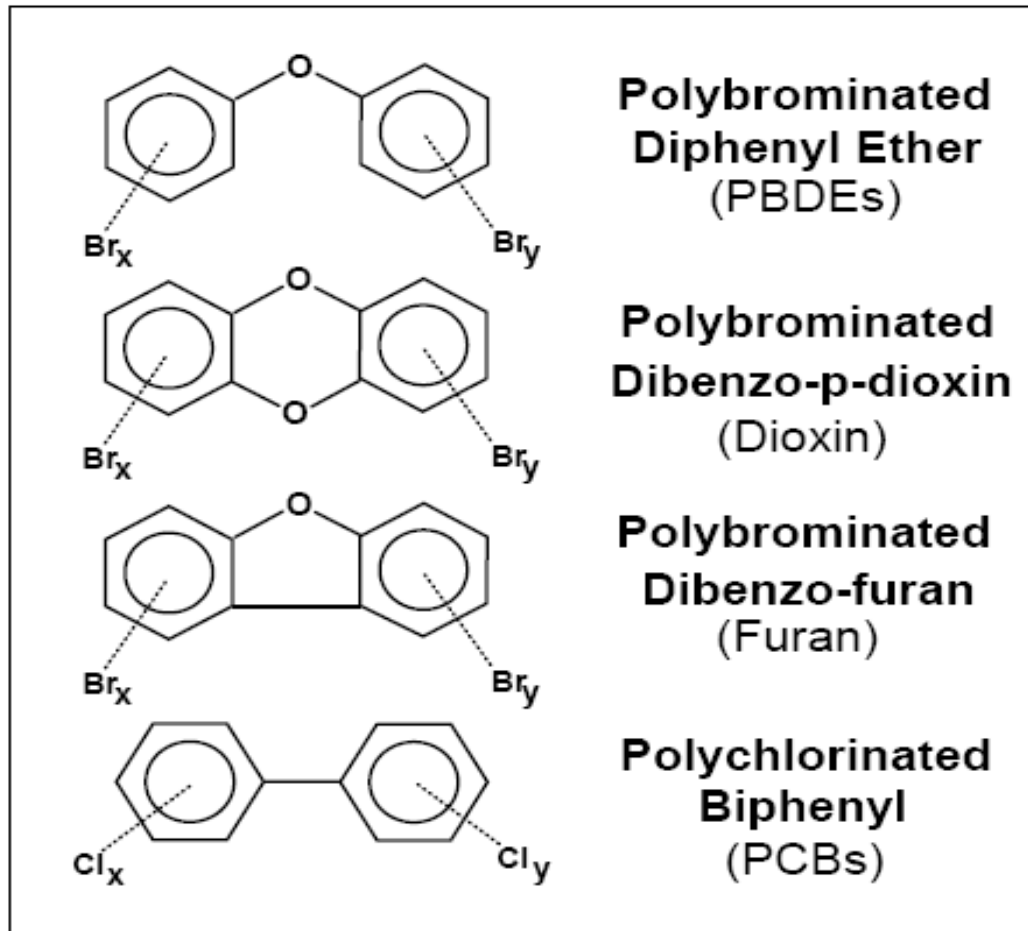


Έλεγχος Ποιότητας Υλικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Κωνσταντίνος Μπούρος



Ομοιότητες στη δομή των PBDEs με PCBs, φουράνια και διοξίνες.

