

**MINISTERUL
MEDIULUI
AL REPUBLICII
MOLDOVA**



**MINISTRY
OF ENVIRONMENT
OF THE REPUBLIC OF
MOLDOVA**

ORDIN

“ _____ ” 2024

Nr. _____

mun. Chișinău

Cu privire la aprobarea Ghid pentru gestionarea durabilă (colectare, depozitare, tratare, conform ierarhiei deșeurilor) 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, vehiculele scoase din uz și plăcile de polistiren folosite în construcții

În temeiul Pct. 25 **din HG nr. /2024** pentru aprobarea Regulamentului privind poluanții organici persistenți (Monitorul Oficial nr.) și Acțiunii nr. 4.3 din Planul Național de Implementare a Convenției de la Stockholm (anexa nr. 2 la Programul privind managementul durabil al substanțelor chimice pentru anii 2023-2030, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.816/2023

ORDON:

1. Se aprobă Ghidul pentru gestionarea durabilă (colectare, depozitare, tratare conform ierarhiei deșeurilor) 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 echipamentele electrice și electronice, vehiculele scoase din uz și plăcile de polistiren folosite în construcții (se anexează).
2. Prezentul Ghid va fi publicat în Monitorul Oficial al Republicii Moldova inclusive pe pagina web oficială a ministerului, în conformitate cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 728 din 26.09.2023 cu privire la site-urile web oficiale ale autorităților și instituțiilor publice și cerințele minime privind profilurile de socializare ale acestora și se va aduce la cunoștință tuturor părților interesate.
3. Prezentul Ordin intră în vigoare la 12 luni de la data aprobării.
4. Controlul asupra executării prezentului Ordin mi-l asum personal.

Ministru

Sergiu LAZARENCU

No		Nume/preume	Semnătura
	Elaborat	Bulgari Svetlana	
	Coordonat	Banaru Carolina	
		Cramarencu Nicolina	
		Stratulat Grigore	

Proiect
Aprobat
prin Ordinul ministrului mediului
nr. _____ /2024

Ghid

pentru gestionarea durabilă (colectare, depozitare, tratare conform ierarhiei deșeurilor) 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 echipamentele electrice și electronice, vehiculele scoase din uz și plăcile de polistiren folosite în construcții

Cuprins

Abrevieri și acronime.....	4
Capitolul I. Aspecte generale.....	6
1.1. Introducere	6
1.2. Informații generale	6
1.3. Scopul Ghidului.....	7
1.4. Structura Ghidului	8
Capitolul II. Producerea și utilizarea POP -PBDE în articole.....	8
2.1. Hexa- și heptaBDE	8
2.2. PentaBDE	8
2.3. DecaBDE.....	9
2.4. Recomandări generale pentru reciclarea ecologică a deșeurilor care conțin PBDE	10
2.5. Relația cu Convenția de la Basel	11
Capitolul III. Principiile și cerințele de gestionare a fluxurilor (articolelor și a deșeurilor) cu conținut POP-PBDE	12
3.1. Principii generale și îndrumări de gestionare durabilă a fluxurilor	12
3.2. Sisteme de management al fluxului cu conținut de PBDE	12
3.3. Instruirea specifică a angajaților.....	13
3.4. Ierarhia deșeurilor.....	13
3.5. Depozitarea și manipularea fluxului POP-PBDE	15
Capitolul IV. Gestionarea durabilă a fluxului (articole și deșeuri) din EEE, DEE, VSU și spuma PUR cu conținut de POP – PBDE	16
4.1 Gestionarea materialelor plastice din EEE/DEE	16
4.1.1. Tipuri și compoziții de materiale plastice care conțin PBDE.....	17
4.1.2. Tehnologiile de separare a polimerilor care conțin POP - PBDE-uri.....	19
4.1.3. Abordări de dezasamblare manuală	20
4.1.4. Tehnologii individuale de screening pentru separarea materialelor plastice în vrac și mărunțite care conțin POP-PBDE.....	20
4.1.5. Combinații de tehnologii pentru obținerea de produse comercializabile	23
4.1.6. Tehnologii de prelucrare folosind/produse plastice care conține PBDE sub limita admisibilă	26
4.2. Materialele plastice din vehicule scoase din uz (VSU)	30
4.2.1. Reciclarea vehiculelor scoase din uz.....	31
4.2.2. Dezmembrarea și depoluarea VSU	32
4.2.3. Aparată de tăiat	33
4.3. Spuma poliuretanică	36
4.3.1. Reciclarea/recuperarea spumei PUR	37
Bibliografie	39

Abrevieri și acronime

ABS	Acrilonitril-butadien-stiren
ASR	Reziduuri de mărunțire a automobilelor
BAT	Cele mai bune tehnici disponibile
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
DEEE	Deșeuri de echipamente electrice și electronice
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
GES	Gaze cu efect de seră
HBB	Hexabromobifenil
HBCD	Hexabromociclododecan
HFC	Hidrofluorocarbon
HIPS	Polistiren de mare impact
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
PC	Policarbonat
PCB	Bifenil policlorurat
PCDD/PCD	Dibenzo-p-dioxine policlorurate și dibenzofurani policlorurați
PET	Polietilenă tereftalat
PFR	Retardant de flacără pe bază de fosfor

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
RoHS	Restricționarea utilizării anumitor substanțe periculoase în echipamentele electrice și electronice
S/P	Se scufundă și plutește
SVOC	Compus organic semivolatile
COV	Compuși organici volatili
XRF	Fluorescență cu raze X
XRT	Transmisie cu raze X
PFR	Retardant de flacără pe bază de fosfor
NIP	Planul Național de Implementare a Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți
BDP	Bisfenol A-bis(difenilfosfat)

Capitolul I. Aspecte generale.

1.1. Introducere

În conformitate cu prevederile art. 7 din Convenția de la Stockholm privind poluanții organici persistenți, ratificată de Republica Moldova prin Legea nr. 40/2004 și în temeiul art. 33 și art. 34 din Legea nr. 277/2018 privind substanțele chimice a fost aprobat Programul privind managementul durabil al substanțelor chimice pentru anii 2023-2030 (Hotărârea Guvernului nr. 816/2023), inclusiv Planul Național de implementare a Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți (NIP), ca anexă la acest Program.

Planul de acțiuni presupune reducerea progresivă a poluării cu poluanți organici persistenți (POPs) a componentelor de mediu, diminuarea presiunilor generate de gestionarea necorespunzătoare a stocurilor și deșeurilor cu conținut de POPs, minimizarea impactului advers al acestor substanțe asupra mediului și sănătății umane, precum și asigurarea bunei guvernări pe întreg ciclul de viață a acestora.

În particular, în scopul consolidării managementului substanțelor chimice periculoase și facilitării tranziției către o economie durabilă, NIP setează acțiunea de elaborare a Ghidului pentru gestionarea durabilă (colectare, depozitare, tratare conform ierarhiei deșeurilor) 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 echipamentele electrice și electronice, vehiculele scoase din uz și plăcile de polistiren folosite în construcții.

1.2. Informații generale

Eterii difenilici polibromurați (PBDE) sunt un grup de substanțe chimice organobromurate industriale care au fost utilizate începând cu anii 1970 ca aditivi ignifuganți într-o gamă largă de produse, în principal de consum. PBDE au fost produși cu trei grade diferite de bromurare și comercializați ca c-PentaBDE, c-OctaBDE și DecaBDE comercial (c-DecaBDE) – (denumiți colectiv 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.

Principalele sectoare de producție care utilizează POP-PBDE sunt următoarele:

- a) Industria electrică și electronică;
- b) Industria transporturilor;
- c) Industria mobilei;
- d) Industria textilă și a covoarelor;
- e) Industria construcțiilor;

f) Industria de reciclare.

Aplicarea celor mai bune tehnici disponibile (BAT) și a celor mai bune practici de mediu (BEP) va asigura minimizarea impactului acestora asupra mediului. În cazul în care distrugerea ecologică sau transformarea ireversibilă a POP-PBDE nu sunt disponibile, eliminarea acestora necesită a fi realizată într-o manieră ecologică.

În acest context, coordonarea între Convenția de la Stockholm și Convenția de la Basel devine crucială pentru gestionarea eficientă a deșeurilor periculoase. Prin urmare, 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.

1.3. Scopul Ghidului

Prezentul Ghid este fundamentat de Pct. 25 din HG nr. __/2024 pentru aprobarea Regulamentului privind poluanții organici persistenți (POPs), are caracter de recomandare și este elaborat în suportul agenților economici, în vederea facilitării procesului de aliniere la cerințele și standardele europene care corespund domeniilor din capitolul 16 „Mediul înconjurător”, prevăzute de Acordul de Asociere Republica Moldova – Uniunea Europeană, ratificat prin Legea nr. 112/2014.

Documentul are scopul de a consolida gestionarea durabilă a deșeurilor cu conținut de poluanți organici persistenți pe întreg ciclul de viață a acestora.

Astfel, prezentul Ghid recomandă măsurile necesare de a fi realizate în contextul reglementărilor de responsabilitate extinsă a producătorilor (REP) care colectează, depozitează, valorifică produsele ce conțin inhibitori de flacără cu conținut de poluanți organici persistenți.

În procesul de elaborare a Ghidului au fost luate în considerare și integrate studiile, analizele, evaluările, concluziile și recomandările provenite din cercetările realizate de țările dezvoltate, cât și datele din Inventarul POP-PBDE realizat în anul 2020 de către Ministerul Mediului, în parteneriat cu A.O. Asociația Experților „Pro-Mediu”, 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”.

Documentul se referă la următoarele grupuri de POPs:

- a) tetrabromodifenil eter și pentabromodifenil eter - omologi majori ai c-pentaBDE;
- b) hexabromodifenil eter și heptabromodifenil eter - omologi majori enumerați ai c-octaBDE;
- c) decabromodifenil eter - omolog listat al c-decaBDE;

1.4. Structura Ghidului

Prezentul Ghid este structurat în 4 capitole, după cum urmează:

Capitolul 1 - prezintă noțiuni generale despre POPs-PBDE, scopul și structura documentului.

Capitolul 2 - furnizează informații despre substanțe utilizate în articole/ deșeuri, inclusiv dispozițiile relevante din Convenția de la Stockholm și Convenția de la Basel.

Capitolul 3 - abordează BAT și BEP pentru gestionarea fluxului cu conținut de PBDE.

Capitolul 4 - abordează BAT și BET pentru reciclarea articolelor care conțin PBDE (cu descrierea metodelor de separare), concentrându-se pe fluxurile cheie de reciclare a materialelor (echipamente electrice și electronice (EEE), deșeuri de echipamente electrice și electronice (DEE), vehicule scoase din uz (VSU) și spuma poliuretanică).

