

# Rezumat al raportului de cercetare

**STUDII SI CERCETARI PRIVIND POSIBILITATILE DE  
RECICLARE A DESEURILOR DE STICLA ACTIVATA  
PROVENITE DIN TRATAREA DESEURILOR DE ECHIPAMENTE  
ELECTRICE SI ELECTRONICE – ECHIPAMENTE CU TUB  
CATODIC.**



**Autori:**

Prof. Univ. Dr. Tiberiu Rusu – Universitatea Tehnica, conducator de doctorat in domeniul  
Ingineria Mediului

Ing. Antoanela Popovici – Agentia Nationala Pentru Protectia Mediului – doctorand in  
cadrul Scolii Doctorale a Universitatii Tehnice Cluj Napoca

Ing. Valentin Tofana – Asociatia ECOTIC

## 1. Rezumat al raportului de cercetare

Prezentul studiu a fost elaborat în baza contactului de cercetare nr. UTCN 28491/02.12.2012, nr. ECOTIC 401/05.12.2012 încheiat între Asociația ECOTIC și Universitatea Tehnică Cluj Napoca, având în vedere situația actuală la nivel național, în ceea ce privește necesitatea soluțiilor de valorificare și reciclare a fracțiilor de sticlă activată, provenită din dezmembrarea tuburilor catodice (abreviere: CRT-Cathode Ray Tubes) ale deșeurilor de echipamente electrice și electronice (abreviere: DEEE).

În vederea atingerii tintelor naționale privind reciclarea și valorificarea deșeurilor de echipamente electronice, rezultatele acestui studiu pot servi deopotrivă atât producătorilor de echipamente electronice sau organizațiilor colective care acționează în numele lor, cât și operatorilor economici implicați în activitatea de reciclare a DEEE.

Obținerea rezultatelor planificate nu ar fi fost posibilă fără sprijinul următorilor factori implicați:

- Colectivul de cercetare al Universității Tehnice, format din prof. Univ. Dr. Tiberiu Rusu, ing. Drd. Antoanela Popovici;
- Dr. Ing. Ofelia Corbu – Director Laborator Central al UTCN – Facultatea de Construcții, autor al tezei de doctorat „Betoane Performante”;
- Ing. Gabriela Emilia Popita – Universitatea Babeș Bolyai Cluj Napoca.
- Asociația ECOTIC, în calitate de organizație colectivă care acționează în numele producătorilor de echipamente electronice, partener și beneficiar al rezultatelor prezentului studiu;
- Bene International, în calitate de operator autorizat pentru tratarea DEEE, partener și beneficiar al rezultatelor prezentului studiu;

### Obiectivele studiului:

- Caracterizarea generală a deșeurilor de sticlă activată (sticlă frontală și sticlă de con) provenite din tratarea DEEE cu tub catodic
- Determinarea posibilităților de amestecare a celor două categorii de deșuri cu materiale nepericuloase, în vederea reutilizării deșeurilor ca materii prime pentru obținerea de noi materiale compozite
- Determinarea prin analize de laborator a proprietăților materialelor rezultate

## Metode utilizate si rezultate obtinute:

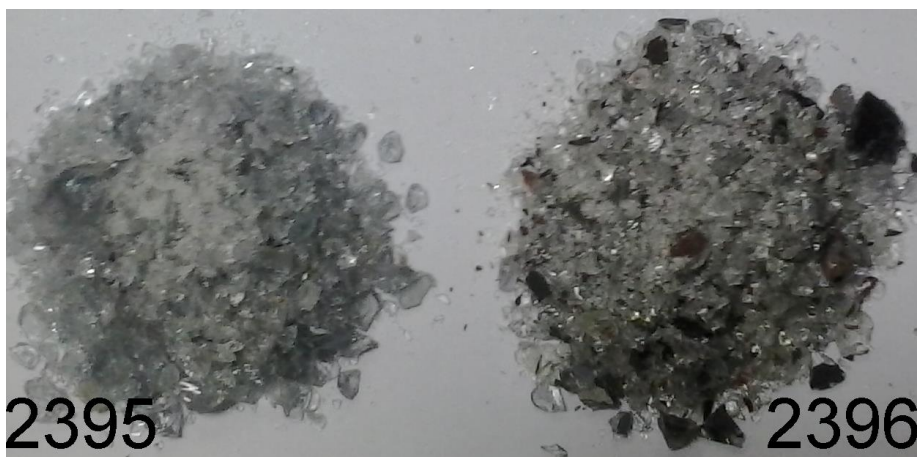
### I. Obținerea esantioanelor de sticla frontala si sticla de con:

Obținerea esantioanelor de lucru s-a realizat prin dezmembrarea unui numar de 95 buc. monitoare cu tub CRT si extragerea tubului catodic, care ulterior a fost separat in cele doua categorii de fractii: sticla frontala si sticla de con.