Βρωμιωμένα επιβραδυντικά καύσεως	Χρήση
Τετραβρωμοδιφαινόλη Α (ΤΒΒΡΑ)	Για παραγωγή επόξυ ρητινών (ηλεκτρονικοί πίνακες υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών) και σε πολυμερή ακρυλονιτριλίου βουταδιενίου στυρενίου (ABS) (θήκες υπολογιστών, οθόνες υπολογιστών, τηλεοράσεις και άλλων ηλεκτρονικών προϊόντων).
Δεκαβρωμοδιφαινυλο οξειδίο (Deca-BDE)	Για παραγωγή πολυστυρενίου (HIPS, high impact polystyrene), (ηλεκτρονικές συσκευές), πολυαιθυλένια (καλώδια ηλεκτρονικών συσκευών), υφάσματα, κτήρια και κατασκευαστικές εφαρμογές.
Οκταβρωμοδιφαινυλο οξειδίο (Octa-BDE)	Πλαστικά από ABS (οθόνες υπολογιστών, θήκες τηλεοράσεων, κινητά τηλέφωνα και μηχανικά μέρη φωτοτυπικών μηχανημάτων).
Πενταβρωμοδιφαινυλο οξειδίο (Penta-BDE)	Αφρός πολυουρεθάνης, στρώματα, μαξιλάρια, έπιπλα, χαλιά και καλύμματα κρεβατιών.
Εξαβρωμοκυκλοδεκανίο (HBCD)	Αφρός πολυστυρενίου (υλικά κτηρίων όπως μονωτικά) και υφάσματα.

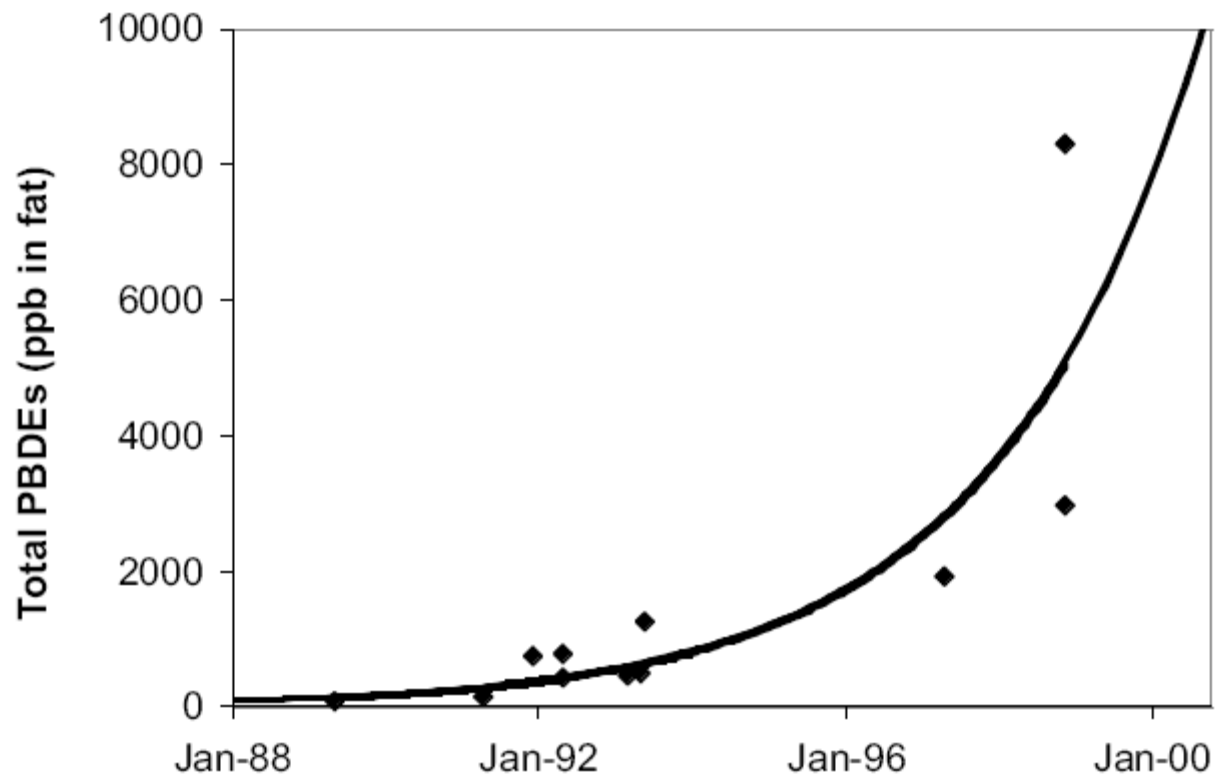
Οι σημαντικότεροι επιβραδυντές καύσεως και οι χρήσεις τους

Οι octaBDE και decaBDE είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι σε ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές συσκευές.

