

Ποιότητα ατμοσφαιρικού αέρα σε κλειστούς χώρους

Περιγραφή διάλεξης

- Ρύπανση σε κλειστούς χώρους
 - Αίτια ρύπανσης
 - Κύριοι ρυπαντές
- CO-NO₂-VOC-Σωματίδια
- Φορμαλδεύδη (HCHO)
- Αμίαντος
- Ραδόνιο
- Ηλεκτρομαγνητικά πεδία
- Μέτρα περιορισμού ρύπανσης

Τυπικά χαρακτηριστικά

- 90% του χρόνου μας δαπανάται στο εσωτερικό κτηρίων όπου ο αέρας μπορεί να είναι πίο ρυπαρός από τον εξωτερικό
- Στα σημερινά κτήρια, ο φυσικός αερισμός είναι ανεπαρκής
- Αμίαντος, CO, φορμαλδεύδη, μόλυβδος, μικρόβια, σωματίδια, κάπνισμα
- Αίτια ασθενειών: Καρδιακή προσβολή, καρκίνος πνευμόνων

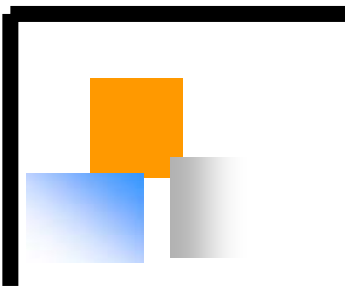




Κύρια συμπτώματα αρρωστημένου κτηρίου

- Πονοκέφαλος
- Κόπωση
- Δυσκολία αναπνοής
- Ρινική καταρροή
- Βήχας
- Φτάρνισμα
- Πνευματική θολούρα
- Ναυτία
- Μάτια, μύτη, λαιμός - φαγούρα

Τα συμπτώματα εξαφανίζονται με την έξοδο από το κτήριο



Ορισμός καλής ποιότητας αέρα εσωτερικού χώρου (USEPA)

- Σωστή ποσότητα αερισμού
- Απουσία εσωτερικών ρευμάτων αέρα
- Έλεγχος αερομεταφερόμενων ρυπαντών
- Αποδεκτή θερμοκρασία και υγρασία
- Διατήρηση υγιεινού, άνετου και παραγωγικού περιβάλλοντος



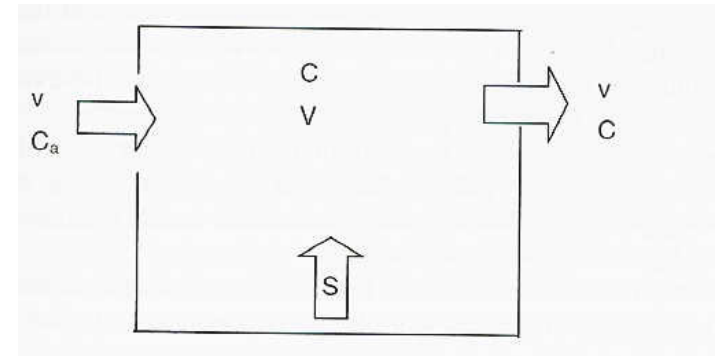
Πηγές ρύπανσης εσωτερικών χώρων

Υλικά και συσκευές

- Σόμπες πετρελαίου - CO, CO₂, SO₂, NO_x
- Ευλόσομπες - Τζάκια - CO, CO₂, SO₂, NO_x, Benzo-a-pyrene
- Λέβητες φυσικού αερίου - CO, CO₂, SO₂, NO_x
- Υγραντές χώρου - Βακτήρια
- Προϊόντα ξύλου - formaldehyde
- Μονωτικά, ρητίνες - σωματίδια
- Χρώματα - Μόλυβδος, VOCs
- Χαλιά, συνθετικά υφάσματα, κόλλες - formaldehyde, VOCs, σωματίδια
- Τσιμέντο, τούβλα - ραδόνιο
- Βενζόλιο, εξάνιο, πεντάνιο, οκτάνιο

Αίτια ρύπανσης αέρα εσωτερικών χώρων

- Άρρωστα κτήρια
- Αίτια ρύπανσης
- Στατιστικά στοιχεία
- Πηγές ρύπανσης
- Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία - Μηχανισμοί



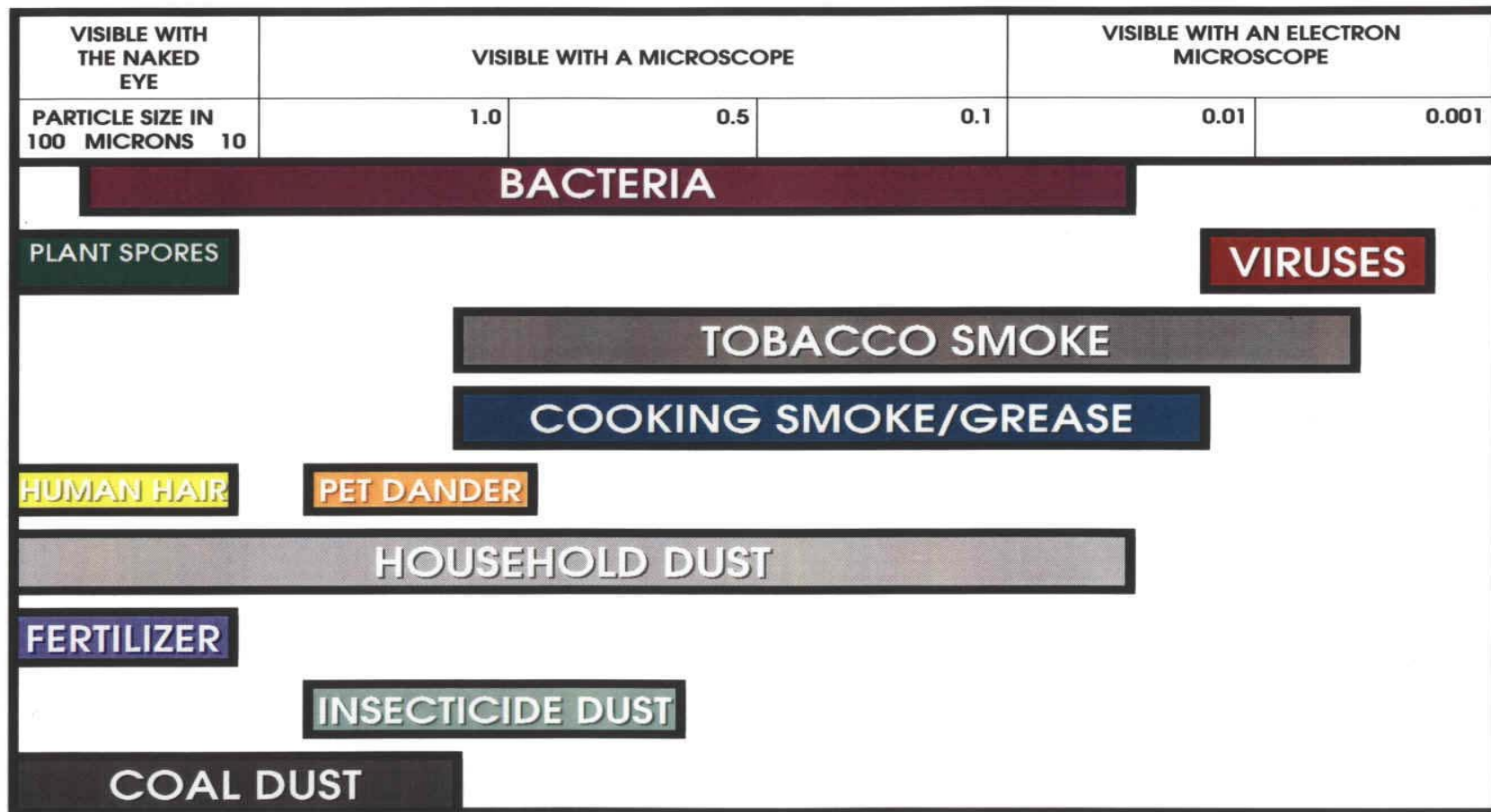
- Καύση
- Κάπνισμα
- Φωτοτυπικά
- Στεγνοκαθαριστήρια
- Κουζίνες - Θερμοσίφωνες αερίου
- Οικοδομικά υλικά
- Αμίαντος
- Ραδόνιο
- Ηλεκτρικά και Μαγνητικά πεδία



