

Έκθεση Ανθρώπων σε Αιωρούμενα Σωματίδια μέσω της Αναπνοής

Ως έκθεση (exposure) ορίζουμε τη συγκέντρωση του ρύπου που έρχεται σε επαφή με τον άνθρωπο σε ορισμένη χρονική περίοδο. Η επαφή γίνεται με την περιοχή του σώματος που βρίσκεται κοντά στις αναπνευστικές οδούς (στόμα και μύτη).

Η ολική έκθεση (μεταξύ χρόνων t_0 και t_1) δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{\varepsilon}_i(t_0, t_1) = \int_{t_0}^{t_1} c_i(t) dt \quad (9-1)$$

όπου $c_i(t)$ είναι η συγκέντρωση που έρχεται σε επαφή με το άτομο i (από ένα πληθυσμό) στο χρόνο t . Συνηθίζεται όμως να εκφράζουμε την έκθεση για πιο πρακτικούς λόγους ως εξής:

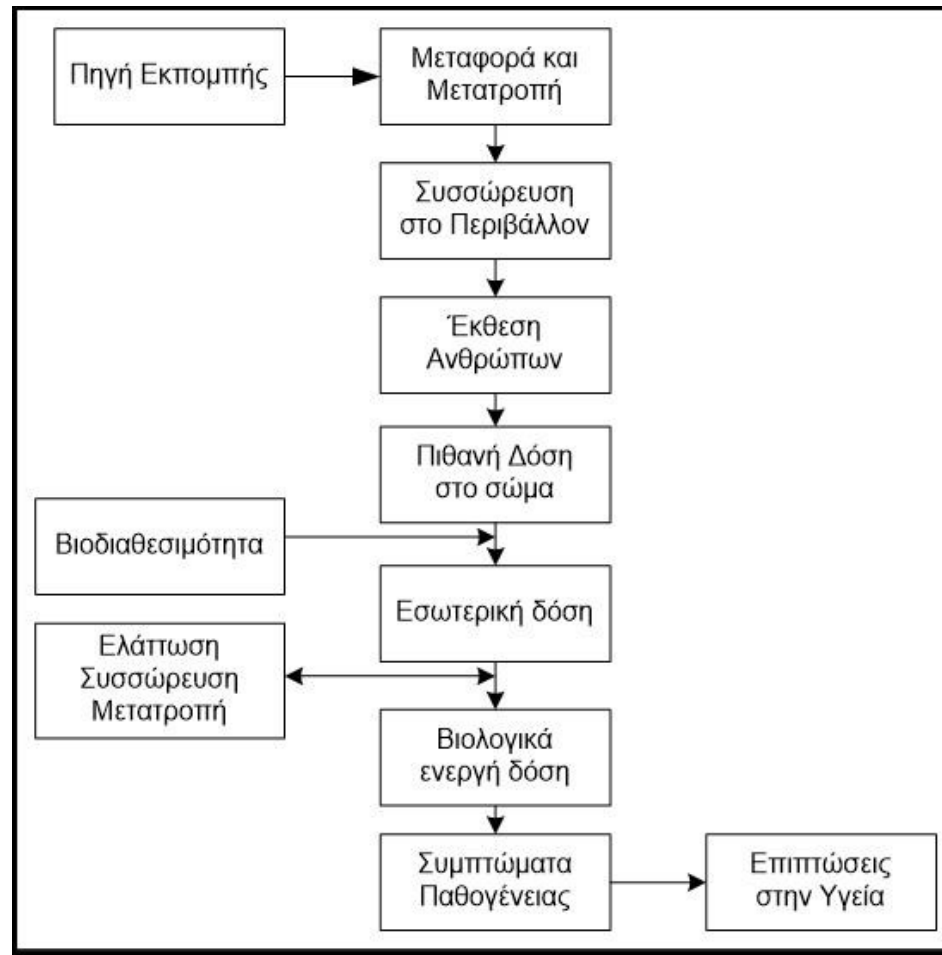
$$\Delta \bar{\varepsilon}_i = \Delta t \times c_i(\Delta t) \quad (9-2)$$

όπου το Δ εκφράζει το πεπερασμένο διάστημα που υπολογίζουμε την έκθεση και το χρόνο.

