



ORDIN

“ ” 2024

Nr. _____

mun. Chișinău

Cu privire la aprobarea Ghidului pentru gestionarea durabilă a articolelor care conțin difenil eteri bromurați înainte de reciclare și manipularea în siguranță a polimerilor tratați cu inhibitori de flacără cu conținut de poluanți organici persistenți în echipamente electrice și electronice, vehicule scoase din uz, și plăcilor de polistiren folosite în construcții.

În temeiul prevederilor art. 12, art. 44; 50; art. 51 alin. (3) și art. 53 din Legea 209/2016 privind deșeurile, art. 17, alin. 5 din Legea nr. 277/2018 privind substanțele chimice și în corespundere cu obiectivele și măsurile prevăzute în Programul privind managementul durabil al substanțelor chimice pentru anii 2023-230, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.816/2023.

ORDON:

1. Se aprobă Ghidul pentru gestionarea durabilă a articolelor care conțin difenili eteri bromurați înainte de reciclare și manipularea în siguranță a polimerilor tratați cu inhibitori de flacără cu conținut de poluanți organici persistenți în echipamente electrice și electronice, vehicule scoase din uz, și plăcilor de polistiren folosite în construcții , (în anexă).
2. Prezentul Ordin va fi publicat pe pagina web oficială a ministerului conform *Regulamentului cu privire la paginile oficiale ale autorităților administrației publice în rețeaua Internet, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2012* și se va aduce la cunoștință tuturor părților interesate.
3. Controlul asupra executării prezentului Ordin mi-l asum personal.

Ministru

Sergiu LAZARENCU

Cuprins

Abrevieri și acronime.....	2
Capitolul I	4
Preambul	4
Dispoziții generale	4
Context legislativ	5
Capitolul II	6
POP-PBDE în articole.....	6
Dispoziții generale	6
Capitolul III.....	8
Principiile și cerințele de gestionare a fluxurilor (articolelor și a deșeurilor) cu conținut POP-PBDE.....	8
Dispoziții generale	8
Secțiunea 1.....	10
Pașii importanți de prevenire și reducere a deșeurilor care conțin POP PBDE	10
Secțiunea 2.....	12
Cerințele de gestionare a fluxurilor cu conținut POP-PBDE	12
Capitolul IV	15
Metode de separare a polimerilor care conțin POP - PBDE-uri.....	15
Dispoziții generale	15
Secțiunea 1.....	17
Metode de demontare manuală.....	17
Tehnologii individuale de screening pentru a separa materialele plastice vrac și mărunțite care conțin POP-PBDE	18
Spectroscopie cu scântei glisante.....	18
Tehnologia XRF	18
Separarea polimerilor prin tehnologii de Scufundare și de Plutire	20
Secțiunea 2.....	21
Combinații de tehnologii pentru obținerea de produse comercializabile	21
Secțiunea 3.....	24
Compararea tehnologiilor de separare a fluxurilor de polimeri	24
Alternative la POP-PBDE-uri	26
Anexe	27
Bibliografie	29

Abrevieri și acronime

ABS	Acrilonitril-butadien-stiren
ASR	Reziduuri de mărunțire a automobilelor
BAT	Cele mai bune tehnici disponibile
BDP	Bisfenol A-bis(difenilfosfat)
BEP	Cele mai bune practici de mediu
BFR	Bromat ignifugat
BSEF	Forumul științific și de mediu al bromului
c-DecaBDE	Decabromodifenil eter
c-OctaBDE	Eter de octabromodifenil comercial
c-PentaBDE	Pentabromodifenil eter comercial
CFC	Clorofluorocarbon
CKD	Praf de cuptor de ciment
COP	Conferința părților
CRT	Tub cu raze catodice
DOPO	Dihidrozozafofenaantren
EAF	Cuptor cu arc electric
EEE	Echipamente electrice și electronice
VSU	Vehicul la sfârșitul ciclului de viață
EMS	Sistemul de management de mediu
ESM	Managementul ecologic sănătos
FPF	Spumă poliuretanică flexibilă
FR	Retardant de flacără
GHG	Gaze cu efect de seră
HBB	Hexabromobifenil
HBCD	Hexabromociclododecan
HFC	Hidrofluorocarbon
HIPS	Polistiren de mare impact
MSW	Deșeuri solide municipale
NIR	Infraroșu apropiat
ODS	Substanțe care epuizează stratul de ozon
PBB	Bifenil polibromurat
PBDE	Eter de difenil polibromurat
PBDD/PBDF	Dibenzo-p-dioxine polibromurate și dibenzofurani polibromurați
PBT	Tereftalat de polibutilenă

PC	Policarbonat
PCB	Bifenil policlorurat
PCDD/PCDF	Dibenzo-p-dioxine policlorurate și dibenzofurani policlorurați
PET	Polietilenă tereftalat
PFR	Retardant de flacără pe bază de fosfor
POP-uri	Poluanții organici persistenți
POP	Poluanților organici persistenți
PP	Polipropilenă
PPE	Eter polifenilic PPO Polifenilenoxid de polifenil
PS	Polistiren
PUR	Poliuretan
PVC	Policlorură de vinil
PWB	Placă de cablare imprimată
PXDD/PXDF	Dibenzo-p-dioxine și dibenzofurani policlorurați polibromurați
RDP	Resorcinol-bis (difenilfosfat)
RoHS	Restricționarea utilizării anumitor substanțe periculoase în echipamentele electrice și electronice
S/F	Se scufundă și plutește
SVOC	Compus organic semivolatile
COV	Compuși organici volatili
DEEE	Deșeuri de echipamente electrice și electronice
XRF	Fluorescență cu raze X
XRT	Transmisie cu raze X

Ghid pentru gestionarea durabilă a articolelor care conțin difenil eteri bromurați înainte de reciclare și manipularea în siguranță a polimerilor tratați cu inhibitori de flacără cu conținut de poluanți organici persistenți în echipamente electrice și electronice, vehicule scoase din uz, și plăcilor de polistiren folosite în construcții.

Capitolul I

Preambul

Ghidul este destinat agenților economici (operatorilor) pentru a consolida prevenirea, reutilizarea, valorificarea deșeurilor cu conținut de poluanți organici persistenți, care la nivel profesional, proiectează, produc, prelucrează, tratează, vând și/sau importă următoarele produse: echipamente electrice și electronice, vehicule, și plăci de izolare utilizate în construcții.

Ghidul stabilește măsurile necesare supuse reglementărilor de responsabilitate extinsă a producătorilor care colectează, depozitează, valorifică produsele care conțin inhibitori de flacără cu conținut de poluanți organici persistenți.

Dispoziții generale

Eterii difenilici polibromurați sunt un grup de substanțe chimice organobromurate industriale care au fost utilizate începând cu anii 1970 ca aditivi ignifugianți într-o gamă largă de produse de uz casnic precum materiale plastic din echipamentele electrice și electronice (EEE), textile, mobilier, adezivi, cerneluri.

Substanțele ignifuge bromurate (BFR) problematice care fac obiectul legislației la nivel mondial sunt (tetrabromodifenileter-tetra-BDE, pentabromodifenileter - penta-BDE, hexabromociclododecanul-(HBCD), octabromodifenileter-Octa-BDE, Deca-BDE și acidul perfluorooctan sulfonic (PFOS), numite POP - PBDE. Toți acești compuși au o

rată de degradare biologică și chimică foarte scăzută, ceea ce îi face foarte stabili și persistenți în mediu înconjurător.

Din aceste considerente, Convenția de la Stockholm ratificată prin Legea Republicii Moldova Nr. 40-XV din 19.02.2004, asigură crearea unui sistem eficient de identificare și gestionare în siguranță a stocurilor care conțin sau constau din produși chimici cu conținut de poluanți organici persistenți. Aceste deșeuri trebuie eliminate astfel, încât conținutul de poluanți organici persistenți să fie distrus sau transformat ireversibil, astfel încât să nu mai prezinte caracteristici specifice lor.

Transportarea peste frontiere acestora, se va efectua în conformitate cu prevederile Regulamentului privind transferurile de deșeuri (aprobat prin HG 411/2022) care pune în aplicare Convenția de la Basel din 1989 privind controlul transporturilor peste frontiere al deșeurilor periculoase și al eliminării acestora, la care Republica Moldova a aderat prin Hotărârea Parlamentului nr. 1599/1998.

