

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΠΟ ΧΗΜΙΚΑ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΚΟΙΝΟΥΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΤΕΣ

Δ. Σαρηγιάννης^{1,2,3*}, Σ. Καρακίτσιος^{1,2}

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Πολυτεχνική Σχολή, Θεσσαλονίκη 54124, Ελλάδα

²HERACLES Ερευνητικό Κέντρο Εκθεσιώματος και Υγείας, Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), Balkan Center, Κτίριο. Β, 10^ο χλμ Θεσσαλονίκης-Θέρμης, 57001, Ελλάδα

³School for Advanced Study (IUSS), Science, Technology and Society Department, Environmental Health Engineering, Piazza della Vittoria 15, Pavia 27100, Italy

(*denis@eng.auth.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαχείριση των πλαστικών αποβλήτων και οι συναφείς κίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων αναγνωρίζονται ως βασικά ζητήματα για τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων και των πόρων παγκοσμίως. Η πλαστική κρίση έχει προκαλέσει μια σειρά δικαιοδοσιών με στόχο τη θέσπιση απαγορεύσεων στην χρήση πλαστικών σακουλών καθώς επίσης και την ενίσχυση της ανακύκλωσης πλαστικών στα αντίστοιχα δημοτικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων. Ωστόσο, μέχρι σήμερα, οι ΧΥΤΑ παραμένουν η συνηθέστερη πρακτική διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα, παρά τις επιβαλλόμενες ρυθμίσεις που αποσκοπούν στην αύξηση της ανακύκλωσης, τη διαλογή των αποβλήτων, την ενέργεια και την ανάκτηση υλικών. Η συνδυασμένη μεθοδολογία αξιολόγησης της ολοκληρωμένης έκθεσης και του κύκλου ζωής που αναπτύχθηκε σε αυτή τη μελέτη και μεταφράστηκε στην πλατφόρμα INTEGRA LCA αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση της πλήρους, ακριβούς και διαφανούς εκτίμησης των δυνητικών κινδύνων για την υγεία που σχετίζονται με τη χρήση, τη διαχείριση και τη διάθεση των πλαστικών σε αστικές περιοχές. Η ενσωμάτωση της ανάλυσης του κύκλου ζωής προσδίδει διαφορετικά συμπεράσματα από μία απλή αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης βασισμένη μόνο σε εκτιμώμενες ή μετρημένες εκπομπές, που ενδεχομένως να μετέβαλαν τη σχετική ελκυστικότητα των εξεταζόμενων λύσεων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση των πλαστικών αποβλήτων και οι συναφείς κίνδυνοι που ελοχεύει για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα αναγορεύονται ως μείζονα ζητήματα για τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων και των πόρων παγκοσμίως. Η πλαστική κρίση έχει επιφέρει την απόδοση σειράς δικαιοδοσιών σχετικών με την απαγόρευση της χρήσης πλαστικών σακουλών και την αναβάθμιση της πλαστικής ανακύκλωσης στα αντίστοιχα δημοτικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων. Μέχρι σήμερα, παρόλα αυτά, οι ΧΥΤΑ αποτελούν τη συνήθη πρακτική διαχείρισης των αποβλήτων στην Ελλάδα, παρά τις επιβαλλόμενες ρυθμίσεις που αποβλέπουν στην αύξηση της ανακύκλωσης, την προ-επιλογή των αποβλήτων, την ενέργεια και την επαναχρησιμοποίηση υλικών. Αναφορικά με τα πλαστικά απόβλητα, πληθώρα μελετών μας εξοπλίζει με παραδείγματα για τις δυσμενείς επιπτώσεις της χαμηλής βιοαποσύνθεσης του πλαστικού υλικού στην υγεία και τη βιωσιμότητα των φυσικών οικοσυστημάτων, διαταράσσοντας τη τροφική αλυσίδα και προξενώντας ενδοκρινικές διαταραχές ακόμη και επιφέροντας μεταβολή του φύλου (θηλυκοποίηση) σε ευαίσθητους πληθυσμούς, όπως τα ψάρια. Μέχρι στιγμής ακόμη πιο περιορισμένος φέρεται να είναι ο αριθμός των μελετών που επικεντρώνονται στις αρνητικές επιδράσεις που επιφέρουν τα πλαστικά προϊόντα και απόβλητα στην ανθρώπινη υγεία, παρά την πανταχού παρούσα φύση του πλαστικού υλικού. Έτσι, στη συγκεκριμένη μελέτη έχουμε αναπτύξει ένα καινοτόμο εργαλείο που αποσκοπεί στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση των κινδύνων που εγκυμονούν τα πλαστικά απορρίμματα. Το λογισμικό INTEGRA LCA συνδυάζει τις ολοκληρωμένες δυνατότητες αξιολόγησης