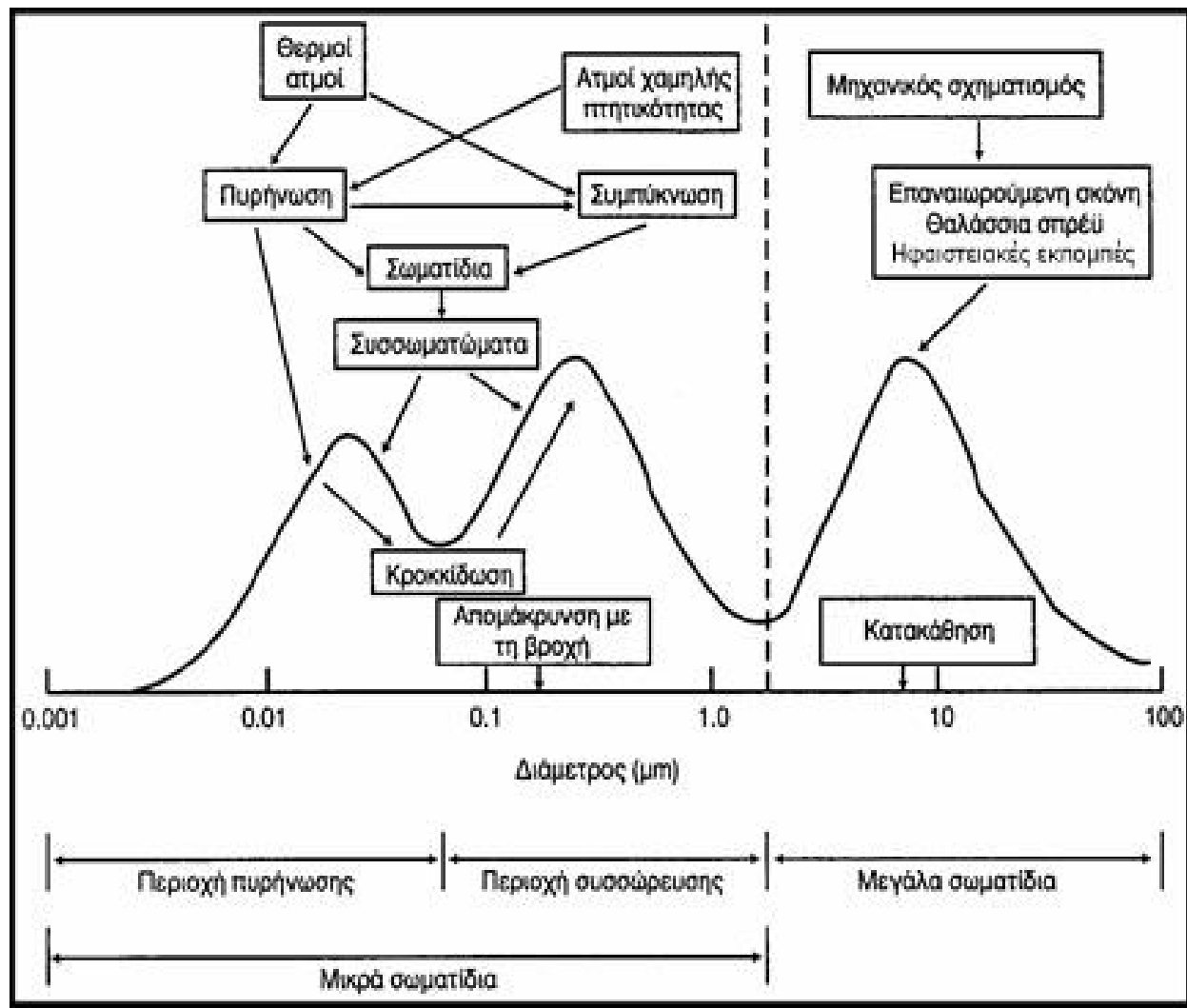
Ανθρώπινη δόση (dose)

- Ως δόση (dose) ορίζουμε την ποσότητα του ρύπου που εναποτίθεται σε διάφορα μέρη του αναπνευστικού συστήματος καθώς και σε άλλες περιοχές του σώματος σε ορισμένη χρονική περίοδο.
- Η δόση συγκεκριμένης τοξικής ένωσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως ο χρόνος εναπόθεσης και ο καθαρισμός (clearance) της από τη συγκεκριμένη περιοχή του σώματος.
- Η δόση που δέχεται ένα συγκεκριμένο όργανο ή ένας ιστός του σώματος μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό του καθώς και σε αναμόρφωση της λειτουργίας του.

