenje volumena</li><li>• demontaža, rastavljanje i mehaničko odvajanje</li><li>• zbijanje</li></ul>



## Postupci uporabe/zbrinjavanja otpada

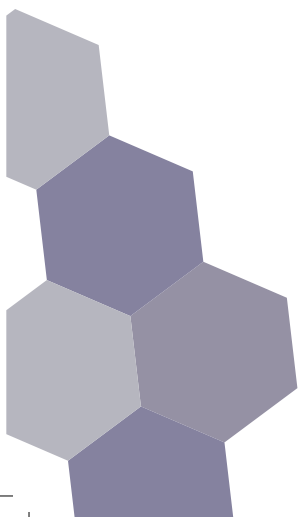
Prema tehničkim vodičima o okolišno prihvatljivom gospodarenju otpadom koji sadrži POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD, postupci zbrinjavanja ili uporabe otpada kojima se postiže uništavanje i nepovratna transformacija sadržaja ovih tvari u otpadu su sljedeći:

Postupak zbrinjavanja	POPs-PBDE-ovi	PFOS-ovi	HBCD
Suspaljivanje u cementnim pećima (postupak R1)	✓		✓
Spaljivanje opasnog otpada (postupak D10)	✓	✓	✓
Termički procesi u metalurgiji (postupak R4)	✓		✓
Napredna tehnologija spaljivanja krutog otpada (postupak D10)			✓

Postupci uništavanja i nepovratne transformacije moraju se provoditi u skladu sa zahtjevima najboljih raspoloživih tehnika i praksi u zaštiti okoliša.

U slučaju kada ni uništavanje ni nepovratna transformacija nisu okolišno prihvatljive opcije, stranke Stockholmske konvencije mogu dopustiti da se takav otpad zbrinjava drugim dozvoljenim postupcima koji su:

- posebno projektirana odlagališta (postupak D5)
- trajno skladištenje u podzemnim rudnicima i formacijama (postupak D12).



Ovi se postupci mogu razmatrati za sljedeće vrste otpada:

1. otpad iz elektrana i ostalih postrojenja za izgaranje, otpad iz industrije željeza i čelika te otpad od proizvodnje aluminija, olova, cinka, bakra i drugih nebojenih metala
2. obloge na bazi ugljika i ostale obloge i vatrostalni materijali iz metalurških procesa
3. sljedeći građevni otpad:
  - smjese ili odvojene frakcije betona, opeke, pločica i keramike
  - anorganska frakcija tla i kamena, uključujući materijal od iskopa s onečišćenih lokacija
  - građevinski otpad koji sadrži PCB
4. otpad od spaljivanja ili pirolize otpada, uključujući kruti otpad od pročišćavanja plinova, lebdeći pepeo, trosku, prašinu
5. vitrificirani otpad i otpad od vitrifikacije, uključujući lebdeći pepeo i ostali otpad od brade plinova te ne-vitrificirani kruti ostatak.

## **GOSPODARENJE OTPADOM KOJI SADRŽI POPS-PBDE-OVE, PFOS-OVE I HBCD PREMA NACIONALNOM ZAKONODAVSTVU**

Zakonom o provedbi Uredbe EZ br. 850/2004 o postojanim onečišćujućim tvarima omogućena je direktna provedba POPs uredbe.

Proizvođači i posjednici otpada moraju učiniti sve što je u njihovoj moći da izbjegnu, tamo gdje je to moguće, onečišćenje tog otpada POPs-ovima.

Otpad koji se sastoji, sadrži ili je onečišćen POPs-ovima mora se odmah odložiti ili oporabiti u skladu s Prilogom V. dijelom 1. POPs uredbe na način koji osigurava da se sadržaj postojanih organskih onečišćujućih tvari uništi ili nepovratno transformira, tako da preostali otpad i ispuštene tvari ne pokazuju svojstva postojanih organskih onečišćujućih tvari.