Având în vedere că polimerii din deșeurile de echipamente electrice și electronice (DEEE) și din vehiculele scoase din uz (VSU) sunt fluxuri potențiale majore de materiale care conțin POP-PBDE, sinergia între Convenția de la Stockholm și Convenția de la Basel este de o importanță majoră. Întrucât, Convenția de la Basel reglementează transportul transfrontalier de deșeuri periculoase și alte deșeuri și solicită părților să se asigure că gestionează și elimină astfel de deșeuri într-o manieră ecologică, țările membre la Convenție au angajamentul de a minimiza cantitățile transportate, de a trata și elimina deșeurile cât mai aproape posibil de locul lor de generare, dar, nu în ultimul rând de a preveni sau generarea de deșeuri la sursă. Astfel, obiectivele politicii de protecție a mediului sunt axate pe protejarea mediului natural și sănătății prin prevenirea generării deșeurilor periculoase, realizând, totodată o creștere economică durabilă și echitabilă.

Context legislativ

Prezentul Ghid este fundamentat de prevederile Planului de Implementare a Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți (POPs) pentru anii 2023-2030 – Anexa nr. 2 la Programul de management durabil al substanțelor chimice pentru anii 2023-2030, aprobat prin Hotărârea Guvernului 816/2023.

Acesta corespunde domeniilor din capitolul 16 „**Mediul înconjurător**”, prevăzute de Acordul de Asociere Republica Moldova – Uniunea Europeană, ratificat prin Legea nr. 112/2014 și este elaborat în vederea executării prevederilor art. 7 din Convenție de la Stockholm privind poluanții organici persistenți, ratificată de Republica Moldova prin Legea nr. 40/2004.

Ghidul POP-PBDE a fost elaborat ținând cont de prevederile Legii nr. 277/2018 privind substanțele chimice, Legii nr. 209/2016 privind deșeurile, și se aliniază angajamentelor asumate de țară, pentru a contribui la realizarea Obiectivelor de

Dezvoltare Durabilă (ODD-lor) stabilite de Cadrul național de monitorizare a implementării Agendei de Dezvoltare Durabilă 2030, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 953/2022, și a ȋintelor de dezvoltare care urmează a fi atinse până în anul 2030, conform prevederilor Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030”, adoptată prin Legea nr. 315/2022, mai exact prin obiectivul general 10. **„Asigurarea unui mediu sănătos și sigur”**.

În procesul de elaborare a documentului au fost luate în considerare studiile, cercetările, concluziile și recomandările din analizele efectuate de țările înalt dezvoltate, cât și datele din Inventarul POP-PBDE realizat în anul 2020 de către Ministerul Mediului în parteneriat cu A.O. Asociația Experților „ProMediu”, cu susținerea Fondului Global de Mediu (GEF) și organizațiilor internaționale - Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) și Centrul de Cercetare pentru Compuși Toxici din Mediu (RECETOX), în cadrul proiectului „Revizuirea și actualizarea Planului național de implementare pentru Republica Moldova în temeiul Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți”.

Capitolul II

POP-PBDE în articole

Dispoziții generale

Principalele produse în care s-au folosit POP-PBDE în calitate de agent ignifug sunt echipamentele electrice și electronice, vehicule, mobilă, textile și covoare, materiale de construcții în deosebi plăcile izolatoare.

Hexabromociclododecanul (HBCD) este un ignifug bromurat utilizat ca aditiv în aplicații cu polimeri, oferind protecție împotriva incendiilor. Principalele utilizări ale HBCD la nivel global sunt în polistirenul expandat (EPS) și polistirenul extrudat (XPS) pentru izolarea termică a clădirilor, în timp ce utilizarea în aplicații textile și aparate electrice și electronice este mai mică. Concentrațiile de HBCD depind de polimerul în care este utilizat, precum și de cerințele de siguranță la incendiu pe care trebuie să le îndeplinească produsul. Concentrațiile tipice de HBCD în diferite materiale sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tabelul 1. Concentrații tipice de HBCD în diferite materiale

Materiale	Conținut de HBCD (în mg/kg)
Polistiren expandat (EPS)	5.000-10.000 [1]
Polistiren extrudat (XPS)	8.000-25.000 [2]
Acoperiri din textile	60.000-150.000 [3]
Textile	22.000-43.000 [4]
Polistiren cu rezistența mare la impact (HIPS)	10.000-70.000 [5]

Sursă: Ghid pentru pregătirea inventarelor de hexabromobyclododecan (HBCD). UNEP/POPS/COP.7/16/HBCD (revizuit2019)

La fel, c-OctaBDE a fost utilizat în EEE produse înainte anulului 2005. Principalele produse sunt televizoarele și monitoarele CRT ale computerelor. Cantități mari de EEE și DEEE vechi au fost - și, în unele cazuri, încă mai sunt - exportate din țările/regiunile industriale (de exemplu, Statele Unite, Europa și Japonia) către țările în curs de dezvoltare. O situație similară este și în Republica Moldova, unde majoritatea echipamentelor electrice și electronice sunt importate din statele membre ale UE în țara noastră, fiind în vigoare interdicția importului de echipamente electrice și electronice uzate (second hand). De asemenea, trebuie subliniat faptul că este posibil ca volumul de deșeuri electrice și electronice care conțin PBDE-uri în Republica Moldova să fie ușor mai mare decât în UE, ținând cont de faptul că durata medie de utilizare a echipamentelor electronice și a vehiculelor în țara noastră este mai mare decât în UE din motive socioeconomice.

Se consideră că între 90% și 95% din c-pentaBDE a fost utilizat pentru tratarea spumei poliuretane (PUR), care era utilizată în principal în automobile și tapițerie. În prezent, o mare parte din flota de transport din perioada 1970-2004 (autoturisme, autobuze și, eventual, trenuri) care conține c- PentaBDE este încă în funcțiune în Republica Moldova, ceea ce urmează a fi identificată cantitatea de BFR în procesul de reutilizare și reciclare atunci când aceste vehicule vor ajunge la sfârșitul ciclului de viață.

În scopul identificării magnitudinii problemei produselor chimice listate mai sus – denumite în mod colectiv inhibitori de flacără, a fost realizată evaluarea și inventarierea acestora în Republica Moldova, ceea ce va permite țării să adopte măsurile necesare în vederea restricționării sau interzicerii lor, inclusiv măsuri de gestionare durabilă a deșeurilor de produse care le conțin.

O inventariere a potențialului conținut de POP-PBDE a fost realizată în baza Ghidului UNEP pentru inventarierea PBDE, în conformitate cu Convenția de la Stockholm privind poluanții organici persistenți.

Tabelul 2. Evaluarea conținutului de HBCD în spumele de polistiren și a PBDE în vehicule și carcasele televizoarelor pentru anul 2020

Tip substanță	tone/an
POP-PBDE în vehiculele importate	0,7812
POP-PBDE în vehiculele în uz	209,67
POP-PBDE în deșeurile de vehicule	0,13694

POP-PBDE din carcasele computerelor și televizoarelor cu tub catodic și ecran plat importate	0.00053
POP-PBDE din carcasele computerelor și televizoarelor cu tub catodic și ecran plat în uz	0,02426
POP-PBDE din carcasele computerelor și televizoarelor cu tub catodic și ecran plat scoase din uz	0.00148
HBCDD în polistiren expandat (EPS) (produse finale și materii prime)	2.757
HBCDD în polistiren extrudat (XPS)	2.374

Capitolul III

Principiile și cerințele de gestionare a fluxurilor (articolelor și a deșeurilor) cu conținut POP-PBDE