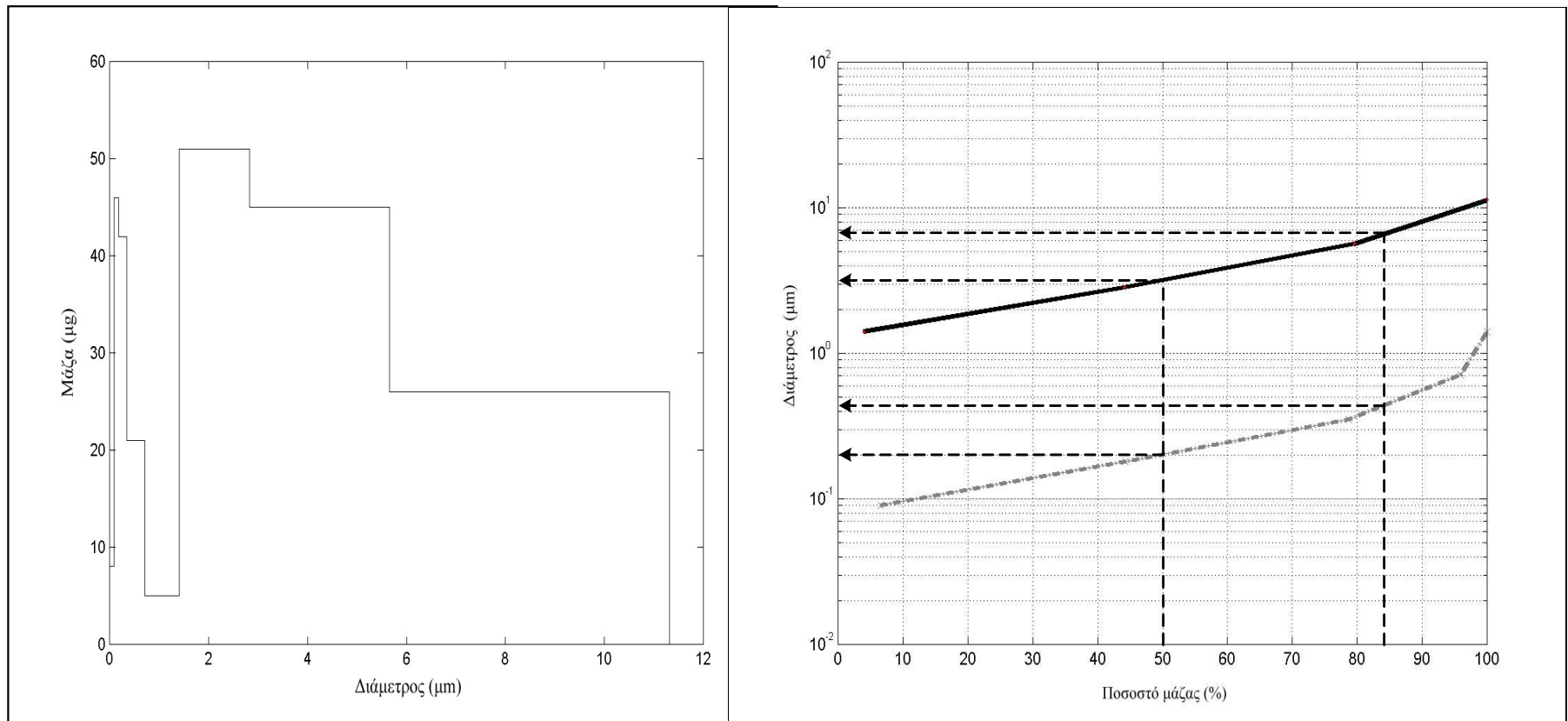
Σχηματική απεικόνιση της σειράς βημάτων που οδηγούν από την εκπομπή αερίων ρύπων σε πιθανές επιπτώσεις τους στην Υγεία