Αποδέσμευση PBDEs στο περιβάλλον

Η αποδέσμευση των PBDEs στο περιβάλλον μπορεί να γίνει σε:

- Ιζήματα, λασπόνερα και υγρά απόβλητα
- Αέρα και στο εσωτερικό περιβάλλον
- Άγρια πανίδα
- Τροφές



Αυξανόμενα επίπεδα PBDEs σε φώκιες του λιμανιού από τον κόλπο του Σαν Φρανσίσκο

Επιδράσεις των PBDEs στον άνθρωπο

Οι πολυβρωμιομενοι-διφαινυλο-αιθέρες επιδρούν αρνητικά:

- Στον ανθρώπινο ιστό (μητρικό γάλα, αίμα)
- Στο συκώτι (μείωση μικροσωμικών ενζύμων, μεγέθυνση συκωτιού και εκφυλιστικές ιστοπαθολογικές μεταβολές)
- Στο ανοσοποιητικό σύστημα (παρεμπόδιση κανονικής ανοσολογικής λειτουργίας)
- Στην ανάπτυξη και στο νευρολογικό σύστημα του ανθρώπου (επιδράσεις στο νευρικό σύστημα και σε ευαίσθητα όργανα)
- Στο σύστημα της θυρεοειδούς ορμόνης (ανακοπή της κανονικής ανάπτυξης του εγκεφάλου)

Αναπτυξιακές και νευρολογικές επιδράσεις

Ø Οι τοξικοί επιβραδυντές καύσεως (PBDEs) διαπερνούν εύκολα ευαίσθητες μεμβράνες (π.χ. πλακούντας).

Ø Τα PBDEs παρεμποδίζουν την ανάπτυξη και δημιουργούν λειτουργικά και δομικά προβλήματα, τα οποία ανιχνεύονται δύσκολα.

Επίδραση των PBDEs στο σύστημα της θυρεοειδούς

ορμόνης

- ∅ Όπως και οι διοξίνες έτσι και τα PBDEs ενεργοποιούν ένζυμα του συκωτιού που μειώνουν τα επίπεδα της ορμόνης.
- ∅ Μετατροπή των PBDEs σε υδροξυλιωμένα PBDEs. Αυτοί οι μεταβολίτες μιμούνται τη θυρεοειδή ορμόνη και συνδέονται με την πρωτεΐνη μεταφοράς της.
- ∅ Ως αποτέλεσμα των παραπάνω παρατηρούνται παρεμποδίσεις στην κανονική ανάπτυξη του εγκεφάλου.

Είναι τα PBDEs καρκινογόνα;

Από πειράματα με decaBDE σε ποντίκια παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση υπατικής νεοπλασίας σε αρσενικά και θηλυκά του είδους.

Με βάση αυτά τα δεδομένα η EPA κατέταξε το decaBDE ως πιθανό καρκινογόνο για τον άνθρωπο.