Capitolul II. Producerea și utilizarea POP -PBDE în articole

2.1. Hexa- și heptaBDE

Cea mai mare utilizare a c-octaBDE care conține hexaBDE/heptaBDE se referă la tratarea materialelor plastice acrilonitril-butadienă-stiren (ABS) care, anterior au fost utilizate în mod obișnuit în echipamentele electrice și electronice (în special pentru carcasele tubului catodic (CRT) de televizoare și monitoare de calculator și echipamente de birou, cum ar fi mașini de copiat și imprimante de afaceri).

Menționăm faptul că, în Republica Moldova volumul de deșeuri electrice și electronice care conțin PBDE-uri poate fi ușor mai mare decât în UE, ținând cont de faptul că, din motive socioeconomice durata medie de utilizare a echipamentelor electronice și a vehiculelor, în țara noastră este mai mare decât în UE.

2.2. PentaBDE

Se estimează că între 90% și 95% din c-pentaBDE se utiliza pentru tratarea spumei poliuretanică (PUR) din domeniul auto (tavane auto; sisteme acustice; acoperirea scaunelor cu textile). În prezent, o mare parte din flota de transport din perioada anilor 1970-2004 (autoturisme, autobuze și, eventual, trenuri) care conține c- PentaBDE este încă în funcțiune în Republica Moldova, motiv pentru care, atunci când aceste vehicule vor ajunge la sfârșitul ciclului de viață, va fi necesar de identificat cantitatea de BFR în procesul de reutilizare și reciclare.

2.3. DecaBDE

Principalele sectoare de utilizare ale c-decaBDE sunt cele de producere a plasticului și polimerilor în EEE, transport, construcții și textile (vezi Tabelul nr. 1).

În articolele EEE, decaBDE este utilizat în carcasele echipamentelor, a firelor și cablurilor conectoare, cât și în componentele electrice mici (telefoane mobile, componentele televizoarelor și a scannerelor, ventilatoare de încălzire și uscătoare de păr etc.). Tipul de polimeri din EEE-urile care au fost tratați cu decaBDE prezintă polistireni de mare impact (HIPS), copolimeri ABS și amestecuri de polimeri cum ar fi amestecurile de polifenilen oxid/polistiren (PPO/PS).

În sectorul textil, cu decaBDE se tratează o gamă largă de fibre sintetice amestecate și naturale, care necesită caracteristici anti-inflamabile, cum ar fi textilele pentru automobile, textilele pentru tapițerie, inclusiv canapelele, scaunele de birou, saltelele, filtrele pentru aragaz, jaluzelele, draperiile, geotextilele, tapetăriile, aparatele de uz casnic/mobilierul, covoarele etc.

În sectorul construcțiilor decaBDE este utilizat la fabricarea poliuretanului (PUR) în izolația XPS-ului, panourilor de placare, foliilor PE/PP, cablurilor și conductelor, și fittingurilor electrice în izolarea conductelor. Se estimează că, 330.000 tone de decaBDE au fost utilizate în sectorul de construcții, în care s-a folosit aproximativ 3 - 6 milioane tone de plastic/polimeri (de exemplu spumă PUR, folie și acoperiri) instalate în clădiri. Astfel, sectorului de construcții îi revine, probabil, cel mai mare stoc de decaBDE.

Tabelul 1. Procentul de PBDE comerciale în utilizări majore și durata medie de viață a tipului de produs (Abbasi et al. 2019; Weber 2022)

Zona de utilizare	c-PentaBDE	c-OctaBDE	c-DecaBDE	Durata de viața (ani)
Electronice	10%	40%	30%	7 – 20*
Spumă și covoare	50%	15%	25%	10
Construcții	20%	25%	20%	30 – 50
Transport	15%	15%	15%	15 – 35*
Textile	5%	5%	15%	10

În scopul identificării magnitudinii problemei produselor chimice listate mai sus – denumite în mod colectiv **inhibitori de flacără** - în Republica Moldova a fost realizată evaluarea și inventarierea acestora. În Tabelul nr. 2 este reflectată evaluarea, pentru anul 2020, a conținutului de HBCD în spumele de polistiren, a PBDE în vehicule și în carcasele televizoarelor. Evaluarea a fost realizată în baza Ghidului UNEP pentru inventarierea PBDE, ținând cont de prevederile Convenției 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 în carcasele computerelor și televizoarelor cu tub catodic și ecran plat importate	0.00053
POP-PBDE în carcasele computerelor și televizoarelor cu tub catodic și ecran plat în uz	0,02426
POP-PBDE în carcasele computerelor și televizoarelor cu tub catodic și ecran plat scoase din uz	0.00148
HBCD în polistiren expandat (EPS) (produse finale și materii prime)	2.757
HBCD în polistiren extrudat (XPS)	2.374

2.4. Recomandări generale pentru reciclarea ecologică a deșeurilor care conțin PBDE

La scară industrială, sunt recomandate câteva opțiuni pentru separarea și tratarea materialelor plastice care conțin PBDE, după cum urmează:

- Dezasamblarea și îndepărtarea manuală a materialelor plastice;
- Separarea materialelor plastice care conțin BFR din materialul mărunțit și BFR din EEE sau vehicule și tratarea fracției separate ca deșeuri POPs;
- Tratarea fracțiunii separate ca deșeuri POPs;
- Tratarea suplimentară a întregii fracții create în timpul mărunțirii ca deșeuri POPs fără a separa plasticul care conține BFR.

Ținând cont de funcționalitatea întregului lanț de responsabilitate extinsă a producătorului, metoda utilizabilă pentru separarea materialelor plastice care conțin POPs-uri este identificarea și izolarea tuturor materialelor plastice care conțin BFR și tratarea acestora ca deșeuri POPs, indiferent de compușii de brom utilizați ca ignifug în plastic (vezi Capitolul III). Dacă tehnicile sau procesele de separare nu sunt ușor disponibile sau realizabile și se presupune că, concentrațiile sunt la sau peste nivelul scăzut al conținutului de POPs, reciclarea necesită a fi evitată.

Deșeurile cu conținut de POPs 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 persistenti este distrus sau transformat ireversibil, fără de a prezenta pericol caracteristicilor POP-urilor în emisii.

2.5. Relația cu Convenția de la Basel

Prevederile Convenției de la Stockholm și cele ale Convenției de la Basel sunt direct relevante pentru aplicarea celor mai bune tehnici disponibile și a celor mai bune practici de mediu, pentru abordarea emisiilor de PBDE-uri din deșeuri. Având în vedere că mai multe fluxuri de deșeuri, inclusiv DEEE, piesele de automobile și altele reprezintă fluxuri de materiale potențiale majore care conțin PBDE, sinergia dintre Convenția de la Stockholm și Convenția de la Basel este utilă în managementul durabil al deșeurilor periculoase.

În conformitate cu Convenția de la Stockholm, deșeurile care conțin POPs necesită de a fi eliminate în așa fel, încât conținutul de POPs să fie distrus sau transformat ireversibil, pentru a nu prezenta caracteristici POPs sau de altă natură. Aceste deșeuri trebuie eliminate într-o manieră ecologică, fără a aduce impact asupra mediului.

Convenția de la Basel la care Republica Moldova a aderat prin Hotărârea Parlamentului nr. 1599/1998, prevede pentru țările părți următoarele obligații: să reducă la minimum generarea de deșeuri periculoase, să asigure disponibilitatea instalațiilor adecvate de eliminare, cât și să asigure gestionarea ecologică a deșeurilor.

Transportul deșeurilor periculoase peste frontieră se va realiza în conformitate cu prevederile Regulamentului privind transferurile de deșeuri, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 411/2022. De menționat că, transferurile sunt permise numai în următoarele circumstanțe:

- a) Desfășurarea în condiții care nu pun în pericol sănătatea umană și mediul;
- b) Exporturile sunt gestionate într-un mod ecologic în țara de import;
- c) Țara de export nu are capacitatea tehnică și facilitățile necesare pentru a elimina deșeurile în cauză într-un mod ecologic și eficient;
- d) Deșeurile în cauză sunt necesare ca materie primă pentru industria de reciclare sau valorificare în țara de import;
- e) Mișcările transfrontaliere în cauză sunt în conformitate cu alte criterii stabilite de părți.

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. Acceptarea și evidența notificărilor pentru export, este realizată și gestionată prin intermediul SIA MD, de către Agenția de Mediu.

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

3.1. Principii generale și îndrumări de gestionare durabilă a fluxurilor

Un sistem de management de mediu (EMS) se proiectează pe baza respectării cerințelor impuse de un set de principii și reguli, după cum urmează:

- a) Structura organizatorică și responsabilitatea;
- b) Asigurarea resurselor financiare și umane necesare;
- c) Formarea, conștientizarea și competența;
- d) Comunicarea (internă și externă);
- e) Implicarea angajaților prin instruiri;
- f) Documentarea;
- g) Planificarea operațională eficientă și controlul proceselor;
- h) Programul de întreținere;
- i) Pregătirea și răspunsul în caz de urgență;
- j) Implementarea unui program de monitorizare;
- k) Asigurarea respectării legislației de mediu;

De asemenea, sunt importante următoarele caracteristici:

- a) La (re)proiectarea unei (noi) instalații sau a unei părți a acesteia, luarea în considerare a impactului acesteia asupra mediului pe tot parcursul funcționării;
- b) Dezvoltarea unor tehnologii mai curate;
- c) Efectuarea periodică a analizelor comparative sectoriale, inclusiv activități de eficiență energetică și de conservare a energiei, alegerea materialelor de intrare, emisiile în aer, evacuările în apă, consumul de apă și generarea deșeurilor la ieșire.

3.2. Sisteme de management al fluxului cu conținut de PBDE

Obiectivul principal în gestionarea deșeurilor periculoase este de a pune în aplicare un EMS care să garanteze trasabilitatea articolelor și a deșeurilor periculoase, care va include următoarele:

- a) Un sistem clar de referință și înregistrare a caracteristicilor deșeurilor și a sursei fluxului de deșeuri care este disponibil în orice moment;
- b) Acest sistem de control al fluxului de deșeuri ar trebui să includă data sosirii la fața locului, detalii despre producătorul deșeurilor, un cod unic de identificare, rezultatele analizei de pre-acceptare și acceptare, o descriere a tipului și dimensiunii stocului, tratarea prevăzută, căile de eliminare;
- c) Un sistem care să asigure că personalul instalației care este implicat în procedurile de prelevare, verificare și analiză este corespunzător calificat și instruit, și că instruirea este actualizată în mod regulat;
- d) Stabilirea procedurilor clare care să se ocupe de gestionarea deșeurilor în cazul în care inspecția și/sau analiza demonstrează că acestea nu îndeplinesc criteriile de acceptare ale instalației sau nu se potrivesc cu descrierea materialului/deșeurilor primite în timpul procedurii de pre-acceptare. Procedura ar trebui să includă toate măsurile cerute de autorizație sau de legislația națională/internațională pentru a informa autoritățile competente, pentru a stoca în siguranță livrare pentru orice perioadă de tranziție sau pentru a respinge materialul/deșeurile și a le expedia înapoi producătorului de deșeuri sau oricărui alt operator autorizat;
- e) Aplicarea unei baze de date computerizată sau o serie de baze de date cărora li se face în mod regulat copii de rezervă;
- f) Elaborarea unui plan structurat de siguranță la pericolele de incendiu.

