

Leegiaeglustitena kasutatavad broomitud difenüüleetrid plastis

Antud näide põhineb avalikul teabel ja selle eesmärk on illustreerida asendamise protsessi. Esitatud näite koostamisel on lähtutud nii ettevõtete reaalsest kogemusest kui ka teoreetilistest allikatest: kirjeldatakse ainete ohtusid, võimalikke alternatiive ning toetatakse õigusaktidele. Näide ei ole kõikehõlmav ega illustreeri kõiki aine asendamise võimalusi.

Sissejuhatus

Leegiaeglustid on oluliseks koostisosaks paljudes elektri- ja elektroonikaseadmetes kasutatavates plastides. Leegiaeglustitena on kasutatud broomitud difenüüleetreid (*brominated diphenyl ethers* - BDE). Kuna BDE-d on looduses väga püsivad ja akumulerevad bioloogilistes organismides, on tõstatud küsimus, kas neid peaks asendada. Praegu ollakse rohkem mures kui kunagi varem, kuna on leitud, et plastikust sisalduvad BDE-d saastavad tooteid, sealhulgas laste mänguasju. Probleem seisneb ka plastiku taaskasutuses.

Broomitud difenüüleetrid on inimese loodud sünteetilised kemikaalid, mida leidub plastides, et raskendada nende süttimist. Selliseid plaste on kasutatud mitmesugustes tarbetoodetes. Alates 1970ndatest on BDE-sid laialdaselt kasutatud leegiaeglustitena elektroonikas. BDE-d vabanevad toodetest kui televiisorid või arvutid kuumenevad või kui tooted lagunevad.

Olemas on kolm olulist kaubanduslikku BDE segu: penta-, okta- ja deka-bromodifenüüleetrid. DekabDE-d (*Decabromodiphenyl Ether*) kasutatakse peamiselt elektroonika ümbristes, näiteks televiisorikorpusetes. DekabDE moodustab 80 protsenti käesoleval hetkel toodetavatest BDE-dest ja see koosneb umbes 97 protsendist puhtast broomitud difenüüleetrist. DekabDE-d kasutatakse Euroopas vahemikus 10 000-100 000 tonni aastas. See on leegi levikut aeglustava lisandina laialdaselt kasutusel paljudes erinevates tööstusharudes. Peamised kasutusala on seotud just plastiku ja tekstiiliga.

OktaBDE-d kasutatakse laialdaselt arvutite ja väikeste seadmete plastikust. PentaBDE-d kasutatakse peamiselt mööblipolstris kasutatavas pehmes vahus.

1. Broomitud difenüüleetrite oht

Broomitud difenüüleetrid on püsivad ja bioakumuleeruvad tööstuskemikaalid, mis põhjustavad arvukalt probleeme, põhjustades sealhulgas näiteks vähi, kilpnäärme- ja neuroloogilisi arenguhäireid. Need on toiduahelas bioloogiliselt kontsentreeruvad mürgised ained – see tähendab, et need akumulerevad toiduahelates ja kahjustavad õppimisvõimet, mälu, seksuaalset arengut ja käitumist.

DekabDE-l puudub ühtne klassifikatsioon vastavalt klassifitseerimise, määramise ja pakendamise määrusele (CLP määrus). Ettevõtete poolt Euroopa Kemikaaliametile (ECHA) esitatud CLP teavitustes toodud klassifikatsioon ütleb, et see aine põhjustab tugevat silmade ärritust, on kahjulik allaneelamisel ja kokkupuutel nahaga, võib avaldada

LIFE / FIT FOR REACH

veeorganismidele pikaajalist kahjulikku toimet, arvatavasti põhjustab geneetilisi defekte ja võib kahjustada elundeid pikaajalise või korduva kokkupuute korral.

Vastavalt Euroopa Liidu poolt heakskiidetud ühtlustatud klassifikatsioonile võib oktaBDE kahjustada loodet ja arvatavasti kahjustab viljakust.

2. Õiguslik staatus

Vastavalt EL kehtivatele piirangutele ei tohi dekaBDE-d toota või turule viia eraldi aina pärast 2. märtsi 2019. EL piirab praegu dekaBDE kasutamist ja turustamist segude ja toodete koostisosana kontsentratsioon, mis on võrdne või suurem kui 0.1% massikaaluna, tehes erandi kasutamiseks lennukites, mootorsõidukites, põllu- ja metsatöömashinades, elektri- ja elektroonikaseadmetes (vastavuses RoHS nõuetega).

DekaBDE on nimetatud väga ohtlikuks aineks ja see kuulub autoriseerimisele kuuluvate ainete loetellu.

Stockholmi konventsioon keelustab mürgiste kemikaalide kasutamise oma püsivate orgaaniliste saasteainete loeteluga (*persistent organic pollutants* - POPs). See nimekiri hõlmab ka mõnda leegiaeglustitena kasutatavat broomit difenüületrit (POP-BDE) – dekaBDE-d ning heksaBDE-d, heptaBDE-d, mis on peamised kaubandusliku oktaBDE koostisosad.