της εξωτερικής και εσωτερικής έκθεσης της υπολογιστικής πλατφόρμας INTEGRA^[1] με την αξιολόγηση του αντικτύπου στον κύκλο ζωής. Η ολοκληρωμένη πλατφόρμα λογισμικού μας έδωσε τη δυνατότητα να διενεργήσουμε μια πρωτοποριακή ανάλυση των αρνητικών αποτελεσμάτων στην υγεία που αποδίδεται στη χρόνια έκθεση σε έμμονες οργανικές ενώσεις που σχετίζονται με την χρήση και την αποκομιδή των πλαστικών υλικών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην εκτίμηση της επίδρασης των επιλεγόμενων ενώσεων -που απαντώνται σε πλαστικά υλικά- στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Η συγκεκριμένη αξιολόγηση κύκλου ζωής περιλαμβάνει τις ποικίλες κατηγορίες βιομηχανιών (KB), κατηγορίες χρήσης(KX) και κύριες κατηγορίες (KK), καθώς επίσης και τα απόβλητα που παραμένουν στη διάρκεια του κύκλου ζωής του περιβάλλοντος, διερευνώντας τις τρεις κύριες επιλογές που παρουσιάζουν βαθμό συσχέτισης με τη διάθεση των πλαστικών αποβλήτων, (ανακύκλωση, αποτέφρωση, ΧΥΤΑ).

Λόγω της μεγάλης αντοχής της πολυμερούς μήτρας στο περιβάλλον, οι εκπομπές από τελικά πολυμερή αναμένεται να διαρκέσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου, ο συνολικός χρόνος ζωής των τελικών προϊόντων πλαστικοποιητών είναι ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο στην αξιολόγηση των συνολικών εκπομπών. Η συνεισφορά των εκπομπών από τα απόβλητα μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική, συνεπώς η αποτελεσματικότητα της στρατηγικής για τη συλλογή αποβλήτων και τη διαχείριση αποβλήτων (ανακύκλωση, αποτέφρωση, ΧΥΤΑ) θα επηρεάσει τις συνολικές εκπομπές. Ο καταναλωτής είναι πιθανό να εκτεθεί μέσω των τροφίμων και μέσα από την επαφή με πληθώρα χρήσεων των τελικών προϊόντων. Η έκθεση μέσω τροφής, νερού και αέρα μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα των εκπομπών στο περιβάλλον από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής. Είναι προφανές, πως η εξευγενισμένη αξιολόγηση της συνολικής έκθεσης απαιτεί σε βάθος δεδομένα και λεπτομερείς πληροφορίες σε κάθε βήμα της διαδικασίας πηγή στη δόση. Με βάση τις ανάγκες που περιγράφηκαν παραπάνω, χρησιμοποιήθηκε η υπολογιστική πλατφόρμα INTEGRA, που στοχεύει στη συγκέντρωση όλων των διαθέσιμων πληροφοριών μέσα σε ένα συνεκτικό μεθοδολογικό πλαίσιο για την αξιολόγηση του συνεχούς από τη πηγή στη δόση, για ολόκληρο τον κύκλο ζωής και τις ουσίες που καλύπτουν ένα εκτεταμένο χημικό χώρο. Το κύριο συστατικό του INTEGRA είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα που ενσωματώνει δυναμικά την περιβαλλοντική μοίρα, την έκθεση και την εσωτερική δόση. Η πλατφόρμα επικυρώνεται σε μεγάλο βαθμό με τη χρήση δεδομένων ανθρώπινης παρακολούθησης από την Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Ως εκ τούτου, το κύριο συστατικό του INTEGRA είναι μια ολοκληρωμένη υπολογιστική πλατφόρμα που περιλαμβάνει την περιβαλλοντική μοίρα, την έκθεση και την εσωτερική δόση δυναμικά με το χρόνο, συμπεριλαμβανομένων των ακόλουθων συστατικών:

1. Ανάπτυξη μοντέλου πολυμέσων για την εξήγηση των αλληλεπιδράσεων πολλαπλών επιπέδων που επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές μεταφορές και την τύχη των χημικών ουσιών.
2. Ανάπτυξη εσωτερικού μικροπεριβαλλοντικού μοντέλου και λεπτομερή αξιολόγηση της προσωπικής έκθεσης
3. Ανάπτυξη ενός γενικού μοντέλου PBBK με στόχο να ενσωματωθούν οι αλλαγές στα στάδια της ζωής και οι αλλαγές στην αποδοτικότητα της φυσιολογίας και της αποτελεσματικότητας κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου (από τη σύλληψη μέχρι την ηλικία των 80 ετών). Τα προχωρημένα μοντέλα QSAR χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση φυσικοχημικών και βιοχημικών παραμέτρων του μοντέλου προκειμένου να επεκταθεί το πεδίο εφαρμογής του σε ένα μεγάλο χημικό χώρο.
4. Αντίστροφη μοντελοποίηση για ανασυγκρότηση της έκθεσης και αφομοίωση των δεδομένων ανθρώπινης βιοπαρακολούθησης(HBM).

Στη παρούσα μελέτη, μελετήθηκε η ανάλυση κύκλου ζωής τεσσάρων ευρέως χρησιμοποιούμενων πλαστικοποιητών:

Η δισφαινόλη Α (BPA) είναι μια οργανική ένωση με δύο λειτουργικές ομάδες φαινόλης. Τέσσερις εταιρείες ασχολούνται με την κατασκευή δισφαινόλης-Α, κυρίως για χρήση στην παραγωγή

πολυανθρακικών πλαστικών και εποξειδικών ρητινών. Η συνολική ποσότητα διφαινόλης-A που κατασκευάστηκε στην ΕΕ για την περίοδο 2005/2006 ήταν 1.100.000 τόνοι / έτος. Το BPA θεωρείται ασθενές περιβαλλοντικό οιστρογόνο, βασισμένο σε παραδοσιακές βιολογικές δοκιμασίες, καθώς δεσμεύεται με τον υποδοχέα οιστρογόνου άλφα και βήτα (ERα και ERβ) με συγγένεια, η οποία είναι περίπου 10,000 έως 100,000 φορές ασθενέστερη από εκείνη του 17β -εστραδιόλη. Η έκθεση σε χαμηλές δόσεις διφαινόλης A έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί καταστροφικές επιδράσεις στα ενδοκρινικά όργανα, συμπεριλαμβανομένων των ιστών που ανταποκρίνονται στα ανδρογόνα ή στα οιστρογόνα, του ανοσοποιητικού συστήματος, της λειτουργίας των ορμονών του θυροειδούς και της ανάπτυξης του νευρικού συστήματος. Η ισχύουσα τοξικολογική ουσία (κατώτατο όριο) για τη BPA ορίζεται σε 4 $\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{bw}}/\text{d}$ ^[2].

Η Ευρώπη αποτελεί σημαντικό παραγωγό και εξαγωγέα του δις(2-αιθυλεξύλ) φθαλικού εστέρα (DEHP). Ο όγκος του παγκοσμίως παραγόμενου όγκου του DEHP υπερβαίνει τους 2.000.000 τόνους ετησίως [5], ενώ στην Ευρώπη παρήχθησαν 595.000 τόνοι / έτος το 1997. Ωστόσο, πρόσφατες πληροφορίες από τον κανονισμό REACH δείχνουν ότι το χρησιμοποιούμενο στην ΕΕ DEHP δεν υπερβαίνει τα επίπεδα των 100.000 τόνων / έτος το 2015. Το DEHP είναι ένας από τους πιο συνήθεις πλαστικοποιητές φθαλικού εστέρα στην ΕΕ που αντιστοιχεί στο 51% της συνολικής κατανάλωσης. Οι τρεις κύριες ομάδες προϊόντων είναι τα PVC, τα μη PVC και τα μη πολυμερή. Συγκεκριμένα, το 97% του DEHP χρησιμοποιείται ως πλαστικοποιητής για το PVC και περισσότερο από τα 3/4 της ετήσιας παραγωγής χρησιμοποιείται για εσωτερικές εφαρμογές. Επιπλέον, έχει ανιχνευθεί σε πολλά τρόφιμα όπως γάλα, τυρί, κρέας, αυγά, παιδικές τροφές, δημητριακά, προϊόντα κλπ., καθώς επίσης και σε είδη ένδυσης (υποδήματα, ρούχα και βροχοπτώσεις), μαλακά πλαστικά παιχνίδια και βρεφικές είδη (πιπίλες, στόμια) ενώ το DEHP χρησιμοποιείται σε δομικά υλικά όπως καλώδια, επενδυμένα υφάσματα, υλικά στέγης, υποστρώματα αυτοκινήτων. Ο άνθρωπος μπορεί να εκτεθεί σε DEHP μέσω της μετανάστευσης, της έκπλυσης ή της εξάτμισης σε εσωτερικό αέρα και ατμόσφαιρα. Το DEHP μεταβολίζεται γρήγορα σε περισσότερους από 30 μεταβολίτες οι οποίοι εξαλείφονται στα ούρα. Ο MEHP είναι ο υποτιθέμενος τοξικός μεταβολίτης του DEHP. Η τοξικότητα του DEHP σχετίζεται με ανεπιθύμητες ενέργειες στους ιστούς των τρωκτικών που ανταποκρίνονται στα ανδρογόνα, ενώ υψηλές δόσεις DEHP έχουν καταστέλλει την παραγωγή οιστραδιόλης σε θηλυκούς αρουραίους. Το TDI για το DEHP είναι 50 $\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{bw}}/\text{d}$ ^[3].