Dozvoljeni postupci zbrinjavanja ili uporabe (Prilog V. dio 1. POPs uredbe) su sljedeći:

Oznaka	Postupak
D9	Fizikalno-kemijska obrada
D10	Spaljivanje na kopnu
R1	Korištenje otpada uglavnom kao goriva ili drugog načina dobivanja energije, isključujući otpad koji sadrži PCB.
R4	<p>Recikliranje/obnavljanje otpadnih metala i spojeva metala pod sljedećim uvjetima:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Postupci su ograničeni na ostatke iz procesa proizvodnje željeza i čelika kao što su: <ul style="list-style-type: none"> <li>prašina ili mulj iz procesa pročišćavanja plinova</li> <li>valjaonički otpad (ogar)</li> <li>filtrarski prah iz čeličana koji sadrži cink</li> <li>prah iz sustava za pročišćavanje plinova u talionicama bakra i sličan otpad</li> <li>ostaci od izlučivanja koji sadrže olovo u proizvodnji obojenih metala.</li> </ul> </li> <li>Otpad koji sadrži PCB je isključen.</li> <li>Postupci su ograničeni na procese uporabe: <ul style="list-style-type: none"> <li>željeza i željeznih legura (visoke peći, osovinske peći i Siemens-Martinove peći)</li> <li>obojenih metala (Waelzov postupak u rotacionoj peći, postupak taljenja u kadi za koji se koriste vertikalne ili horizontalne peći).</li> </ul> </li> </ol> <p>Minimalni zahtjev za ove postupke je da granične vrijednosti emisija za PCDD i PCDF budu u skladu s Direktivom 2000/76/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 4. prosinca 2000. o spaljivanju otpada.</p>

Prije postupaka zbrinjavanja ili uporabe mogu se provesti postupci pripreme otpada prije uporabe ili zbrinjavanja pod uvjetom da se POPs-ovi tijekom te predobrade izoliraju iz otpada i kasnije uklone dozvoljenim postupcima. Dozvoljeni su postupci repakiravanja i privremenog skladištenja prije postupaka pripreme otpada.

Ako samo dio proizvoda ili otpada, kao što je otpadna oprema, sadrži ili je onečišćen POPs-ovima, taj se dio odvaja i zatim se njime gospodari dozvoljenim postupcima.

Zabranjeni su postupci zbrinjavanja ili uporabe koji mogu dovesti do uporabe, recikliranja, regeneracije ili ponovne upotrebe POPs-ova.

Odstupanja od prethodno navedenih odredbi:

- a) Ako je sadržaj POPs-ova u otpadu ispod graničnih vrijednosti koncentracija navedenih u Prilogu IV. POPs uredbe, taj se otpad može zbrinjavati ili uporabiti u skladu s relevantnim zakonodavstvom Zajednice.

Granične vrijednosti koncentracija za POPs-PBDE-ove, PFOS-ove i HBCD iz Priloga IV. POPs uredbe su:

<b>Tvar/POPs</b>	<b>Najviše granične vrijednosti koncentracije tvari iz članka 7. stavka 4. točke (a) POPs uredbe</b>
POPs-PBDE-ovi	1000 mg/kg (zbroj koncentracija tetra-, penta-, heksa-, oktaBDE)
PFOS-ovi	50 mg/kg
HBCD	1000 mg/kg (podložno preispitivanju do 20. 4. 2019. godine)

- b) Ostale metode zbrinjavanja primjenjive na određene vrste otpada kada uništavanje ili nepovratna transformacija sadržaja POPs-ova u otpadu nisu okolišno prihvatljive opcije su:
- odlaganje na posebno pripremljena odlagališta opasnog otpada (pod uvjetom da je otpad solidificiran ili djelomično stabiliziran)
  - trajno skladištenje otpada u podzemnim rudnicima soli i formacijama stijena.

Vrste otpada kao i granične vrijednosti koncentracija POPs-ova u tim otpadima navedene su u Prilogu V. dijelu 2. POPs uredbe.



## OBVEZE POSJEDNIKA ZALIHA I OTPADA PREMA NACIONALNOM ZAKONODAVSTVU

S obzirom na prijašnju i sadašnju uporabu POPs-PBDE-ova, PFOS-ova i HBCD-a u predmetima i proizvodima, otpadna EE oprema, otpadna vozila i građevni otpad predstavljaju značajne tokove otpada koji potencijalno mogu sadržavati ove tvari.