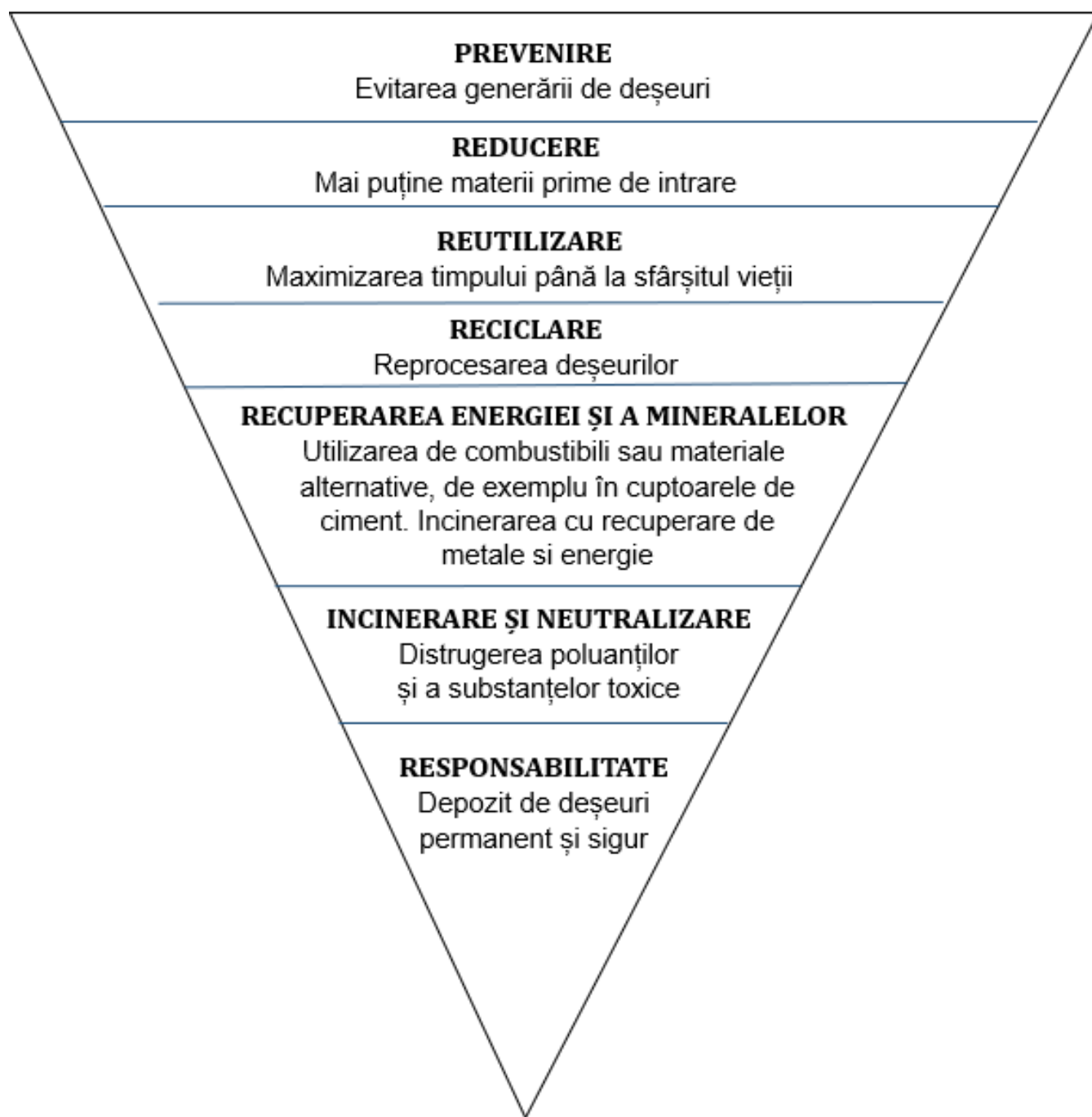
Dispoziții generale

Ierarhia gestionării deșeurilor stabilește o ordine de priorități pentru ceea ce reprezintă cea mai bună opțiune din punct de vedere al protecției mediului în legislația și politica de deșeuri. Gestionarea deșeurilor cu conținut POP trebuie să respecte ierarhia opțiunilor de gestionare a deșeurilor, urmărind: prevenirea/reducerea cantității de deșeuri generate, creșterea gradului de reutilizarea/reciclare/recuperare (inclusiv recuperarea energiei) și în final reducerea cantității de deșeuri periculoase depozitate.

Orientările privind cele mai bune tehnici disponibile (BAT) și cele mai bune practici de mediu (BEP) ale Convenției de la Stockholm privind POP neintenționați (Convenția de la Stockholm, 2007) descriu pe scurt principii precum dezvoltarea durabilă, consumul durabil, abordarea preventivă, poluarea integrată, internalizarea costurilor de mediu, responsabilitatea extinsă a producătorului, producția mai curată, evaluarea, și gestionarea ciclului de viață a deșeurilor.

Toate aceste principii sunt relevante pentru a asigura BAT/BEP pentru gestionarea fluxurilor de materiale care conțin POP-PBDE în procesele de reciclare și eliminare. Conferința părților (COP) a Convenției de la Stockholm a încercat să se asigure că principiile ierarhiei de gestionare a deșeurilor vor fi respectate ori de câte ori este posibil (Convenția de la Stockholm, 2007).

Orientările BAT/BEP pentru anexa C la convenție au adoptat ierarhia prezentată în figura 1.



Deșeurile care conțin POP-PBDE, în special DEEE și VSU, au fost recunoscute în ultimul deceniu ca fiind o parte esențială a schemelor și strategiilor naționale de gestionare a deșeurilor. **Articolele care conțin POP-PBDE includ fluxuri importante de material, pentru care responsabilitatea extinsă a producătorului este cheia principală pentru gestionarea globală a acestora.**

Astfel, în RM există deja sistemul de reglementare pentru vehicule scoase din uz și pentru echipamente electrice și electronice, acordând producătorului responsabilitatea fie colectivă sau individuală, pentru recuperarea și valorificarea sau reciclarea produselor

scoase din uz. Alte fluxuri de materiale POP-PBDE, cum ar fi spuma izolatoare, saltelele sau mobilierul, la fel, ar putea fi abordate prin această sistemă.

În corespundere cu Planul de acțiuni pentru implementarea Acordului de Asociere Republica Moldova – Uniunea Europeană, precum și angajamentelor asumate în calitate de țara-candidat al UE, având ca obiectiv creșterea calității mediului, sunt principalele argumente pentru transformarea modului de gestionare a deșeurilor la nivel național. Fiecare decizie va fi întotdeauna influențată de circumstanțele locale, cum ar fi disponibilitatea instalațiilor de tratare a deșeurilor, piețele alternative pentru materiale și infrastructura disponibilă pentru colectarea, gestionarea și transportul în siguranță a deșeurilor. Legea privind deșeurile nr. 209/2016, în Anexa nr. 6, Secțiunea 2 stabilește limite de concentrație care sunt decisive pentru gestionarea deșeurilor cu conținut de POP.

Deșeurile cu conținut de POP mai jos de limita minimă pot fi tratate ca deșeuri municipale, iar peste această limită trebuie gestionate în așa mod, încât să se asigure că conținutul de poluanți organici persistenți este distrus sau transformat ireversibil, fără de a prezenta pericol caracteristicilor POP în emisii.

Moldova nu deține capacități și facilități pentru distrugerea/eliminarea POP-PBDE.

Secțiunea 1

Pașii importanți de prevenire și reducere a deșeurilor care conțin POP PBDE

Dispoziții generale

1. Izolarea și separarea acestor deșeuri de alte deșeuri la sursă pentru a preveni amestecarea și contaminarea altor fluxuri de deșeuri;
2. Colectarea selectivă și predarea deșeurilor de echipamente electrice și electronice, vehiculelor scoase din uz și a plăcilor izolatoare recuperate din deșeurile din construcții entităților autorizate în implementarea principiului de responsabilitate extinsă a producătorului;
3. Producerea substanțelor ignifuge alternative, mai puțin periculoase, chimice și nechimice, disponibile în comerț, atât pentru c-PentaBDE, cât și pentru c-OctaBDE;
4. Repararea și reutilizarea echipamentelor electrice și electronice și a vehiculelor uzate, în scopul prelungirii duratei a produselor, prin urmare economisind energie pentru fabricarea de noi produse și reducând impactul asupra mediului;
5. Etichetarea fracțiilor de plastic a deșeurilor de echipamente electrice și electronice și

a vehiculelor care conțin POP-PBDE, care vor fi utilizate pentru prelucrarea ulterioară și etichetarea articolelor produse din astfel de plastic reciclat;

6. Etichetarea plăcilor de polistiren care sunt tratate cu agenți de inhibare a flăcării cu conținut de POP-PBDE;
7. Valorificarea energetică a fracțiilor de polimer pentru care nu există alternative și recuperarea energiei din aceste deșeuri, cu respectarea cerințelor BAT/BEP.