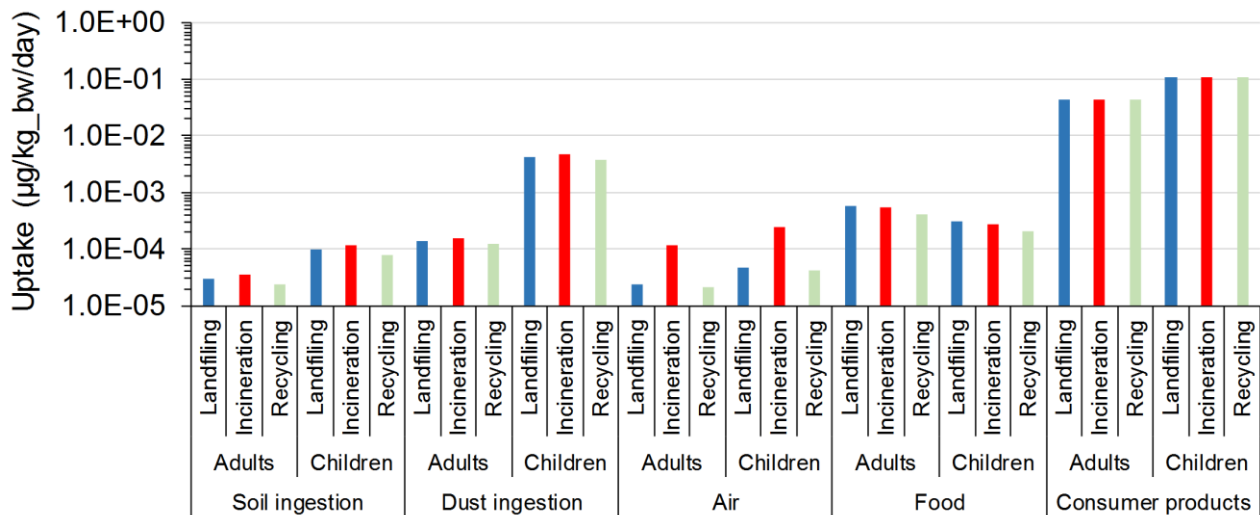
Ο αδιτικός δι-2-αιθυλεξυλεστέρας (DEHA) εισάγεται αλλά και κατασκευάζεται στην Ευρώπη. Σύμφωνα με την ECHA, η ποσότητα DEHA που χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία κυμαίνεται μεταξύ 1.000 και 10.000 τόνων ετησίως^[4]. Ο DEHA χρησιμοποιείται ευρέως ως πλαστικοποιητής στη βιομηχανία βινυλίου και στην επιχείρηση παραγωγής εύκαμπτων πολυβινυλοχλωριδίων (PVC). Ο DEHA χρησιμοποιείται κυρίως στην επεξεργασία συνθετικού καουτσούκ, πλαστικοποίησης βουτυρικού πολυβινυλίου, βουτυρικής οξικής κυτταρίνης, πολυστυρενίου και κηρού Dammar και σε καλλυντικά. Εντούτοις, επειδή ο DEHA χρησιμοποιείται αντί του DEHP, είναι αναμφισβήτητη η ανίχνευση του σε καθημερινά και κοινά προϊόντα και εφαρμογές όπως σε δάπεδα, επενδύσεις τοίχων, επενδύσεις και στέγες, φιλμ και φύλλα, αυτοκίνητα, σωλήνες, επικαλυμμένα υφάσματα, μελάνια και κεριά, τις συσκευασίες τροφίμων και τα παιχνίδια. Ως εκ τούτου, ο άνθρωπος μπορεί να εκτεθεί στο DEHA διαμέσου πολλαπλών οδών έκθεσης. Ο DEHA δοκιμάστηκε για πιθανή καρκινογένεση με από του στόματος χορήγηση σε πειραματόζωα (τρωκτικά) και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προκλήθηκαν καλοήθεις όγκοι του ήπατος και καρκινώματα. Για το DEHA έχει προσδιοριστεί ένα TDI ίσο με 30 $\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{bw}}/\text{d}$ ^[5].