Zakon o održivom gospodarenju otpadom krovni je zakon u području gospodarenja otpadom kojim su definirane mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš, dok su odredbama, između ostalog, propisani načela, ciljevi i način gospodarenja otpadom, nadležnosti i obveze u gospodarenju otpadom, lokacije i građevine za gospodarenje otpadom te djelatnosti gospodarenja otpadom.

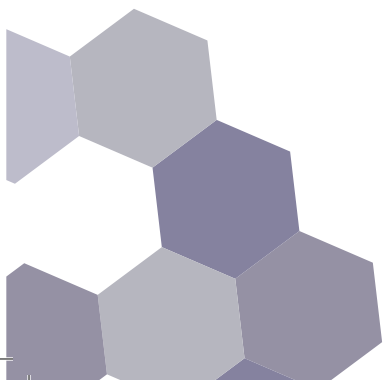
Uvjeti za gospodarenje otpadom propisani su Pravilnikom o gospodarenju otpadom.

Otpadna EE oprema (EE otpad), otpadna vozila i građevni otpad smatraju se posebnim kategorijama otpada. Posebnim pravilnicima propisani su uvjeti gospodarenja otpadom, vrste otpada koje se moraju sakupljati odvojeno i način obrade te vrste otpada, zahtjevi u pogledu sakupljanja, skladištenja i prijevoza otpada uključujući i označavanje i opremanje vozila, zahtjevi u pogledu obrade otpada, zahtjevi u pogledu otpada koji nastaje obradom, obveze proizvođača proizvoda te način i uvjeti označavanja proizvoda i ambalaže.

U nastavku je dan kratak pregled obveza u postupanju ovim tokovima otpada prema nacionalnom zakonodavstvu.

### Električna i elektronička oprema (EE oprema)

Pravilnikom o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom propisane su obveze i odgovornosti svih osoba uključenih u životni ciklus EE opreme. Nadalje, Pravilnik o ograničavanju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi definira pravila o ograničavanju uporabe opasnih tvari u EE opremi.



## Obveze proizvođača

- Smanjiti uporabu opasnih tvari u EE opremi na najmanju moguću mjeru.
- Omogućiti rastavljanje i uporabu otpadne EE opreme, a posebno ponovnu uporabu i recikliranje komponenata i materijala.
- EE otpad ne smije predstavljati opasnost ni štetu po ljudsko zdravlje i okoliš.
- EE oprema koja se stavlja na tržište mora biti čitljivo i na vidljivom mjestu jasno označena oznakom o obaveznom odvojenom sakupljanju EE otpada, a ako je moguće, treba je označiti sukladno normi HRN EN 50419.
- Uz isporučenu EE opremu krajnjim korisnicima treba priložiti pisanu uputu o:
  - razlozima, važnosti i obvezi odvojenog sakupljanja EE otpada te zabrani i razlozima zabrane odlaganja EE otpada kao nerazvrstanog komunalnog otpada
  - mjeri u kojoj je isporučenu EE opremu moguće ponovo koristiti i reciklirati
  - mjestima te sustavima povrata i prikupljanja EE otpada koji su im na raspolaganju, bez obzira na osobe koje su ih uspostavile
  - važnosti uloge i doprinosa krajnjih korisnika u gospodarenju EE otpadom te mogućim načinima ponovne uporabe, recikliranja i drugih oblika uporabe EE otpada
  - mogućim utjecajima EE otpada na okoliš, zdravlje i sigurnost ljudi kao rezultata prisutnosti opasnih tvari u EE opremi.
  - Informirati sve prodavatelje u dobavljačkom lancu o načinu preuzimanja EE otpada od posjednika, a posebno prodavatelja koji posljednji dobavlja EE opremu krajnjem korisniku.
- informirati javnost o važnosti odvojenog sakupljanja i pravilne obrade EE otpada na svojim mrežnim stranicama.
- Za svaku vrstu nove EE opreme koja se prvi put stavlja na tržište treba osigurati informacije o pripremi za ponovnu uporabu i obradi koje moraju sadržavati i podatke o sastavnim dijelovima i materijalima opreme, kao i mjestima unutar opreme gdje se nalaze opasne tvari i smjese.

EE oprema, kablovi i rezervni dijelovi za popravak, ponovnu uporabu te unaprijeđene funkcija koji se stavljaju na tržište na području Republike Hrvatske, u homogenim materijalima ne smiju sadržavati PBDE tvari u koncentraciji većoj od 0,1 % mase materijala.