3.3. Instruirea specifică a angajaților

Instruirea specifică a angajaților este crucială pentru implementarea celei mai bune tehnici disponibile (BAT) și a celor mai bune practici de mediu (BEP) în gestionarea fluxului cu conținut de POP- PBDE. Instruirea corespunzătoare previne și minimizează accidentele și impactul asupra mediului, oferind angajaților cunoștințe fundamentale cu privire la gestionarea substanțelor chimice și deșeurilor, care cuprinde următoarele:

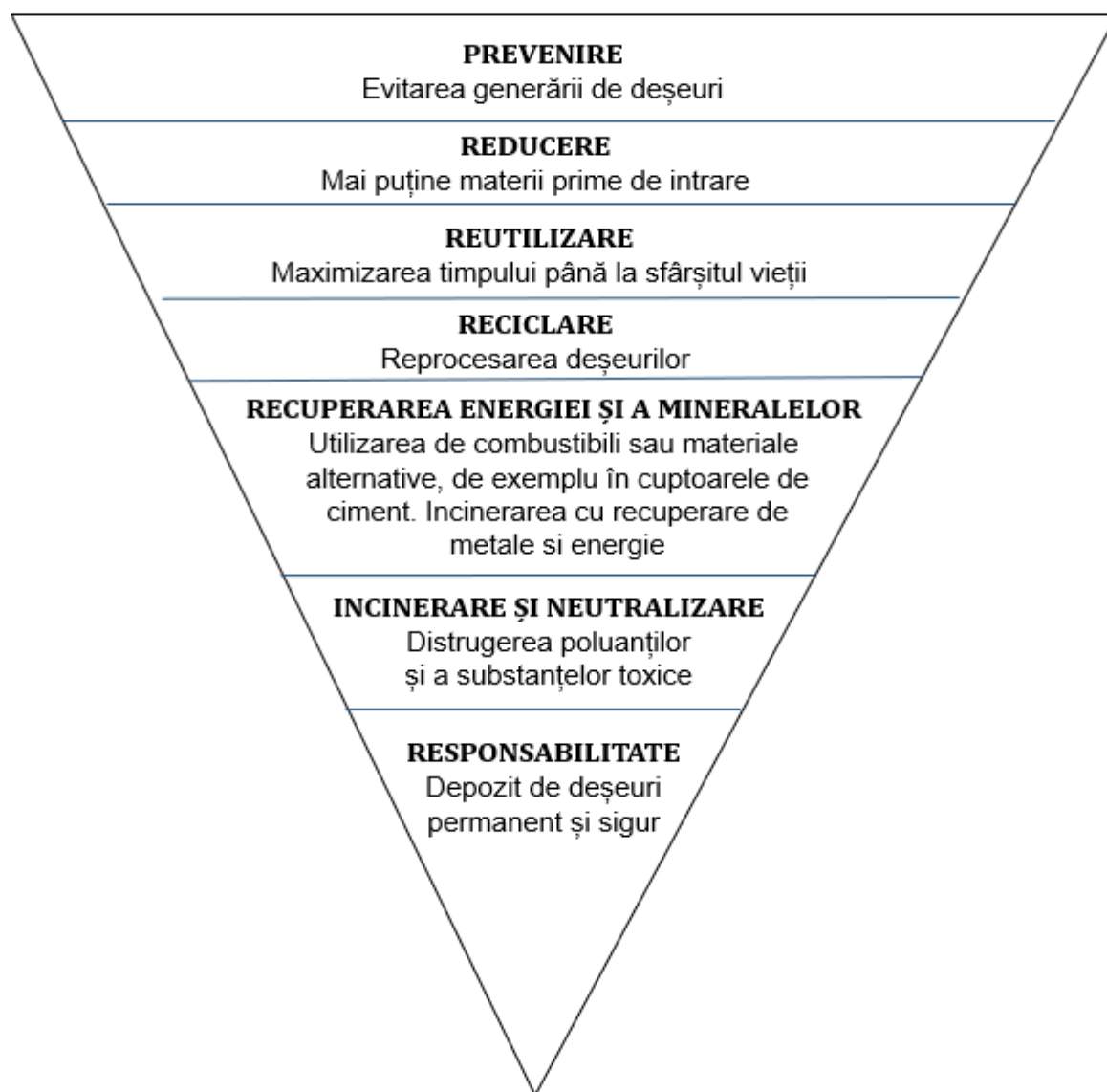
- a) Educarea adecvată a lucrătorilor cu privire la manipularea, depozitarea, utilizarea/manipularea și eliminarea substanțelor chimice, materialelor plastice și altor deșeuri (solide și ape uzate), în special în cazul substanțelor periculoase;
- b) Întreținerea regulată a echipamentelor tehnice (mașini în producție, precum și dispozitive de reducere și recuperare precum filtre și scrubere); întreținere generală (de ex. pompe, supape, întrerupătoare de nivel);
- c) Utilizarea echipamentului individual de protecție.

3.4. Ierarhia deșeurilor

Ierarhia gestionării deșeurilor (vezi Figura nr. 1) stabilește o ordine de priorități din punct de vedere a protecției mediului în legislația și politica de deșeuri, și are ca scop încurajarea acțiunii în materie de prevenire a generării și gestionarea eficientă și eficace a deșeurilor, astfel încât să se reducă efectele negative ale acestora asupra mediului.

Figura 1. Ierarhia managementului deșeurilor

(UNEP 2007/2019/2023)



Principiile ierarhiei deșeurilor sunt: 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.

Conform ierarhiei de gestionare a deșeurilor, repararea și reutilizarea EEE-urilor

uzate este opțiunea preferată înainte de sfârșitul vieții (vezi Figura nr. 2). Reutilizarea și recondiționarea EEE-urilor mărește durata de viață a produselor, prin urmare economisind energie pentru fabricarea de noi echipamente și reducând impactul asupra mediului.

Figura 2 Pașii importanți în gestionarea durabilă a deșeurilor



Articolele care conțin POP-PBDE includ fluxuri importante de material, pentru care **responsabilitatea extinsă a producătorului** este cheia principală pentru gestionarea durabilă a acestora. Astfel, în Republica Moldova 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 acest sistem. 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.

3.5. Depozitarea și manipularea fluxului POP-PBDE

Pentru depozitarea și manipularea în siguranță și în conformitate cu BAT/BET a fluxului cu conținut de POP-PBDE înainte de tratare, se vor lua în considerare următoarele:

- a) Deținerea spațiilor separate, special amenajate, astfel, încât să nu afecteze mediul și împrejurimile imediate;
- b) Izolarea și separarea acestor deșeuri de alte deșeuri **la sursă** pentru a preveni amestecarea și contaminarea altor fluxuri de deșeuri;
- c) Asigurarea condițiilor corespunzătoare pentru prevenirea poluării mediului cu substanțe POP-PBDE în timpul depozitării și transportării lor, conform Legii nr.1515/1993 privind protecția mediului înconjurător;
- d) Respectarea regimului de desfășurare a activităților în zonele de protecție a apelor, în conformitate cu prevederile Legii apelor nr. 272/2011;
- e) Evitarea formării stocurilor cu conținut POP-PBDE rezultate în urma valorificării;
- f) Etichetarea fracțiilor de plastic a deșeurilor de echipamente electrice și electronice și a vehiculelor, cu conținut POP-PBDE, care vor fi utilizate pentru prelucrarea ulterioară și etichetarea articolelor produse din astfel de plastic reciclat;
- g) Interzicerea reclasificării deșeurilor cu conținut de POP PBDE ca deșeuri nepericuloase.

Notă: Operațiunile de colectare/depozitare inclusiv tratare/valorificare/eliminare a fluxului cu conținut de POP-PBDE sunt supuse autorizării de mediu pentru gestionarea deșeurilor cu indicarea explicită a operațiilor de valorificare și eliminare, conform prevederilor legislației.

Capitolul IV. Gestionarea durabilă a fluxului (articole și deșeuri) din EEE, DEE, VSU și spuma PUR cu conținut de POP – PBDE

4.1 Gestionarea materialelor plastice din EEE/DEE

Cerințele minime de tratare a DEEE sunt prevăzute în **Regulamentul privind deșeurile de echipamente electrice și electronice**, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 212/2018. Aceste cerințe includ obligația de a elimina plasticul care conține substanțe BFR din DEEE colectate separat (vezi Anexa nr. 6 a H.G. 212/2018).

Pentru a ajuta operatorii să îndeplinească cerințele regulamentului DEEE există o serie de standarde europene pentru tratarea DEEE (seria EN 50625 „Collection, logistics & Treatment requirements for WEEE”). În special, următoarele documente conțin

îndrumări cu privire la modul de tratare a materialelor plastice care conțin substanțe ignifuge bromurate:

- ✓ EN 50625-1: 2014 - Cerințe de colectare, logistică și tratare – pentru DEEE - Partea 1: Cerințe generale de tratare;
- ✓ TS 50625-3-1: 2015 - Cerințe de colectare, logistică și tratare pentru DEEE – Partea 3-1: Specificații pentru depoluare – General.

PBDE necesită a fi eliminați din fluxul de deșeuri înainte de reciclare, cu tratarea ulterioară într-un sistem de management ecologic sănătos (ESM). Din punct de vedere economic, combinarea tehnologiilor de separare poate conduce la un proces de producere a unei fracțiuni de plastic fără PBDE care pot fi ulterior reciclate.

4.1.1. Tipuri și compoziții de materiale plastice care conțin PBDE

Industria care utilizează materiale plastice secundare are specificații stricte în ceea ce privește calitatea plasticului, luând în considerare atât cerințele chimice, cât și proprietățile mecanice ale materialului. Frațiile de plastic din DEEE conțin adesea 15 sau mai multe tipuri diferite de plastic, iar un anumit grad de contaminare este inevitabil în practică (vezi Figura nr. 3 și nr. 4). Atunci când trei polimeri (ABS, PS, PP) reprezintă între 50% și 85% din totalul amestecului, sortarea eficientă a acestora prezintă provocări tehnice dificile în separarea polimerilor.