În textul prezentului Ghid noțiunile au următoarele semnificații:

1) *gestionarea deșeurilor* – colectarea, transportul, valorificarea și eliminarea deșeurilor, inclusiv supravegherea acestor operațiuni și întreținerea ulterioară a amplasamentelor de eliminare, inclusiv acțiunile întreprinse de un comerciant sau un broker;

2) *cele mai bune tehnici disponibile (BAT)* – stadiul cel mai avansat și mai eficient înregistrat în dezvoltarea activităților și a metodelor de operare a acestora, care demonstrează posibilitatea practică a anumitor tehnici de a constitui referința pentru stabilirea valorilor-limită de emisie și a altor condiții de autorizare în scopul prevenirii poluării, iar în cazul în care acest fapt nu este posibil, pentru a reduce emisiile și impactul asupra mediului în ansamblul său:

a) *tehnici* – se referă deopotrivă la tehnologia utilizată și la modul în care instalația este proiectată, construită, întreținută, exploatată, precum și la scoaterea din funcțiune a acesteia și, după caz, la remedierea amplasamentului, potrivit legislației în domeniul expertizei ecologice;

b) *disponibile* – se referă la acele tehnici care sânt dezvoltate la un nivel care permite aplicarea lor în sectorul industrial respectiv în condiții economice și tehnice viabile, luându-se în considerare costurile și beneficiile, indiferent dacă aceste tehnici sunt sau nu utilizate ori realizate la nivel național, atât timp cât acestea sânt accesibile operatorului în condiții acceptabile;

c) *cele mai bune* – se referă la cele mai eficiente tehnici pentru atingerea unui nivel înalt de protecție a mediului în ansamblul său;

3) *colectare* – strângerea deșeurilor, inclusiv sortarea și stocarea preliminară a deșeurilor, în vederea transportării la o instalație de tratare;

4) *colectare separată* – colectarea în cadrul căreia un flux de deșeuri este păstrat separat, în funcție de tipul și natura deșeurilor, cu scopul de a facilita tratarea specifică a acestora;

5) *prevenire* – măsuri luate înainte ca o substanță, un material sau un produs să devină deșeu, care reduc:

a) cantitatea de deșeuri, inclusiv prin reutilizarea produselor sau prelungirea ciclului de viață a acestora;

b) efectele nocive ale deșeurilor asupra mediului și sănătății populației; sau conținutul de substanțe nocive al materialelor și produselor;

6) *reutilizare* – orice operațiune prin care produsele sau componentele care nu au devenit deșeuri sunt utilizate din nou în același scop pentru care au fost concepute;

7) *tratare* – operațiuni de valorificare sau eliminare, inclusiv pregătirea prealabilă valorificării sau eliminării.

Secțiunea 2

Cerințele de gestionare a fluxurilor cu conținut POP-PBDE

1. Operațiunile de colectare/depozitare inclusiv tratare/valorificare/eliminare a fluxului cu conținut de POP-PBDE sunt supuse autorizării de mediu pentru gestionarea deșeurilor eliberate în baza prevederilor art.25 al Legii nr. 209/2016 privind deșeurile, cu indicarea explicită a operațiilor de valorificare și eliminare, conform anexelor nr. 1 și nr. 2 al aceleiași legi.
2. Deținerea spațiilor separate, special amenajate, pentru stocarea articolelor și deșeurilor cu conținut de POP-PBDE astfel, încât să nu afecteze sănătatea populației, mediul sau împrejurimile imediate.
3. Respectarea zonei de protecție a bazinelor acvatice, în baza prevederilor art.52 lit.b) al Legii apelor nr. 272/2011.
4. Asigurarea condițiilor corespunzătoare pentru prevenirea poluării mediului cu substanțe POP-PBDE în timpul depozitării și transportării lor, în baza art.32 lit.h) al Legii 1515/1993 privind protecția mediului înconjurător.
5. Unitățile și întreprinderile care valorifică deșeurile au obligația să folosească cele mai bune tehnici disponibile în domeniul valorificării deșeurilor și deținerea spațiilor special amenajate încât să nu se admită amestecarea deșeurilor valorificate, conform prevederilor art.13 al Legii 209/2016 privind deșeurile.
6. Evitarea formării stocurilor cu conținut POP-PBDE rezultate în urma valorificării. Perioada de depozitare acestor deșeuri este de cel mult un an.

7. Deținătorul unui stoc care constă din sau conține orice substanță chimică PBDE, care nu este permisă pentru a fi utilizată, administrează acel stoc în așa mod încât să se asigure că conținutul de poluanți organici persistenti este distrus sau transformat ireversibil și deșeurile rămase, precum și emisiile nu prezintă caracteristicile poluanților organici persistenti, conform art.53 al Legii 209/2016 privind deșeurile.
8. Operațiunile de valorificare sau eliminare care pot conduce la recuperarea, reciclarea, regenerarea sau reutilizarea substanțelor cu conținut de POP-PBDE, care nu sunt permise de a fi utilizate - se interzic.
9. Deținătorul unui stoc mai mare de 50 kg care constă din sau conține substanțe chimice PBDE a cărei utilizare este permisă va informa Ministerul Mediului despre natura și mărimea stocului respectiv, va administra stocul într-un mod sigur din punctul de vedere al protecției mediului și sănătății populației, art.53 al Legii 209/2016 privind deșeurile.
10. Este interzisă reclasificarea deșeurilor cu conținut de POP PBDE, ca deșeuri nepericuloase amestecarea acestora pentru ca un deșeu să fie definit ca fiind periculos.
11. Operatorii care gestionează fluxul (articolelor și a deșeurilor) cu conținut de poluanți organici persistenti asigură că în timpul colectării, transportării și depozitării temporare, acestea sunt etichetate în corespundere cu cerințele privind clasificarea, etichetarea acestora, indicând gradul de toxicitate, denumirea completă a produsului, culoarea, adresa întreprinderii sau țării unde au fost produse, art. 22 al Legii 209/2019 privind deșeurile.
12. Producătorii care fabrică vehiculele și/sau care fabrică materialele și echipamentele au obligația de a folosi următoarele standarde: SM EN ISO 1043-1 – plastic; SM EN ISO 1043-2 – marcarea pieselor din plastic; SM EN ISO 11469 – materiale eficiente din punct de vedere energetic, precum și reglementările tehnice specifice de codificare pentru componente și materiale pentru a facilita identificarea componentelor și a materialelor care sunt pasibile de reutilizare și valorificare.
13. Operatorii specializați în transportarea stocurilor și deșeurilor de poluanți organici persistenti până la locul de tratare, transportă în conformitate cu prevederile actelor normative ce reglementează transportul mărfurilor periculoase pe teritoriul Republicii Moldova, conform art.44 al Legii 209/2016 privind deșeurile.

14. Operatorii specializați în circulația transfrontalieră, pentru deșeuri periculoase, pot exporta aceste deșeuri numai pentru eliminare finală în țările care au ratificat Convenția Basel privind controlul transportului peste frontiere al deșeurilor periculoase și al eliminării acestora, și care dispun de tehnologii adecvate și acceptă să efectueze asemenea operațiuni, conform art. 64 al Legii 209/2016 privind deșeurile.

15. Transferurile sunt permise numai în următoarele condiții:

- a) dacă se desfășoară în condiții care nu pun în pericol sănătatea umană și mediul;
- b) În cazul în care exporturile sunt gestionate într-un mod ecologic în țara de import sau în altă parte;
- c) În cazul în care țara de export nu are capacitatea tehnică și facilitățile necesare pentru a elimina deșeurile în cauză într-un mod ecologic și eficient;
- d) Dacă deșeurile în cauză sunt necesare ca materie primă pentru industria de reciclare sau valorificare din țara de import; sau
- e) Dacă mișcările transfrontaliere în cauză sunt în conformitate cu alte criterii stabilite de părți.
- f) Evidența notificărilor pentru export se va realiza prin intermediul SIA MD gestionat de către Agenția de Mediu.