### Obveze sakupljača

Sakupljač je obavezan od posjednika preuzeti EE otpad u cijelosti i u takvom ga stanju predati obrađivaču.

Građevine za skladištenje EE otpada prije obrade trebaju imati:

1. dijelove skladišta s nepropusnim plohami opremljene uređajima za sakupljanje rasutog materijala i odstranjivanje izlivenih tekućina te dekantere i opremu za čišćenje odmašćivanjem gdje je prikladno nepropusni pokrov za odgovarajuće površine
2. vagu za mjerenje preuzetog EE otpada.

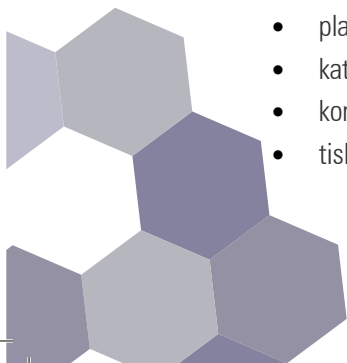
### Obrada EE otpada

Obrađivač mora imati građevinu za skladištenje i obradu EE otpada koja mora imati:

1. vage za mjerenje mase obrađenog otpada
2. odgovarajuća područja s nepropusnim plohami i nepropusnim pokrovom, opremu za sakupljanje rasutog materijala i odstranjivanje izlivenih tekućina te dekantere i opremu za čišćenje odmašćivanjem gdje je prikladno
3. odgovarajući skladišni prostor za rastavljene dijelove iz EE otpada
4. odgovarajuće spremnike za skladištenje baterija, kondenzatora i drugoga opasnog otpada
5. opremu za obradu voda.

Iz odvojeno sakupljenog EE otpada trebaju se, između ostalih, odstraniti:

- plastika koja sadrži bromirana sredstva za usporavanje gorenja
- katodne cijevi
- kondenzatori koji sadrže PCB
- tiskane ploče.



## Otpadna vozila

Pravilnikom o gospodarenju otpadnim vozilima („Narodne novine“, br. 125/15 i 90/16) propisani su, između ostalih, i zahtjevi u pogledu obveza i načina ispunjavanja obveza proizvođača vozila, zahtjevi u pogledu vozila koja se stavljaju na tržište te način obveznog postupanja proizvođača vozila, posjednika, sakupljača i obrađivača otpadnih vozila.

### Obveze proizvođača vozila

Proizvođač je obavezan osigurati da su vozila koja stavlja na tržište dizajnirana i proizvedena tako da je/su:

- uporaba opasnih tvari u vozilima smanjena na najmanju moguću mjeru, uz poštivanje ograničenja uporabe određenih opasnih tvari u vozilima koja su unutar Europske unije propisana posebnim propisom
- moguće rastavljanje i uporaba otpadnih vozila i njihovih sastavnih dijelova
- vozila u skladu s tehničkim zahtjevima za eko-dizajn proizvoda koji olakšavaju ponovnu uporabu i obradu otpadnih vozila
- u proizvodnji vozila u najvećoj mogućoj mjeri uporabljeni reciklirani materijali
- vozila koja su postala otpadnim vozilima ne predstavljaju opasnost ni štetu po ljudsko zdravlje i okoliš, kao ni zapreku ili poteškoću pri gospodarenju tim otpadnim vozilima.



Nadalje, proizvođač je dužan:

- osigurati da sastavni dijelovi i materijali pogodni za ponovnu uporabu i uporabu odgovaraju zahtjevu međunarodnih normi za njihovo obilježavanje
- dostaviti podatke, na zahtjev obradivača, o rastavljanju vozila te skladištenju i načinu testiranja sastavnih dijelova pogodnih za ponovnu uporabu
- objaviti podatke o:
  - dizajnu vozila i njegovim sastavnim dijelovima s uvidom u mogućnosti njihove uporabe i recikliranja
  - postupcima zbrinjavanja otpadnog vozila na ekološki prihvatljiv način s naglaskom na odstranjivanje tekućina i rastavljanje
  - razvoju i optimalnim načinima ponovne uporabe, recikliranja i uporabe otpadnih vozila i njihovih sastavnih dijelova.