Ο διαζωνουλεστέρας (1,2-Cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester) 1,2-κυκλοεξανοδικαρβοξυλικού οξέος (DINCH) κατασκευάζεται από την BASF Corporation και είναι ένας διαυγής άχρωμος πλαστικοποιητής που αναπτύχθηκε για χρήση σε εφαρμογές, ευαίσθητες στην έκθεση και τα τοξικολογικά ζητήματα. Το DINCH είναι κατάλληλο για χρήση με PVC και άλλα πολικά πολυμερή. Οι κύριες εφαρμογές της Hexamol DINCH είναι η χρήση σε συσκευασίες τροφίμων, καλώδια και καλώδια, αυτοκίνητα, πλαστικοποιητές και άλλες σχετικές εφαρμογές.

Λόγω της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης από την κυκλοφορία της στην αγορά το 2002, η DINCH έχει καταστεί καθιερωμένος πλαστικοποιητής συσκευασίας τροφίμων, ιατρικών συσκευών και παιχνιδιών. Κατά τα τελευταία χρόνια υπήρξε επίσης μια αυξανόμενη ζήτηση στον κλάδο του δαπέδου και της επένδυσης τοίχων. Ο συνολικός όγκος παραγωγής DINCH είναι 200.000 tn / έτος. Αν και το DINCH θεωρείται ασφαλέστερο από τα παλαιότερα φθαλικά, με βάση τα δεδομένα που λαμβάνονται in vitro, παρατηρήθηκε μια βιολογική ανασταλτική δράση του MINCH - ενός μεταβολίτη του πλαστικοποιητή DINCH- στον μεταβολισμό στα θηλαστικά^[6]. Η τρέχουσα ανεκτή ημερήσια πρόσληψη είναι 1mg/kg_bw/d^[7].

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η δισφαινόλη-Α χαρακτηρίζεται από χαμηλές περιβαλλοντικές συγκεντρώσεις, ως αποτέλεσμα των περιορισμένων περιβαλλοντικών εκπομπών. Στην Ελλάδα, η συγκέντρωση BPA στα αιωρούμενα σωματίδια αστικών περιοχών^[8] εκτιμάται ότι είναι ίση με 0,06 ng/m³, γεγονός που ανταποκρίνεται πολύ στις προβλέψεις του μοντέλου πολυμέσων που ενσωματώνεται στο INTEGRA. Η έκθεση σε BPA οφείλεται κυρίως στην έκθεση σε συγκεκριμένα καταναλωτικά προϊόντα.