Unele dintre tehnologiile disponibile în prezent pentru separarea materialelor plastice care conțin PBDE de cele care nu conțin PBDE (cum ar fi XRF pentru determinarea conținutului total de brom sau separarea densității) ar putea să sorteze materialele plastice care conțin substanțe ignifuge bromurate non-POP, cât și materialele plastice cu o anumită greutate specifică, chiar dacă nu conțin PBDE.

Regulamentul privind deșeurile de echipamente electrice și electronice specifică **obiectivele minime de reciclare pentru DEEE** (reciclare și reutilizare de la 55 la 80%, în funcție de categoria DEEE-urilor). Aceste obiective fac inevitabilă creșterea gradului de reciclare a materialelor plastice din DEEE.

Chiar dacă materialele plastice provenite de la aparatele electrocasnice mari și de la aparatele de răcire și congelare conțin concentrații de POP-BFR sub limitele admisibile, separarea acestora din fluxul de deșeuri este obligatorie (vezi Standardul european EN-50625 privind cerințele de colectare, logistică și tratare a DEEE).

O atenție deosebită trebuie acordată materialelor plastice provenite de la echipamentele mici (echipamente electrocasnice și IT) și de la ecranele TV, întrucât acestea conțin un procent mult mai mare de POP-PBDE fiind, astfel cele mai relevante pentru separare și gestionare corespunzătoare.

Fracția finală după procesare, bogată în polimeri din DEEE, poate avea o compoziție medie așa cum se arată în Figurile nr. 3 și nr. 4).

Figura 3: Compoziția amestecului bogat în polimeri după recuperarea metalelor din mărunțirea deșeurilor electronice

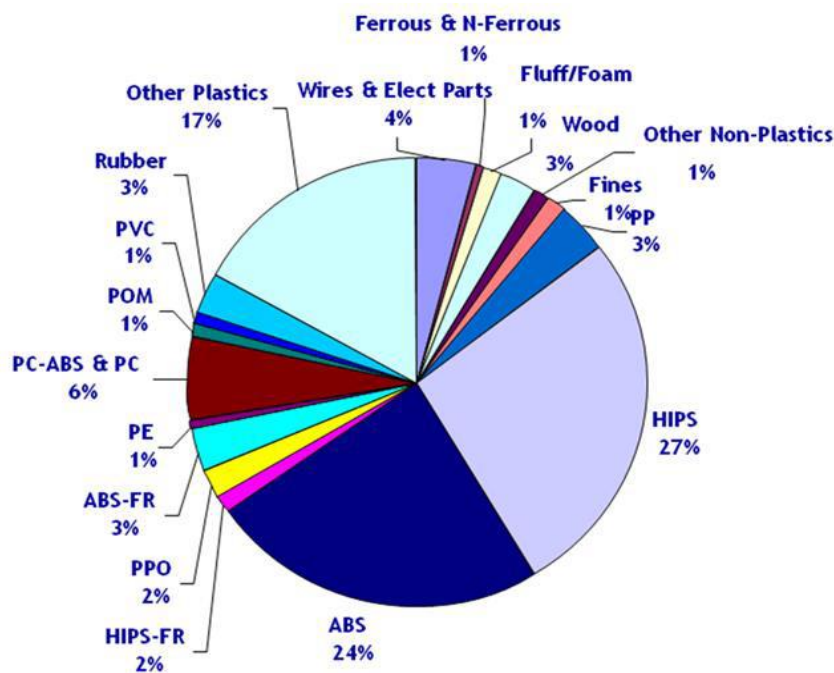
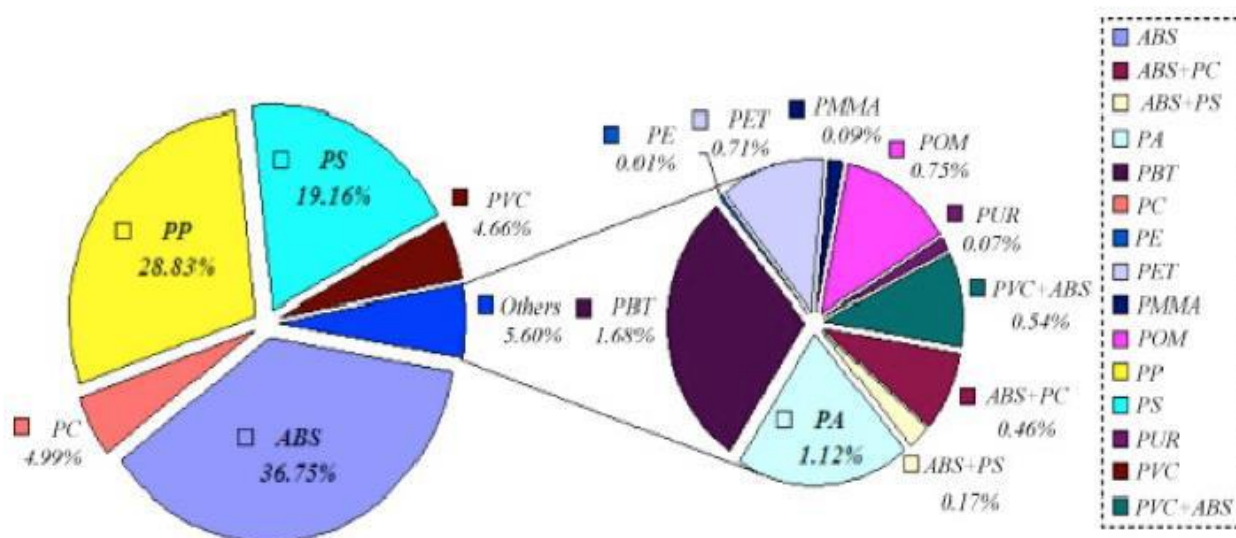


Figura 4: Tipuri de polimeri identificați în probe mici de polimeri din DEEE (% , w/w).



Unele dintre materialele plastice din DEEE sunt termo-polimeri de mare valoare care pot fi restituiți în mod repetat prin căldură și întăriți prin răcire. Dacă aceste materiale termoplastice pot fi recuperate într-o stare utilizabilă, ele pot fi vândute cu profit.

Televizoarele (CRT cu ecran plat) și monitoarele de calculator reprezintă două dintre cele mai bogate surse de materiale plastice: conținutul de materiale plastice din aceste două grupe de produse variază între 10 % și 40 % din greutate. Partea principală

din plastic a unui monitor este partea din spate a carcasei; aceasta este separată manual pentru recuperare și totodată permite accesul la tubul catodic.

Părțile din plastic sunt îndepărtate manual în instalații, obținându-se astfel o fracție curată de polimeri constând în principal din ABS și HIPS, care ulterior necesită a fi valorificați. În cazul când carcasele provenite de la aparatele cu tuburi catodice conțin BFR, acestea se elimină în conformitate cu BAT ȘI BEP, iar cele care nu conțin BFR pot fi reciclate.

După ce plasticul a fost curățat și sortat într-un anumit tip, se recomandă a fi compactat prin metoda de mărunțire sau balotare, pentru depozitare sau transportare spre reciclare. Unele operațiuni mecanizate de combinare cum ar fi: încălzirea, răcirea rapidă și tăierea în boabe a plasticului „curat” facilitează producerea și vânzarea finală a produsului, pentru utilizare ulterioară ca și materie primă.

4.1.2. Tehnologiile de separare a polimerilor care conțin POP - PBDE-uri

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.

Metodele care ar putea fi utilizate la o instalație de reciclare a materialelor plastice din DEEE ca BAT/BEP sunt:

- a) Metoda de dezmembrare manuală sau tehnologia de mărunțire;
- b) Metoda de separare a materialelor plastice în vrac;
- c) Combinarea tehnologiilor de optimizare a procesului de separare.

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	Capabil să elimine BFR și CFR
Manual XRF	Fluorescență cu raze X	Da
Manual NIR	Separarea polimerilor pe baza spectrelor IR	Nu cele reglementate de Convenția de la Stockholm
Sortarea manuală	Cunoștințe și etichetare polimerică	Da
Măcinarea și îndepărtarea materialelor străine	Separare magnetică și curenți turbionari	Nu
Sortarea Airstream	Greutate specifică	Nu
Scufundarea și plutirea	Densitate	Da

Sortarea NIR	Separarea polimerilor pe baza spectrelor NIR	Nu cele reglementate de RoHS și Convenția de la Stockholm
Sortarea cu laser	Separarea polimerilor pe baza spectroscopiei laser	Nu este aprobat
XRT	Transmisia cu raze X	Da
Filtrarea prin amestecare și topire	Cernerea	Nu
Optimizarea	Adăugarea de aditivi	Nu

Notă: *Nu există reguli stricte pentru alegerea proceselor de separare. Cu toate acestea, în sensul prezentului ghid, trebuie aplicat cel puțin un principiu de separare a POP-PBDE.*

4.1.3. Abordări de dezasamblare manuală

Companiile de reciclare care se ocupă de carcasele 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. Astfel, este important să se separe materialele plastice în culori diferite, acordând o atenție sporită materialelor plastice de culoare neagră/închise la culoare care conțin cel mai mare procent de POP-PBDE.

Dezasamblarea și îndepărtarea manuală a materialelor plastice care conțin substanțe ignifuge bromurate este potrivită în special sistemului de responsabilitate extinsă a producătorului. Cu toate acestea, chiar și operatorii cu experiență în sortarea manuală nu pot determina ce tipuri de POP-PBDE sunt încorporate în polimerii din DEEE. Astfel, se recomandă ca sortarea manuală să fie supravegheată prin verificări la fața locului folosind măsurători XRF pentru scanarea și detectarea bromului.

4.1.4. Tehnologii individuale de screening pentru separarea materialelor plastice în vrac și mărunțite care conțin POP-PBDE

Tehnologiile 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 respectiv, sunt puse în practică în țările în curs de dezvoltare, în cadrul instalațiilor de reciclare a DEEE și a altor instalații similare.

Informații despre diferite tehnici de screening sunt furnizate mai jos.

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.