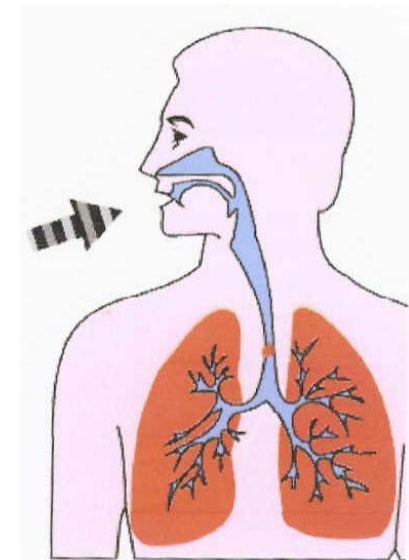
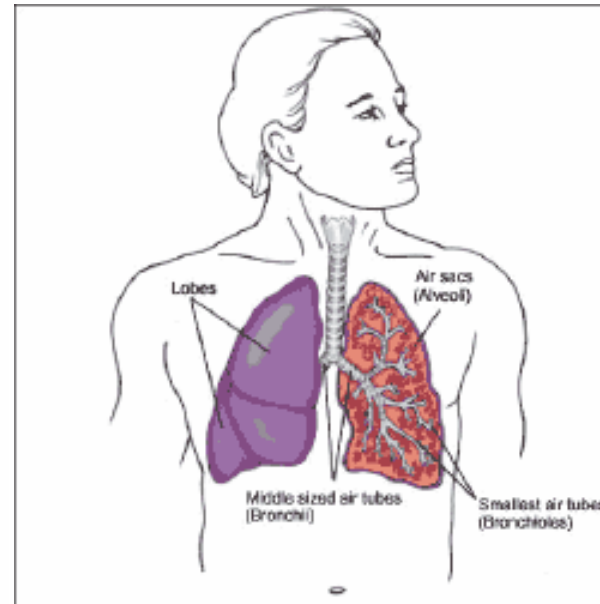
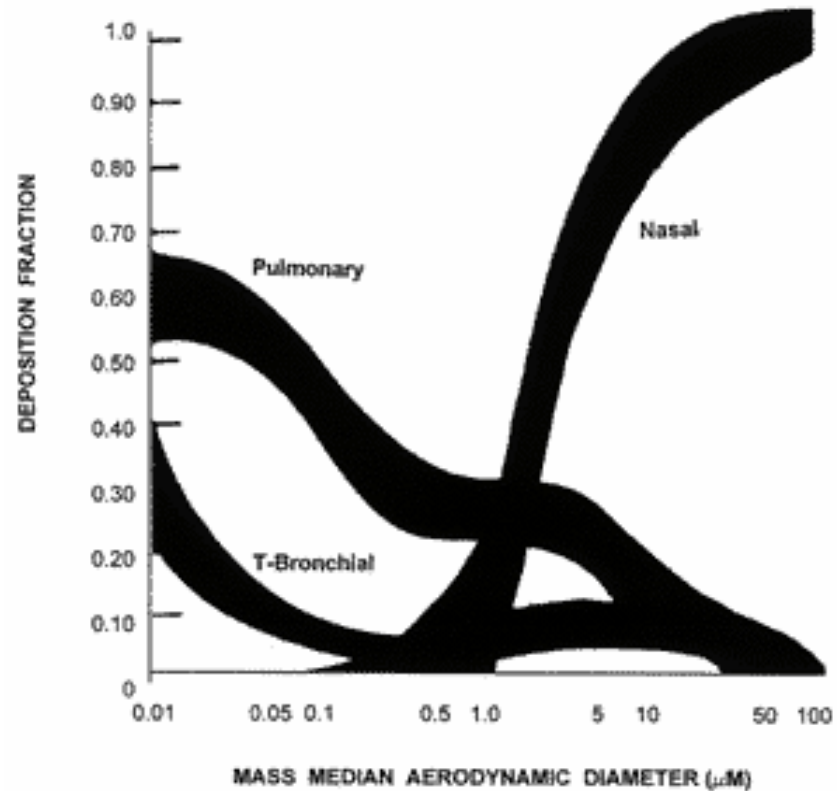
Ρυπαντές εσωτερικού χώρου

- Προϊόντα καύσης (CO , CO_2 , NO_x , SO_x , O_3)
- Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC, χρώματα, συγκολλητικά, καθαριστικά)
- Ραδόνιο
- Βιολογικά (βακτήρια, μούχλα, έντομα, βαμβακίαση..)
- Σωματίδια (μόλυβδος, κάρβουνο)
- Ίνες (υαλόνημα, αμίαντος)

Μέγεθος σωματιδίων



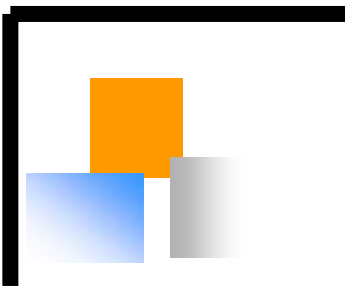
Το φυσικό φιλτράρισμα των σωματιδίων






Αίτια που επιδρούν στην υγεία των κτηρίων

- Ποιότητα αέρα
- Φωτισμός
- Θερμική άνεση
 - Αλλάζει με την ώρα, εξαρτάται από το άτομο
- Μικρο-οργανισμοί, υγρασία



Βασική παράμετρος υγείας κτηρίου: Εξαερισμός

1. Επηρεάζει την άνεση και την παραγωγικότητα
2. Επηρεάζει την ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου
3. Είναι ενεργοβόρος



Δείκτης ποιότητας αέρα εσωτερικού χώρου (συγκέντρωση CO₂)

- **> 800 ppm** φανερώνει ανεπαρκή αερισμό
- **600-800 ppm** επαρκή αερισμό
- **< 600 ppm** συνιστώμενη τιμή για σχολεία

Ένα άτομο μη καπνιστής εκπέμπει 0,025 m³/h CO₂

Συνιστώμενη τιμή φρέσκου αέρα για μη καπνίζοντες 30 m³/h



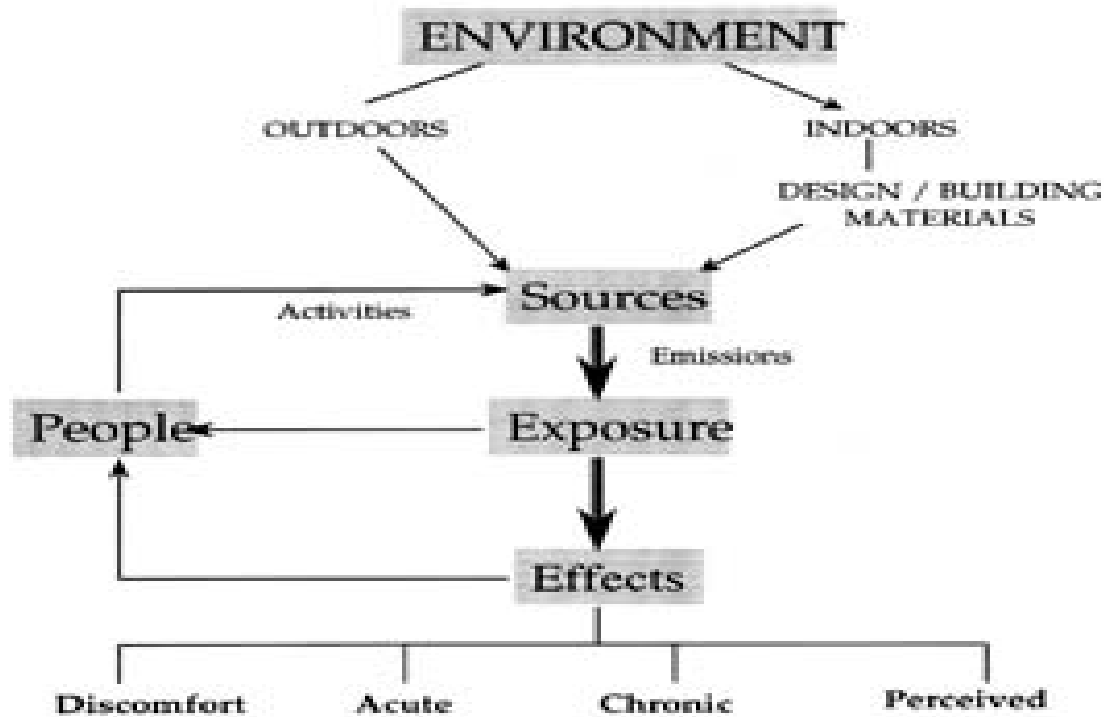
Άδηλος αερισμός

Είδος δωματίου	Αριθμός εναλλαγών αέρα την ώρα (σε όγκους δωματίου)
Χωρίς παράθυρα ή πόρτα (μέσω σχισμών)	0,5
Παράθυρο ή πόρτα στην μία πλευρά	1
Παράθυρα ή πόρτα σε δύο πλευρές	1,5
Παράθυρα ή πόρτα σε τρεις πλευρές	2
Προθάλαμος	2

Όρια συγκέντρωσης ρυπαντικών ουσιών σε κλειστούς χώρους.

Ρυπαντική ουσία	Μέση συγκέντρωση (ΠΟΥ)	Συνιστώμενη τιμή κατά ASHRAE
Ίνες αμιάντων	0,2 ίνες /ml για ίνες > 5 μm	0,2 ίνες /ml
CO	10 mg/m ³ επί 8hr 30 mg/m ³ επί 1hr 60 mg/m ³ για 30 min	9 ppm
Φορμαλδεΰδη (HCHO)	120 μg/m ³	0,1-0,4 ppm
Εισπνεόμενα σωματίδια (<1μm)	55-110 μg/m ³ ετησίως 150-350 μg/m ³ για 24hr	50 μg/m ³
NO ₂	40 μg/m ³ ετησίως 200 μg/m ³ για 1h	
O ₃	235 μg/m ³ ωριαία τιμή 120 μg/m ³ για 8h	0,08 ppm
SO ₂	50 μg/m ³ ετησίως 125 μg/m ³ για 24h 500 μg/m ³ για 10 min	
Pb	0.5 μg/m ³ για 1 έτος	

Managing Indoor Air Quality





Μέτρα ελέγχου ρυπαντών

- Έλεγχος της πηγής
- Αντικατάσταση της πηγής
- Περιορισμός χρόνου έκθεσης
- Επαρκής αερισμός



Αμίαντος

- Ορυκτό ινώδους μονοκρυσταλλικής ή πολυκρυσταλλικής δομής
- Υψηλή τάση εφελκυσμού
- Ευκαμψία
- Χημική-ηλεκτρική και θερμική αντίσταση- Άκαυστο
- Χαμηλό κόστος
- Ευρύτατες εφαρμογές από τα cosmetics μέχρι τις θερμομονώσεις

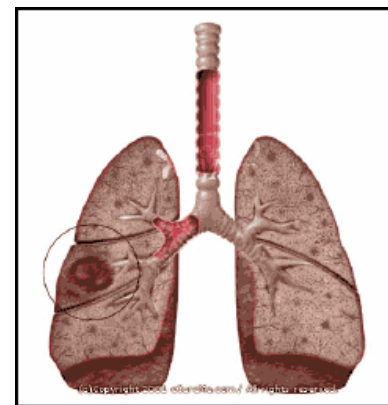
- Κύριες μορφές:
 - Chrysotile- $\text{Mg}_6\text{Si}_4(\text{OH})_8$
Θεωρείται το λιγότερο τοξικό. 95% των εφαρμογών
Ελικοειδούς μορφής
 - Amosite- $\text{Fe}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Βελονοειδούς μορφής
 - Crocidolite- $\text{Na}_2\text{Fe}_2+3\text{Fe}_3+2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Το πλέον τοξικό - Μπορεί να υφανθεί!