Notă: Orice mișcare transfrontalieră de deșeuri periculoase și alte deșeuri este supusă notificării prealabile în scris din partea țării exportatoare și a acordului scris prealabil din partea țărilor importatoare și, dacă este cazul, a țărilor de tranzit.

Părțile vor interzice exportul de deșeuri periculoase și alte deșeuri dacă țara de import interzice importul acestor deșeuri. Convenția de la Basel cere, de asemenea, ca informațiile privind orice mișcare transfrontalieră propusă să fie furnizate folosind formularul de notificare acceptat și ca transportul aprobat să fie însoțit de un document de circulație de la punctul în care începe mișcarea transfrontalieră până la punctul de eliminare.

Capitolul IV

Metode de separare a polimerilor care conțin POP - PBDE-uri

Dispoziții generale

Tehnologiile de separare sunt concepute pentru a extrage materialele plastice fără POP-PBDE din materialele plastice din DEEE, cu scopul de a recupera produse valoroase și comercializabile, a căror vânzare generează o mare parte din veniturile procesului.

Următoarele tehnici ar putea fi utilizate la o instalație de reciclare a materialelor plastice din DEEE ca BAT/BEP:

- Metode de dezmembrare manuală sau tehnologii de mărunțire;
- Tehnologii de sortare pentru a separa materialele plastice în vrac și mărunțite care pot conține POP-PBDE;
- Combinații de tehnologii pentru a optimiza procesul de separare;
- Instalații la scară largă pentru separarea DEEE și a materialelor plastice care conțin POP-PBDE.

Tabelul 3. Separarea treptată a polimerilor din deșeurile de echipamente electrice și electronice și transformarea lor în plastic valoros pentru reciclare.

Procese posibile	Principiul Separării	Capabile să înlăture sau să elimine BFR
XRF Manual	Fluorescență cu raze X	Da
NIR Manual	Separarea polimerilor pe baza spectrului NIR	Nu cele reglementate de RoHS și de Convenția de la Stockholm

Sortare manuală	Cunoașterea și etichetarea polimerilor	Da
Rectificarea și îndepărtarea corpurilor străine	Separare magnetică și curenți Foucault	Nu
Sortarea cu aer	Greutate specifică	Nu
Scufundare și flotare	Densitate	Da
Sortare NIR	Separarea polimerilor pe baza spectrelor NIR	Nu cele reglementate de RoHS și de Convenția de la Stockholm
Sortare cu laser	Separarea polimerilor pe bază de laser	Neaprobat încă
XRT	Transmisie cu raze X	Da
Comprimarea și filtrare prin topire	Cernere	Da
Optimizare	Adăugarea de aditivi	Nu

Nu există reguli stricte pentru alegerea proceselor; cu toate acestea, în sensul prezentului ghid, trebuie aplicat cel puțin un principiu de separare a POP-PBDE. În plus, procesele pot fi realizate de mai multe întreprinderi.

Secțiunea 1

Metode de demontare manuală

Companiile de reciclare care se ocupă de carcassele monitoarelor CRT (tuburi cu raze catodice) gestionează adesea aceste materiale plastice separat, pe baza experienței lor în ceea ce privește tipul specific de polimeri și tipul de ignifugare, menținând astfel aceste fluxuri mai "curate".

Culorile materialelor plastice ar putea influența eficacitatea și eficiența tehnologiilor de sortare angajate după procesele de sortare; prin urmare, este important să se separe materialele plastice în culori diferite, având în vedere, în special, provocările legate de separarea materialelor plastice negre/închise.

Abordarea BEP aplicată în Suedia -model

Retegan (2010) descriu principala metodă utilizată în prezent în industria suedeză de reciclare pentru separarea materialelor plastice din televizoare și monitoare de calculator care conțin POP-PBDE. Această metodă este utilizată numai pentru televizoare și monitoare; cu toate acestea, nu este clar câte dintre materialele plastice nemarcate conțin POP-PBDE. Articolele enumerate sunt îndepărtate manual din fluxul de deșeuri. Pentru a sorta în mod eficient polimerii și a îndepărta aceste componente, este nevoie de formare și experiență în sortarea manuală a materialelor plastice și a pieselor care conțin POP-PBDE din DEEE. Cu toate acestea, chiar și operatorii cu experiență în sortarea manuală nu pot determina ce tipuri de POP-PBDE sunt încorporate în polimeri. Astfel, raportul recomandă ca sortarea manuală să fie supravegheată prin verificări prin sondaj cu ajutorul măsurătorilor XRF. Deși acest raport nu include informații cu privire la eficacitatea acestei abordări, acesta susține că, pentru deșeurile de monitoare TV și PC, precizia acestor metode de sortare este satisfăcătoare pentru respectarea directivelor/legislației europene.

Respectarea legislației nu este surprinzătoare, deoarece numărul de articole reziduale care mai conțin PBDE a scăzut acum la niveluri scăzute în Europa (Wäger et al., 2010).

Tehnologii individuale de screening pentru a separa materialele plastice vrac și mărunțite care conțin POP-PBDE

Tehnologiile de depistare pentru determinarea materialelor plastice care conțin POP-PBDE/BFR trebuie să fie ușor de utilizat, fiabile și economice. Tehnologia XRF și tehnologia cu scânteii glisante disponibile sunt metode relativ simple și robuste (WRAP, 2006a) și, prin urmare, par adecvate pentru utilizarea în țările în curs de dezvoltare în cadrul instalațiilor de reciclare a DEEE și a altor instalații similare (UNEP, 2010). Ambele metode necesită multă forță de muncă; deși acest lucru reprezintă un dezavantaj în țările industriale din cauza costurilor asociate forței de muncă, nu reprezintă o barieră în țările în curs de dezvoltare/tranziție cu salarii mai mici.

Spectroscopie cu scânteii glisante

Cea mai mică limită de detectare a bromului cu această tehnologie este de 0,1%. Din motive practice, reciclatorii setează în mod normal sistemul la 1% brom pentru a depista materialele plastice care conțin POP-PBDE/BFR, care în mod normal conțin între 3% și 20% POP-PBDE/BFR (Seidel 2010).

Spectroscopia cu scânteii glisante cu ajutorul instrumentelor portabile este utilizată în instalațiile de dezmembrare a DEEE și în alte domenii pentru depistarea halogenilor din plastic. Aceasta permite operatorilor să facă distincția între componentele care conțin BFR (care conțin halogeni) și cele aproape fără BFR (halogeni). Timpul de scanare este rapid și durează doar câteva secunde. De asemenea, instrumentul are nevoie de un contact direct cu suprafața materialului, iar materialele acoperite trebuie abordate în mod specific prin zgârierea acoperirii.

Cu un echipament cu dublă funcție, inclusiv NIR, această metodă poate distinge, de asemenea, diferite tipuri de polimeri. Prin urmare, instrumentele cu această funcție integrată au potențialul de a separa în practică nu numai plasticul PBDE/BFR și plasticul non-PBDE/BFR, ci și tipurile de polimeri în instalațiile de dezmembrare și reciclare a deșeurilor electronice în etapa de dezmembrare. După cum s-a menționat mai sus, NIR întâmpină dificultăți în ceea ce privește recunoașterea plasticului negru.

Tehnologia XRF

DEEE pot conține componente care provin din reciclarea anterioară a polimerilor care conțin POP-PBDE. Aceștia pot conține amestecuri de BFR-uri diferite, inclusiv c-OctaBDE, dar prezintă niveluri de brom în intervalul 100-1000 ppm (Bantelmann et al., 2010; Chen et al., 2009, 2010; Sindiku et al., 2011).

XRF este suficient de sensibil pentru a urmări aceste materiale, detectând conținutul total de brom. Acesta poate fi utilizat pentru detectarea și separarea plasticului care conține POP-PBDE cu o limită de detectare a bromului de 10 până la 100 ppm.

