



HRAČKA

NEBO TOXICKÝ ODPAD?

aneb Jak odpoví Stockholmská úmluva

Jitka Straková a Jindřich Petrlík
Arnika - Toxické látky a odpady

Prosinec 2017

Hračka nebo toxický odpad?

aneb

Jak odpoví Stockholmská úmluva

Jitka Straková a Jindřich Petrlík

Arnika – Toxické látky a odpady

Prosinec 2017

Shrnutí

Bromované zpomalovače hoření (BFRs) se velké míře používaly v čalounění nábytku, autosedačkách, elektronice nebo stavebních izolacích. Jejich účelem bylo zvýšit požární bezpečnost, protože se začalo používat daleko více hořlavých plastových materiálů. Za nejtoxičtější ze zástupců BFRs se považují polybromované difenylethery (PBDEs) a hexabromcyklododekan (HBCD nebo HBCDD). Jedná se o perzistentní organické polutanty (POPs) – látky, které se v prostředí velice obtížně rozkládají, hromadí se v tělech živých organismů a jsou schopné cestovat daleko od místa, kde byly vypuštěny. Znepokojující je skutečnost, že dokáží přispět k řadě zdravotních problémů od poruch nervové soustavy, snížené schopnosti dětí soustředit se nebo zasáhnouti našeho hormonálního systému. Všechny tyto vlastnosti přispěly k tomu, že se ocitly na černé listině (Annex A) Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech (dále jen Stockholmské úmluvy), která se pokouší penta-, okta- a dekabromdifenylether (penta-, okta-, dekaBDE) a hexabromcyklododekan (HBCD) sprovodit ze světa. Ambice Stockholmské úmluvy o likvidaci bromovaných zpomalovačů hoření jsou podkopávány existencí výjimek k jejich globálnímu zákazu.

Odpadní materiály s penta- a oktaBDE se smějí recyklovat do nových výrobků. Odborná komise Stockholmské úmluvy (POPRC) předpověděla, že pokud se tato praxe neukončí, dojde k další kontaminaci výrobků, lidí a životního prostředí a rozšíření PBDEs do výrobků, z nichž je nepůjde z technických i ekonomických důvodů odstranit. Navracení POPs zpět do výrobního řetězce jde zcela proti duchu Stockholmské úmluvy i většiny evropských směrnic v oblasti bezpečnosti chemických látek. Tato studie navazuje na průzkum IPENU a Arniky, který odhalil okta- a dekaBDE a HBCD v rubikových kostkách, hračkách pro děti a ozdobách do vlasů, tedy předmětech, které jimi nebyly ošetřovány ani v dobách, kdy bylo použití bromovaných zpomalovačů hoření akceptováno. Studie tak prokazuje, že se zakázané bromované zpomalovače hoření dostávají díky recyklačním výjimkám do nových výrobků, ve kterých se historicky nevyskytovaly a které jsou navíc určeny pro citlivou část populace. Doplnkové vzorkování hraček na českém trhu má doplnit informace z 25 zemí o aktuální situaci v České republice.

Laboratorní analýzou 7 vzorků hraček z černého plastu zakoupených v České republice byla odhalena kontaminace všech vzorků okta- a dekaBDE v koncentracích od 1-380, respektive 7-2234 ppm, jeden vzorek navíc obsahoval 91 ppm HBCD. Pokud by se jednalo o hračky, které nejsou vyrobené z recyklátu, nesplňovaly by ve 4 případech nařízení o POPs pro oktaBDE. Pokud by se jednalo o elektroniku, ochrannou legislativní mez by překročily dvě hračky z důvodu vysoké koncentrace dekaBDE (1074 a 2234 ppm). Tyto hračky by přesáhly i mez stanovenou evropskou legislativou REACH. Ve chvíli, kdy se stanou tyto hračky odpadem, a my se přikloníme k ochrannému limitu 1000 ppm, byly by dvě z nich považovány za nebezpečný odpad s obsahem POPs. Pokud zvolíme přísnější a z hlediska ochrany zdraví preferovaný ochranný limit pro odpady 50 ppm, překročí ho šest ze sedmi analyzovaných hraček, a to především z důvodu vysokého obsahu dekaBDE.