Έκθεση στον αμίαντο

- Βρίσκεται σε μορφή ινών αιωρούμενος στον αέρα
- Οι ίνες αμιάντου εισπνεόμενες κατακάθηνται στις κυψελίδες των πνευμόνων και προκαλούν καρκίνο και αμιάντωση μετά από συστηματική έκθεση (10-40 χρόνια), π.χ φρένα αυτοκινήτων.

Νομοθεσία (ίνες $>5 \mu\text{m}$)

- 1968 12 ίνες/cm³.....1998 0,1 ίνες /cm³

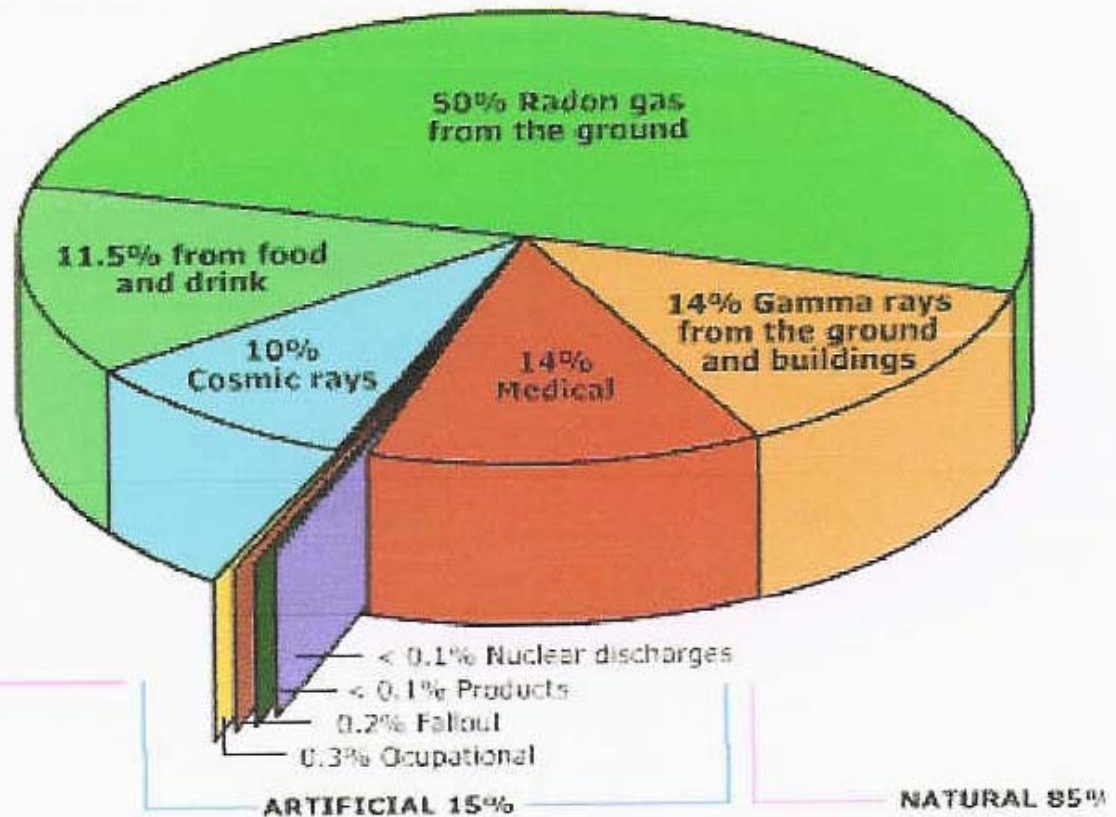


Οι ίνες αμιάντου δεν προκαλούν από μόνες τους καρκίνο - δεν είναι τοξικές. Αλλά οι μακροφάγοι που καλούνται να τις εξολοθρεύσουν εκκρίνουν αυξημένα επίπεδα υπεροξειδίων και περοξειδίων του υδρογόνου που με τη σειρά τους επιδρούν στο DNA των κυτάρων.

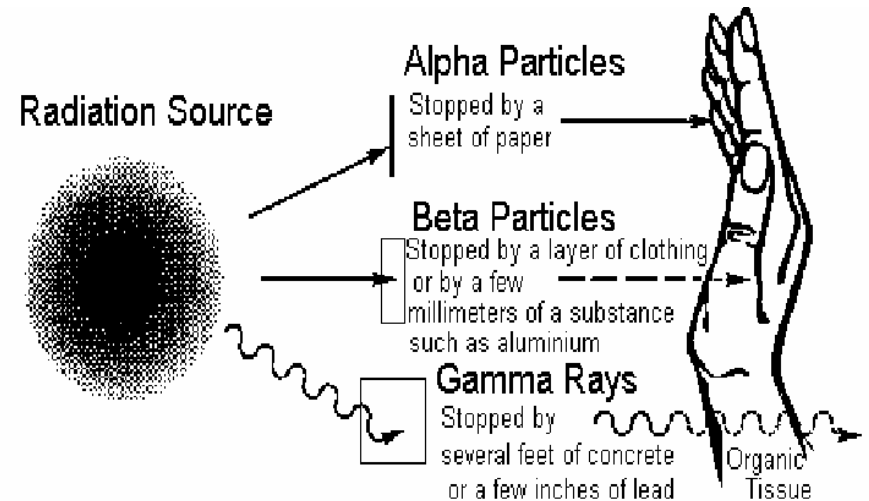
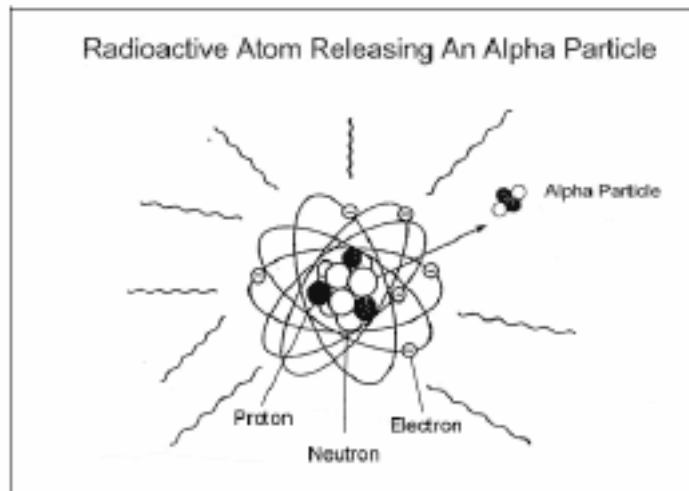
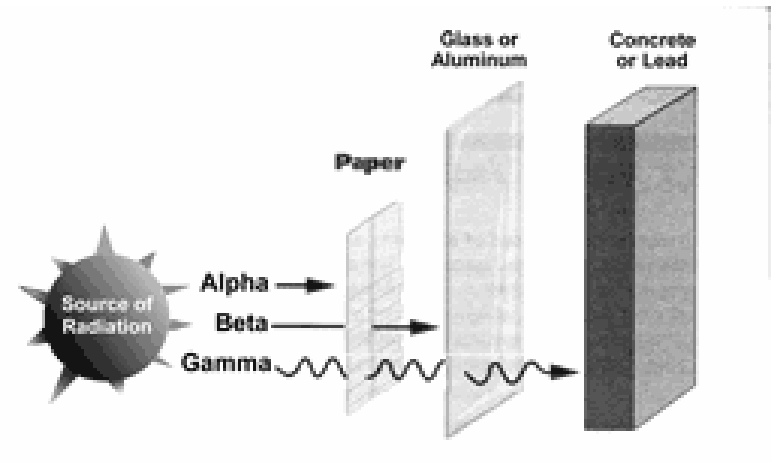
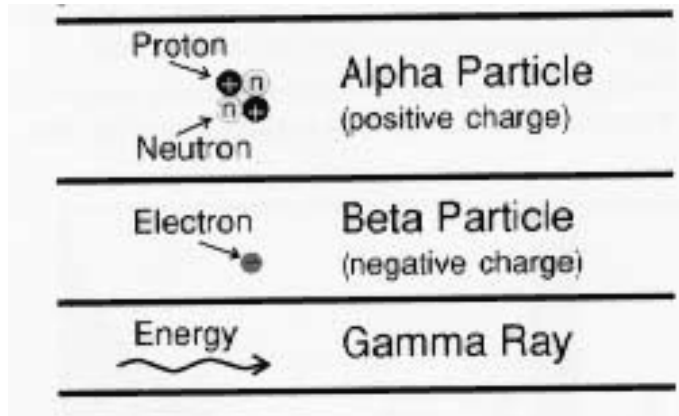
Μέτρα προστασίας: Εκπαίδευση, κάλυψη, απομάκρυνση