Timpul necesar pentru o măsurare atunci când se utilizează dispozitive manuale este de numai câteva secunde. Având un cost de aproximativ 20 000-50 000 USD, utilizarea sa în întreprinderile mici poate fi limitată. Costurile suplimentare pentru software sunt de aproximativ 3 000 USD. Deoarece instrumentul XRF manual are nevoie de un contact direct cu suprafața materialului, acesta nu se poate utiliza în cadrul sistemelor de sortare automată, dar este utilizat în etapa de dezmembrare. Materialele acoperite trebuie să fie abordate în mod specific prin zgârierea stratului de acoperire.

Tehnologia XRF este aplicată, de exemplu, de către dezmembrătorii austrieci, deoarece Ordonanța austriacă privind obligația de tratare a deșeurilor impune monitorizarea materialelor plastice din DEEE în cazul în care deșeurile din plastic sunt supuse reciclării materialelor (Aldrian et al. 2014) Valoarea limită de 800 mg de brom /kg d.s. este stabilită în ordonanță, care se corelează cu o limită de 1 000 mg din suma PBDE/kg d.s. și se bazează pe ipoteza cea mai defavorabilă conform căreia tot bromul detectat se datorează PBDE-urilor.

Un studiu la scară largă pentru a determina nivelurile de PBB și PBDE în unitățile de afișaj vizual a concluzionat că aproximativ 15 % din deșeurile de plastic provenite de la carcassele televizoarelor și aproximativ 47 % din deșeurile de plastic provenite de la carcassele PC-CRT prezintă niveluri de PBDE semnificativ mai mari de 0,1 % (Aldrian et al. 2014). Într-un studiu de screening similar efectuat în Nigeria, 32,9% din carcassele de TV CRT eșantionate și 66,1% din carcassele de computer CRT conțineau brom la o concentrație de peste 1%, considerată a fi ignifugată cu BFR, media plasticului depășind, de asemenea, 0,1% POP-PBDE (Sindik et al. 2014).

Conform studiului austriac, **detectorul XRF manual** s-a dovedit a fi un instrument eficient și permite monitorizarea rapidă a unor volume mari de deșeuri de plastic într-o perioadă limitată de timp. Detectoarele XRF manuale reprezintă o achiziție destul de costisitoare, dar costurile de întreținere sunt gestionabile.

Utilizarea XRF staționar necesită anumite măsuri de reconstrucție pentru a respecta cerințele de radioprotecție și, prin urmare, este mult mai costisitoare

Separarea polimerilor prin tehnologii de Scufundare și de Plutire

Tipurile de polimeri prezintă greutatea specifică diferite și, prin urmare, mediile lichide cu densități adecvate permit separarea diferitelor materiale termoplastice în grupuri de densitate. Salinitatea și, prin urmare, densitatea mediului lichid poate fi modificată prin adăugarea de diferite săruri. Dacă se folosește apă, de exemplu, densitatea poate fi crescută cu 15% prin adăugarea de sulfat de magneziu. Aditivii BFR cresc semnificativ densitatea materialelor ABS și HIPS, atunci când sunt adăugați în concentrații tipice ($> 3\%$). Dacă este tratat într-un mediu lichid adecvat, polistirenul fără brom va pluti, în timp ce polistirenul cu conținut de brom se va scufunda, separând astfel polimerii care conțin brom de ceilalți polimeri (Schlummer și Maeurer, 2006).

O separare simplă în două etape a fost recent testată cu succes în cadrul unui proiect colaborativ german (SpectroDense; InnoNet, 2009). La început, amestecul este tratat într-un lichid cu o densitate de aproximativ 1.100 kg/m^3 . Frațiunea flotantă va fi formată în principal din PP, PE și PS fără BFR și ABS; în timp ce articolele din PP/PS și PC/ABS (ambele ignifugate cu FR pe bază de fosfați), dar și cele din PP foarte încărcate se vor scufunda. Frațiunea de flotare este tratată ulterior cu apă (densitate 1.000 kg/m^3) pentru a separa HIPS și ABS de PP și PE.

Polimerii valoroși, cum ar fi PC/ABS și PPO/PS (în mod normal, fără POP-PBDE), ar putea fi separați din fracția grea prin tehnici NIR în aval, deoarece aceste materiale sunt gri în multe cazuri.

Pentru fracțiile de intrare selectate, produsele obținute prin tehnologia de scufundare și plutire (S/F) sunt foarte curate și calitativ bune în ceea ce privește separarea materialelor care conțin BFR. Carcasele televizoarelor sunt fabricate în cea mai mare parte din HIPS.

Având în vedere că aproximativ 30% din carcasele din Europa conțin BFR, procedeul de scufundare și plutire (S/F) este o modalitate bună de separare a acestora, iar randamentele ridicate de materiale fără BFR sugerează o rentabilitate ridicată a procesului (Schlummer, 2011).

În ceea ce privește BFR-urile, și în special POP-PBDE-urile, s-a raportat că S/F separă eficient materialele care conțin BFR de tipurile de ABS și/sau HIPS care nu conțin BFR (Schlummer și Maeurer, 2006). S-a raportat că S/F a fost utilizat pentru separarea fracțiunilor bogate în BFR din TV/PC de fracțiunile cu conținut scăzut de BFR destinate reciclării în Suedia (Retegan et al., 2010).

Secțiunea 2

Combinații de tehnologii pentru obținerea de produse comercializabile

Niciuna dintre tehnicile individuale descrise mai sus nu are capacitatea de a separa plasticul care conține POP-PBDE/BFR din DEEE: pentru a se asigura că plasticul este separat în fracțiuni de polimeri comercializabili și că, în același timp, sunt separate și materialele plastice contaminate, în practică se recomandă a fi utilizate combinații de tehnici.

Combinațiile de procese se bazează doar pe considerente tehnice și nu i-au în considerare fezabilitatea economică, care poate varia semnificativ în diferite țări. Prin urmare, trebuie calculate costurile și veniturile locale pentru diferitele combinații de tehnologii.

Demontare → NIR → Scufundare și plutire → Separare electrostatică

Site-urile de dezmembrare recuperează de obicei sticla CRT de la monitoarele de calculator. Deoarece aceste produse conțin carcase din plastic destul de mari, care sunt în majoritatea cazurilor construite din PS, ABS sau amestecuri ale acestor polimeri cu policarbonat (PC/ABS) sau oxid de polifenilenă (PPO/PS), personalul de dezmembrare poate produce cu ușurință o fracție de polimeri din aceste articole în cadrul procesului de reciclare a sticlei.

După un proces de zdrobire grosieră, deșeurile de materiale plastice pot fi separate în următoarele fracțiuni de polimeri prin NIR online: PS ușor, ABS ușor, PC/ABS ușor, PP ușor, PPO/PS ușor și materiale întunecate care nu pot fi identificate cu NIR.

PS și ABS ușoare, precum și fracția întunecată, conțin cel mai probabil cantități mai mari de BFR, care pot fi separate prin tehnologia de separare prin scufundare și plutire atunci când se efectuează două cicluri de separare în medii de densitate de 1 000 și aproximativ 1 100 kg/m³. Tehnologia "sink and float" se bazează pe faptul că ABS și PS bogate în BFR prezintă densități semnificativ mai mari în comparație cu ABS și PS fără BFR.

Deoarece fracția de densitate întunecată de 1 000-1 100 kg/m³ este destinată să conțină atât ABS, cât și PS, este preferabilă o separare ulterioară a ambelor materiale, care poate fi realizată prin separare electrostatică. Această din urmă tehnică este disponibilă la scară industrială și funcționează cel mai bine pentru amestecuri de plastic binare și bine uscate. În cadrul acestui proces, amestecul de plastic este alimentat printr-un transportor vibrator într-o așa numită unitate de încărcare tribo-electrică. Diferitele

materiale plastice sunt încărcate aici în mod selectiv și specific în funcție de material, preluând o sarcină pozitivă sau negativă. După ce a avut loc încărcarea, amestecul de plastic ajunge într-un câmp de înaltă tensiune, unde componentele sunt separate în mod electrostatic în fracții sortate pur, în funcție de sarcinile lor: particulele pozitive sunt atrase de un electrod negativ, în timp ce particulele negative sunt respinse și invers.