Uvedené údaje dokládají, že toxické chemikálie používané jako zpomalovače v elektronickém odpadu, jsou recyklovány do plastových hraček na českém trhu. Na rozdíl od výrobků záměrně ošetřených PBDEs v době před jejich zákazem, ztrácíme u recyklovaného zboží informaci, v jakých koncentracích PBDEs do nových výrobků vstupují a jaké typy zboží jimi mohou být kontaminovány. Náš průzkum shodně s předešlými studiemi ukazuje na alarmující důsledek recyklace PBDEs a tím je znečištění výrobků určených pro nejcitlivější část populace – děti. Pokud tedy nechceme nechat

všechny dosavadní zásoby penta- a oktaBDE z odpadů neřízeně kolovat v novém zboží a životním prostředí, je třeba zajistit okamžité zastavení recyklačních výjimek pro tyto toxické chemikálie. Druhým nezbytným krokem je nastavení přísného limitu pro PBDEs v odpadech. Ten znemožní volné využívání elektroodpadu s PBDEs pro recyklaci nebo jeho vývoz z Evropy do rozvojových zemí, kde je neúměrně zatěžováno lidského zdraví u žen a dětí pracujících v neoficiálním recyklačním sektoru.

Opatření, která mohou ukončit kolování toxických bromovaných zpomalovačů hoření v odpadu, výrobcích a životním prostředí jsou:

1. Ukončení recyklačních výjimek zavedených Stockholmskou úmluvou/Evropským nařízením o POPs pro materiály obsahující penta- a oktaBDE.
2. Ukončení výjimek zavedených Stockholmskou úmluvou umožňujících používání dekaBDE v některých aplikacích, obzvláště v situaci, kdy jsou k nim dostupné alternativy.
3. Nastavení ochranného limitu pro odpady na úrovni 50 ppm pro sumu PBDEs, která znemožní vyvážení toxického odpadu za hranice a tím i ohrožování zdraví lidí pracujících v recyklačním sektoru v rozvojových zemích.

Úvod

Bromované zpomalovače hoření (BFRs) se velké míře používaly v čalounění nábytku, autosedačkách, elektronice nebo stavebních izolacích. Jejich účelem bylo zvýšit požární bezpečnost, protože se začalo postupně používat daleko více hořlavých plastových materiálů. Za nejtoxičtější ze zástupců BFRs se považují polybromované difenylethery (PBDEs) a hexabromcyklododekan (HBCD). Jedná se o perzistentní organické polutanty (POPs) – látky, které se v prostředí velice obtížně rozkládají, hromadí se v tělech živých organismů a jsou schopné cestovat daleko od místa, kde byly vypuštěny. Z těchto důvodů jsou všudypřítomné. Nacházíme je v sedimentech, tělech ryb i lidí i daleko za polárním kruhem. Znepokojující je skutečnost, že dokáží přispět k řadě zdravotních problémů od poruch nervové soustavy, snížené schopnosti dětí soustředit se nebo zasáhnutí našeho hormonálního systému. Všechny tyto vlastnosti přispěly k tomu, že se ocitly na černé listině (Annex A) Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech (dále jen Stockholmské úmluvy), která se pokouší penta-, okta- a dekabromdifenylether (penta-, okta-, dekaBDE) a hexabromcyklododekan (HBCD) sprovodit ze světa.