3. BDE leegiaeglustite mõjud plastiku taaskasutusele

Taaskasutus ja ringlussevõtt on jätkusuutliku majanduse jaoks oluline. Nii väheneb tööstuste keskkonnamõju: toodetakse vähem jäätmeid ja väheneb nõudlus uue tooraine järele. Naftasaadused on taastumatud ja nende taaskasutamine on mõistlik ressurside ammendumise seisukohast. Tööstusharu, mis toodab biolagunematu jäätmeid ilma igasuguse taaskasutuse võimaluseta, on vastand jätkusuutlikkusele.

2016. aasta Maailma Majandusfoorumi uuring jõudis järeldusele, et aastaks 2050 on ookeanis eeldatavasti rohkem plastikut kui kalu (WEF 2016).

Ringlussevõtu protsessi takistab taaskasutatava plastiku saastatus ohtlike ainetega. Üks uuring paljastas, et BDE-d saastavad paljusid tooteid. Näiteks lastemänguasju, mis on toodetud taaskasutatavatest plastmaterjalidest, mis on omakorda varasemalt saastunud leegiaeglustitena kasutatud BDE-dega.

22% kõigist keelustatud POP-BDE-dest Hollandi elektroonikajäätmetes satub lõpuks ringlussevõetud plasti. 33% kõigist keelustatud POP-BDE-dest Hollandi autotööstuse plastjäätmetes taaskasutatakse või võetakse uuesti ringlusesse.

4. Asendamine

Kirjanduses leiab soovitusi võimalike BDE leegiaeglustite alternatiivide kohta elektroonikas ja paljud suured ettevõtted (Dell, HP, Compaq, Sony, IBM, Ericsson, Apple, Panasonic jne) on juba teatanud, et nad on kõrvaldanud BDE-d kui leegiaeglustid oma toodetest. Siiski ei ole alternatiivide ohud või üksikasjad selged ja vajavad edasist

LIFE / FIT FOR REACH

uurimist. Üldjuhul on toodetes kasutatavate leegiaeglustite tüübid konfidentsiaalsed, aga tüüpiliseks asendusskeemiks on kopolümeeride kasutamine koos halogeenivabade fosfororgaaniliste ühenditega nii korpustes kui ka teistes suurtes osades. Suurte ettevõtete, mis on järkjärguliselt dekaBDE-st oma toodetes loobunud, kasvav arv näitab selgelt, et dekaBDE-vabad elektroonilised detailid on turul kättesaadavad ja nõue „dekaBDE-vaba“ ei ole ühegi elektri- ja elektroonikaseadme tootmisel takistuseks.

Näiteks ettevõtte Hewlett-Packard teatab:

“Need on näited leegiaeglustitest, mida kasutame halogeenide asemel ja mis on peamiselt erinevat tüüpi orgaanilise fosfaadi estrid, vt allpool:

Aine	CAS number
DEEP, diethylethylphosphonate	78-38-6
DPK, diphenylcresylphosphate	247-693-8
RDP, resorcinol bis (diphenylphosphate)	57583-54-7
TEP, triethylphosphate	78-40-0
TCP, tricresylphosphate	1330-78-5
TPP, triphenylphosphate	115-86-6

Allikas: Taani uuring decabDE alternatiividest elektri- ja elektroonikaseadmetele (2006)

4.1. Ohu hindamine

Mõnede alternatiivide füüsikalised ohud ning mõju inimese tervisele ja keskkonnale: (Green Screen Benchmark Score: 1 - halvim, 4 - parim)

Üheksa leegiaeglusti ohutasemed Green Screen (Versioon 1.0) järgi																			
Toksikoloogiliste ohutegurite analüüsi kokkuvõte																			
Kemikaal	CA S#	Mõjud inimestervisele									Mürgisus veeorgani smidele	Käitu - mine	Füüsikaline oht		Green Screen Benchmark Score (keemiline)				
		Kantserogeensus	Mutageensus	Reproduktiivtoksilisus	Hormoonsüsteemi	Neurotoksilisus	Äge mürgisus	Naha/silma ärritus	Naha/hing.teede	Süsteemne			Äge toime	Krooniline toime		Püsivus	Bioakumuleerumine	Plahvatusohtlikkus	Süttivus
Decabromodiphenyl Ether	1163-19-5	M	L	M	M	M	L	M	L	M	H	H	v	H	M	n	d	L	1
Aluminum Trihydroxide	21645-51-2	L	L	L	n	d	M	L	M	L	L	M	L	v	H	L	L	L	2
Ammonium	6833-	L	L	L	n	d	n	d	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	4

LIFE / FIT FOR REACH

Polyphosphate	79-9																	
Ethylenediamine Phosphate	14852-17-6	L	M	M	nd	nd	M	H	H	M	L	H	M	L	L	L		2
Magnesium Hydroxide	1309-42-8	L	L	L	nd	L	L	M	L	M	L	L	vH	L	L	L		2
Magnesium Stearate	557-04-0	L	L	L	nd	nd	L	M	L	M	L	M	H	L	M	H		2
Melamine Polyphosphate	218768-84-4	M	M	L	nd	nd	L	L	L	H	L	L	M	L	L	L		2
Red Phosphorus	7723-14-0	L	L	L	nd	H	H	H	L	H	L	M	M	L	H	H		1
Zinc Borate	1332-07-6	L	L	M	M	nd	L	M	L	M	H	nd	nd	L	L	L		2

nd=ei ole määratud/ei ole teada

L=madal oht; M=keskmise oht; H=kõrge oht; vH=väga kõrge oht

Värviliselt märgitud tulemusnäitajad (L, M ja H) määrati tuginedes katseandmetele.