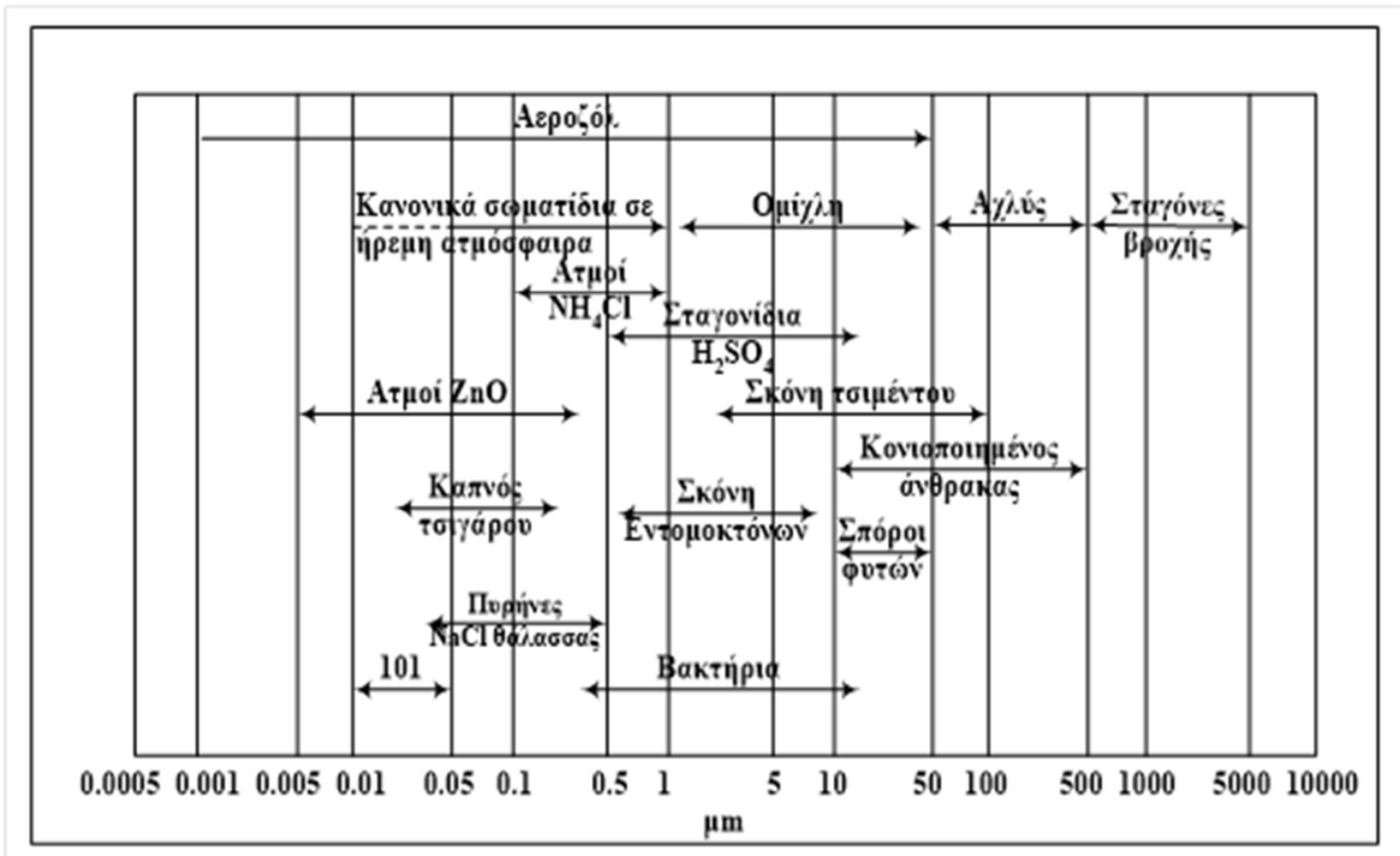
Στατιστική κατανομή των αιωρούμενων σωματιδίων



**(α) Κατανομή μάζας σωματιδίων συναρτήσει της
ισοδύναμης αεροδυναμικής διαμέτρου τους (β) Η
διάμετρος των σωματιδίων συναρτήσει του
αθροιστικού ποσοστού μάζας σε λογαριθμική**