Pentabromdifenylether (pentaBDE) najdeme v polyuretanových pěnách vyplňujících matrace, čalouněný nábytek nebo sedačky dopravních prostředků. Oktabromdifenylether (oktaBDE) je znám z ABS (akrylonitril-butadien-styren) krytů elektroniky, zejména CRT televizí a monitorů (klasických hlubokých obrazovek s elektronkou z katodové trubice), ale i tiskáren a faxů. Dekabromdifenylether (dekaBDE) lze díky jeho všestrannosti najít v řadě materiálů, ale využíván byl především elektrotechnickým průmyslem pro ošetření nárazuvzdorného (houževnatého) polystyrénu (HIPS). Z něj jsou vyrobeny kryty řady domácí a spotřební elektroniky (např. stereopřehrávačů, mobilů). Hexabromcyklododekan (HBCD) známe především z extrudovaného a expandovaného polystyrenu tepelných izolací domů. Jelikož se jedná o aditiva, která nejsou chemicky vázána k danému plastovému polymeru, dochází k jejich uvolňování během celého životního cyklu výrobku až po dobu, kdy se stane odpadem. Jako první byly v roce 2004 Stockholmskou úmluvou zakázány penta- a oktaBDE, které byly v roce 2015 následovány HBCD a roku 2017 dekaBDE.

Ambice Stockholmské úmluvy o likvidaci bromovaných zpomalovačů hoření jsou podkopávány existencí výjimek k jejich globálnímu zákazu. Odpadní materiály s penta- a oktaBDE se smějí recyklovat do nových výrobků. Před touto praxí varovala odborná komise Stockholmské úmluvy (POPs Review Committee, POPRC) a již v roce 2010 doporučila co nejrychleji odstranit PBDEs z recyklačních toků (UNEP/POPs/COP.5/15). POPRC předpověděla, že pokud se tak neučiní, dojde k další kontaminaci výrobků, lidí a životního prostředí a rozšíření PBDEs do výrobků, z nichž je nepůjde z technických i ekonomických důvodů odstranit. Dále dodala, že tato praxe může vést ke ztrátě důvěryhodnosti recyklace. Navracení POPs zpět do výrobního řetězce jde zcela proti duchu Stockholmské úmluvy i většiny evropských směrnic v oblasti bezpečnosti chemických látek. U HBCD a dekaBDE se stejná chyba nezopakovala a naopak, polystyren ošetřený HBCD, který může během přechodného období, které trvá do roku 2019, a po náležité autorizaci, přijít na trh, musí být označen, aby bylo následně možné oddělit ho od ostatního odpadu a neuvádět do recyklačních toků. Výjimce ke globálnímu zákazu se ale nevyhnul dekaBDE, který byl na seznam látek Stockholmské úmluvy přidán tento rok (2017). Recyklovat ho sice možné není, což je ovšem bezpředmětné, když se jeho výjimka týká možného využití v textiliích, plastových krytech ohřevných elektrických zařízení (přímotopech, fénech na vlasy, žehličkách) a v polyuretanových pěnách stavebních izolací. Dalekosáhlé výjimky jsou možné i pro použití dekaBDE v automobilovém průmyslu a letectví.

Se samotným odstraněním POPs z životního prostředí, na které je Stockholmská úmluva zacílena, je spojen fakt, že současně s prosazením zákazu dané látky vzniká otázka, jak naložit s výrobky, které danou látku obsahují a stávají se odpadem nebo současnou zásobou těchto nebezpečných chemikálií. Tento problém řeší článek 6 Úmluvy. Ten mimo jiné stanovuje limitní množství POPs (včetně PBDEs a HBCD), tzv. low POPs content level nebo zkráceně LPCL, v odpadu, při jehož překročení se odpad stává nebezpečným „POPs odpadem“ a musí s ním být podle toho nakládáno (například nesmí být volně vyvážen za hranice států nebo likvidován tak, aby docházelo k formování a uvolňování dalších POPs). Doprovodné technické směrnice jsou důležité pro určení vhodných metod a možností likvidace odpadů s obsahem POPs. Stávají hodnota LPCL pro sumu penta- a oktaBDE činí 50 nebo 1000 ppm¹ a pro HBCD 100 nebo 1000 ppm. Tyto limity jsou často jediným mechanismem sloužícím k prevenci rozsáhlých přeshraničních pohybů výrobků a odpadů kontaminovaných POPs, např. k vyvážení nebezpečných odpadů z Evropy do rozvojových zemí Asie a Afriky. Strany úmluvy mají v tento moment možnost vybrat si jednu ze dvou mezí a tu implementovat do národní legislativy. Přísné LPCL a ukončení recyklačních výjimek pro PBDEs mají moc omezit množství kontaminovaných materiálů, které vstupují do recyklačního řetězce. Separované materiály mohou být likvidovány některou z nespalovacích technologií, které nevratně PBDEs zlikvidují a na rozdíl od technologií spalovacích nevytvorí přidanou zátěž ve formě bromovaných dioxinů a furanů.