Ulterior separarii celor doua categorii de sticla, s-a obtinut o macinatura de sticla separata, conform diagramei urmatoare:



Foto: esantioane de sticla frontala (proba 2395) si sticla con (proba 2396) rezultate in urma macinarii:



## II. Determinarea prin analize de laborator a comportamentului plumbului la levigare

S-a analizat, in baza SR EN 12457-2:2003, comportamentul plumbului la levigare, pentru cele doua categorii de sticla, obtinandu-se urmatoarele rezultate:

1. Sticla Frontala: valoare obtinuta:  $<0.2$  mg/kg, la un pH=9.77
2. Sticla Con: valoare obtinuta: 1.4 mg/kg, la un pH=7.88

## III. Conceperea unei compozitii pentru material compozit, avand ca si constituinti:

1. Amestec format din sticla frontala si sticla de con;
2. Ciment CEM II/A – L52,5 N alb;
3. Apa.

## IV. Turnarea in forme a amestecului format din cele trei componente

**Amestec A1**, format din ciment, apa, amestec de sticla;

**Amestec A2**, format din ciment, apa, amestec de sticla;

**Amestec A3**, format din ciment, apa, amestec de sticla.

Materialele turnate au fost maturate in conditii normale, timp de 30 de zile. Dupa extragerea din matrite, probele au fost supuse unu proces mecanic de expunere a agregatelor.

Foto proba A1, dupa uscare si slefuire:



Foto proba A2, dupa uscare si slefuire:



*Foto proba A3, dupa uscare si slefuire*



## **V. Determinarea prin analize de laborator a comportamentului plumbului la levigare**

Determinarea caracterului periculos al materialelor rezultate s-a facut prin analizarea comportamentului la levigare a plumbului total continut de agregatele din sticla CRT. Probele supuse analizei au provenit din amestecul A2.

Testul de levigare s-a facut in diferite conditii de aciditate a eluatului, in conformitate cu cerintele OM 95/2005. Dupa amestecare, s-a facut ajustarea pH-ului, prin titrare cu solutie de NaOH, HCl sau HNO<sub>3</sub>.