Κατηγορίες αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας



Λογαριθμική κατανομή

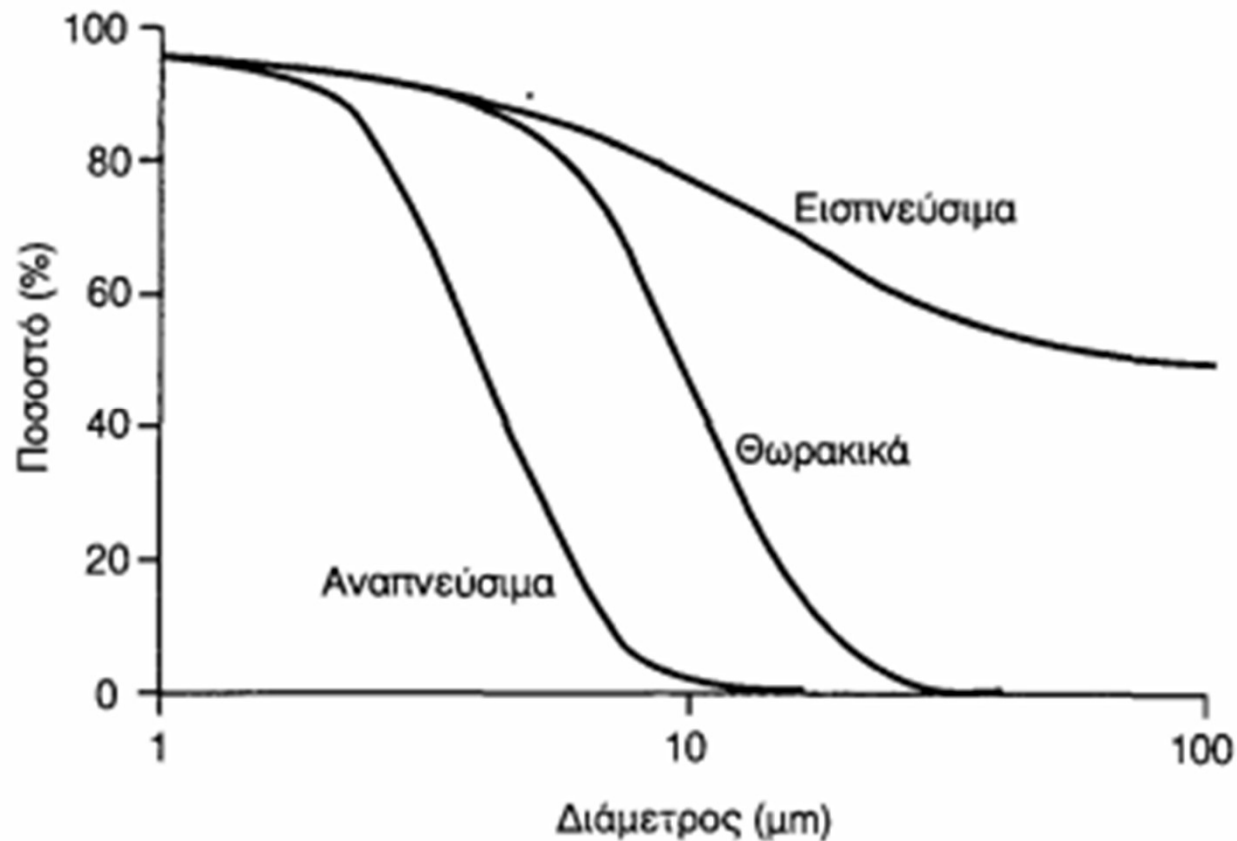
Η εξίσωση της λογαριθμικής κανονικής κατανομής των σωματιδίων είναι η εξής:

$$f(d_{ae}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \ln(\sigma_g)} \exp\left(-\frac{(\ln d_{ae} - \ln \mu)^2}{2 \ln \sigma_g^2}\right) \quad (9-8)$$

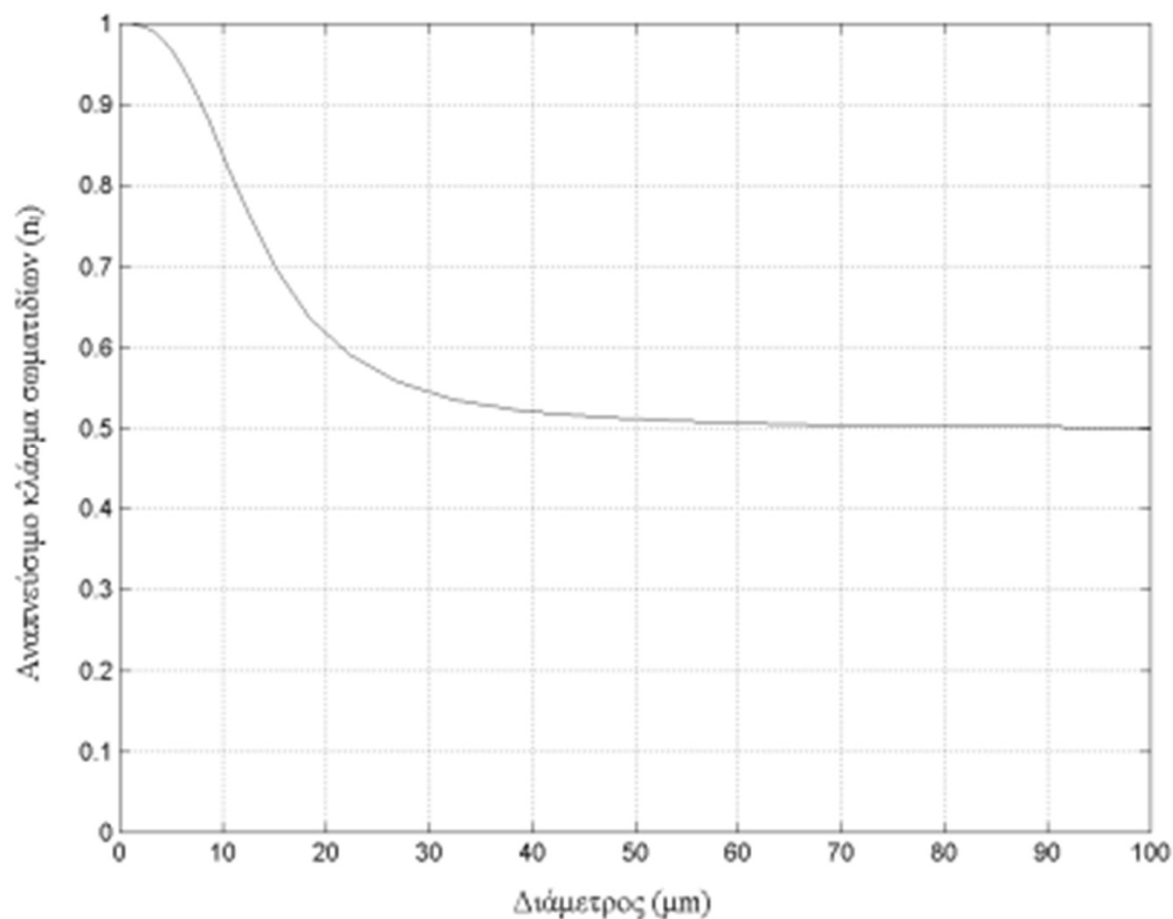
ή για σωματιδιακό φορτίο με δύο λογαριθμικές κατανομές (bimodal):