Tato studie navazuje na průzkum IPENu a Arniky (DiGangi, Straková a Lee, 2017), který odhalil okta- a dekaBDE a HBCD v rubikových kostkách, hračkách pro děti a ozdobách do vlasů v koncentracích, které odpovídají recyklovanému zboží. Studie tak prokazuje, že se zakázané bromované zpomalovače hoření dostávají díky recyklačním výjimkám do nových výrobků, ve kterých se historicky nevyskytovaly a které jsou navíc určeny pro citlivou část populace. Doplňkové vzorkování hraček na českém trhu má doplnit informace z 25 zemí o aktuální situaci v České republice.

¹ Očekává se, že se do těchto sum, tedy 50 případně 1000 ppm, zahrne i dekaBDE, a proto s hodnotami LPCL již v této studii takto pracujeme.

Metodika

V hračkářstvích a tržnicích v Praze, ve Středočeském a Olomouckém kraji bylo zakoupeno 16 hraček z černého plastu. Černý plast byl vybrán jako možná indikace recyklovaného materiálu – výrobci zpravidla z technických a estetických důvodů (aby zanikla barevná různorodost materiálu) barví recyklovaný plast na černo. Za pomoci ručního rentgenového přístroje NITON XL3t 800 byla ve vzorcích stanovena koncentrace bromu. Sedm hraček s koncentrací vyšší než 300 ppm bromu bylo analyzováno na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze (VŠCHT) na přítomnost PBDEs a HBCD. Bromované zpomalovače hoření se extrahovaly n-hexanem a výluh se přenesl do isooktanu. Identifikace a kvantifikace zpomalovačů hoření se prováděla pomocí plynové chromatografie / hmotnostní spektrometrie za použití elektronové ionizace (GC-MS/MS-EI). Hlavní složky kongenerů uvedených na seznamu podle Stockholmské úmluvy se analyzovaly s detekčním limitem 0,1 ppb pro PBDEs a 3 ppb pro HBCD. Výsledné hodnoty byly porovnávány s legislativními limity uvedenými v tabulce 1.

Tabulka 1: Legislativní limity pro obsah BFRs ve výrobcích odpadu (ppm)

BFR	Nařízení POPs		RoHS	REACH	LPCL
	výrobek	recyklovaný výrobek	elektronika	výrobek	odpady
Σpenta+oktaBDE	10	1000			50 nebo 1000
dekaBDE*	Bude aktualizováno	Bude aktualizováno		1000 (od roku 2019)	Bude součástí LPCL pro penta- a oktaBDE
Σpenta+okta+dekaBDE+PBB			1000		
HBCD	100			Povinnost autorizace	100 nebo 1000

*DekaBDE byl na seznam látek Stockholmské úmluvy zařazen až v roce 2017. DekaBDE se stane s nejvyšší pravděpodobností součástí limitu pro PBDEs, které byly na seznam Stockholmské úmluvy přidány dříve (penta a oktaBDE). Limit bude aktualizován spolu s Nařízením o POPs.

Výsledky

Laboratorní analýzou 7 vzorků hraček z černého plastu byla odhalena kontaminace všech vzorků okta- a dekaBDE v koncentracích od 1-380, respektive 7-2234 ppm, jeden vzorek navíc obsahoval 91 ppm HBCD (viz tabulka 2).