### Sakupljanje i skladištenje otpadnih vozila

Uslugu sakupljanja otpadnih vozila na određenom području može obavljati sakupljač koji ima sklopljen ugovor o obavljanju usluge sakupljanja otpadnih vozila s Fondom za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

Sakupljač je obavezan od posjednika preuzeti otpadno vozilo te dijelove i materijale nastale održavanjem vozila najkasnije u roku od 15 dana od poziva posjednika.

Sakupljač je obavezan skladištiti sakupljena otpadna vozila, dijelove i materijale vozila prije obrade u građevinama za skladištenje otpada koje moraju imati:

1. nepropusnu podlogu opremljenu uređajima za sakupljanje rasutog materijala te za prihvat i odstranjivanje izlivenih tekućina, uključujući dekantiranje i čišćenje – odmašćivanje
2. odgovarajuće spremnike za otpad nastao prije obrade otpadnih vozila
3. vagu za mjerenje mase preuzetih otpadnih vozila
4. opremu za obradu voda (uključujući oborinske vode) prema posebnim propisima.

Skladištenje otpadnih vozila mora se obavljati tako da se izbjegne oštećenje dijelova otpadnih vozila te dijelova i materijala vozila koji sadrže tekućine kako bi se mogli izdvojiti sastavni dijelovi za ponovnu uporabu, recikliranje i uporabu.

## Obrada otpadnih vozila

Građevina za obradu otpadnih vozila mora imati:

1. vodonepropusni pokrov i nepropusnu podlogu opremljenu uređajima za sakupljanje rasutog materijala te za prihvat i odstranjivanje izlivenih tekućina, uključujući dekantiranje i čišćenje-odmašćivanje
2. prostor i opremu za obradu otpadnih vozila, uključujući skladište za otpadne gume
3. spremnike za skladištenje tekućina i obradom dobivenih pojedinih vrsta opasnog otpada
4. vagu za mjerenje mase otpada nastalog obradom otpadnih vozila
5. opremu za obradu voda (uključujući oborinske vode).

Prostor za obradu otpadnih vozila mora biti fizički odijeljen od skladišnog prostora, a obrada se mora provoditi kontinuirano da se spriječi nagomilavanje otpada na lokaciji.

Opasni materijali i dijelovi trebaju se ukloniti odmah po preuzimanju otpadnog vozila i izdvojiti tako da se spriječi naknadno onečišćenje otpada iz stroja za usitnjavanje.

Oporaba otpadnih vozila i dijelova nastalih obradom otpadnih vozila mora se obavljati uz primjenu najboljih raspoloživih tehnika.



## Građevni otpad

Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest, između ostalog, propisuje obveze proizvođača građevnog proizvoda, način označavanja građevnog proizvoda i ambalaže te uvjete gospodarenja građevnim otpadom.

Proizvođač građevnog proizvoda dužan je proizvod, odnosno ambalažu proizvoda koji stavlja na tržište na području Republike Hrvatske i koji uporabom u skladu s uputom proizvođača tog proizvoda postane onime što se smatra opasnim otpadom, označiti simbolom odvojenog sakupljanja i zabrane odbacivanja u miješani komunalni otpad.



Proizvođač građevnog proizvoda dužan je informirati (pisanom uputom, usmeno na prodajnom mjestu ili putem mrežne stranice) kupca i/ili korisnika proizvoda:

- o značenju simbola odvojenog sakupljanja
- o nastanku otpada koji se smatra opasnim ili neopasnim uporabom tog građevnog proizvoda.

Vlasnik građevnog otpada dužan je osigurati da taj otpad bude predan ovlaštenoj osobi.

Opasni građevni otpad zabranjeno je:

- odbaciti u miješani komunalni otpad
- miješati s drugom vrstom otpada ili tvarima uključujući i građevne proizvode ili materijalima koje nemaju status otpada.

Posjednik građevnog otpada dužan je, na gradilištu na kojem je taj otpad nastao, izdvojiti ga od drugog otpada i materijala koji nije otpad te odvojeno skladištiti otpad prema vrstama.