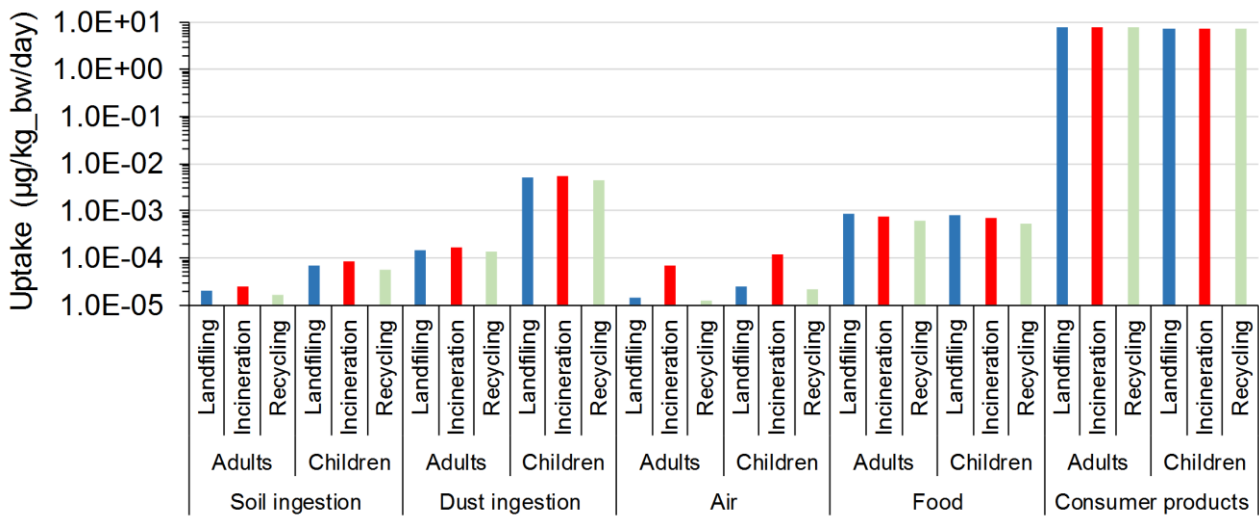


Σχήμα 1. Συμβολή διαφόρων οδών στην έκθεση σε BPA για ενήλικες και παιδιά υπό διάφορες επιλογές διαχείρισης αποβλήτων

Όπως αναμένεται, τα παιδιά εκτίθενται σε υψηλότερες ποσότητες BPA και η μέση συγκέντρωση ούρων στην Ελλάδα έχει προσδιοριστεί ίση με 1,2 και 2,1 µg/g κρεατινίνης για ενήλικες και παιδιά αντίστοιχα^[9]. Με τη χρήση της μονάδας ανοικοδόμησης έκθεσης της πλατφόρμας INTEGRA, τα αντίστοιχα εξωτερικά επίπεδα έκθεσης αντιστοιχούν σε 0,06 και 0,156 µg/kg_bw/d, τα οποία είναι πολύ χαμηλότερα από το t-TDI των 4 µg /kg_bw/d που ορίστηκε από την EFSA. Η συμβολή των διαφόρων οδών στη συνολική έκθεση σε BPA για ενήλικες και παιδιά παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Μεταξύ των διαφόρων επιλογών διαχείρισης αποβλήτων, η αποτέφρωση συμβάλλει στην αύξηση της έκθεσης μέσω αέρα στον τοπικό πληθυσμό, λόγω των υψηλότερων εκπομπών που προκύπτουν από τον αποτεφρωτήρα. Ομοίως, η έκθεση στη σκόνη είναι επίσης ελαφρώς υψηλότερη. Αντίθετα, οι ΧΥΤΑ συμβάλλουν σε ελαφρώς υψηλότερη έκθεση μέσω των τροφίμων (και του πόσιμου νερού) από τα στραγγίσματα που καταλήγουν στο υπέδαφος και τελικά στο πόσιμο νερό.

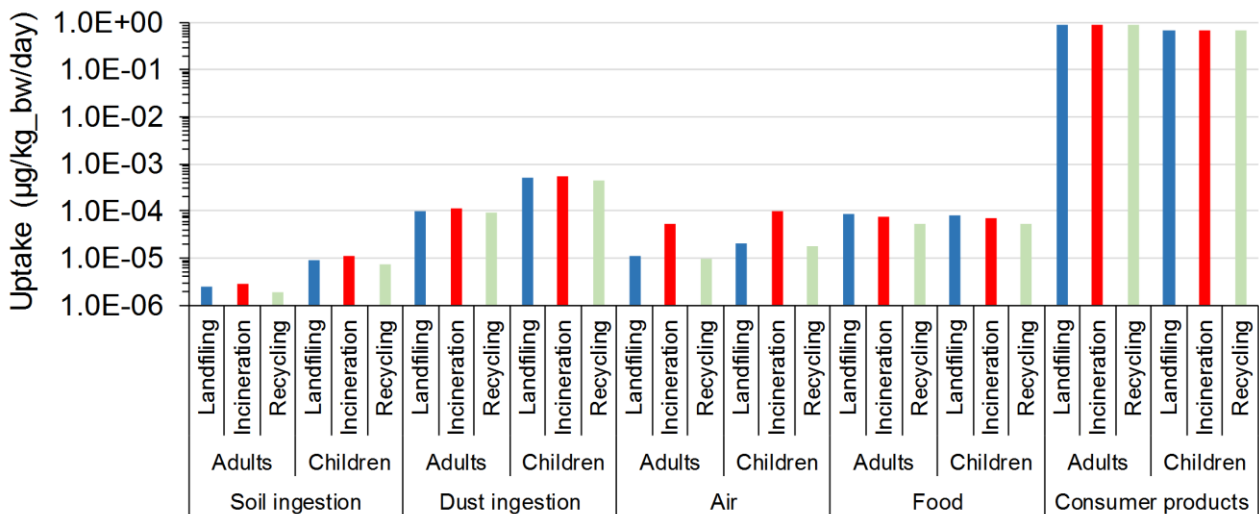
Αν και το DEHP παράγεται σε χαμηλότερους όγκους σε σύγκριση με το BPA, η συνολική έκθεση είναι σημαντικά υψηλότερη. Τα μετρηθέντα επίπεδα ουρολοίμωξης του MEHP, ο κύριος μεταβολίτης του DEHP, έχουν αναγνωριστεί ως 7.6 και 2.8 µg/g κρεατινίνης για ενήλικες και παιδιά αντίστοιχα. Παρόμοια με τη BPA, η συμβολή της έκθεσης σε DEHP προέρχεται από την έκθεση του καταναλωτή (κυρίως χρήση δαπέδων από PVC και χρήση διαφόρων πλαστικών παιχνιδιών και εξοπλισμού, καθώς και υλικών συμπεριφοράς σε τρόφιμα), ωστόσο αυτά τα επίπεδα έκθεσης (10