Spectroscopie în infraroșu apropiat (NIR)

Spectroscopia NIR (gama spectrală 700-2500 nm) este una dintre cele mai utilizate metode de identificare pentru sortarea automată a plasticului cu conținut de POP. NIR poate fi utilizat pentru a identifica tipul de polimer PUR, ABS și HIPS în instalațiile de dezmembrare și reciclare a deșeurilor electronice, în etapa de dezmembrare. (*Krummenacher et al. 1998*)

Notă: 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 și prezintă niveluri de brom în intervalul 100-1000 ppm. (*Bantelmann et al. 2010; Chen et al., 2009, 2010; Sindiku et al., 2011*)

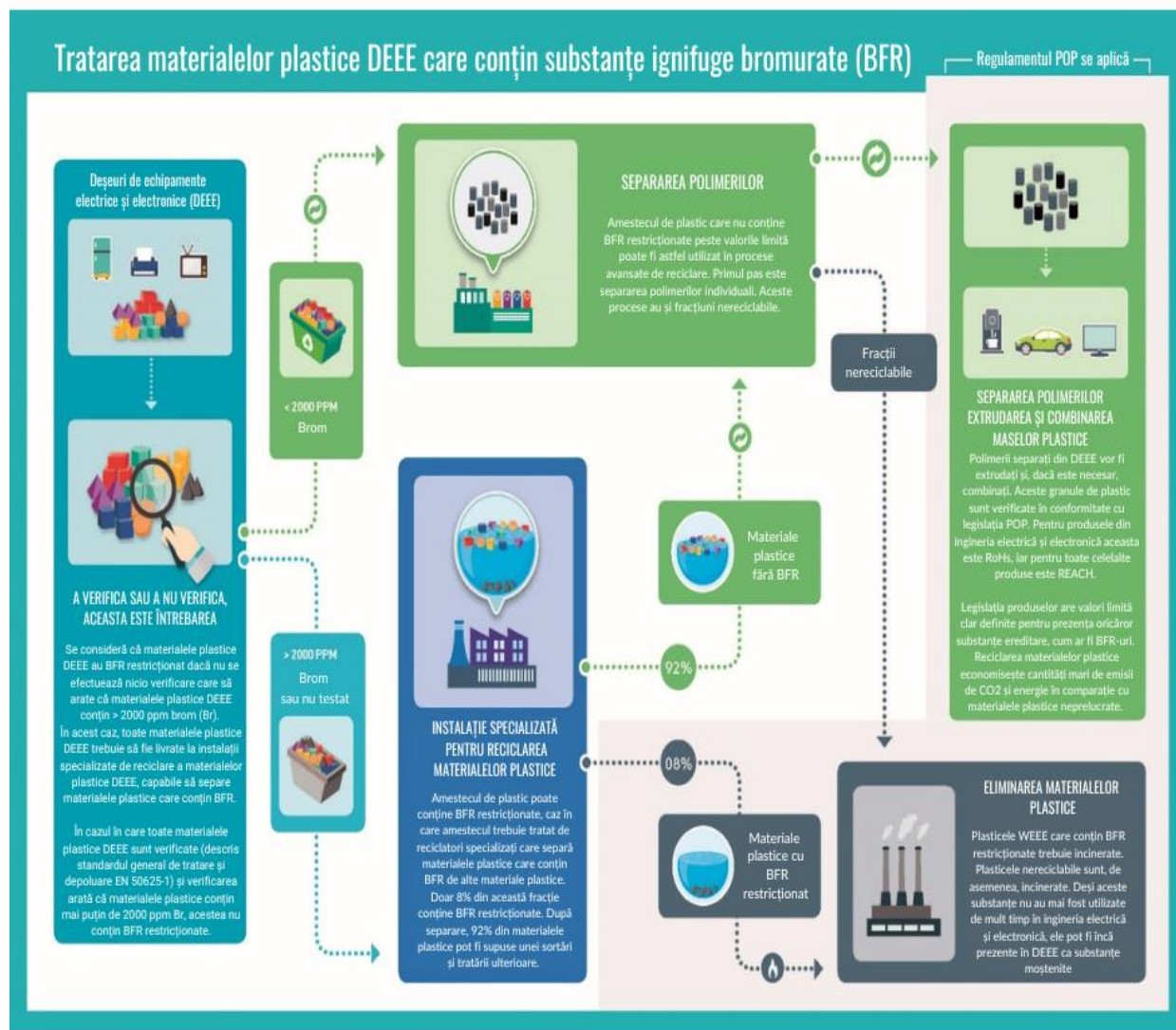
Tehnologia XRF este suficient de sensibilă pentru a urmări aceste materiale, detectând conținutul total de brom. Acesta poate fi utilizat pentru detectarea și separarea plasticului care conține POP-PBDE cu o limită de detectare a bromului de 10 -100 ppm.

Timpul necesar pentru o măsurare, atunci când se utilizează dispozitive manuale este de numai câteva secunde. 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 manuală. Articolele trebuie să fie abordate în mod specific prin zgârierea stratului de acoperire.

Potrivit studiului austriac, XRF portabil s-a dovedit a fi un instrument eficient și a permis monitorizarea rapidă a unor volume mari de deșeurile de plastic în timp limitat. Utilizarea XRF portabile necesită cunoștințe despre razele X și scuturi de protecție

specifice pentru a evita expunerea umană din cauza reflexiei din spate a razelor. XRF poate elimina și alte elemente periculoase cum ar fi metalele grele, care sunt de asemenea relevante pentru reciclarea materialelor plastice.

Figura 5. Reciclarea plasticului din DEEE prin separarea BFR



Tehnologia XRT

Transmisia cu raze X (XRT) a fost dezvoltată pentru a separa materialele cu densități optice diferite. XRT este în contrast cu instrumentul de screening portabil (XRF) aplicat în mod normal în instalațiile de dezmembrare pentru sortarea automată a deșeurilor. Mașinile industriale sortează până la 1 tonă de deșuri/oră. Tehnologia este folosită pentru a separa materialele plastice care conțin PBDE/BFR, întotdeauna dense, de tipurile fără BFR, întotdeauna mai puțin dense, la nivel mondial. Prin urmare, poate juca un rol în instalațiile de reciclare a plasticului DEEE, în special dacă este combinat cu NIR.

Tehnologii de Scufundare și de Plutire (S/P)

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 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*).

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 în multe cazuri aceste materiale sunt de nuanță gri. Frațiunile deja selectate, care intră în instalație, tehnologia de S/P rezultă produse foarte curate și calitativ bune, în ceea ce privește separarea materialelor care conțin BFR.

Pornind de la faptul că, aproximativ 30% din carcasele din Europa conțin BFR, procesul de scufundare și plutire (S/P) este o modalitate bună de separare a acestora, iar randamentele ridicate de materiale fără BFR sugerează evident o rentabilitate ridicată a procesului (*Schlummer, 2011*).

În ceea ce privește materialele plastice din aparatele electrocasnice mici și DEEE în amestec, tehnologia de S/P poate produce fracțiuni de plastic aproape fără BFR, constând în mare parte din ABS, PS (inclusiv HIPS) și poliolefine.

4.1.5. Combinații de tehnologii pentru obținerea de produse comercializabile

Nici una dintre tehnicile individuale descrise mai sus, nu are capacitatea de a separa productiv 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 de a fi utilizate combinații de tehnici (vezi Tabelul nr. 4).

Combinațiile de procese se bazează doar pe considerente tehnice și nu i-au în considerare fezabilitatea economică, care poate varia semnificativ în diferite țări.

Ca recomandare, pot fi realizate următoarele combinații de tehnologii:

Dezmembrare – NIR - Scufundare și Plutire – Separare Electrostatică

În procesul de dezmembrare a diverselor aparate electrice și electronice se generează fragmente mari de plastic precum carcasele care în majoritatea cazurilor sunt constituite din PS, ABS sau amestecuri ale acestor polimeri cu polycarbonat (PC/ABS), sau oxid de polifenilen (PPO/PS).

După un proces de zdrobire grosieră, deșeurile de materiale plastice pot fi separate

în următoarele fracțiuni de polimeri prin NIR: PS ușor, ABS ușor, PC/ABS ușor, PP ușor, PPO/PS ușor și materiale de nuanță închisă care nu pot fi identificate cu NIR.

PS și ABS ușoare, precum și fracția de nuanță închisă, 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 bine uscate. În cadrul acestui proces, amestecul de plastic este alimentat printr-un transportor vibrator într-o așa-numită unitate de încărcare tribo-electrică. După ce a avut loc încărcarea, amestecul de plastic ajunge la un câmp de înaltă tensiune în care componentele sunt separate electrostatic în fracții pure sortate în funcție de sarcina lor: particulele pozitive sunt atrase de un electrod negativ, în timp ce particulele negative sunt respinse invers.

Dezmembrare – Scufundare și Plutire – Separare Electrostatică

De obicei, centrele de dezmembrare recuperează sticla CRT de la televizoare. Deoarece televizoarele includ carcase mari din plastic, care sunt 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. Cercetările recente au arătat că este posibil să se reducă la minimum cantitățile 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.

Demontare – Sortare Manuală - Scufundare și Plutire

Abordarea cea mai des întâlnită 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 corespunzătoare 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 feroase și neferoase și a prafului înainte de a putea fi tratate printr-un proces de scufundare și plutire în două etape în medii cu densitate de aproximativ 1.100 kg/m^3 și 1.000 kg/m^3 . Frațiunea mai mică de 1.000 kg/m^3 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 –XRT– 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 sub 20 mm, sunt necesare procese de separare automatizate, mai degrabă decât manuale, pentru îmbunătățirea recuperării polimerilor.

Bromul și clorul pot fi îndepărtați prin tehnologia XRT online, producând o fracție scăzută de brom din materiale plastice amestecate, compuse de până la 16 tipuri de polimeri. Principalele tipuri de polimeri (PS, ABS și PP) pot fi recuperate ulterior prin NIR online; totuși, această tehnică este limitată la fracțiunea de materiale ușoare, care, din păcate, nu este cea mai mare parte a materialelor plastice a DEEE.

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 închise la culoare, prin urmare, ar putea deveni o tehnologie cheie pentru a

transforma fragmentele de plastic fără BFR din DEEE în fracții de tip polimer sortate comercializabile (Arends 2014).