Posjednik građevnog otpada, koji skladišti građevni otpad na gradilištu na kojem je taj otpad nastao, dužan je osigurati da se:

- otpad skladišti odvojeno po svojstvu, vrsti i agregatnom stanju na čvrstoj površini na za to predviđenom mjestu na gradilištu
- opasni otpad skladišti u natkrivenom spremniku ili čvrstoj zatvorenoj vreći, odnosno da je onemogućeno rasipanje, raznošenje i razlijevanje tog otpada izvan gradilišta uzrokovano vremenskim prilikama
- skladištenje tekućeg otpada obavlja u primarnom spremniku postavljenom na slijevnu površinu opremljenu odgovarajućim sekundarnim spremnikom
- skladištenje plinovitog otpada obavlja u primarnim spremnicima koji se mogu hermetički zatvoriti i udovoljavaju posebnim propisima kojima se uređuje oprema pod tlakom.

## ZAMJENSKA SREDSTVA

### POPs-PBDE-ovi<sup>11</sup>

Kao i svi aditivi, usporivači gorenja odabiru se prema svojim specifičnim svojstvima, a odabir ovisi o zahtjevima krajnjeg korisnika i/ili tržišta. Nove vrste usporivača gorenja neprestano se pojavljuju na tržištu. Zamjenska sredstva POPs-PBDE-ova, kao usporivača gorenja, dostupna su i troškovno učinkovita. Ona uključuju redizajn proizvoda kako bi se isključilo dodavanje kemikalija, korištenje prirodnih materijala koji imaju slična svojstva kao i uporabu manje toksičnih zamjena.

<sup>11</sup> *Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of wastes containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), updated, January 2017., <http://chm.pops.int/>.*

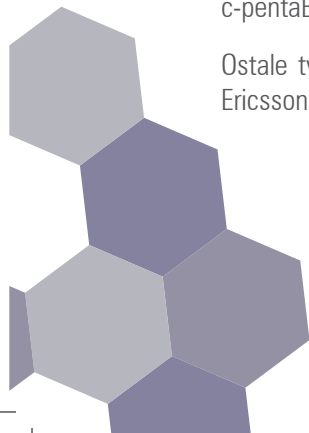


Glavna područja primjene POPs-PBDE-ova i zamjenska sredstva:

Uporaba	Zamjenska sredstva	
	Halogenirana	Ne-halogenirana
Kućišta EE opreme (c-oktaBDE)	Dekabromodifenil etan (DBDPE) ili tris (tribromofenil) cijanurate (za ABS i HIPS), HBCD (za HIPS), TBBPA (za ABS), bromirani polimeri	Usporivači gorenja na bazi fosfora: bisfenol A-bis(difenil fosfat), resorcinol-bis (difenil fosfat) (za PC, PC/ABS i PPE/HIPS)
Manje komponente u EE opremi (c-oktaBDE)	DBDPE (za PBT, PET i PA), bromirani polimeri	crveni fosfor, magnezijev hidroksid, melamin, metalni fosfinat (za PA, PBT i PET)
Tiskane pločice (c-pentaBDE)	Reaktivni TBBPA (za epoksi smole), aditivni TBBPA (za fenolne smole)	Usporivači gorenja na bazi fosfora: dihidrooksaosfen antaren (DOPO)/aluminij hidroksid, metalni fosfinat/DOPO/silicij dioksid, polimer fosfonat, termoplastika (u razvoju)
Premazi za tekstil (c-pentaBDE)	Halogeni organski fosforni usporivači gorenja	Vatrootporna sintetička vlakna (za PP i PE), staklena vlakna, ugradnja fosfonijevih spojeva (za celulozu), sredstva za bubrenje
PUR pjene (c-pentaBDE)	Firemaster 550 i 600, halogeni organski fosforni usporivači gorenja	Različite tehnologije stvaranja barijera, zamjena PUR pjene u određenim primjenama

Mnoge velike tvrtke već koriste zamjenska sredstva za c-oktaBDE te su uklonile bromirane usporivače gorenja iz uporabe (Dell, Lenovo i LG). IKEA je uklonila c-pentaBDE iz uporabe na svim svojim tržištima.

Ostale tvrtke koje su uklonile POPs-PBDE-ove u svojim proizvodima su IBM, Ericsson, Apple, Matsushita (uključujući Panasonic), Intel i B&O.