Pokud by se jednalo o hračky, které nejsou vyrobené z recyklátu, nesplňovaly by v 4 případech nařízení o POPs pro oktaBDE. Pokud by se jednalo o elektroniku, ochrannou legislativní mez by překročily dvě hračky z důvodu vysoké koncentrace dekaBDE (1074 a 2234 ppm). Tyto hračky by přesáhly i mez stanovenou evropskou legislativou REACH. Ve chvíli, kdy se stanou tyto hračky odpadem, a my se přikloníme k ochrannému limitu 1000 ppm pro součet penta-, okta- a dekaBDE, budou dvě z nich považovány za nebezpečný odpad s obsahem POPs. Pokud zvolíme přísnější a z hlediska ochrany zdraví preferovaný ochranný limit pro sumu PBDEs v odpadech na úrovni 50 ppm, překročí ho šest ze sedmi analyzovaných hraček, a to především z důvodu vysokého obsahu dekaBDE.

Tabulka 2: Výsledky stanovení bromu rentgenovým spektrometrem a bromovaných zpomalovačů hoření za použití GC-MS/MS-EI (ppm).

Vzorek	Trans-former 1	Trans-former 2	Autíčko	Hračka bota	Kostka krtek	Rubikova kostka 1	Rubikova kostka 2
Br	1045	367	612	1212	5591	2686	3207
OktaBDE*	1,11	7,80	3,94	30,60	380,15	43,24	120,03
DekaBDE**	7,03	42,33	52,34	269,98	2234,12	300,88	1074,64
ΣPBDEs	8,14	50,15	56,30	300,58	2614,34	344,24	1194,71
HBCD***	< 0,01	< 0,01	0,40	91,07	0,76	0,30	0,98

*OktaBDE je dán součtem kongenerů BDE 153, 154, 183, 196, 197, 203, 206 a 207

**DekaBDE je dán koncentrací BDE 209

***HBCD je dán součtem α-HBCD, β-HBCD a γ-HBCD

Diskuze

Srovnání výsledků s ostatními studii

Uvedené údaje dokládají, že toxické chemikálie používané jako zpomalovače hoření, nacházející se v elektronickém odpadu, jsou přítomné v plastových hračkách na českém trhu. Výsledky doplňují předchozí zjištění IPENU a Arniky (DiGangi, Straková a Lee, 2017) shrnuté v tabulce 3. Shodná studie poukázala na kontaminaci recyklovaných ozdob do vlasů, předmětů péče o vlasy a termohrnku zakoupeného v České republice.

Tabulka 3: Přítomnost PBDEs a HBCD (ppm) v hračkách zakoupených v České republice dle studie DiGangi, Straková a Lee, 2017

Hračka	OktaBDE	DekaBDE	HBCD
Rubikovy kostky (6ks)	0,3 - 75	2 - 96	0 - 42
Robot	0,2	1	0,0
Prstový skateboard	95	121	0,5
Pistolka	82	117	375
Malířský štětec pro děti	35	23	2
Dětská hokejka	6	9	0,0

Na znečištění hraček bromovanými zpomalovači hoření poprvé ukázal průzkum Chen a kol. (2009), který našel penta-, okta-, dekaBDE a jiné zpomalovače hoření v 80 % vzorků plastových dětských hraček. Později našel Ionas a kol. (2014) PBDEs v hračkách vyrobených z recyklovaných plastů na trhu v Belgii. Jediný kongener oktaBDE byl nalezen ve 22 % hraček a dekaBDE v 16 % z nich.