Τρόποι διαφυγής στο περιβάλλον

∅ Απελευθέρωση κατά την κατασκευή και βιομηχανική χρήση

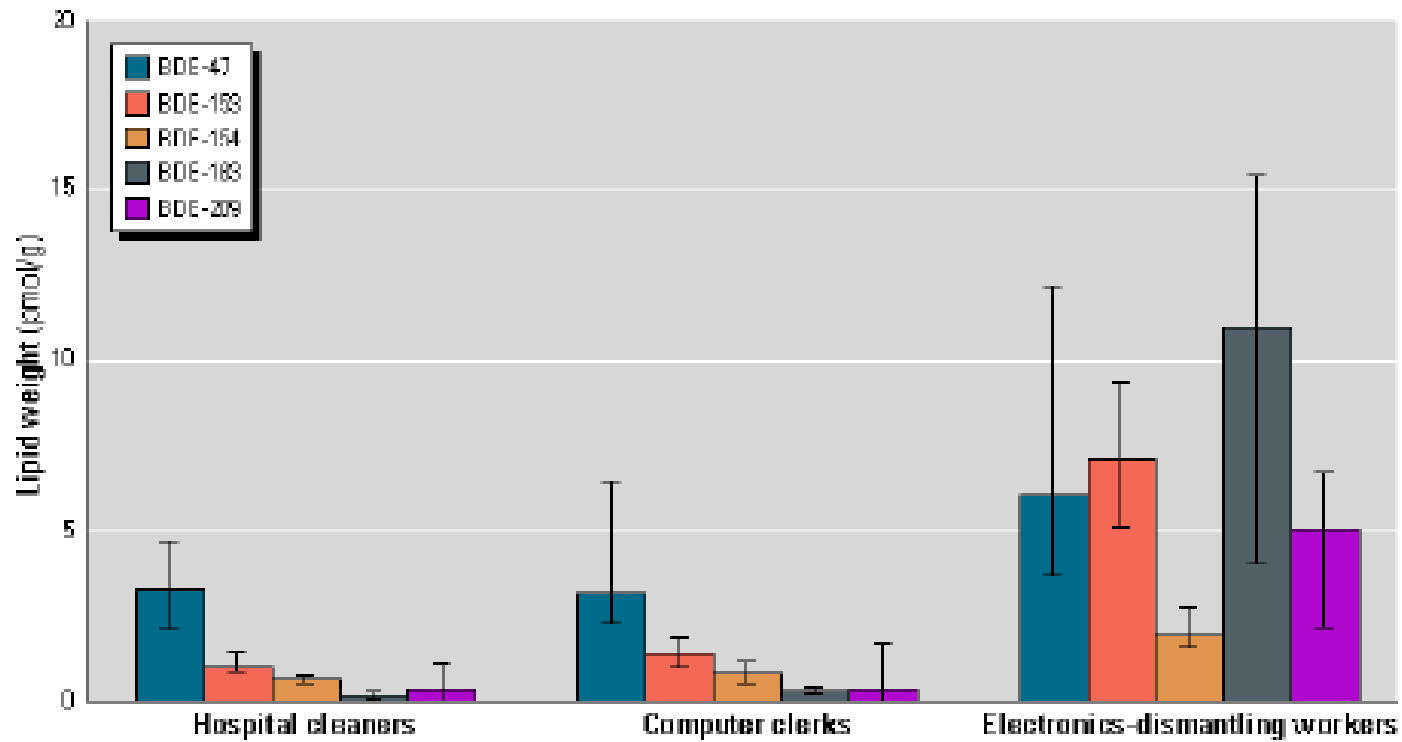
∅ Απελευθέρωση κατά τη χρήση

∅ Απελευθέρωση κατά την απόρριψη

∅ Απελευθέρωση κατά την αποτέφρωση

DecaBDE επικίνδυνο ή όχι;

- Το decaBDE θεωρείται το πιο ακίνδυνο από τους πολυβρωμιωμένους επιβραδυντές καύσεως.
- Εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους του θεωρείται ότι δεν απορροφάται από τον άνθρωπο.
- Όμως το decaBDE μπορεί υπό τις κατάλληλες συνθήκες να διασπαστεί σε κατώτερα, βιοσυσσωρεύσιμα PBDEs (υπεριώδης ακτινοβολία, ηλιακή ακτινοβολία).



**Συγκριτικός πίνακας κατηγοριών
εργαζομένων και τα επίπεδα των PBDEs
στο αίμα τους.**

Προσδιορισμός των PBDEs σε μητρικό γάλα

Ο προσδιορισμός γίνεται με χρήση μίγματος 7 εσωτερικών προτύπων PBDE, επισημασμένα με ^{13}C , τα οποία προστίθενται στο δείγμα. 10 ml ανθρώπινου γάλακτος εξάγονται με κανονικό πεντάνιο/ αιθέρα/ αιθανόλη.

Το όργανο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι υψηλής διαχωριστικότητας αέρια χρωματογραφία/ υψηλής διαχωριστικότητας φασματομετρία μάζας.

Μέτρα πρόληψης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εφαρμόζει το πρόγραμμα RoHS (Restriction of Hazardous Substances) σε ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές.

Σκοπός αυτής της ντιρεκτίβας είναι ο περιορισμός και η απαγόρευση χρήσης επικίνδυνων ουσιών όπως τα PBBs, pentaBDE και octaBDE, αρχίζοντας από το 2004.