## PFOS-ovi<sup>12</sup>

Zamjenska sredstva za PFOS-ove mogu uključiti sljedeće grupe kemikalija:

- perfluorirani alkil sulfonili – većinom kratkolančani spojevi kao što su perfluorobutan sulfonska kiselina/kalijev perfluorobutan sulfonat (PFBS) ili preflurokarboksilna kiselina
- polifluorirani alkilni spojevi kao što su kratkolančani polimerni spojevi na bazi fluorotelomera ili fluoropolieteri
- spojevi bez fluora.

Podaci dobiveni različitim istraživanjima pokazali su da su PFOS-ovi i njihovi derivati zamijenjeni u većini područja primjene. Još uvijek postoje neka područja u kojima zamjenska rješenja do sada nije bilo moguće utvrditi.

Iako su zamjenska rješenja bez sadržaja fluora (npr. razni ugljikovodični surfaktanti i silikonski proizvodi) u primjeni u specifičnim područjima, umjesto njih se u većini slučajeva općenito još uvijek koriste drugi fluorirani spojevi. Razlog tomu je činjenica da rješenja bez fluora ne daju odgovarajući učinak, pogotovo u situacijama koje zahtijevaju izrazito nisku površinsku napetost.

Zamjenska rješenja na bazi fluora su uglavnom kratkolančani spojevi kao npr. fluorotelomerini alkoholi (lanac od 6 C atoma), perfluorobutan sulfonat ili fluorirani polieteri.

Među polifluoriranim alkilnim spojevima bioakumulacijski potencijal i opasnost raste s dužinom lanca. Polifluorirani spojevi duljine alkilnog lanca do 5 C atoma ili manje ne pokazuju značajan potencijal bioakumulacije i toksičnost. Bez obzira na to, ti su spojevi još uvijek vrlo postojani i u okolišu se zadržavaju desetljećima, a njihov učinak na ljudsko zdravlje nije do kraja istražen.

<sup>12</sup> Consolidated guidance on alternatives to perfluorooctane sulfonic acid and its related chemicals, UNEP/POPS/POPRC.12/INF/15/Rev.1, <http://chm.pops.int/>.



<b>Prihvatljiva namjena</b>	<b>Dostupno zamjensko rješenje</b>
1. Fotografija	✓
2. Fotootporni i antirefleksivni premazi za poluvodiče	✓
3. Sredstva za jetkanje poluvodiča i keramičkih filtera	✓
4. Hidraulična ulja u zrakoplovstvu	Nedovoljno informacija
5. Prevlačenje metala u zatvorenim sustavu	✓
6. Određena medicinska oprema	Nedovoljno informacija
7. Protupožarne pjene	✓
8. Mamci za insekte za kontrolu mrava roda <i>Atta</i> spp. i <i>Acromyrmex</i> spp.	✓ (Ali ne za sve potrebe)
<b>Posebna izuzeća</b>	
1. Fotomaske u industriji poluvodiča	✓
2. Prevlačenje metala (teški metali)	✓
3. Prevlačenje metala (dekorativno)	✓
4. Električni i elektronički dijelovi nekih pisača i fotokopirnih aparata u boji	Nedovoljno informacija
5. Insekticidi za kontrolu crvenih mrava i termita	✓
6. Proizvodnja nafte	✓

## HBCD<sup>13</sup>

Dostupni su zamjenski usporivači gorenja, kao i zamjene za EPS i XPS. To su mineralni izolacijski materijali koji ne zahtijevaju usporivače gorenja i krute poliuretanske pjene za koje su dostupna zamjenska rješenja za usporivače gorenja.

Komercijalno su dostupna zamjenska rješenja za uporabu HBCD-a u tekstilima, kao što su tvari na bazi reaktivnog fosfora, amonijevi polifosfati i diamonijev fosfat. Za HBCD koji se koristi u HIPS-u najčešća zamjenska rješenja su drugi bromirani usporivači gorenja vezani s antimonovim trioksidom.

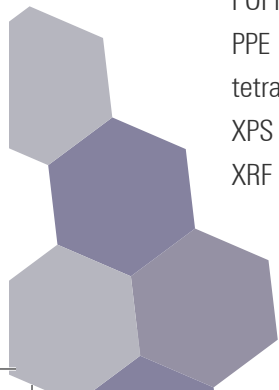
Zamjensko rješenje bez broma za neke uporabe može biti kopolimer HIPS-a i polifenilen oksida (PPO) uz dodatak trifenil fosfata kao usporivača gorenja.