μg/kg_bw/d) είναι στο ίδιο επίπεδο με την προσωρινή ανεκτή ημερήσια πρόσληψη (TDI). Μεταξύ των διαφορετικών επιλογών διαχείρισης αποβλήτων, η αποτέφρωση συμβάλλει στην αύξηση της έκθεσης μέσω του αέρα και της σκόνης για τον τοπικό πληθυσμό, ως αποτέλεσμα των υψηλότερων εκπομπών στον αέρα από τον αποτεφρωτήρα.



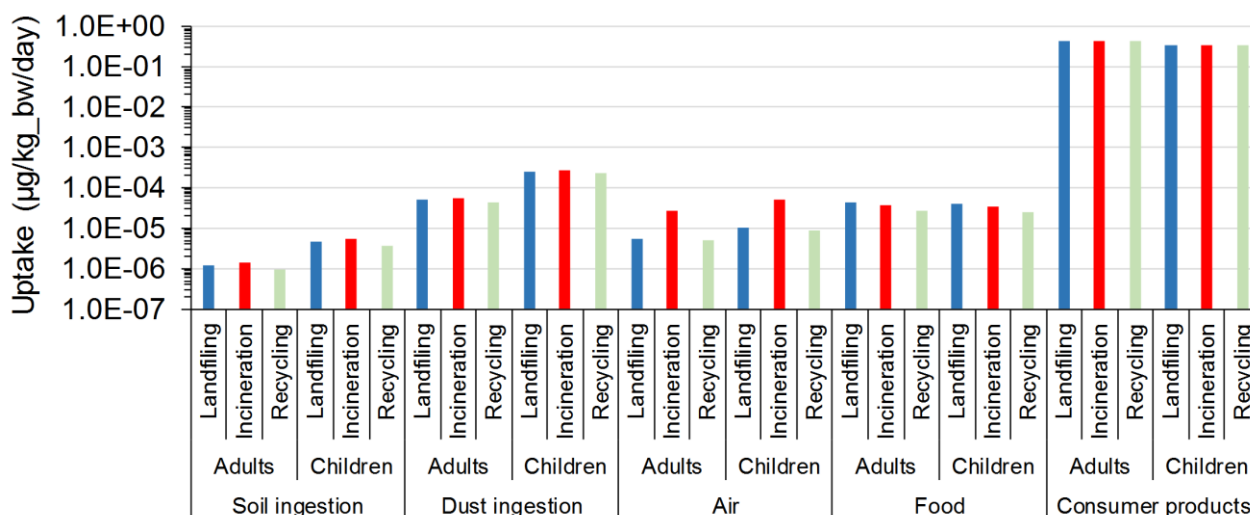
Σχήμα 2. Συμβολή διαφόρων οδών στην έκθεση σε DEHP για ενήλικες και παιδιά κάτω από διάφορες επιλογές διαχείρισης αποβλήτων

Το DEHA (Σχήμα 3) θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα υποκατάστατα του DEHP. Με βάση την LCA και λαμβάνοντας υπόψη τις ευρείες εφαρμογές της, η εκτιμώμενη ημερήσια πρόσληψη κυμαίνεται από 1 μg/kg_bw/d. Στην Ευρώπη, η εκτιμώμενη πρόσληψη για παιδιά με βάση δεδομένα βιοπαρακολούθησης, έχει εκτιμηθεί στο ίδιο εύρος.