Kontaminované hračky – důsledek recyklace elektroodpadu

Výše uvedené studie doplněné našim průzkumem dokládají, že kontaminace recyklovaných výrobků bromovanými zpomalovači hoření je globálním problémem týkajícím se zemí rozvojového světa i rozvinutých zemí včetně České republiky. Sekretariát Stockholmské úmluvy při zkoumání tohoto problému uvedl, že výše uvedená množství (a množství, která zjistila naše studie) jsou nižší než koncentrace zpomalovačů hoření záměrně přidávaných do elektronických a dalších výrobků pro omezení hořlavosti materiálu, což potvrzuje skutečnost, že zkoumané látky byly do výrobků zaneseny v důsledku recyklace (UNEP, 2016). Obrázek dokresluje analýzy toků pentaBDE a oktaBDE v Nizozemsku, kterou vypracovali Leslie a kol. (2013). Zjistili, že 22 % PBDEs přítomných v odpadních elektrických a elektronických zařízeních pravděpodobně skončí v recyklovaných plastech. V Austrálii našla analýza 1714 plastových výrobků nebo součástí do televizorů a malých zařízení kongeneru oktaBDE ve 31 % z nich, v koncentracích v rozmezí od 51 do 68045 ppm (Gallen et al. 2014). K recyklaci materiálů obsahujících POPs a kontaminaci nových výrobků dochází rovněž v případě

recyklace polyuretanových pěn z matrací a čalounění, které jsou recyklovány do podložek pod koberce (DiGangi a kol., 2011).

Kontaminace recyklovaného zboží je důsledkem existence recyklačních výjimek umožněných Stockholmskou úmluvou. Naplňuje se předpověď odborné komise pro posuzování POPs (POPs Review Committee; POPRC), která varovala, že v důsledku recyklace toxických PBDEs dojde ke kontaminaci široké škály výrobků a odpadních toků, ze kterých nebude odstranění PBDEs možné z technických a ekonomických důvodů (UNEP, 2010).

Nutnost okamžitého ukončení recyklačních výjimek

Výsledky naší studie jsou v souladu se závěry odborné komise Stockholmské úmluvy (POPRC), která předpověděla, že recyklační výjimky pro PBDEs povedou ke kontaminaci zboží, ve kterém budou PBDEs obtížně vystopovatelné a odstranitelné z technických a ekonomických důvodů. Na rozdíl od výrobků záměrně ošetřených PBDEs v době před jejich zákazem, ztrácíme u recyklovaného zboží informaci, v jakých koncentracích PBDEs do nových výrobků vstupují a jaké typy zboží jimi mohou být kontaminovány.

Pokud vezmeme v úvahu fakt, že penta- a oktaBDE byly v Evropské unii zakázány v roce 2004 a životnost čalounění je zhruba 10 let a životnost automobilových aplikací zhruba 16 let, vstoupí většina odpadu s obsahem pentaBDE do odpadních toků do roku 2020 (UNEP, 2016). Pokud se podíváme na elektroniku ošetřenou oktaBDE, zjistíme, že její většina již dosáhla konce životnosti a v současnosti vstupuje do odpadních a recyklačních toků (EC, 2014). Pokud tedy nechceme nechat všechny dosavadní zásoby penta- a oktaBDE neřízeně kolovat v odpadech a novém zboží, je třeba zajistit okamžité zastavení recyklačních výjimek pro tyto toxické chemikálie.

Nutnost striktního nastavení limitu pro POPs v odpadech (LPCL)

Z legislativního hlediska nebude koloběh toxických BFRs v odpadech, výrobcích a jejich uvolňování během souvisejících procesů ukončeno, dokud nebude nastaven striktní ochranný limit pro odpady, tzv. low POPs content level (LPCL). Ten znemožní volné využívání elektroodpadu s PBDEs pro recyklaci nebo jeho vývoz do rozvojových zemí. Tuto praxi prokázali Breivik et al. (2011) a Wong a kol. (2008) na exportu odpadů s obsahem POPs do Afriky a Asie. Dle UNEP (2016) se odhaduje, že alespoň 50 % odpadních elektrických a elektronických zařízení se v EU shromažďuje mimo oficiální systémy zpětného odběru a část z tohoto množství se poté vyváží do rozvojových zemí jako použitá zařízení nebo nelegálně jako odpad. Nelegální export vychází hlavně z Evropy, Severní Ameriky, Japonska, Austrálie a USA a obvykle končí v Asii včetně Číny, Hongkongu, Indie, Pákistánu, Thajska a Vietnamu a v Africe včetně Ghany, Nigérie a Beninu. Studie ukazují, že recyklace elektroodpadu s PBDEs v nezajištěných podmínkách rozvojových zemí nebo zemí nedisponujících adekvátními technologiemi a ochranou zaměstnanců vede k jejich uvolňování do okolního prostředí a formaci vysoce toxických bromovaných dioxinů (Sthiannopkao a Nnoron a Wong, 2012; Wu a kol., 2008; Zhao a kol., 2009; Osibanjo a Nnorom, 2007).