Δόσεις ακτινοβολίας από διάφορες πηγές

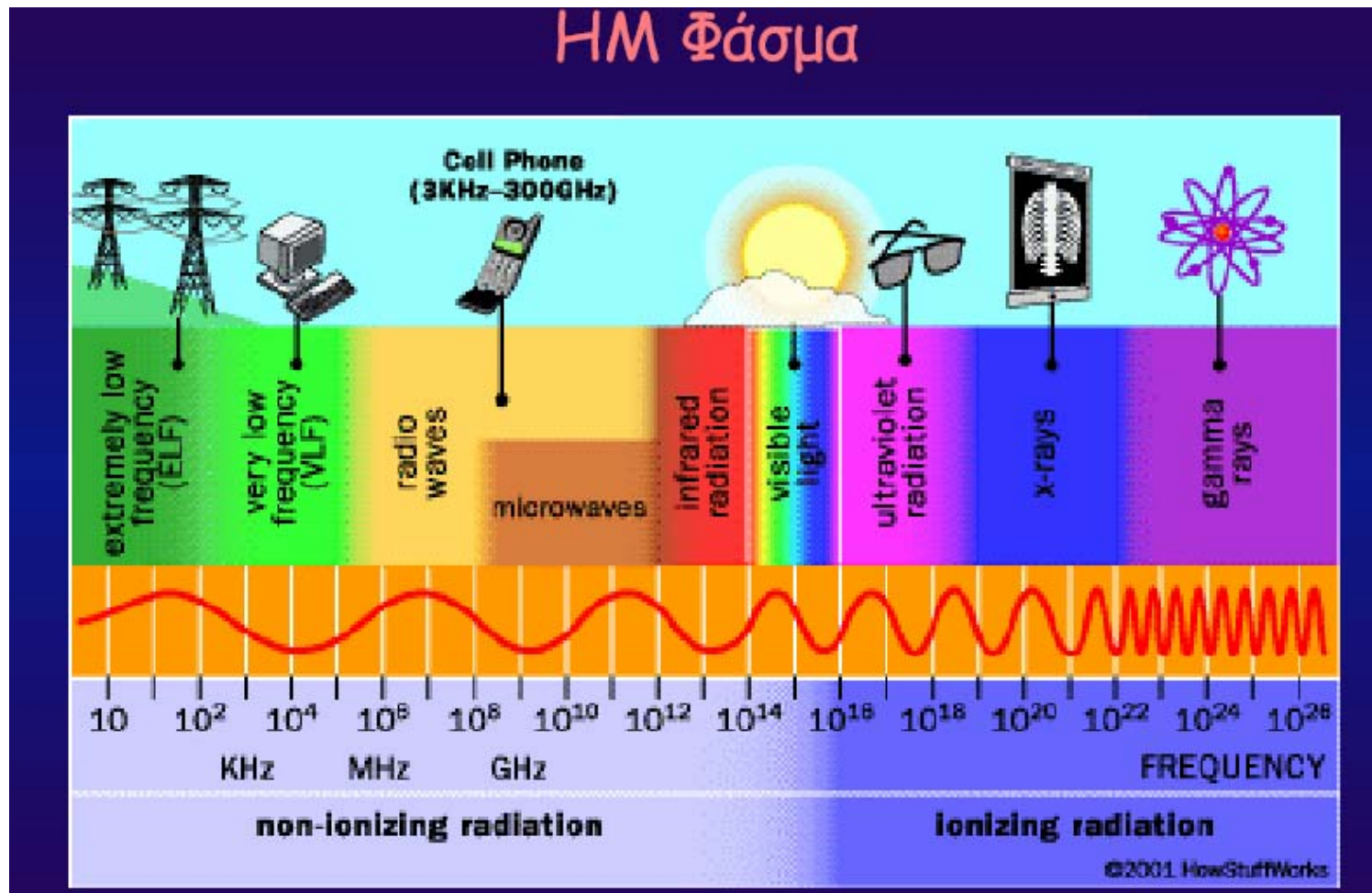
Our biggest radiation dose



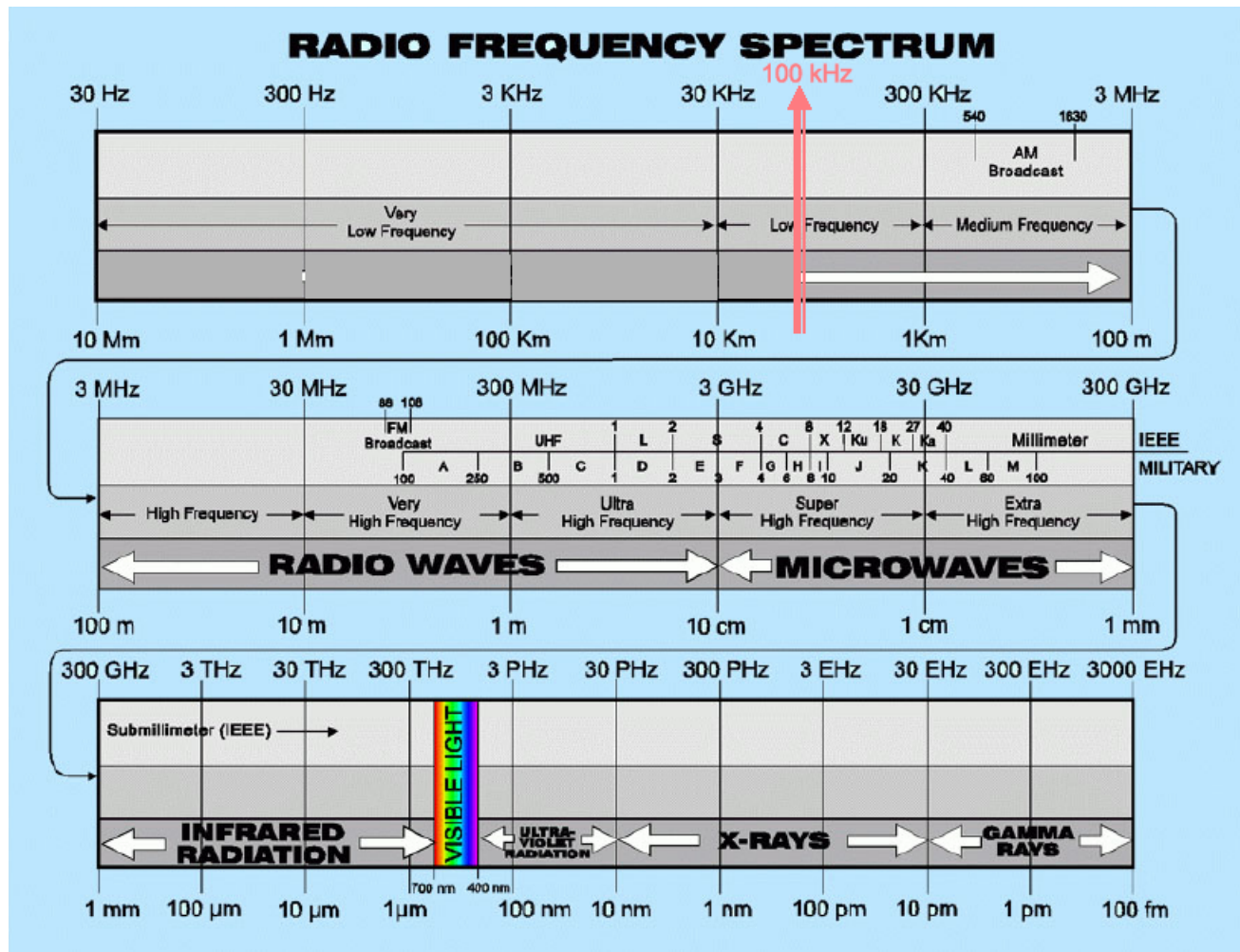
Είδη ακτινοβολίας



Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα



Το ραδιοσυχνοτικό φάσμα

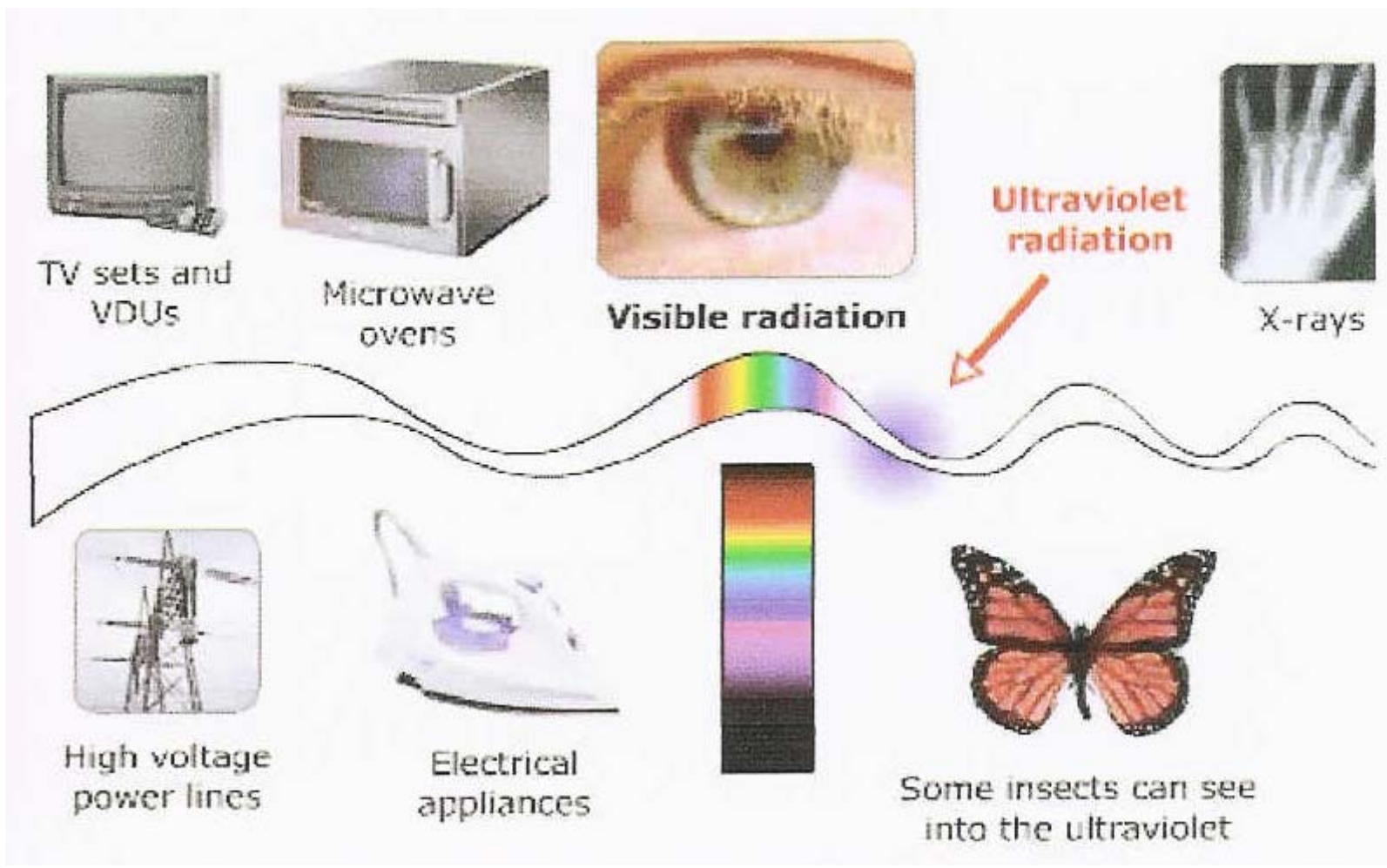




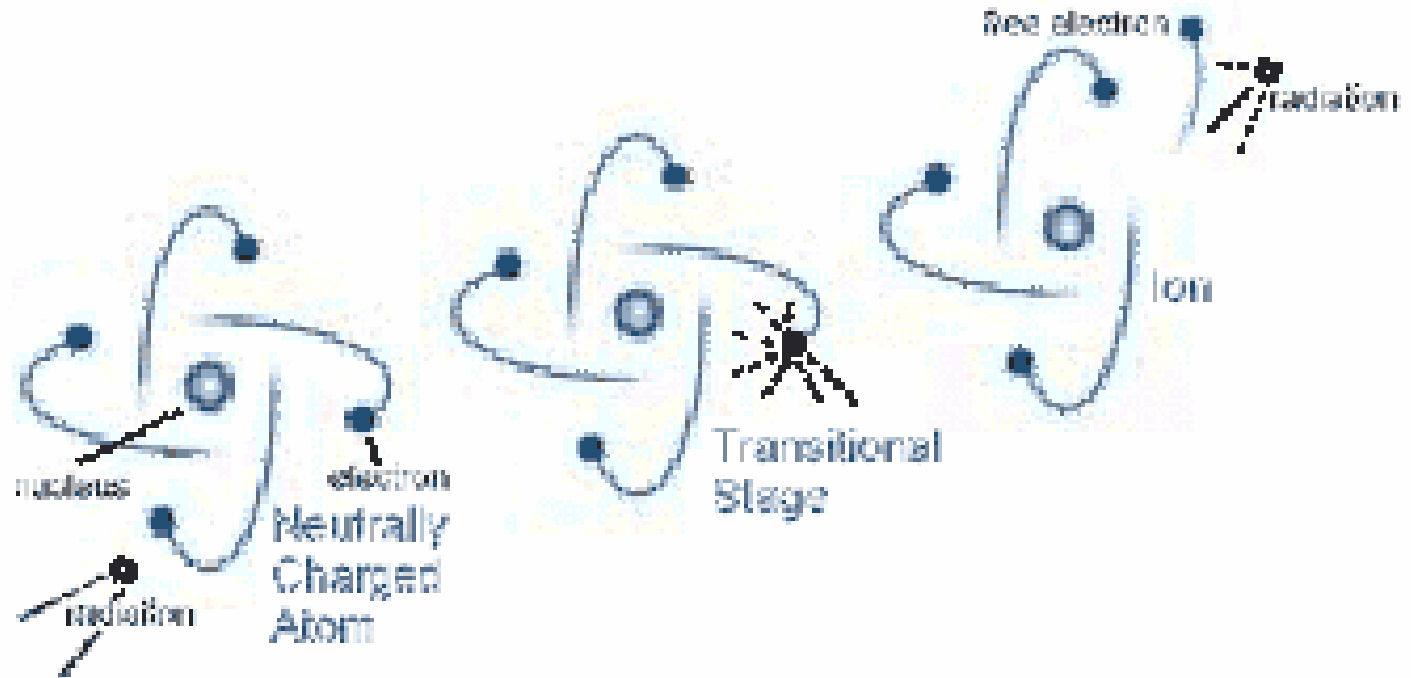
Ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις

- Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα
 - Μη-Ιοντίζουσα Ακτινοβολία RF – MW - mmW - IR - VI