Σχήμα 3. Συμβολή διαφόρων οδών στην έκθεση σε DEHA για ενήλικες και παιδιά υπό διάφορες επιλογές διαχείρισης αποβλήτων

Το DINCH (Σχήμα 4) είναι ένα άλλο από τα υποκατάστατα DEHP. Με βάση την αντίστοιχη LCA, οι προβλεπόμενες εκτιμήσεις έκθεσης του DINCH είναι κοντά στα 0,7 μg / kg_bw / d. Η τιμή αυτή βρίσκεται εντός της περιοχής που υπολογίζεται από δεδομένα βιοπαρακολούθησης που συλλέγονται στα κέντρα ημερήσιας φροντίδας στη Γερμανία. Η συμβολή από τις εφαρμογές των καταναλωτών είναι παρόμοια με μερικές τάξεις μεγέθους υψηλότερη από την υπόλοιπη συνεισφορά των οδών.



Σχήμα 4. Συμβολή διαφόρων οδών στην έκθεση DEHA για ενήλικες και παιδιά υπό διάφορες επιλογές διαχείρισης αποβλήτων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εκτιμώμενοι κίνδυνοι των πλαστικοποιητών που εξετάστηκαν παραπάνω φαίνεται να είναι σχετικά χαμηλοί, με εξαίρεση το DEHP, όπου η εκτιμώμενη πρόσληψη είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με την αντίστοιχη TDI. Πέρα από αυτό, πρέπει να ληφθεί υπόψη το συσσωρευτικό αποτέλεσμα αυτών των ενώσεων, καθώς και η παρουσία επιπρόσθετων πλαστικοποιητών (πέραν αυτών που εξετάστηκαν στο παρόν) εντός της πλαστικής μήτρας. Μεταξύ των διαφόρων σταδίων του αντίστοιχου κύκλου ζωής, τα απόβλητα που παραμένουν στο περιβάλλον αναμένεται να είναι σωματίδια / θραύσματα που αφαιρούνται από τα προϊόντα τελικής χρήσης κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας τους και κατά τη διάθεσή τους (π.χ. σωματίδια που έχουν αφαιρεθεί από την επικάλυψη αυτοκινήτων, επίστρωση πηνίου, πέλματα υποδημάτων και θραύσματα από πλαστικές σακούλες κ.λπ.). Αυτά τα σωματίδια απελευθερώνονται κυρίως στους ΧΥΤΑ. Ωστόσο, το μικρότερο κλάσμα μπορεί επίσης να διανεμηθεί στον θάλαμο αέρα ή στο περιβάλλον επιφανειακού νερού που καταλήγει στο ίζημα. Συνολικά, η συνολική ανάλυση των επιλογών διαχείρισης αποβλήτων έδειξε ότι η αποτέφρωση συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση των επιπέδων έκθεσης μέσω της εισπνοής για τον πληθυσμό που ζει κοντά στη μονάδα αποτέφρωσης, ενώ από την άλλη η ανακύκλωση οδηγεί σε χαμηλότερη έκθεση από όλα τα μονοπάτια έκθεσης στο περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Sarigiannis DA, Karakitsios SP, Handakas E, Simou K, Solomou E, Gotti A. Food and Chemical Toxicology, 98 (2016) 134-147
- [2] EFSA. EFSA Journal, 13(1) (2015) 3978
- [3] EFSA. The EFSA Journal, 243 (2005) 1-20
- [4] ECHA. Substance information - Bis(2-ethylhexyl) adipate. 2016 05/03/2016; Available from: <http://echa.europa.eu/ja/substance-information/-/substanceinfo/100.002.810>.
- [5] SCF. SCF/CS/PM/3276 Final /31920. 2000.
- [6] Campioli E, Duong TB, Deschamps F, Papadopoulos V. Environmental Research, 140 (2015) 145-156
- [7] EFSA. EFSA Journal, 395-401 (2006) 1-21
- [8] Salapasidou M, Samara C, Voutsas D. Atmospheric Environment, 45(22) (2011) 3720-3729
- [9] Myridakis A, Fthenou E, Balaska E, Vakinti M, Kogevinas M, Stephanou EG. Environ Int, 83 (2015) 1-10