Spolu s vágně nastaveným LPCL je umožněn nejen vývoz nebezpečného odpadu z evropských zemí, ale především neúměrné zatížení lidského zdraví u žen a dětí pracujících v neoficiálním recyklačním sektoru. Mírný limit LPCL tuto praxi zachová a zbytečně vystaví další generace vysoce toxickým POPs, protože se kontaminované materiály budou moci převážet bez omezení jako materiály určené k recyklaci nebo jako výrobky.

Závěry a doporučení

Laboratorní analýzy 7 vzorků hraček z černého plastu zakoupených v České republice prokázaly, že všechny obsahují oktaBDE i dekaBDE, bromované zpomalovače hoření používané v elektronice. Složení a koncentrace těchto látek v hračkách poukazuje na skutečnost, že se nejedná o záměrné ošetření výrobku danou chemikálií, ale důsledek recyklace plastu pocházejícího z elektroodpadu do tohoto typu výrobků. Jedná se tak o cestu, kterou se dostávají toxické, ale legislativou nedostatečně regulovaná látka, do nových výrobků. Kontaminace recyklovaných výrobků bromovanými zpomalovači hoření je globálním problémem týkajícím se zemí rozvojového světa i rozvinutých zemí včetně České republiky.

Pokud by se jednalo o hračky, které nejsou vyrobené z recyklátu, nesplňovaly by v 4 případech nařízení o POPs pro oktaBDE. Pokud by se jednalo o elektroniku, ochrannou legislativní mez by překročily dvě hračky z důvodu vysoké koncentrace dekaBDE (1074 a 2234 ppm). Tyto hračky by přesáhly i mez stanovenou evropskou legislativou REACH. Ve chvíli, kdy se stanou tyto hračky odpadem, a my se přikloníme k ochrannému limitu 1000 ppm pro součet penta-, okta- a dekaBDE, budou dvě z nich považovány za nebezpečný odpad s obsahem POPs. Pokud zvolíme přísnější a z hlediska ochrany zdraví preferovaný ochranný limit pro sumu PBDEs v odpadech na úrovni 50 ppm, překročí ho šest ze sedmi analyzovaných hraček, a to především z důvodu vysokého obsahu dekaBDE.

Opatření, která mohou ukončit kolování toxických bromovaných zpomalovačů hoření v odpadu, výrobcích a životním prostředí jsou:

1. Ukončení recyklačních výjimek zavedených Stockholmskou úmluvou/Evropským nařízením o POPs pro materiály obsahující penta a oktaBDE.
2. Ukončení výjimek zavedených Stockholmskou úmluvou umožňujících používání dekaBDE v některých aplikacích, obzvláště v situaci, kdy jsou k nim dostupné alternativy.
3. Nastavení ochranného limitu pro odpady na úrovni 50 ppm pro sumu PBDEs, která znemožní vyvážení toxického odpadu za hranice a tím i ohrožování zdraví lidí pracujících v recyklačním sektoru v rozvojových zemích.

Literatura

Breivik K, Gioia R, Chakraborty P, Zhang G, Jones KC (2011). Are Reductions in Industrial Organic Contaminants Emissions in Rich Countries Achieved Partly by Export of Toxic Wastes? *Environmental Science & Technology* 45 (21): 9154-9160.