 - 8×10^{14} Hz UV
 - Ιοντίζουσα ακτινοβολία Ακτίνες X - ακτίνες γ
- Ιοντίζουσα Ακτινοβολία:
 - καταστροφή της ενδομοριακής δομής
 - διάσπαση διαμοριακών δεσμών
 - καρκινογενετικά φαινόμενα
- Μη-Ιοντίζουσα ακτινοβολία:
 - δεν προκαλεί χημικές μεταβολές στα ακτινοβολούμενα βιολογικά συστήματα

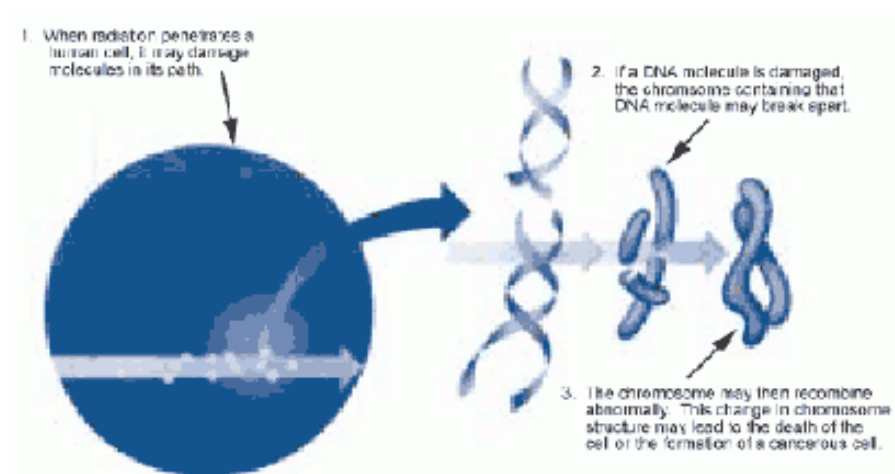
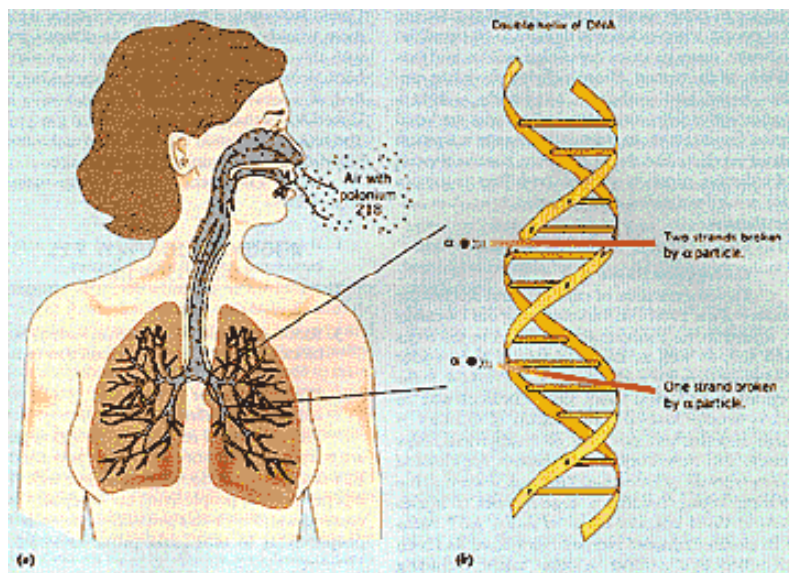
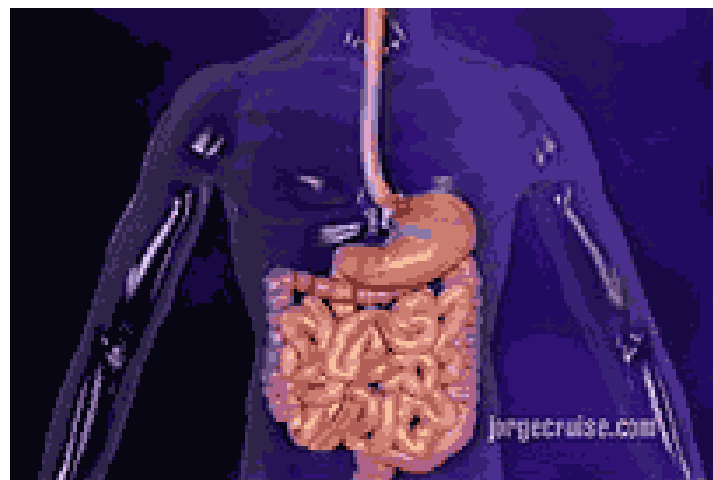
Πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