Tabelul 4. Combinații de tehnici de separare, materiale de intrare, produse, etapa de dezvoltare și observații privind economia aferentă

Combinație	Intrare adecvată	Produse fără BFR	Eatapa de dezvoltare	Remarci	Referință
Dezmembrare, NIR, chiuvetă și plutitor (separare electrostatică)	Materiale plastice din articole DEEE demontate	ABS, PS	Aprobat pentru utilizare în mediul comercial	Economia depinde de randamentul produselor fără BFR	Schlummer (2011)
Dezmembrare, scufundare și plutire (separare electrostatică)	Carcase TV	HIPS	Aprobat pentru utilizare în mediul comercial	Aprobat	Schlummer (2011)
Dezmembrare, sortare manuală	Materiale plastice din articole DEEE demontate	ABS, PS, PC-ABS	Aprobat pentru utilizare în mediul comercial	Nu este aprobat în țările industriale	
Tocător, chiuvetă și plutitor (separare electrostatică)	DEEE mixte (aparate mici)	ABS, PS, PP	Aprobat pentru utilizare în mediul comercial	Sistemul rulează cu succes la Bage Plastics, Stena, Galea, Galloo și Coolrec	NONTOX 2020; Bage Plastic GmbH (2021); CloseWEEE (2017) Coolrec
Shredder, XRT și spectroscopie	DEEE mixte	Amestec de plastic „fără” BFR și PVC	Aprobat pentru utilizare în mediul comercial	Nu există date/informații	Schlummer (2011) Unisensor1

4.1.6. Tehnologii de prelucrare folosind/produse plastice care conține PBDE sub limita admisibilă.

Minimizarea expunerii/eliberărilor în etapa de procesare

O serie de tehnologii de procesare sunt utilizate pentru a transforma plasticul reciclat (polimeri virgini) în forma necesară a produsului final. Etapa de prelucrare în sine este o etapă de transformare fizică folosind diferite tehnologii, cum ar fi:

- a) extrudare (pentru țevi, profil, foi și izolație cabluri și granule);
- b) turnare prin injectare (pentru produse de diferite forme, adesea foarte complexe, cum ar fi piesele de mașini, prize electrice și echipamente medicale, cum ar fi seringi; materiale termoplastice);
- c) pultruzie și broșare pentru tije, tuburi etc;
- d) folie suflată pentru materiale termoplastice;
- e) film turnat pentru materiale termoplastice;
- f) presare (pentru rășini);
- g) filare (pentru fibre);

Preocupările de mediu și sănătate legate de turnarea sau extrudarea materialelor plastice reciclate sunt vizavi de emisiile de compuși organici volatili/semivolatili, inclusiv PBDE. În unele cazuri sunt generate ape uzate cu o posibilă încărcătură de compuși organici, solvenți uzați și deșeuri nereciclabile. În acest sens conectarea sistemului de deversare a apelor uzate la o stație de epurare este obligatorie.

În timpul extrudării și turnării sunt generate emisii care conțin compuși organici volatili (COV) și compuși organici semivolatili (COSV), inclusiv PBDE și alți POP-BFR.

Conținutul emisiilor este influențat de:

- a) materialul care este prelucrat, inclusiv intervalele de temperatură recomandate și timpii de rezidență/ședere;
- b) procedurile de operare, inclusiv purjare;
- c) fiabilitatea controlului temperaturii;
- d) întreținerea mașinii.

Tehnici de reducere a emisiilor de COV/ COSV în proiectarea proceselor

Tehnicile de reducere a emisiilor se iau în considerare în timpul proiectării procesului de prelucrare cât și a instalației. Condițiile de proiectare a procesului (de exemplu, temperatura, presiunea vaporilor a materialelor/substanțelor chimice) pot influența nivelul generării emisiilor COV și COSV.

Tehnicile de reducere a emisiilor de COV și COSV rezultate din proiectarea procesului includ:

- a) Optimizarea proiectării reactorului și parametrilor fizici pentru a minimiza emisiile (COV) (amestecuri omogene de plastic reciclat, temperatură optimă, sisteme de aspirație adecvate).

- b) Minimizarea utilizării compuşilor volatili și utilizarea materialelor cu presiune scăzută a vaporilor.
- c) Tratarea fluxurilor de apă uzată care conțin COV prin stripare, rectificare sau extracție pentru a elimina solvenții care ar putea contribui la emisiile de COV în operațiunile ulterioare de epurare.
- d) Efectuarea separării solid-lichid într-un mod care să minimizeze emisiile de COV (de exemplu, folosind centrifuge, ținând sistemul închis).

Tehnici de reducere a emisiilor de COV/ COSV la proiectarea instalațiilor

Selectarea componentelor instalației și modul în care acestea sunt configurate, pot influența foarte mult amploarea emisiilor COV și COSV. Acestea ar trebui să ia în considerare:

- a) limitarea numărului de puncte potențiale de emisii. Configurația țevelor se proiectează în mod corespunzător, reducând la minimum lungimea țevii și reducând numărul de conectori și supape. De asemenea, fittingurile și țevile sudate pot ajuta la reducerea emisiilor;
- b) maximizarea izolării procesului pentru a închide sistemele de drenare a efluenților și rezervoarele utilizate pentru depozitarea/epurare a efluenților;
- c) colectarea și tratarea emisiilor/fumurilor;
- d) selectarea unui material adecvat pentru echipament, selectarea echipamentului adecvat pentru proces și selectarea materialului adecvat pentru a evita coroziunea prin căptușire sau acoperirea echipamentului;
- e) facilitarea activităților de monitorizare și întreținere prin acces bun la componentele critice;
- f) selectarea echipamentelor de înaltă calitate (de exemplu, supape adecvate; montarea de garnituri de înaltă integritate pentru aplicații critice; pompe, compresoare și agitatoare prevăzute cu etanșări mecanice).

O modalitate eficientă de a controla emisiile este de a le „capta” în punctul de emisie și a le îndepărta prin ventilație înainte de a fi dispersate în aerul atmosferic din instalație. Această tehnică de „capturare” se numește ventilație locală de evacuare a emisiilor (*local exhaust ventilation, LEV*). Sistemul LEV este alcătuit dintr-un ventilator de evacuare, care trage aerul și emisiile în hota de evacuare, prin conducte și un filtru de aer, pentru a elimina PBDE și alți contaminanți, înainte de a evacua aerul în atmosferă.

Activitățile în care este probabil să fie necesar un sistem LEV sunt:

- a) reciclarea mixurilor de polimeri la unitățile de peletizare;
- b) confecționarea pungilor la capetele de etanșare, unde pelicula se lipește în mod regulat și se supraîncălzește;

- c) linii de suflat folie de plastic cu răcire internă cu bule, unde aerul încărcat cu fum trebuie evacuat în exterior;
- d) curățarea matrițelor și a duzelor blocate;
- e) mașini mai vechi unde sistemele de control a proceselor sunt mai puțin fiabile.

Notă. Datorită riscului de expunere la PBDE, materialele care conțin urme de PBDE **nu pot fi utilizate** în următoarele articole:

- a) jucării pentru copii și alte produse din plastic cu risc de expunere pentru bebeluși și copii;
- b) ambalaje pentru produsele alimentare; recipiente pentru alimente și alte materiale care vin în contact cu alimentele;
- c) containere și conducte pentru alimente și hrana animalelor;
- d) echipament de bucătărie;
- e) interior frigider; interior congelator;
- f) rezervoare de apă și conducte de apă, în special rezervoare utilizate pentru conductele de apă potabilă;
- g) piese din plastic cu contact direct, cum ar fi mobilierul, mânerul uneltelor și ușile;
- h) dispozitive medicale.

Notă. Ca și alternative la utilizarea decaBDE ca ignifug în aplicații cu polimeri pot fi utilizate noile materiale inerente rezistente la foc; materialul plastic, adică rășina cu inhibitori de flacără și alți aditivi, poate fi înlocuit cu un alt material plastic (inclusiv copolimeri) cu proprietăți similare:

- a) Policetona fără halogeni;
- b) Materiale termoplastice de înaltă performanță, cum ar fi polisulfonă, poliariletercetona (PAEK) sau polietersulfonă (PES).

Schema recomandată privind Gestionarea fluxului de DEEE cu conținut de POP-PBDE



4.2. Materialele plastice din vehicule scoase din uz (VSU)

Sectorul transporturilor poate fi considerat un flux mare de deșuri cu conținut de PBDE din cauza duratei de viață relativ lungi a vehiculelor (în special în țările în curs de dezvoltare) și a ratei ridicate de reutilizare și export.

Plasticul contaminat cu POP din (VSU) sau fracțiile lor tratate ar putea include, de asemenea, bifenili policlorurați (PCB) și PCDD/PCDF. Alte substanțe periculoase găsite în VSU sunt metalele grele, cum ar fi mercurul (în întrerupătoare) și plumbul (în bateriile cu plumb-acid), care necesită de a fi separate înainte de mărunțire. La fel, în evaluarea corectă a gestionării finale a deșeurilor din VSU metalele neferoase ca: cuprul, cadmiul, cromul VI, nichelul și zincul, de asemenea necesită de a fi luate în considerare în procesul de reciclare (vezi Figura nr. 6 și nr. 7). Conform Hotărârii Guvernului nr.

99/2018 pentru aprobarea Listei deșeurilor, **vehiculele scoase din uz** se clasifică sub codul 16 01 04*, prin urmare se clasifică ca **deșeuri periculoase**.

4.2.1. Reciclarea vehiculelor scoase din uz

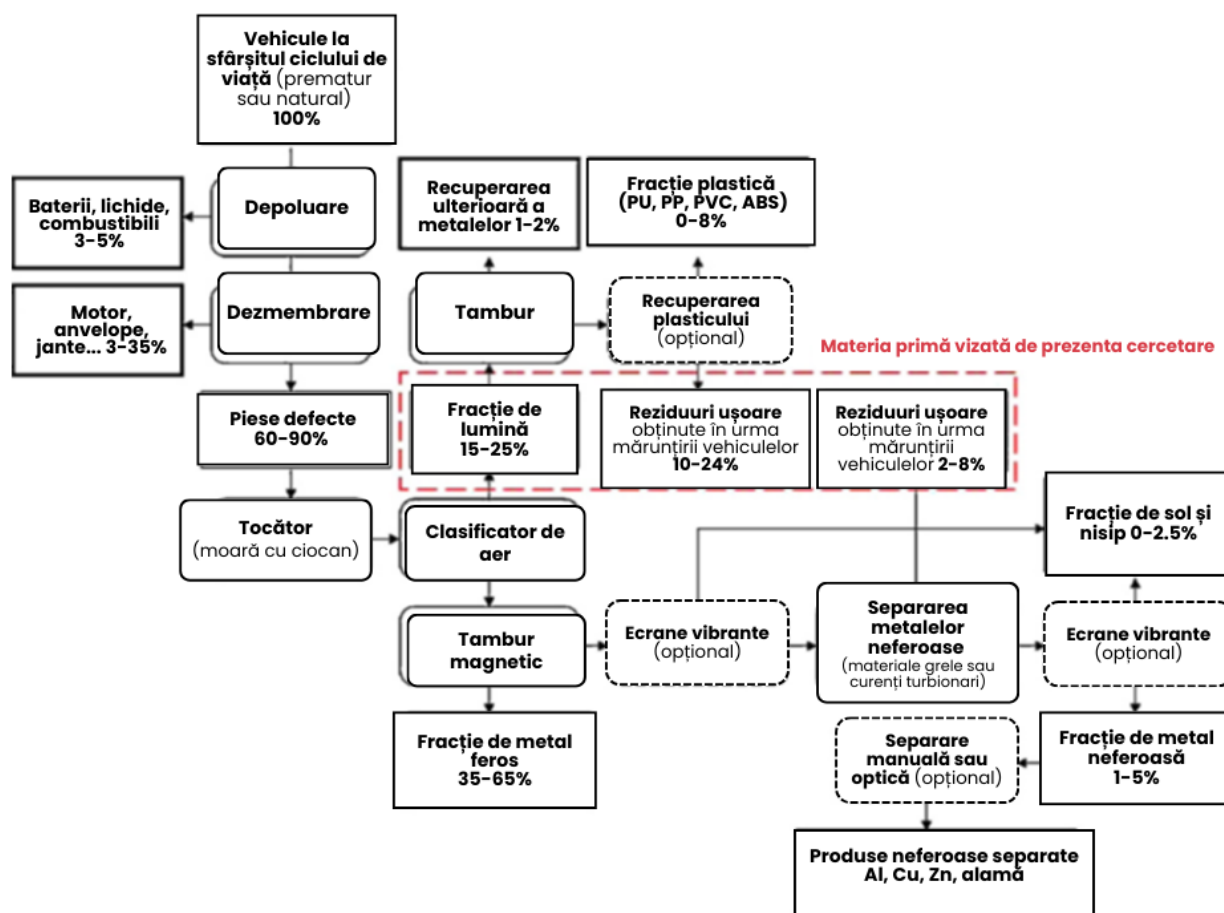
Rata de reciclare a materialelor valoroase (în special metale) din VSU este aproximativ 80-85%. Cu toate acestea, impactul asupra mediului al fracției nereciclate nu trebuie trecut cu vederea, deoarece prezintă adesea caracteristici periculoase datorită prezenței uleiurilor uzate și lubrifianților, metalelor grele și a poluanților organici persistenți fluorurați.

