

Παραδείγματα υπολογισμού διακινδύνευσης της ανθρώπινης υγείας

- Για το όριο των ΗΠΑ για το αρσενικό στο πόσιμο νερό, που είναι ίσο με 10 μg/l, ρωτάμε:

(α) Σε τι δείκτη κινδύνου αντιστοιχεί;

Ημερήσια δόση (mg ουσίας / kg σωματικού βάρους · ημέρα) =
[συγκέντρωση στο σημείο έκθεσης · ρυθμός έκθεσης · συχνότητα έκθεσης · διάρκεια έκθεσης] / [σωματικό βάρος · χρόνος αναφοράς]

$$\text{Ημερήσια δόση: } \frac{0,01\text{mg/l} \times 2\text{l/ημ} \times 350\text{ημ/ετος} \times 30\text{ετη}}{70\text{kg} \times (365\text{ημ/ετος} \times 30\text{ετη})} = 2,7 \times 10^{-4} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{ημ}}$$

Σημείωση: για τις μη καρκινογόνες επιπτώσεις χρόνος αναφοράς = διάρκεια έκθεσης

Δόση αναφοράς (<http://www.epa.gov/iris/>): $\text{RfD} = 3 \times 10^{-4} \text{ mg /kg ημ}$

$$\text{Δείκτης κινδύνου: } \frac{2,7 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-4}} = 0,9$$

(β) Σε ποια πιθανότητα πρόσθετων περιστατικών καρκίνου αντιστοιχεί;

Η ημερήσια δόση θα είναι διαφορετική, γιατί ο χρόνος αναφοράς δεν είναι η διάρκεια έκθεσης, αλλά η συνολική διάρκεια ζωής (70 έτη).

$$\text{Ημερήσια δόση: } \frac{0,01\text{mg/l} \times 2\text{l/ημ} \times 350\text{ημ/ετος} \times 30\text{ετη}}{70\text{kg} \times (365\text{ημ/ετος} \times 70\text{ετη})} = 1,2 \times 10^{-4} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{ημ}}$$

Συντελεστής κλίσης για κατάποση (<http://www.epa.gov/iris/>):
= 1,5 kg ημ/ mg

Πιθανότητα πρόσθετων περιστατικών:

$$1,2 \times 10^{-4} \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{ημ}} \times 1,5 \frac{\text{kg} \cdot \text{ημ}}{\text{mg}} = 1,8 \times 10^{-4} \text{ ή ένα πρόσθετο περιστατικό σε}$$

περίπου 5600 κατοίκους

- Να υπολογιστεί η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση στο έδαφος μείγματος πετρελαιοειδών (mg ουσίας / kg χώματος). Υποθέσατε βιομηχανική χρήση γης, έκθεση μέσω κατάποσης και δερματικής επαφής και δόση αναφοράς RfD = 0,6 mg / kg ημ (ίδιο για κατάποση και δερματική επαφή).

Δόση κατάποσης

Αλλαγή μονάδας μάζας του χώματος

$$\frac{[C \cdot 50 \text{ mg χώματος} / \eta\mu \cdot 10^{-6} \text{ kg/mg} \cdot 250 \eta\mu / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma \cdot 25 \acute{\epsilon}\tau\eta]}{[70 \text{ kg} \cdot 25 \acute{\epsilon}\tau\eta \cdot 365 \eta\mu / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma]}$$

Δόση δερματικής επαφής

Χρειαζόμαστε επί πλέον στοιχεία για το ρυθμό έκθεσης. Θα δεχτούμε ότι είναι ίσος με την επιφάνεια της εκτιθέμενης επιδερμίδας – μπράτσα, χέρια (1960 cm²), επί ένα συντελεστή προσκόλλησης (0,5 mg χώματος / cm² ημ), επί ένα συντελεστή απορρόφησης (1%) = 9,8 mg χώματος / ημ

$$\frac{[C \cdot 9,8 \text{ mg χώματος} / \eta\mu \cdot 10^{-6} \text{ kg/mg} \cdot 250 \eta\mu / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma \cdot 25 \acute{\epsilon}\tau\eta]}{[70 \text{ kg} \cdot 25 \acute{\epsilon}\tau\eta \cdot 365 \eta\mu / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma]}$$

Αποδεκτός δείκτης κινδύνου = 1 = Δόση κατάποσης/ RfD + Δόση δερματικής επαφής/ RfD

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{RfD} &= 0,6 \text{ mg} / \text{kg} \eta\mu \\ &= C [50+9,8] \text{ mg} / \eta\mu \cdot 10^{-6} \text{ kg/mg} \cdot 250 \eta\mu / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma \cdot 25 \acute{\epsilon}\tau\eta \\ &/ [70 \text{ kg} \cdot 25 \acute{\epsilon}\tau\eta \cdot 365 \eta\mu / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma] \\ &\rightarrow C \approx 1.000.000 \text{ mg ουσίας} / \text{kg χώματος} \end{aligned}$$

Ας σημειωθεί ότι καταλήξαμε σε μια παράλογα υψηλή τιμή συγκέντρωσης στο έδαφος γιατί το μείγμα πετρελαιοειδών είχε πολύ υψηλή τιμή RfD. Η απάντηση θα ήταν πολύ διαφορετική αν είχαμε συνυπολογίσει και το βενζόλιο, που συνήθως περιέχεται στα πετρελαιοειδή και το οποίο είναι γνωστό καρκινογόνο.

Συντελεστές Έκθεσης*

Χρήση γης	Τρόπος έκθεσης	Ημερήσια κατανάλωση	Συχνότητα έκθεσης (ημέρες/έτος)	Διάρκεια έκθεσης (έτη)
Αστική	Πόσιμο νερό	2 L (ενήλικας†) 1 L (παιδί‡)	350	30
	Χώμα-σκόνη (κατάποση)	200 mg (παιδί) 100 mg (ενήλ.)	350	6 24
	Εισπνοή	20 m ³ (ενήλ.) 12 m ³ (παιδί)	350	30
Βιομηχανική και εμπορική	Πόσιμο νερό	1 L	250	25
	Χώμα-σκόνη (κατάποση)	50 mg	250	25
	Εισπνοή	20 m ³	250	25
Αγροτική	Βρώση ντόπιων οπωροκηπευτικών	42 g (φρούτα) 80 g (λαχανικά)	350	30
Αναψυχή	Βρώση ψαριών της περιοχής	54 g	350	30

†,‡ Για τους ενήλικες και για τα παιδιά υποθέτουμε σωματικό βάρος 70 και 15 kg, αντίστοιχα.

* συνιστώνται από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (Environmental Protection Agency, 1991, OSWER Directive 9285.6-03) σύμφωνα με τους Kolluru, R.V. et al., 1996, Risk Assessment and Management Handbook, McGraw-Hill.