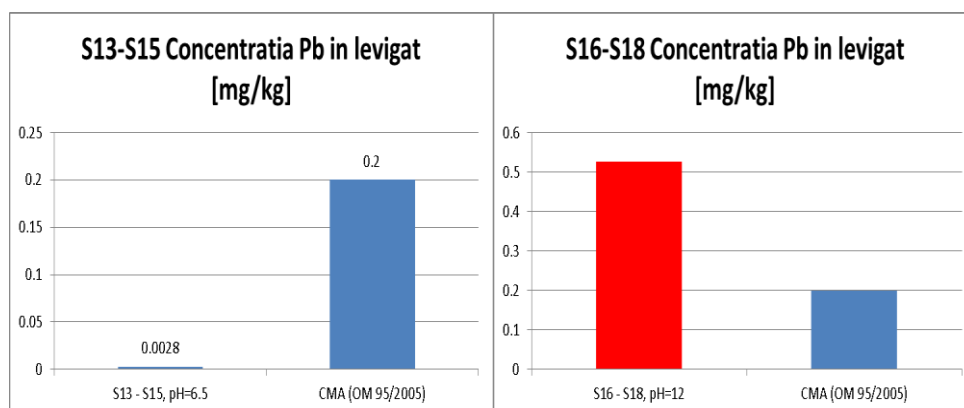
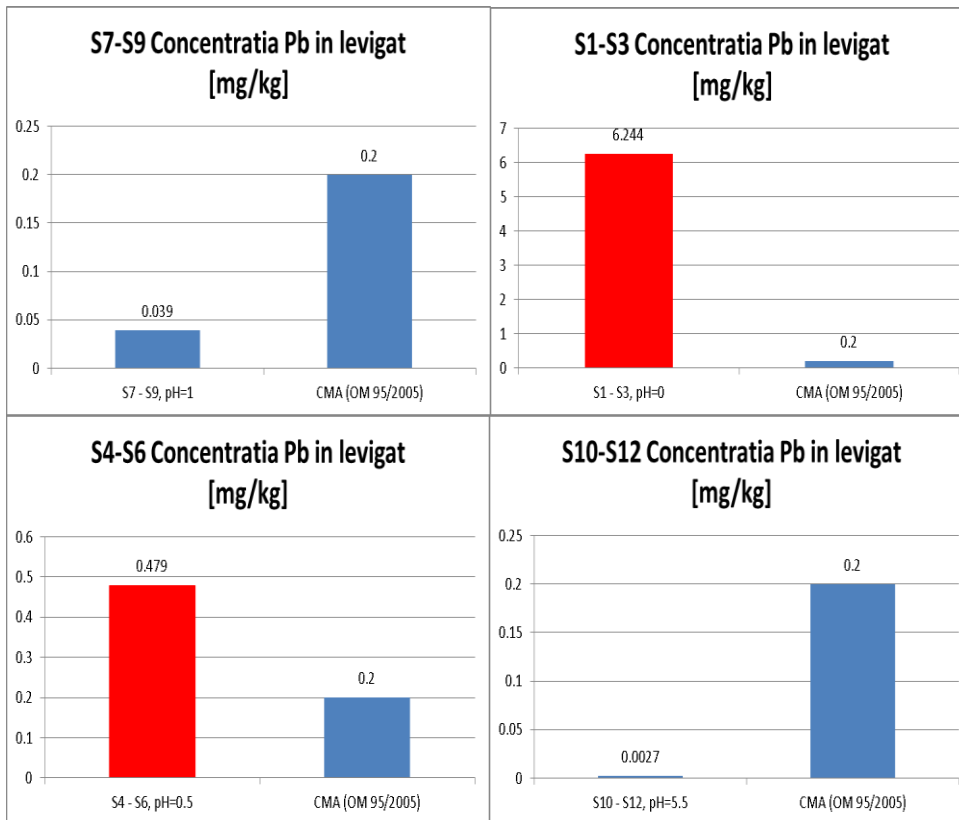
- setul 1 (probele S1-S3): analizare in conditii de pH~0
- setul 2 (probele S4-S6): analizare in conditii de pH = 0.5
- setul 3 (probele S7-S9): analizare in conditii de pH = 1
- setul 4 (probele S10-S12): analizare in conditii de pH = 5.5
- setul 5 (probele S13-S15): analizare in conditii de pH = 6.5
- setul 6 (probele S16-S18): analizare in conditii de pH = 12

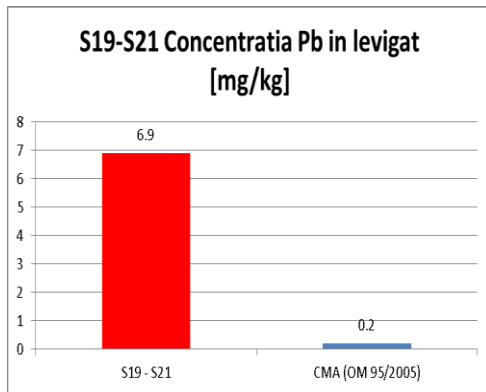
Concentratia ionilor de plumb levigati, din probele preparate din materialul compozit a fost determinata cu ajutorul spectrometrului ZEE nit 700 Analytic Jena.

De asemenea, s-a determinat si concentratia plumbului in amestecul de sticla continut de materialul compozit analizat (50% sticla frontala, 50% sticla de con). In acest sens, s-au

preparat un numar suplimentar de probe (S19-S21). Probele au fost ulterior supuse mineralizarii, conform SR ISO 11466.

Rezultate obtinute:





## Interpretarea rezultatelor. Concluzii si recomandari

Rezultatele acestui studiu au scos in evidenta urmatoarele caracteristici ale deseurilor de sticla activata provenita din dezasamblarea echipamentelor cu tub CRT:

### Sticla frontala:

- Sticla frontala, din punct e vedere al continutului de plumb si al caracteristicilor de levigare a acestui element chimic, se incadreaza in categoria deseurilor care pot fi acceptate la depozitare pe depozitele de deseuri inerte, conform OM 95/2005, sectiunea 2.2.1.;
- Se recomanda o atentie deosebita la separarea acestui tip de sticla fata de sticla de con, deoarece in timpul separarii, fractia de sticla frontala poate fi contaminata cu aliajele de lipire existente intre cele doua sectiuni sau cu sticla de con;
- Se recomanda depozitarea temporara in conditii controlate (suprafete impermeabile, acoperite), anterior supunerii acestui tip de deseuri uneia dintre operatiunile de valorificare sau eliminare prevazute de legislatie.