Unele VSU au aparate de aer condiționat care conțin substanțe ce epuizează stratul de ozon (ODS) și/sau gaze cu efect de seră (GES). Astfel, etapa de dezmembrare și depoluare este de o importanță crucială pentru gestionarea ecologică a VSU. În paralel cu depoluarea fluidelor și a substanțelor periculoase are loc dezmembrarea pieselor de schimb uzate (pentru reutilizare) și a materialelor reciclabile (exemplu: convertoare catalitice, piese din oțel și aluminiu, parțial și sticlă pentru vehicule, electronice auto și piese mari din plastic).

În procesul de mărunțire, separarea magnetică este utilizată pentru a îndepărta fracția magnetică feroasă din alte materiale neferoase cum ar fi cuprul, zincul. Acestea sunt în mod normal sortate într-o etapă ulterioară prin tehnici de separare care includ: densitatea, inducția, separarea culorilor, etc. Restul fracțiilor se consideră reziduu de tocător auto (ASR) care este estimat sub 15% și 30% din greutatea VSU.

ASR conține particule din sticlă, fibre, cauciuc, lichide pentru automobile, plastic, spumă PUR care poate fi separată în „fracția ușoară” (conținând spumă PUR, cea mai mare parte din material textil și plastic) și o „fracție grea”. Este de menționat că, materialele care conțin PBDE ajung în fracțiunea ușoară a ASR

Figura 6: Schema procesării unui vehicul scos din uz



Reziduurile ușoare de tocător de la VSU nu sunt în mod normal reciclate, dar sunt supuse distrugerii termice/recuperării energiei sau eliminării în depozite de deșeuri, cu excepția cazului în care cerințele legale impun o reciclare sporită a materialelor.

4.2.2. Dezmembrarea și depoluarea VSU

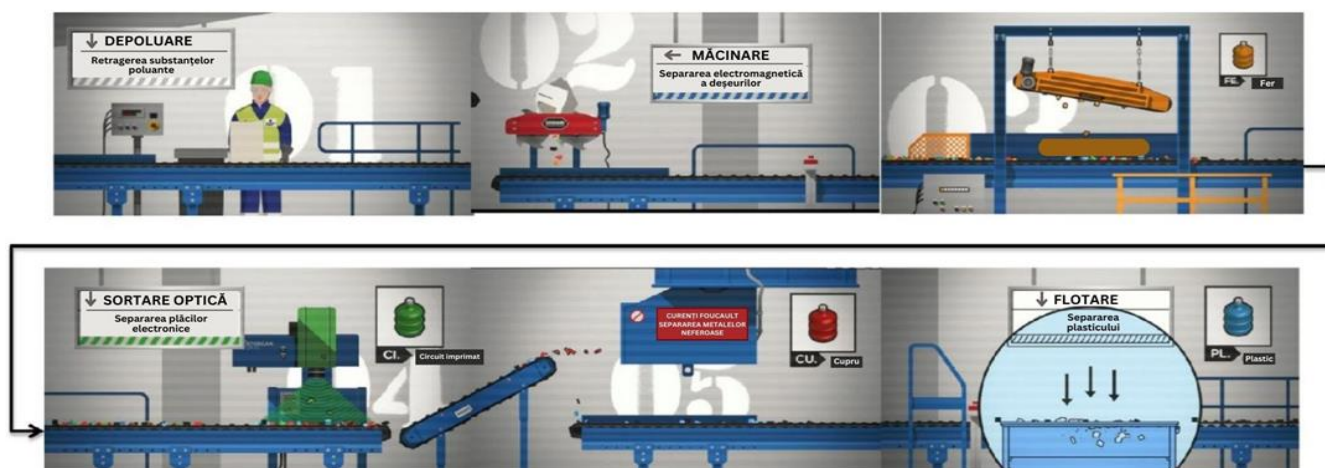
VSU sunt tratate în prealabil într-un mod care să asigure prevenirea oricăror vătămări sau pericole pentru sănătate sau mediu. Piesele potrivite pentru reutilizare trebuie îndepărtate și depozitate corespunzător, iar cele care nu sunt adecvate pentru reutilizare sunt transportate spre reciclare sau alte forme de valorificare/recuperare materială.

Dacă materialele plastice de la VSU cu conținut de BFR nu sunt izolate de materialul mărunțit, toate fracțiile create în timpul mărunțirii care conțin plastic trebuie tratate ca deșeuri cu conținut de POPs.

Înainte de demontare, părțile potențial periculoase și toxice cum ar fi lichidul de frână, benzina, lichidul de direcție, uleiul de motor, lichidele de răcire (ODS și GHG) și

lichidul de transmisie sunt necesare de a fi îndepărtate din VSU, la fel ca și din alte dispozitive înainte de mărunțire. Acest lucru este aplicabil în special în cazul plăcilor cu circuite imprimate (PCB-uri), care ar trebui identificate și îndepărtate de pe orice dispozitiv care urmează a fi mărunțit. O atenție specială trebuie acordată transformatoarelor și condensatoarelor.

Figura 7: Schema unei instalații de depoluare/separare a polimerului cu conținut de POP-PBDE din VSU



O condiție prealabilă pentru tratarea VSU care conțin PBDE este aplicarea strictă a celor mai bune practici de management pentru funcționarea aparatelor de tăiat. Această condiție nu se aplică numai pentru a aborda emisiile de PBDE din tratarea VSU, dar și pentru a evita emisiile de PCDD/PCDF în timpul deflagrației și incendiilor cauzate de substanțe halogenate.

4.2.3. Aparat de tăiat

Aparatele de tăiat pentru tratarea VSU sunt enumerate în anexa C la Convenția de la Stockholm ca o sursă care are potențialul de a forma și elibera POPs în procesul de lucru, prin urmare acestea sunt descrise în orientările BAT/BEP ale Convenției de la Stockholm.

Condițiile BAT pentru tratarea mecanică în tocătoarele deșeurilor metalice sunt următoarele:

- 1) BFR dar și PCDD/F – atunci când sunt identificați ca fiind relevanți în fluxul de gaze – trebuie monitorizați cel puțin o dată pe an.
- 2) Aplicarea tehnicilor de reducere pentru metale, praf și particule, PCDD/F, care includ:

- a) Ciclon;
- b) Filtru textil (poate să nu fie aplicabil conductelor de evacuare a aerului conectate direct la aparatul de tăiat, când efectele deflagrației asupra filtrului textil nu pot fi atenuate);
- c) Scrubber umed;
- d) Injectarea apei în tocător (aplicabilă numai în limitele condițiilor locale (de exemplu, temperaturi scăzute, curent de aer);
- e) Valoarea emisiilor asociată BAT pentru PCDD/PCDF în praf este de 2-5 mg/Nm³ ca medie pentru perioada de eșantionare. Dacă filtrele textile nu sunt aplicabile, valoarea maximă poate fi 10 mg/Nm³;
- f) Implementarea unei proceduri detaliate de inspecție pentru deșeurile balotate înainte de mărunțire;
- g) Îndepărtarea articolelor periculoase din fluxul de intrare și eliminarea lor în siguranță (de exemplu, butelii de gaz, VSU ne-depoluate, DEEE ne-depoluate, articole contaminate cu PCB sau mercur, articole radioactive).

În organizarea exploatării aparatelor de tăiat și mărunțit, o atenție deosebită trebuie acordată gestionării emisiilor de POPs, în special emisiilor în aer și a prafului. Sistemele de captare a prafului necesită de a fi utilizate atât pentru procesul de mărunțire în sine, cât și pentru transportul și depozitarea reziduurilor de tăiere. Procesul de tăiere și benzile transportoare de reziduuri trebuie echipate cu suficiente capace de protecție și colectoare de praf pentru a preveni răspândirea prafului. De asemenea, trebuie utilizat echipament individual de protecție.

4.2.4. Tehnici de post-tăiere

O parte semnificativă a materialelor rezultate din VSU pot fi reciclate. Materialele pasibile de a conține PBDE (spumă PUR și plastice/textile din interior) nu sunt în mod normal listate ca materiale reciclabile.

Spuma PUR (conține fracția principală PBDE) constituie aproximativ 5 - 15%, din fracția ASR (în medie aproximativ 16 kg spumă PUR/auto); cu toate acestea, reprezintă peste 30% din volumul său.

Pot fi specificate trei opțiuni pentru separarea și tratarea fracțiilor care conțin POPs la scară industrială:

- 1) Dezasamblarea și îndepărtarea manuală din VSU a materialelor plastice cu conținut de BFR și tratarea fracțiunii separate ca deșeurii POPs;
- 2) Separarea materialelor plastice care conțin BFR din materialul mărunțit și tratarea acestei fracții separate ca deșeurii POPs;
- 3) Tratarea suplimentară a întregii fracții create în timpul mărunțirii ca deșeu POPs fără a separa plasticul care conține BFR.