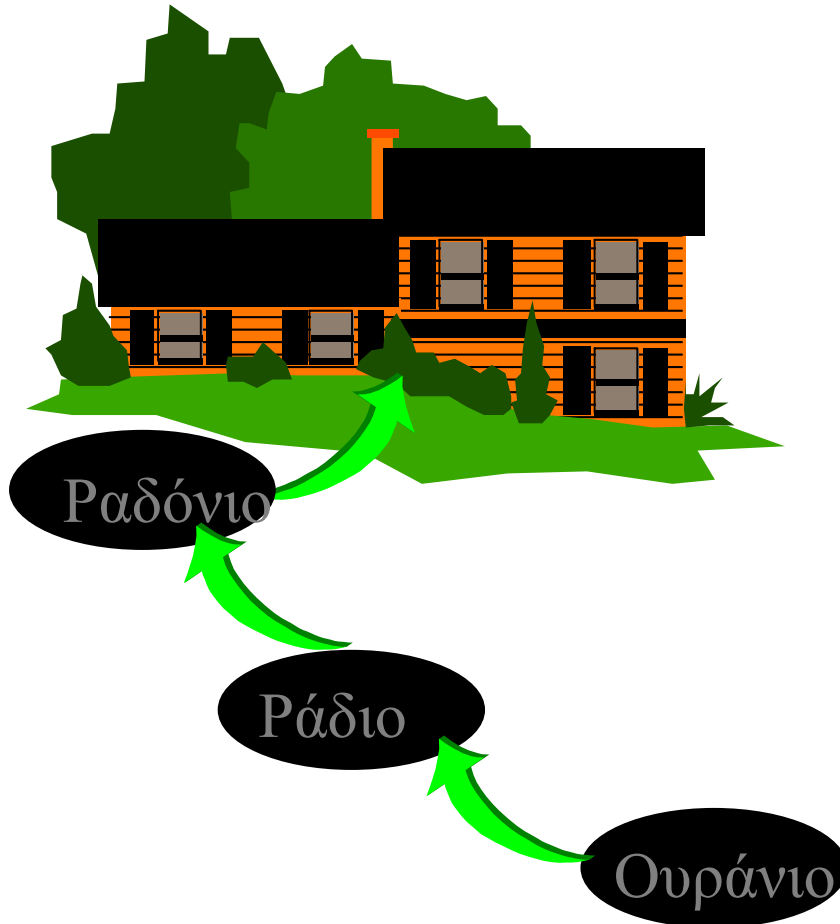
Μηχανισμός ιοντίζουσας ακτινοβολίας



Επιδράσεις της ακτινοβολίας στην υγεία



Τι είναι το ραδόνιο;



- Το ραδόνιο είναι αέριο
- Βρίσκεται στο φυσικό περιβάλλον.
- Είναι χημικά αδρανές, άχρωμο, άοσμο.
- Εισέρχεται στα κτήρια από το έδαφος - θεμελίωση.



Ραδόνιο

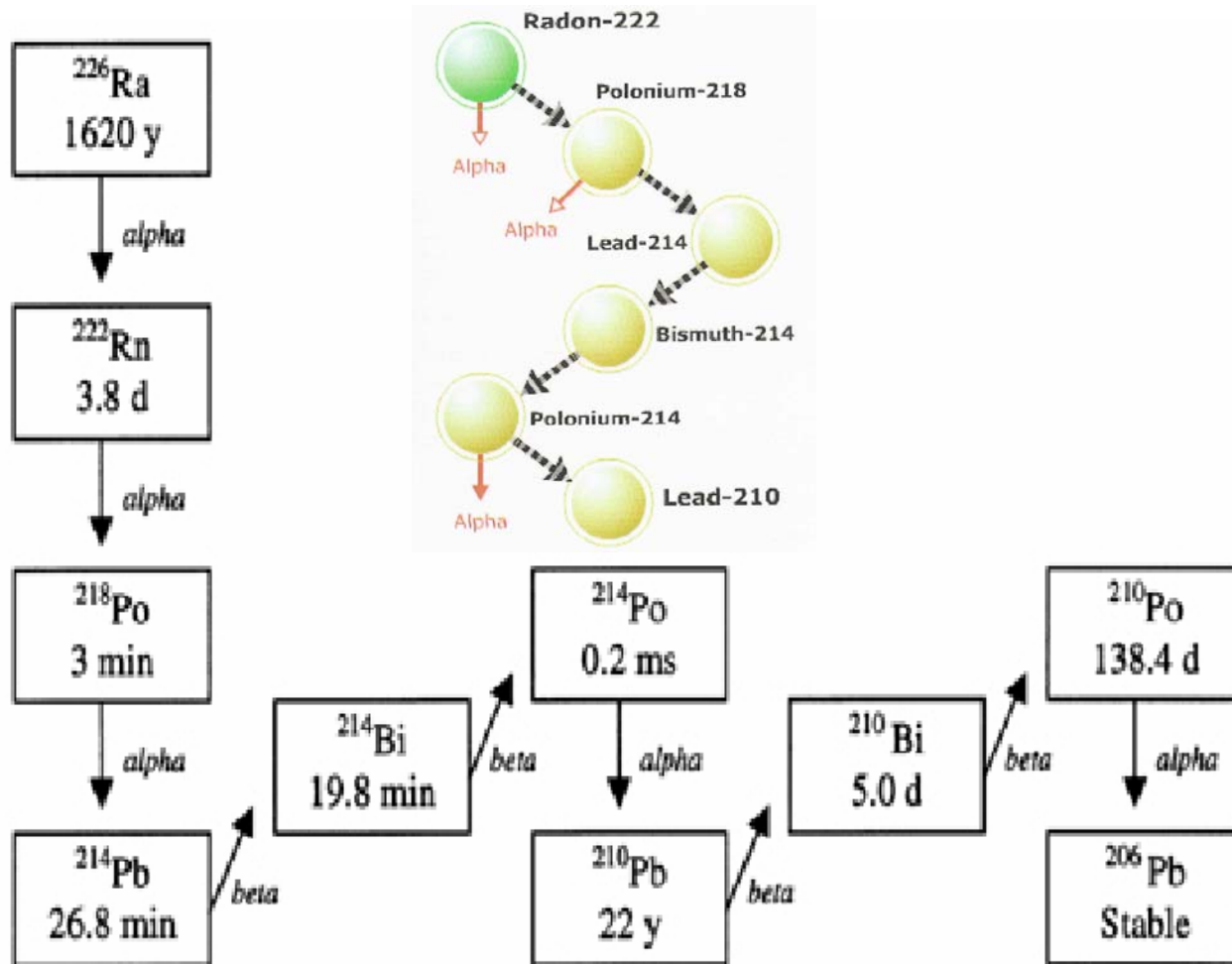
- Ιδιότητες
 - αέριο άχρωμο και άοσμο
 - προκύπτει από τη ραδιενεργή διάσπαση του ραδίου
 - προέρχεται από το έδαφος (ρωγμές)
 - είναι διαλυτό στο νερό
 - είναι το ίδιο ραδιενεργό και εκπέμπει ακτίνες άλφα

Γιατί ενδιαφέρει το ραδόνιο;

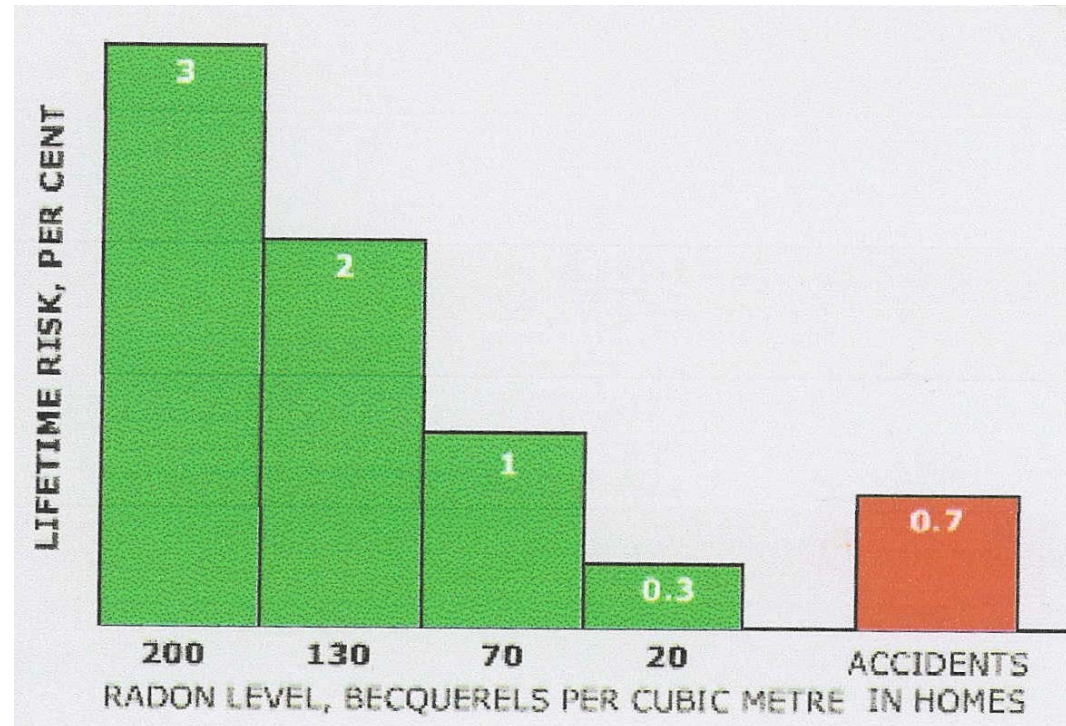
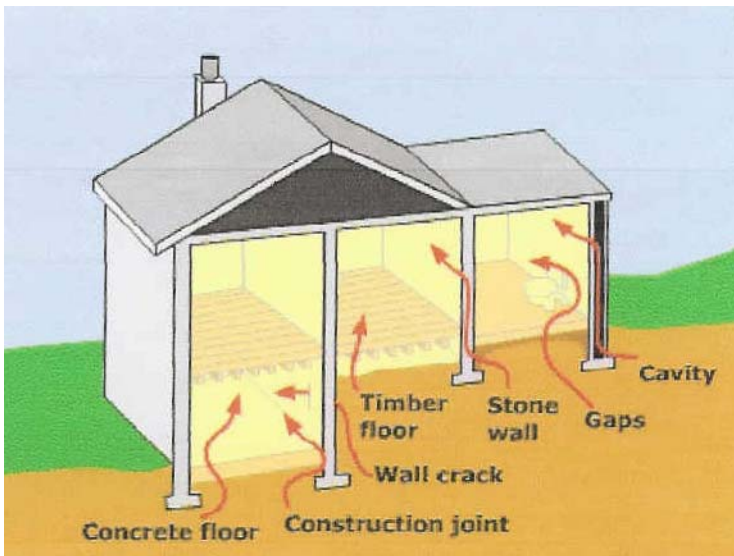


- Το ραδόνιο σχάται σε ραδιενεργά στερεά προϊόντα.
- Τα σωματίδια αυτά εύκολα εισπνέονται και αποτίθενται στους πνεύμονες, όπου μπορούν με την ακτινοβολία τους να καταστρέψουν ευαίσθητους ιστούς.