Dezmembrare → Scufundare și plutire → Separare electrostatică

De obicei, centrele de dezmembrare recuperează sticla CRT de la televizoare. Deoarece televizoarele includ, de obicei, carcase mari din plastic, compuse predominant din PS și doar rareori din ABS sau PP, personalul de dezmembrare poate produce cu ușurință o fracție de polimeri din aceste articole pentru a completa reciclarea sticlei. Cercetări recente au arătat că este posibil să se reducă la minimum a cantității de substanțe care nu fac parte din categoria BFR-ABS în această fracție, printr-o formare adecvată. Acest lucru este important, deoarece televizoarele conțin materiale plastice de culoare închisă nepotrivite pentru sortarea NIR. După un proces de măcinare, fracția bogată în PS este separată într-o fracție bogată în BFR și aproape fără BFR prin S/F.

Deoarece fracția de densitate întunecată 1.000-1.100 kg/m³ conține atât ABS, cât și PS, este preferabilă o separare ulterioară a ambelor materiale, care poate fi realizată prin separare electrostatică. Această din urmă tehnică este disponibilă la scară industrială și funcționează cel mai bine pentru amestecuri de plastic binare și bine uscate (Hamos, 2012; Wersag, 2012; a se vedea tabelul (3).

Demontare → Sortare manuală → Scufundare și plutire

Abordarea cea mai elaborată este sortarea manuală, de preferință asistată de un NIR portabil și de un instrument portabil de identificare a bromului (XRF). În plus față de aceste instrumente, personalul de sortare trebuie să verifice carcasa pentru a găsi ștampilele de material care indică tipul de material. Prin utilizarea acestor tehnici, personalul instruit poate fi capabil să colecteze o proporție mare de materiale (aproape) fără BFR din fluxurile de plastic. Ulterior, tehnologiile NIR vor permite producerea de fracțiuni de tipuri definite de polimeri pentru prelucrarea ulterioară. Dezavantajul acestei abordări ar putea fi acela că articolele mari, cum ar fi carcasele imprimantelor, monitoarelor și televizoarelor cu niveluri ridicate de BFR, sunt produse secundare care necesită o tratare adecvată a deșeurilor. În schimb, piesele din plastic fabricate din

echipamente fără BFR sau cu un nivel scăzut de BFR sunt, în mod normal, mai mici și nu sunt adesea dezmembrate și tratate prin tehnici de mărunțire.

Tocator → Scufundare și plutire → Separare electrostatică

Materialele plastice mărunțite provenite din DEEE mixte (în special aparatele DEEE mici) trebuie să treacă prin etape de eliminare a metalelor FE și non-Fe și a prafului înainte de a putea fi tratate printr-un proces de scufundare și plutire în două etape în medii de densitate de aproximativ 1 100 kg/m³ și 1 000 kg/m³. Frațiunea mai mică de 1 000 kg/m³ este destinată să fie bogată în PP și cantități minore de PE. Frațiunea de densitate intermediară este considerată a conține ABS și PS fără BFR, precum și tipuri de PP umplut. Aceste trei fracții pot fi separate ulterior prin separare electrostatică (Hamos, 2012; Wersag, 2012)

Tocator → XPF → Spectroscopie

Din fracția mixtă de DEEE, o fracție de plastic este recuperată în instalațiile de tratare a DEEE de ultimă generație printr-un set de procese de zdrobire, măcinare și separare mecanică. Deoarece această fracție are o dimensiune tipică a particulelor sub 20 mm, sunt necesare procese de separare automatizate online, mai degrabă decât manuale, pentru îmbunătățirea ulterioară a acestei fracții în vederea recuperării polimerilor.

Bromul și clorul pot fi eliminate prin tehnologia XRT online, producând o fracție cu conținut scăzut de brom din materiale plastice mixte compuse din până la 16 tipuri de polimeri. Principalele tipuri de polimeri (PS, ABS și PP) pot fi recuperate ulterior prin NIR online, însă această tehnică este limitată la fracția de materiale ușoare, care, din păcate, nu reprezintă fracția principală a materialelor plastice WEE.

În cadrul actualului test pilot, Fraunhofer IVV (Freising, Germania) și Unisensor (Karlsruhe, Germania) testează și optimizează o nouă tehnică de sortare automată bazată pe spectroscopia laser. Rezultatele obținute până în prezent indică în mod clar faptul că această tehnică este capabilă să separe automat mai multe tipuri de polimeri dintr-un flux mixt de intrare de materiale plastice mărunțite, cu rate de producție ridicate (~1 tonă pe oră). Spectroscopia cu laser (spre deosebire de NIR) poate identifica materialele plastice negre și întunecate și, prin urmare, ar putea deveni o tehnologie cheie pentru a transforma deșeurile de plastic fără BFR din DEEE în fracțiuni de tipuri de polimeri sortate comercializabile. Cercetările ulterioare se concentrează asupra identificării BFR cu

spectroscopie laser, aplicând rate de producție comparabile de mare capacitate. (Schlummer, 2011; Unisensor, 2012)

Secțiunea 3

Compararea tehnologiilor de separare a fluxurilor de polimeri

În tabelul (4) sunt enumerate unele combinații practice de tehnologii utilizate pentru separarea polimerilor pentru diferite materii prime. De asemenea, sunt menționate posibilitățile de obținere a produselor, stadiul de dezvoltare și economia sau sistemele comerciale disponibile.

Combinații de tehnici de separare, materii prime, produse, stadiul de dezvoltare și observații privind economia conexă

Tabelul 4

Combinație	Intrare adecvată	BFR produse gratuite	Stadiul de dezvoltare	Economie	Referință
Demontare -> NIR-> Scufundare și plutire -> Separare electrostatică	Materiale plastice din articole DEEE dezmembrate	ABS, PS	Aprobat	Economia depinde de randamentul produselor fără BFR	Schlummer (2011)
Demontare -> Scufundare și plutire -> Separare electrostatică	Carcase de televizor	HIPS	Aprobat	Aprobat	Schlummer (2011)
Demontarea -> Sortare manuală -> Scufundare și plutire	Materiale plastice din articole DEEE dezmembrate	ABS, PS, PC- ABS	Aprobat	Neomologat în țările industriale	

Tocător -> Scufundare și plutire -> Separare electrostatică	DEEE mixte (aparate mici)	ABS, PS, PP	Aprobat	Sistema există cu succes la wersag AG (Großschir ma, Germania)	Hamos (2012) Wersag GmbH (2012)
Tocător -> XRT -> Spectroscopie	DEEE mixte	Amestec de plastic "fără" BFR și PVC	Aprobat	Nu există informații	Schlumme r (2011) Unisensor (2012)

Alternative la POP-PBDE-uri

În tabelul (5) sunt enumerate câteva substanțe ignifuge alternative pentru principalele aplicații ale c-PentaBDE și c-OctaBDE. Alegerile ecologice ale substanțelor ignifuge au fost elaborate de Agenția germană de mediu (UBA, 2008).