Mustas kaldkirjas märgitud tulemusnäitajad (L, M, ja H) määrati kasutades hinnangulisi väärtusi ja ekspertarvamust (struktuuri/aktiivsuse sõltuvus)

Allikas: Decabromodiphenyl Ether Flame Retardant in Plastic Pallets (2012)

Täiendava alternatiivide kohta tehtud ohtude hinnangu leiab 2014. aasta ingliskeelsest lõpparuandest nimega “AN ALTERNATIVES ASSESSMENT FOR THE FLAME RETARDANT DECABROMODIPHENYL ETHER (DecaBDE)”, mis on avaldatud USA keskkonnakaitseameti EPA poolt.

4.2. Majanduslik tasuvus

Kuna andmed alternatiivide majandusliku kulu osas võrreldes BDE-ga erinevad kirjanduslikes allikates, siis ei ole võimalik järeldusi majandusliku tasuvuse kohta teha.

Euroopa Kemikaaliamet on teinud dekaBDE osas järelduse, et “väljapakutud piirang on tehniliselt ja ka majanduslikult teostatav. Tehniliselt teostatavad alternatiivid on saadaval dekaBDE olemasolevatele kasutusvaldkondadele väikeste lisakuludega”.

LIFE / FIT FOR REACH

Viited:

AN ALTERNATIVES ASSESSMENT FOR THE FLAME RETARDANT DECABROMODIPHENYL ETHER (DecaBDE) (2014), link (Accessed 08.07.2017): https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/decabde_final.pdf

Danish study (2006) on Deca-BDE alternatives for electrical and electronic equipment, link (Accessed 08.07.2017): <http://www2.mst.dk/udgiv/publications/2007/978-87-7052-349-3/pdf/978-87-7052-350-9.pdf>

Decabromodiphenyl Ether Flame Retardant in Plastic Pallets (2012), link (Accessed 08.07.2017): <http://www.subsport.eu/wp-content/uploads/2012/08/Decabromodiphenyl-Ether-Flame-Retardant-in-Plastic-Pallets-Final-Report21.pdf>

ECHA.2012. Member State Committee Support Document For Identification Of Bis(Pentabromophenyl) Ether as a Substance Of Very High Concern Because Of Its Pbt/Vpnb Properties. Link (Accessed 08.07.2017): <http://echa.europa.eu/documents/10162/b41b5e85-68c6-4522-980f-75f3e0f7f21d>

ECHA. 2013. Draft background document for Bis(pentabromophenyl)ether (decabromodiphenyl ether; decaBDE). Link (Accessed 08.07.2017): <http://echa.europa.eu/documents/10162/041e5785-f8b6-44b7-86d4-c7b212c5373e>

ECHA. 2014. List of existing substances subject to transitional measures, Bis(pentabromophenyl)ether (decaBDE) –Termination of evaluation. Link (Accessed 08.07.2017): <http://echa.europa.eu/documents/10162/69918301-fad2-46a1-ae9-200c139da2a4>

ECHA. 2016. Classification data base: C-L inventory. Link (Accessed 08.07.2017): <http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/131436>

ECHA. 2016. Registration dossier information. Link (Accessed 08.07.2017): <http://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14217/2/3>

ECHA, RAC & SEAC. 2015. Background document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Bis(pentabromophenyl) ether. Link (Accessed 08.07.2017): http://echa.europa.eu/documents/10162/13641/rac_seac_background_doc_decabde_en.pdf

LIFE / FIT FOR REACH

Leslie et al. 2016, Propelling plastics into the circular economy — weeding out the toxics first. Link: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.012>

Subsport case story, link (Accessed 08.07.2017):
<http://www.subsport.eu/case-stories/363-en>

Subsport case story, link (Accessed 08.07.2017):
<http://www.subsport.eu/case-stories/244-en>

WEF 2016, link (Accessed 08.07.2017):
[http://www3.weforum.org/docs/WEF The New Plastics Economy.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF%20The%20New%20Plastics%20Economy.pdf)



Antud näide on valminud projekti “Balti riikide tööstusettevõtete piloottegevused heidete vähendamiseks ohtlike kemikaalide asendamise ja ressursside efektiivsema kasutamise teel” (LIFE Fit for REACH, Projekti nr. LIFE14 ENV/LV/000174) raames, mida kaasfinantseerivad Euroopa Liidu LIFE+ programm ja Keskonnainvesteeringute Keskus.