Ar trebui selectată cea mai bună opțiune de tratare, ținând cont de funcționalitatea întregului lanț de responsabilitate extinsă a producătorului. Tăierea în combinație cu tehnologiile post-tăiere poate produce diferite fracțiuni de brom și concentrații de PBDE în diferite fracții produse. Cele mai comune tehnologii post-tăiere sunt:

- a) clasificarea (separarea dimensiunilor);
- b) separarea metalelor;
- c) separarea magnetică a metalelor feroase;
- d) separarea cu curenți turbionari a metalelor neferoase, separatoare integrale de metal (pentru sortarea negativă, de exemplu a materialelor plastice);
- e) separarea după densitate: separarea balistică, dispozitive sink-float, mese de aer;
- f) sortarea pe bază de senzori pentru separarea diferitelor metale și aliaje.

În ceea ce privește conținutul de PBDE al diferitelor fracții din tratarea VSU în aparatele de tăiere și instalațiile post-tăiere, trebuie reținut următoarele:

- a) Nisipul de tăiere este aparent mult sub 1 000 mg/kg de brom cu o medie de 211 mg/kg.
- b) Fulgii conțin în medie 729 mg/kg de brom, dar pentru un număr relevant de probe conținutul de brom depășește 1000 mg/kg. Această fracțiune poate fi utilizată în procesele de reciclare de tip "feedstock recycling". Dacă poate fi garantată (analizată) o concentrație scăzută de Br, aceștia pot fi, de asemenea, supuși reciclării materiale.
- c) Conținutul de brom al fracției de granulat ușor $< 1,1 \text{ g/cm}^3$ este în medie de 202 mg/kg de brom; foarte puține probe depășesc 1000 mg/kg. Prin urmare, poate fi utilizat în procesele de reciclare materială. Toate analizele indică concentrații de decaBDE mult sub 100 mg/kg.
- d) Fracțiile granulate cu densitate medie ($>1,1$ și $<1,3 \text{ g/cm}^3$) și densitate mare ($>1,3 \text{ g/cm}^3$) denotă concentrații mai mari de brom (în medie 2277 și respectiv 2749 mg/kg de brom). Câteva analize indică faptul că aceste fracții ar putea depăși concentrațiile de decaBDE de 1000 mg/kg și, prin urmare, nu sunt aplicabile în procesele de reciclare a materialelor.
- e) Fracția cu densitate medie ($>1,1$ și $<1,3 \text{ g/cm}^3$) ar putea fi utilizată în furnalele pentru reciclarea de tip „feedstock recycling”.
- f) Fracțiile granulate cu o densitate mare ($>1,3 \text{ g/cm}^3$) conțin în mod normal concentrații mari de PVC și nu sunt acceptate în furnale pentru reciclare de tip „feedstock recycling”; ele pot fi tratate mai departe în procese de tratare chimică pentru a recupera PVC sau pot merge la o instalație de incinerare a deșeurilor.
- g) Tehnologiile de detectare precum XRF sunt considerate tehnici emergente și oferă oportunități promițătoare de a obține rezultate de sortare de înaltă calitate.

Tabelul 5. Piese care pot fi reciclate din VSU

Parte	Material	Reciclat ca
Geam	Sticlă	Plăci
Caroseria, portbagajul, capota si ușa	Oțel	Piese auto și produse generale din oțel
Cablaj de sârmă	Cu	Cu și produse pentru motoare (armătură cu Al turnat)
Bară de protecție	Rășină	Bară de protecție, piese interioare, cutie de scule etc.
Radiatoare	Cu și Al	Lingouri metalice și produse din aluminiu
Lichid de răcire, ulei de motor și de viteze	Ulei	Combustibil alternativ pentru cazane și incineratoare
Transmisia motorului, suspensia si roata	Oțel și Al	Produse generale din oțel și Al
Convertor catalitic	Metale prețioase	Reciclarea convertoarelor catalitice sau a metalelor prețioase (de exemplu, platină).
Anvelope	Cauciuc	Recuperarea materiilor prime și a energiei (ex. cuptoare de ciment)

4.3. Spuma poliuretanică

Spuma poliuretanică (PUR) este un articol fabricat cu o multitudine de utilizări finale, principalele fiind:

- mobilier rezidențial și comercial (autocar, scaune);
- saltele de uz rezidențiale și instituțional și produse pentru partea de sus a patului, inclusiv perne și perne de saltea;
- vehicule (mașini, camioane, trenuri, nave, avioane) ca interior pentru scaune, tapițerie și panouri acustice;
- aplicații militare și de apărare pentru a ajuta la prevenirea incendiilor legate de combustibil în vehicule, nave și avioane;

Utilizări minore se pot identifica în:

- ambalajele de protecție;
- sectorul medical pentru aplicații de retenție, sprijin, eliberare a presiunii, absorbție de fluide și îngrijire a rănilor;
- sistemele de filtrare a aerului și fluidelor;
- laboratoarele și instrumentele de testare ca mediu de absorbție;
- căptușeala și izolația vestimentară.

În sectorul construcțiilor HBCD se regăsește în plăcile izolatoare utilizate pe scară largă în construcții. Aceste spume de polistiren există în două forme, ca **spumă de polistiren expandat (EPS)** și **spumă de polistiren extrudat (XPS)**, cu concentrații de HBCD variind de la 0,5% la 2,5%. Fabricarea EPS și XPS implică procese de polimerizare și extrudare în care HBCD este adăugat în calitate de agent aditiv.

4.3.1. Reciclarea/recuperarea spumei PUR

Reciclarea articolelor care conțin spumă PUR cum ar fi mobilierul, vehiculele, saltelele, EEE și materialele de construcții necesită considerații de management precum originea geografică și anii de producție a articolelor. În toate instalațiile de reciclare sau tratare a spumelor PUR se iau în considerare recomandările generale BAT/BEP și măsurile de protecție (ventilație; sistem închis de mărunțire, eventual cu protecție împotriva exploziilor), cât și utilizarea echipamentului individual de protecție corespunzător al operatorilor.

Deși separarea polimerilor care conțin PBDE/BFR prin separarea fracțiilor care conțin BFR a fost dezvoltată la scară completă pentru materialele plastice DEEE, separarea articolelor din spumă poliuretanică mari (saltelele sau mobilierul) este efectuată după aceleași metode de screening utilizate pentru articolele din plastic DEEE unde poate fi aplicată metoda XRF portabil sau spectroscopie cu scântei glisante. O astfel de separare poate fi realizată la etapa de colectare sau în instalația de reciclare a spumei PUR.

Notă. Alternative la utilizarea decaBDE ca ignifug în spuma poliuritanică pentru izolarea clădirilor pot fi următoarele:

- a) Înlocuire rășină/material.
- b) Materiale izolante pe bază de fibre naturale.
- c) Vată de sticlă (izolație din fibră de sticlă).
- d) Placă de lână
- e) Înlocuirea decaBDE cu un alt ignifug cu proprietăți similare (conform notei de mai jos).

Notă. Substanțe chimice alternative pentru înlocuirea decaBDE

Nume	CAS Nr.	Exemple de nume comerciale	Aplicații
FR care conțin halogen			
Etilen bis(tetrabromoftalimidă)	32588-76-4	SAYTEX® BT-93 (Albemarle Corp.), BT-93 (Jiangsu Huading Refining Chemical Industry Co. Ltd., China)	Aditiv ignifug, aplicații similare
Etan-1,2-bis(pentabromofenil)	84852-53-9	Etan-1,2-bis(pentabromofenil) (SAYTEX® 8010) (Albemarle Corp.), Decabromodifeniletan, DBDE (Firemaster® 2100) (LANXESS)	Aditiv ignifug, aplicații similare
Tris(1,3-diclor-2-propil)fosfat	13674-87-8	1,3-dicloro-2-propanol fosfat (3:1), 2-propanol, 1,3-dicloro-, fosfat (3:1), Amgard TDCP, Antiblaze 195, Antiblaze TDCP, FR2, Fyrol FR-2	Aditiv ignifug, aplicații similare
FR-uri organofosforice non-halogen			
Cresil difenil fosfat (CDP)	26444-49-5	Disflamoll® DPK (Lanxess)	Caracteristici de ignifugare în rășini PF și EP, în TPU, PC/ABSblends și spume PUR (rigide și flexibile).
Amestec de amine fosfat substituite (sisteme intumescente P/N)	66034-17-1	Acid difosforic, compd. cu piperazină	-
Alte FR fără halogen			
Fosfor roșu	7723-14-0	Exolit RP 690 și altele din seria RP (Clariant GmbH)	Aditiv ignifug, potrivit pentru materiale cu conținut ridicat de oxigen
Polifosfat de amoniu	14728-39-9; 68333-79-9	Exolit AP 750 (TP) și altele din seria AP (Clariant GmbH)	Aditiv ignifug, aplicații similare
Hidroxid de aluminiu	21645-51-2	Trihidrat de alumina din seria AB H, Actilox, ALH-, ALOLT-, Hidrat de aluminiu, hidroxid de aluminiu, Apyral, BARIACE, BARIFINĂ, Bayerit, Geloxal, alumina hidratată, hidroxid de hlinit, HYMOD® Trihidrat de alumina tratată la suprafață	ATH poate fi utilizat în combinație cu substanțe ignifuge pe bază de fosfor, cu sarcini mai mici necesare
Hidroxid de magneziu	1309-42-8	MAGNIFIN® H-7 C (Albemarle Corp.)	Poate fi folosit pentru aplicații la temperaturi ridicate

Bibliografie

1. Convenția de la Stockholm privind poluanții organici, ratificată de Republica Moldova prin Legea 40/2004.
2. Convenția de la Basel privind controlul transporturilor transfrontaliere de deșeuri periculoase și al eliminării acestora, ratificată de Republica Moldova prin Hotărârea Parlamentului nr. 1599/1998.
3. Programul de management durabil al substanțelor chimice, pentru anii 2023-2030, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 816/2023.
4. Legea privind deșeurile nr. 209/2016.
5. Lista deșeurilor, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr. 99/2018.
6. Regulamentul privind deșeurile de echipamente electrice și electronice, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 212/2018.
7. Regulamentul privind gestionarea vehiculelor scoase din uz, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 93/2023.
8. Regulamentul privind transferurile de deșeuri, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 411/2022.
9. **Regulamentul privind poluanții organici persistenți, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. /**
10. Inventarul inhibitorilor de flacără cu conținut de poluanți organici persistenți în Republica Moldova (2022).
11. Handbook of Plastics Recycling; Francesco Paolo La Mantia, Rapra Technology Limited (2002).
12. 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).
13. Îndrumări cu privire la cele mai bune tehnici disponibile și cele mai bune practici de mediu relevante pentru difenil eterii polibromurați (PBDE) și Dechlorane Plus (DP) enumerați în conformitate cu Convenția de la Stockholm privind poluanții organici persistenți (iulie 2024).