### Sticla de con:

- Sticla de con, din punct de vedere al continutului de plumb si a caracteristicilor de levigare a acestui element chimic, nu se incadreaza in categoria deseurilor care pot fi acceptate la depozitare pe depozitele de deseuri inerte, conform OM 95/2005, sectiunea 2.2.1. Conform sectiunii 4.1.1. a aceluiasi act normativ, se accepta la depozitare pe depozitele de deseuri periculoase, deseuri cu continut de plumb de 25 mg/kg. Avand in vedere valorile masurate in cadrul lucrarilor acestui studiu, se

poate considera sticla de con ca fiind pretabila la depozitare pe depozitele de deseuri periculoase.

- Se recomanda depozitarea amestecata a sticlei de con cu fractiile de sticla prezente in aliajele de lipire intre cele doua componente (frontal si con), evitand astfel contaminarea fractiilor metalice prezente in tunul de electroni

#### **Amestec de sticla de con si sticla frontala:**

- Nu se recomanda amestecarea acestor doua tipuri de sticla, aceasta operatiune fiind in contradictie cu obligatiile generatorilor/detinatorilor de deseuri prevazute de L. 211/2011, art. 11 si art. 27
- Amestecarea acestor doua tipuri de sticla nu conduce la diminuarea concentratiei de plumb in amestec, acest fapt fiind dovedit de insasi rezultatele analizelor de laborator efectuate, care au scos in evidenta valoarea de 6.9 mg/kg pentru plumbul levigat.

#### **Materiale compozite care au in compozitie sticla activata, avand ca liant cimentul:**

- Includerea sticlei frontale in materiale compozite cu lianti din categoria cimenturilor poate fi considerata ca fiind o metoda de valorificare posibila, avand in vedere valorile sub limita de 0.2 mg/kg pentru plumbul levigat;
- Includerea sticlei frontale in acest tip de materiale compozite are ca scop principal inlocuirea agregatelor si a unui procent din cantitatea de ciment din compozitia betonului;
- Trebuie luat in considerare potentialului chimic de reactie alcali-silice;
- Utilizarile ulterioare ale acestor materiale compozite trebuie sa tina cont de specificatiile tehnice pentru fiecare categorie de produs obtinut;
- Produsele rezultate trebuiesc supuse procedurilor de obtinere a agrementului tehnic, prevazute de HG 766/1997, aprobata cu modificari de HG 675/2002;
- Se recomanda macinarea fina si sub forma sferica a fractiei de sticla frontala, pentru a se putea manifesta proprietatile specifice constituintilor suplimentari cu



proprietati cementoase: umplerea spatiilor dintre particulele de ciment, imbunatatirea densitatii matricei;

- Includerea sticlei de con in materiale compozite cu lianti din categoria cimenturilor nu poate fi considerata ca fiind o metoda de valorificare posibila, avand in vedere valorile masurate de peste 0.2 mg/kg pentru plumbul levigat;
- Includerea sticlei de con in materiale compozite cu lianti din categoria cimenturilor necesita un studiu separat, pentru determinarea categoriilor de folosinta care accepta un astfel de continut;

#### **Consideratii finale:**

**La interpretarea si utilizarea rezultatelor acestui studiu trebuie sa se tina cont de caracterul neomogen al acestor categorii de deseuri. Avand in vedere gradul ridicat de neomogenitate a continutului deseurilor de sticla provenita de la tratarea tuburilor catodice, rezultatele prezentului studiu sunt valabile numai pentru conditiile in care au fost efectuate.**

**Prezentul studiu nu poate sta la baza incadrarii deseurilor generate in cadrul proceselor de tratare a DEEE desfasurate de catre operatorii economici.**

**Anterior incadrarii unor cantitati de deseuri in categoriile de deseuri periculoase sau nepericuloase, asa cum sunt definite de legislatia in materie, sunt necesare analize de specialitate.**