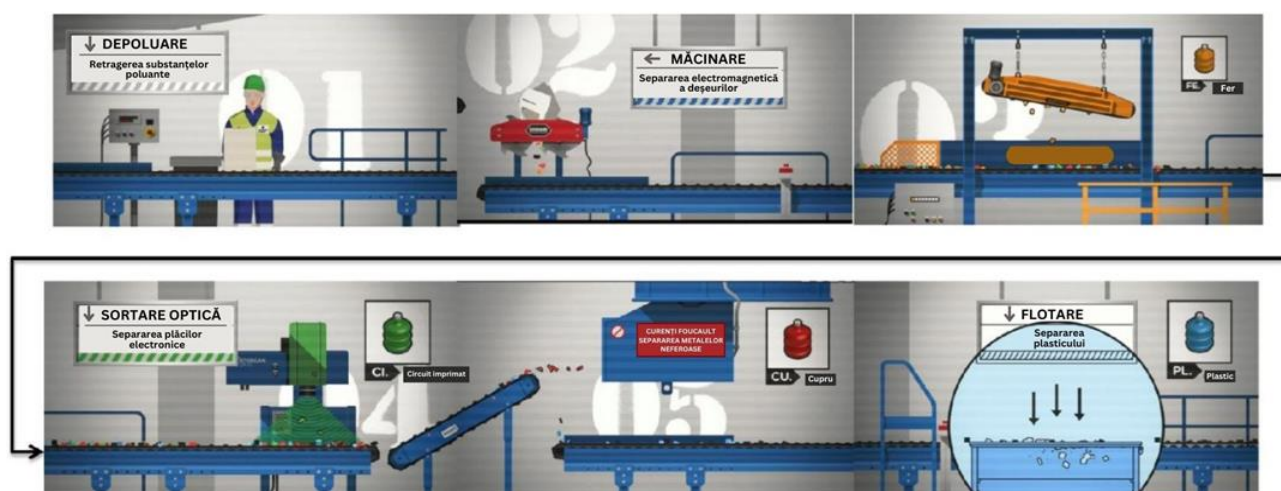
Tabelul 5

Zona principală de utilizare a POP-PBDEs	Alternativa BFR sau CFR	Alternative nehalogenate
Carcase deEEE (c-OctaBDE)	c-DecaBD E ¹⁸ și decabromodifenil etan (DBDPE)sau tris(tribromofenil) cianurat (pentru ABS și HIPS); HBCD (pentru HIPS); TBBPA (pentruABS); polimeri bromurați	Retardatori de flacără fără halogen pe bază defosfor: bis(difenilfosfat de bis(difenilfosfat) de bis(difenilfosfat) de bis(difenilfosfat) de bisfenol A (pentru PC, PC/ABS și PPE/HIPS)
Componente mici înEEE (c-OctaBDE)	DecaBDE ¹⁸ și DBDPE (pentru PBT, PET șiPA) polimeribromurați	Fosfor roșu microcapsulat, hidroxid de magneziu, melamină, fosfat de metal (pentruPA) și fosfat de metal (pentru PBT și PET)
Plăci cu circuite imprimate (c- PentaBDE)	TBBPA reactiv (pentru epoxidice rășină); Aditiv TBBPA (pentru rășină fenolică)	Retardatori de flacără fără halogeni pe bază de fosfor: dihidroxozafosfenafenantren (DOPO)/hidroxid de aluminiu (pentru rășini epoxidice); fosfinat metalic/ DOPO/dioxid de siliciu (pentru rășini epoxidice); fosfonați polimerici (pentru rășini epoxidice); termoseturi rezistente la flacără Materiale termoplastice rezistente la flăcări (sub dezvoltare)
Acoperii textile (c- PentaBDE)	DecaBDE ¹⁸ (pentru diverse fibre); HBCD (pentru diverse fibre); substanțe ignifuge organice fosforice halogenate	Fibre sintetice rezistente în mod inerent la flacără cu substanțe ignifuge integrate (pentruPP și PE); fibre sintetice rezistente la flacără (pentru poliaramidă); fibre de sticlă; integrare pe termen lung a fosfonului compuși (pentru celuloză); sisteme intumescente (pentru diferite fibre)
Spumă poliuretanică (c- PentaBDE)	Firemaster 550 și 600; fosfor organic halogenat substanțe ignifuge	Diverse tehnologii de barieră; Înlocuirea spumei PUR în anumite aplicații

Anexe

Schema Nr.1

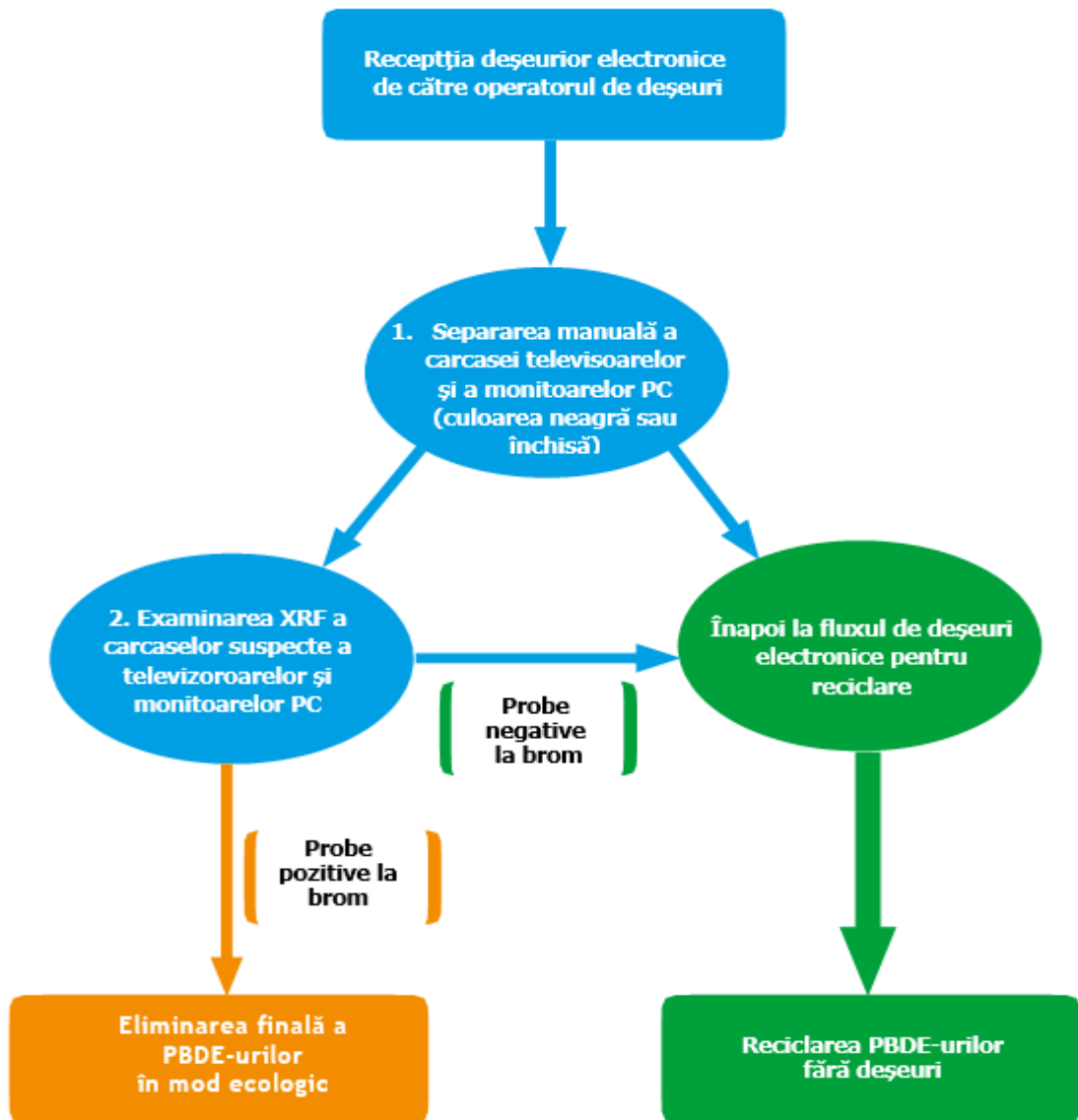
Schema unei instalații de separare a polimerului cu conținut de POP-PBDE din fluxul deșeurilor de echipamente electrice și electronice.



Combinatii de tehnologii pentru obtinerea de produse comercializabile

Schema Nr.2

Prezentare generală schematică a procedurii optime de identificare și separare a materialelor plastice care pot conține PBDE din deșeurile electronice



Bibliografie

1. Proiect revizuit de orientări privind cele mai bune tehnici disponibile și cele mai bune practici de mediu pentru reciclarea și eliminarea deșeurilor de articole care conțin difenil eteri polibromurați, enumerate în Convenția de la Stockholm (Convenția de la Stockholm privind poluanții organici persistenți 2015).
2. Handbook of Plastics Recycling; Francesco Paolo La Mantia, Rapra Technology Limited (2002).
3. Orientări tehnice generale privind gestionarea ecologică a deșeurilor constând din, care conțin sau sunt contaminate cu poluanți organici persistenți (Conferința părților la Convenția de la Basel privind controlul mișcărilor transfrontaliere a deșeurilor periculoase și eliminarea acestora 2023).