Chen SJ, Ma YJ, Wang J, Chen D, Luo XJ, Mai BX (2009). Brominated flame retardants in children's toys: concentration, composition, and children's exposure and risk assessment. *Environmental Science and Technology* 43 (11): 4200-4206.

DiGangi J, Strakova J, Watson A (2011). A Survey of PBDEs in Recycled Carpet Padding. Dioxin, PCBs, and Wastes Working Group, IPEN — duben 2011, <http://ipen.org/sites/default/files/documents/A-survey-of-PBDEs-in-recycled-carpet-padding.pdf>

DiGangi J, Strakova J, Bell L (2017). POPs Recycling Contaminates Children's Toys with Toxic Flame Retardants, studie IPEN u Arniky, <http://english.arnika.org/publications/bfrs-in-toys-2017>

European Commission (2014). Union's Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, <http://chm.pops.int/Implementation/NationalImplementationPlans/NIPTransmission/tabid/253/ctl/Download/mid/13658/Default.aspx?id=60&ObjID=20001>

Gallen C, Banks A, Brandsma S, Baduel C, Thai P, Eaglesham G, Heffernan A, Leonards P, Bainton P, Mueller JF (2014). Towards development of a rapid and effective non-destructive testing strategy to identify brominated flame retardants in the plastics of consumer products." *Science of the Total Environment* 491-492: 255-265.

Ionas AC, Dirtu AC, Anthonissen T, Neels H, Covaci A (2014). Downsides of the recycling process: Harmful organic chemicals in children's toys. *Environment International* 65: 54-62.

Leslie HA, Leonards PEG, Brandsma SH, Jonkers N (2013). IVM/IVAM Report: 13-16.

Osibanjo O, Nnorom IC (2007). The challenge of electronic waste (e-waste) management in developing countries, *Waste Management & Research* 25 (6), 489 – 501.

Sthiannopkao S, Wong MH (2012). Handling E-Waste in Developed and Developing Countries: Initiatives, Practices, and Consequences. *The Science of the total environment*, 1147-1153.

UNEP (2010). Matters related to the implementation of the Convention: listing of chemicals in Annex A, B or C to the Convention, in Annex „Recommendations on the elimination of brominated diphenyl ethers from the waste stream and on risk reduction for perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) and its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF)“, <http://chm.pops.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP5/COP5Documents/tabid/1268/ctl/Download/mid/4361/Default.aspx?id=88&ObjID=11025>

UNEP (2016). Report for the evaluation and review of brominated diphenyl ethers listed in Annex A to the Convention, <http://www.brsmeas.org/2017COPs/MeetingDocuments/tabid/5385/ctl/Download/mid/16183/language/en-US/Default.aspx?id=16&ObjID=23367>

Wong H, Leung AOW, Chan JKY, Xing GH, Wu SC, Xu Y, Chen LX, Liang Y, Leung CKM (2008). Human body loadings of PCDD/Fs, PBDEs, and PCBs due to uncontrolled e-waste recycling. *Organohalogen Compounds* 70: 946–949.

Wu, J.P., Luo, X.J., Zhang, Y., Luo, Z., Chen, S-j., Mai, B-X., Yang, Z.Y., (2008). Bioaccumulation of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in wild aquatic species from an electronic waste (e-waste) recycling site in South China, In *Environment International*, Volume 34 (8), 1109-1113.

Zhao YX, Qin XF, Li Y, Liu, PY, Tian M, Yan SS, Qin ZF, Xu, XB, Yang, YJ (2009). Diffusion of polybrominated diphenyl ether (PBDE) from an e-waste recycling area to the surrounding regions in Southeast China, *Chemosphere* 76 (11), 1470-1476.

Příloha 1: Fotografie vzorků



Transformer 1



Transformer 2



Hračka bota



Autíčko



Rubikova
kostka 1



Rubikova
kostka 2

Kostka Krtek





Tato publikace vznikla s podporou Ministerstva životního prostředí a Hlavního města Prahy. Nemusí vyjadřovat stanoviska dárců.

© Arnika 2017