$$f(d_{ae}) = \frac{a}{\sqrt{2\pi} \ln(\sigma_{g,F})} \exp\left(-\frac{(\ln d_{ae} - \ln \mu_F)^2}{2 \ln \sigma_{g,F}^2}\right) + \frac{1-a}{\sqrt{2\pi} \ln(\sigma_{g,C})} \exp\left(-\frac{(\ln d_{ae} - \ln \mu_C)^2}{2 \ln \sigma_{g,C}^2}\right) \quad (9-9)$$

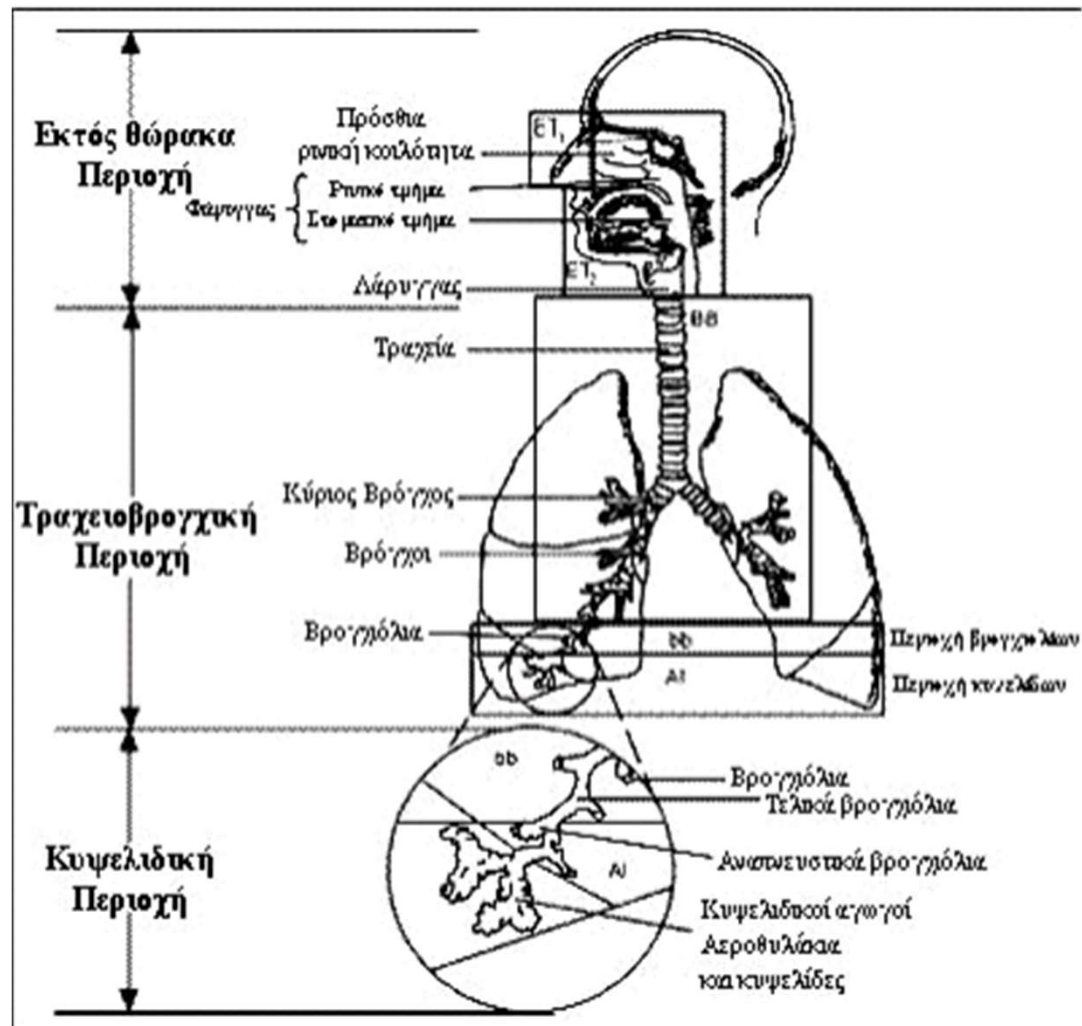
**Ταξινόμηση των αιωρούμενων σωματιδίων σε
εσπνεύσιμα, θωρακικά και αναπνεύσιμα βάσει της
διαμέτρου τους. Το ποσοστό αφορά την διείσδυση σε
κάθε περιοχή**