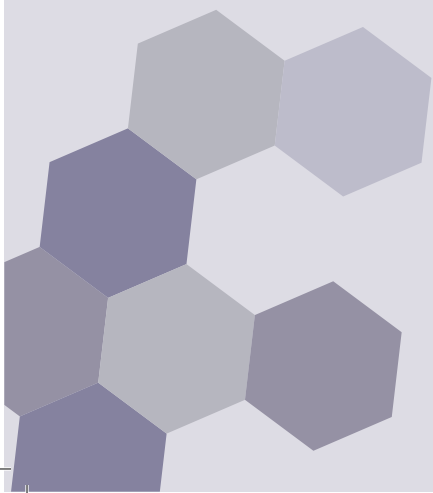
<sup>13</sup> Draft guidance on best available techniques and best environmental practices for the production and use of hexabromocyclododecane listed with specific exemptions under the Stockholm Convention, January 2017, <http://chm.pops.int/>.

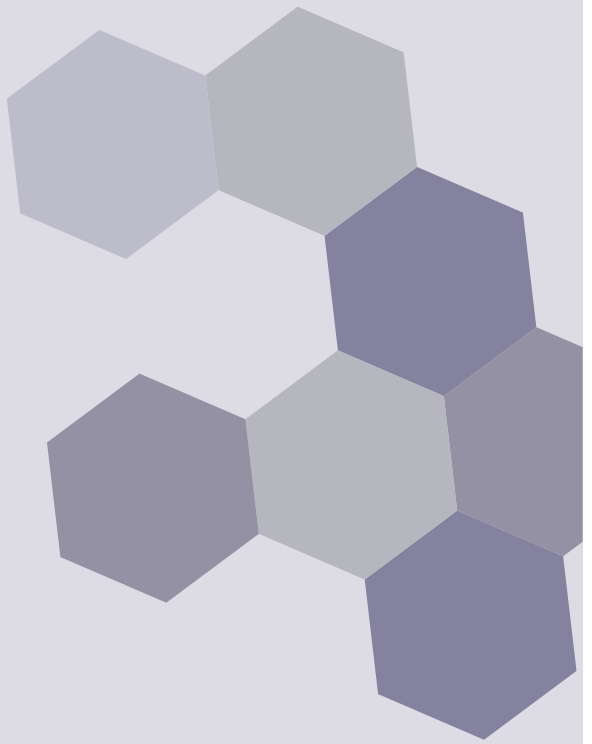


## POPIS KRATICA

ABS	akrilonitil-butadien-stiren
BRS Tajništvo	Zajedničko tajništvo Baselske, Stockholmske i Roterdamske konvencije
EPS	ekspandirani polistiren
HBCD	heksabromociklododekan
heksaBDE	heksabromodifenil eter
heptaBDE	heptabromodifenil eter
HIPS	polistren visoke žilavosti
NIP	Nacionalni provedbeni plan za provedbu Stockholmske konvencije
PA	poliamid
PBDD	polibromirani dibenzo-p-dioksini
PBDF	polibromirani dibenzofurana
PBT	polibutilen tereftalat
PC	polikarbonat
PCB	poliklorirani bifenili
pentaBDE	pentabromodifenil eter
PET	polietilen tereftalat
PFOS-ovi	perfluorooktan sulfonska kiselina, njezine soli i perfluorooktan sulfonil fluorid
PIC	prethodni informirani pristanak
POPs	postojana organska onečišćujuća tvar
PP	polipropilen
POPRC	Povjerenstvo za razmatranje novih kemikalija/POPs-ova
PPE	polifenil eter
tetraBDE	tetrabromodifenil eter
XPS	ekstrudirani polistiren
XRF	rendgenska fluorescencija







Ovu brošuru je izradilo Ministarstvo zaštite okoliša i energetike uz pomoć  
financijskih sredstva Međunarodnog fonda za okoliš (GEF).



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY  
INVESTING IN OUR PLANET



REPUBLIKA HRVATSKA

---

MINISTARSTVO ZAŠTITE  
OKOLIŠA I ENERGETIKE