Αλυσίδα διάσπασης ραδονίου

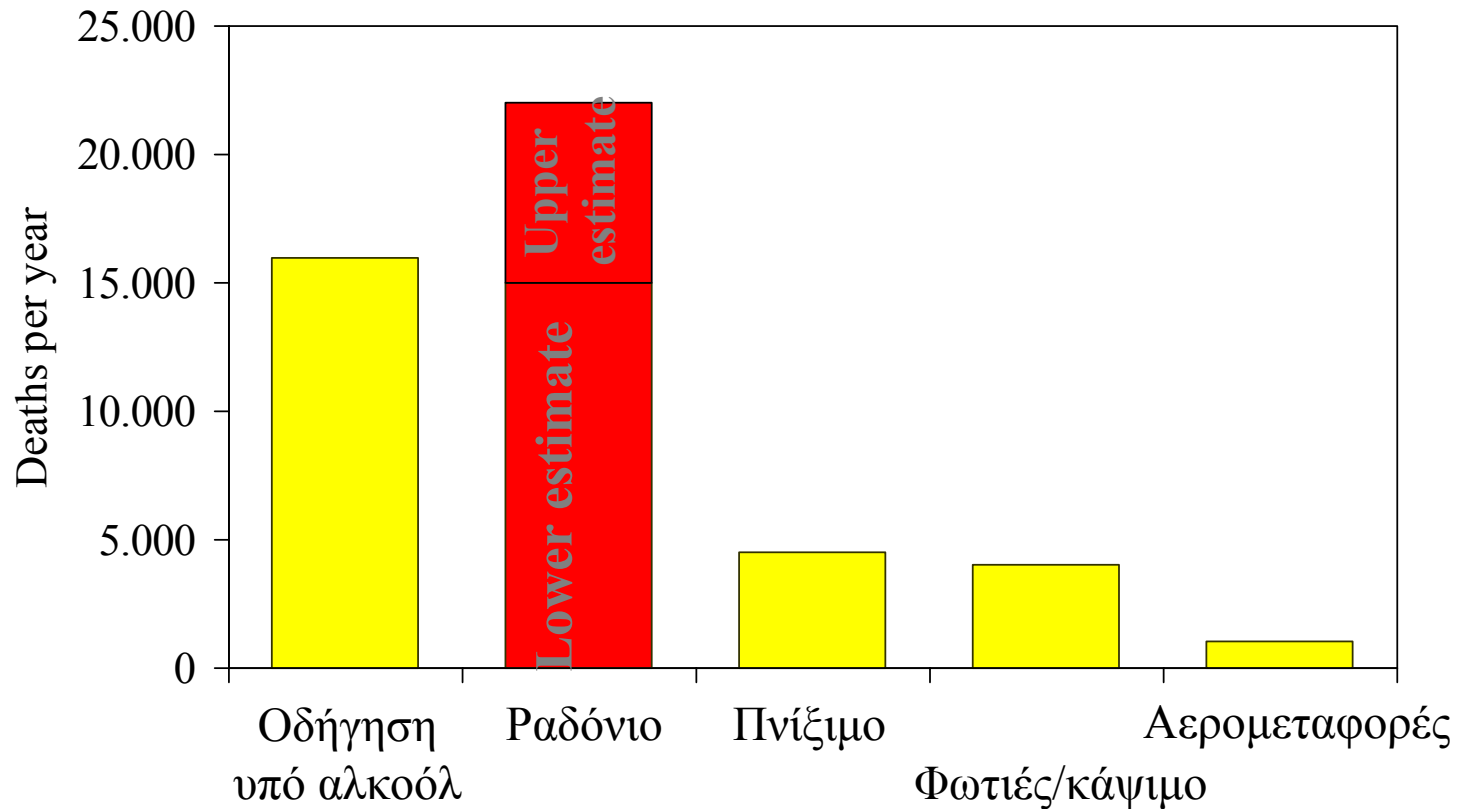


Επιδράσεις συγκεντρώσεων ραδονίου

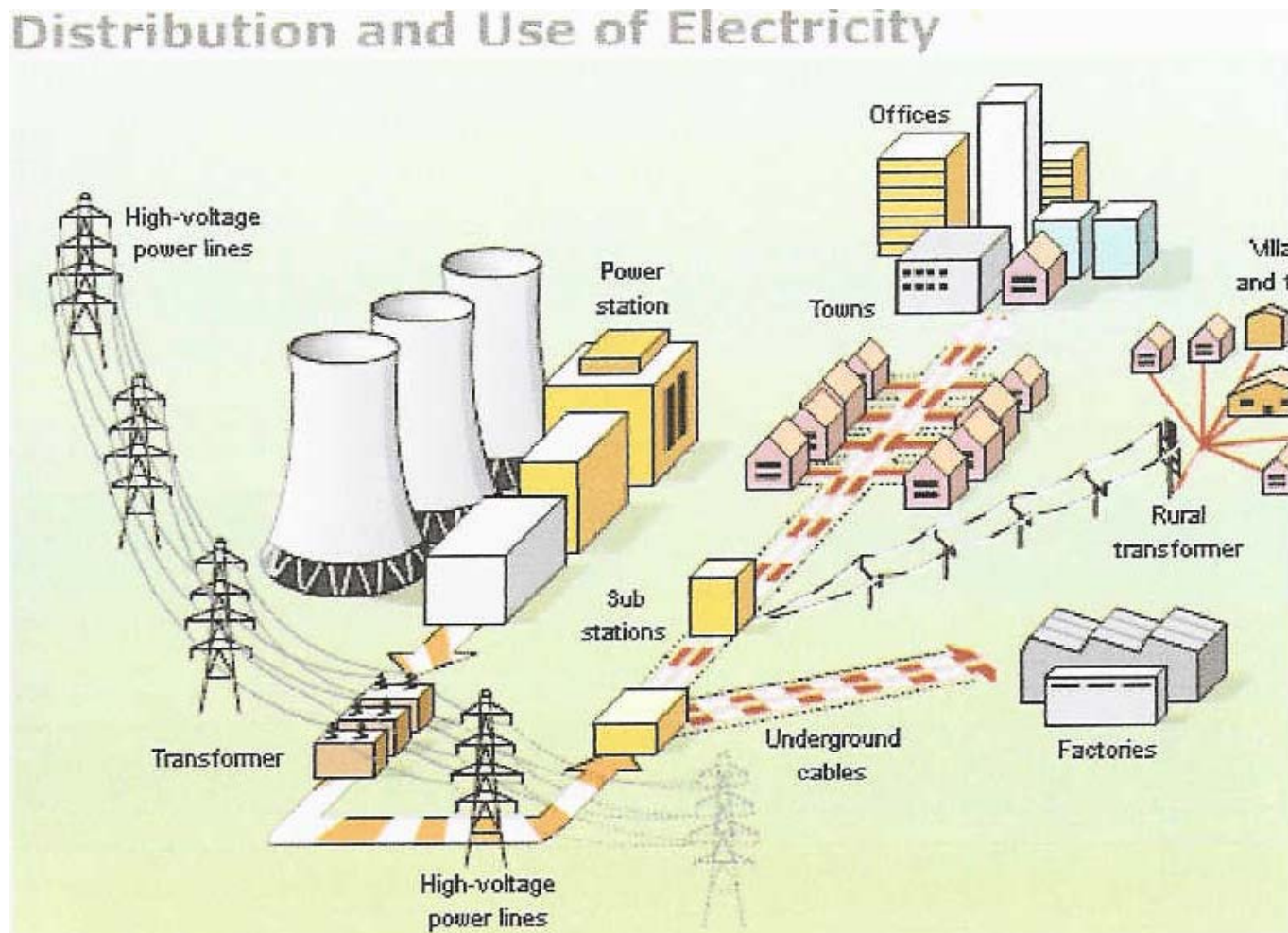


1 Bq=1 διάσπαση ανά δευτ και m³

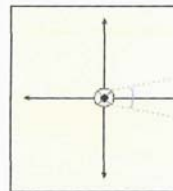
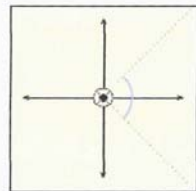
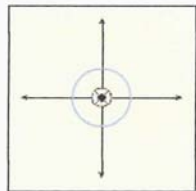
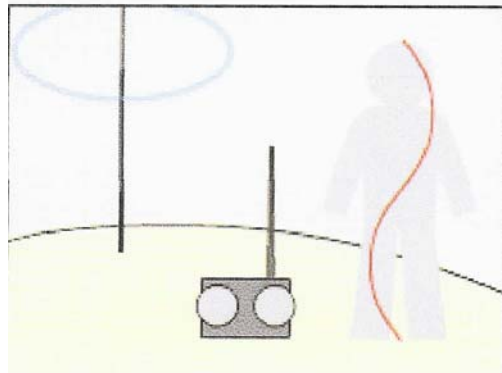
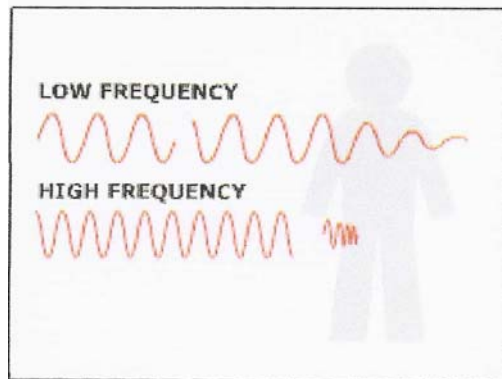
Σύγκριση θανάτων από ραδόνιο με άλλα αίτια (προσοχή στις ΗΠΑ)