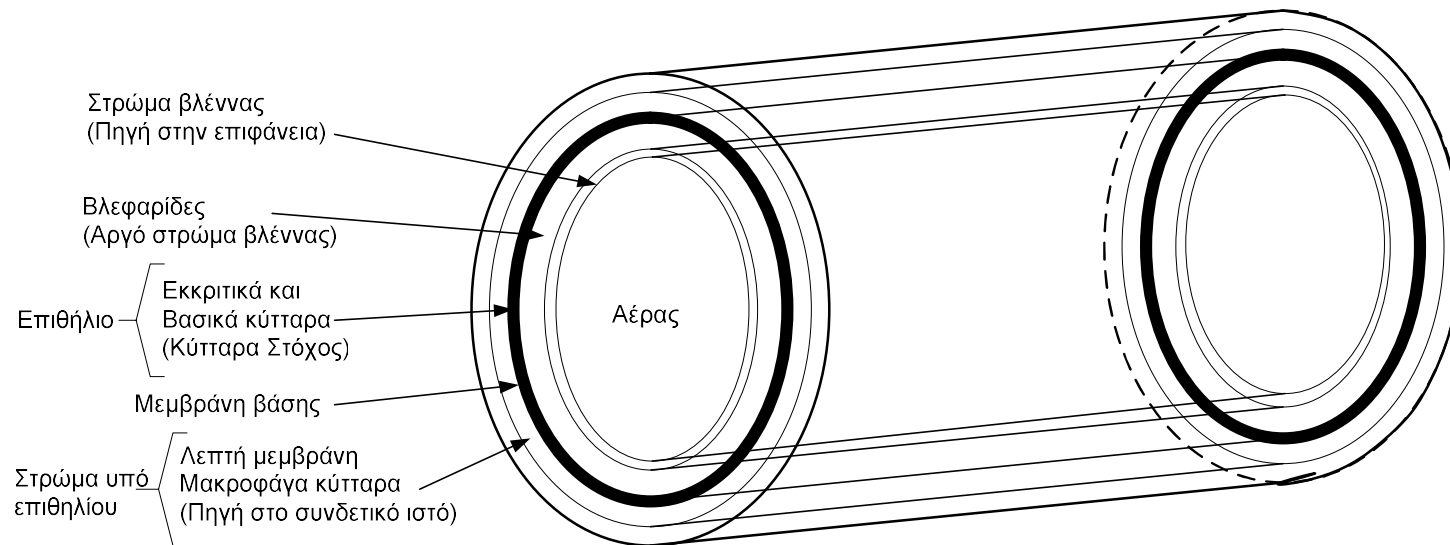
Εισπνεύσιμο κλάσμα (εισπνευσσιμότητα) σωματιδίων σε μηδενική ταχύτητα ανέμου συναρτήσει της διαμέτρου τους



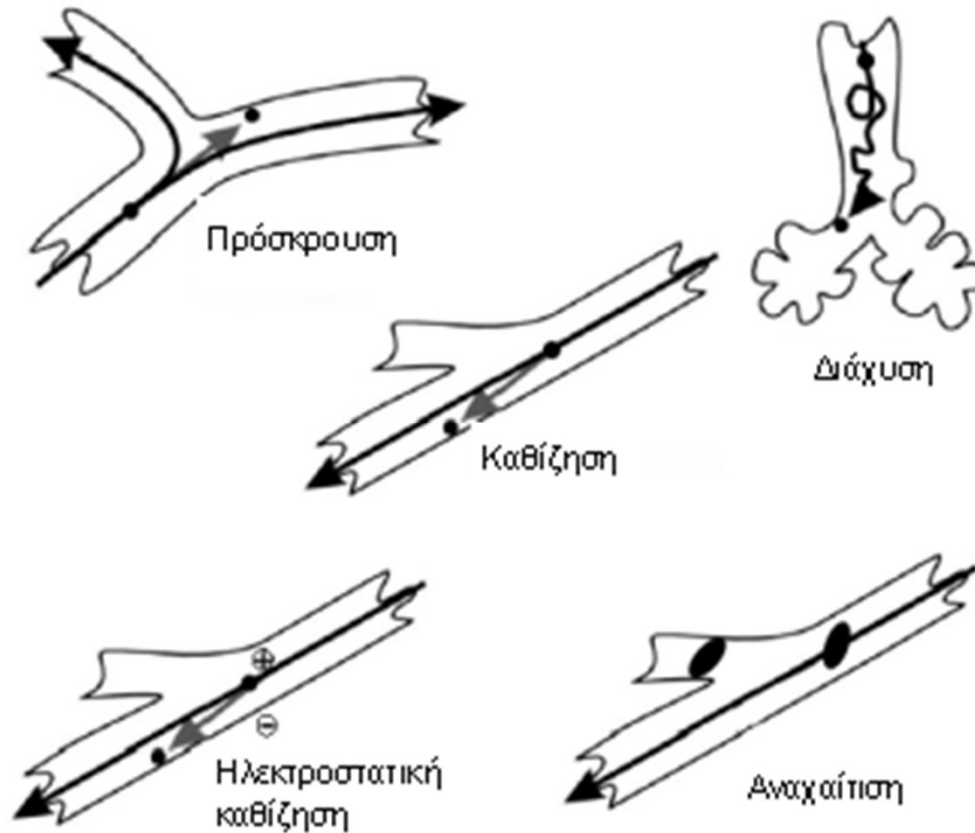
Ανατομία του αναπνευστικού συστήματος (ICRP, 1994)



Απλό γεωμετρικό μοντέλο των πηγών και των στόχων που σχετίζονται με την δόση στους επιθηλιακούς ιστούς της βρογχικής και της εκτός θώρακα περιοχής



Μηχανισμοί εναπόθεσης σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα



Εναπόθεση στο αναπνευστικό σύστημα

Για την εκτός θώρακα περιοχή:

$$DF_{ET} = IF \left(\frac{1}{1 + \exp(6,84 + 1,183 \ln d_p)} + \frac{1}{1 + \exp(0,924 - 1,885 \ln d_p)} \right) \quad (5-19)$$

όπου IF είναι η εισπνευσσιμότητα σε ταχύτητα ανέμου 0 m s^{-1} και d_p η διάμετρος των σωματιδίων σε μm .

Για την τραχειοβρογχική περιοχή:

$$DF_{TB} = \left(\frac{0,00352}{d_p} \right) \left[\exp(-0,234(\ln d_p + 3,40)^2) + 63,9 \exp(-0,819(\ln d_p - 1,61)^2) \right] \frac{(5-20)}{20}$$

Για την κυψελιδική περιοχή:

$$DF_{AL} = \left(\frac{0,0155}{d_p} \right) \left[\exp(-0,416(\ln d_p + 2,84)^2) + 19,11 \exp(-0,482(\ln d_p - 1,362)^2) \right] \frac{(5-21)}{21}$$

Οι εξισώσεις για την τραχειοβρογχική και την κυψελιδική περιοχή λαμβάνουν υπόψη την εισπνευσσιμότητα των σωματιδίων στον υπολογισμό της εναπόθεσής τους. Το ολικό ποσοστό εναπόθεσης σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα δίνεται από το άθροισμα των ποσοστών εναπόθεσης τοπικά ως:

$$DF = IF \left(0,0587 + \frac{0,911}{1 + \exp(4,77 + 1,485 \ln d_p)} + \frac{0,943}{1 + \exp(0,508 - 2,58 \ln d_p)} \right) \quad (5-22)$$