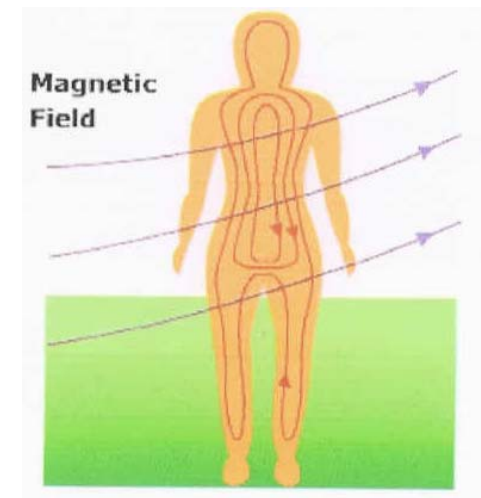
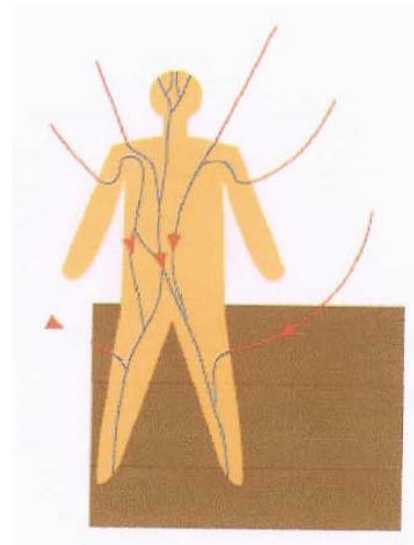
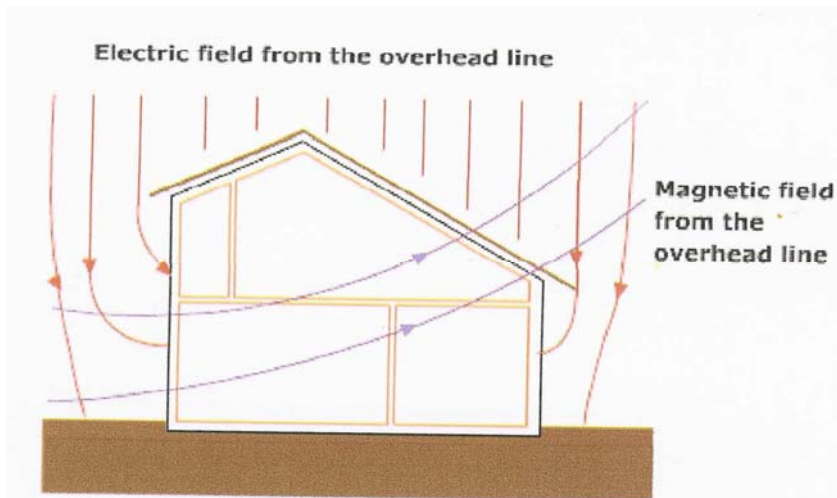
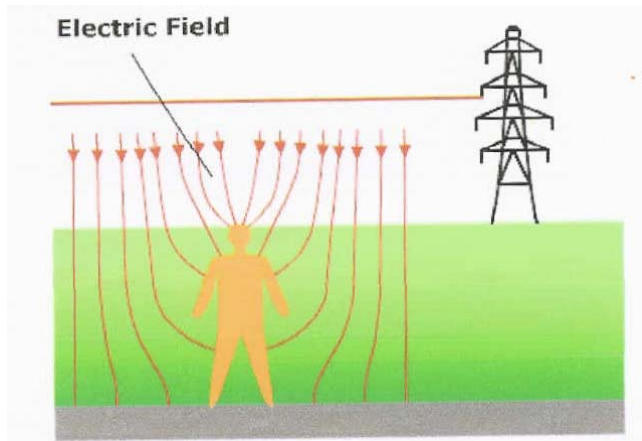
Ηλεκτρικά-μαγνητικά πεδία στην παραγωγή-διανομή ηλεκτρισμού

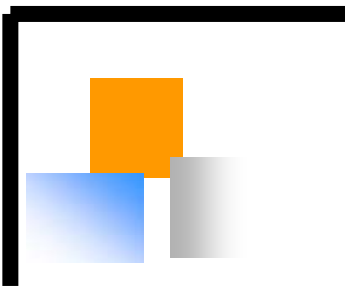


Υψίσυχνα και χαμηλόσυχνα ηλεκτρομαγνητικά πεδία



Επιδράσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στον άνθρωπο



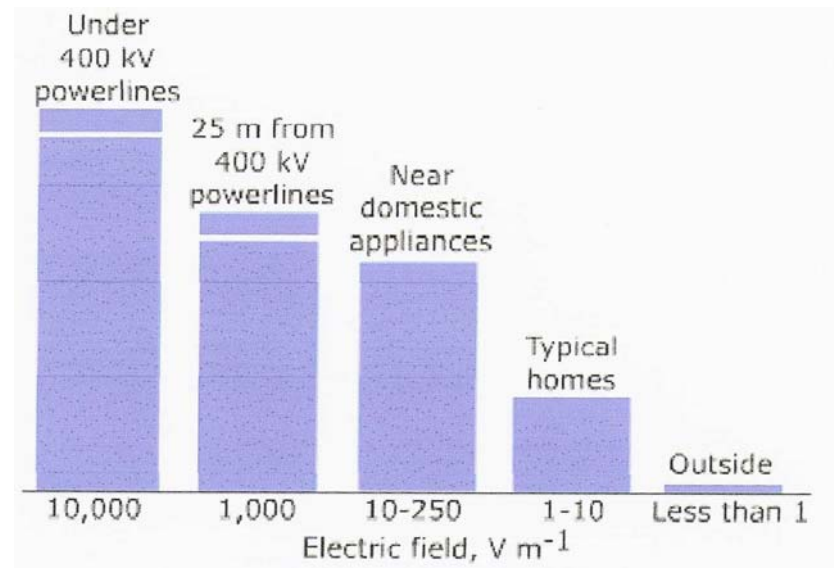
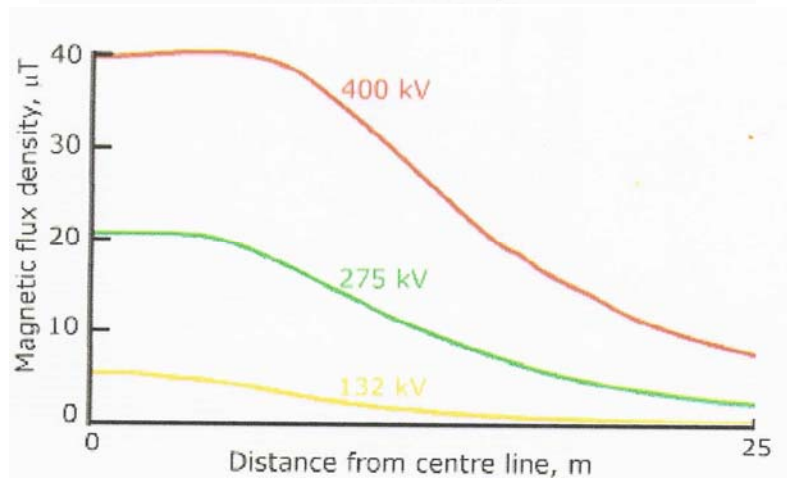
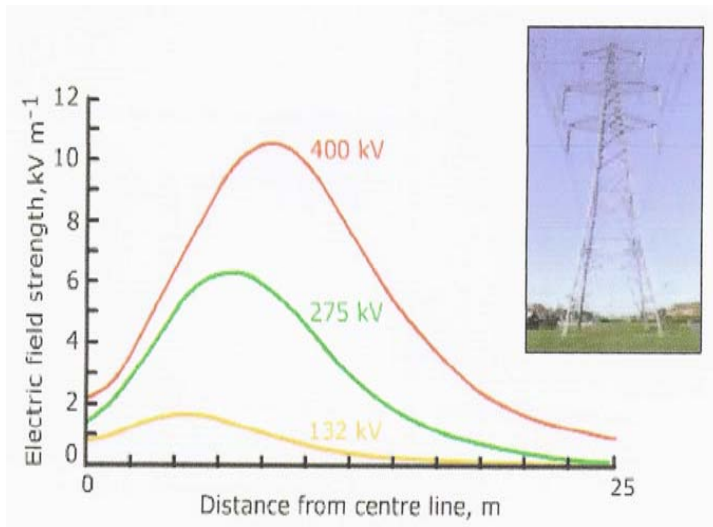


Ηλεκτρικές και Μαγνητικές πεδιακές εντάσεις

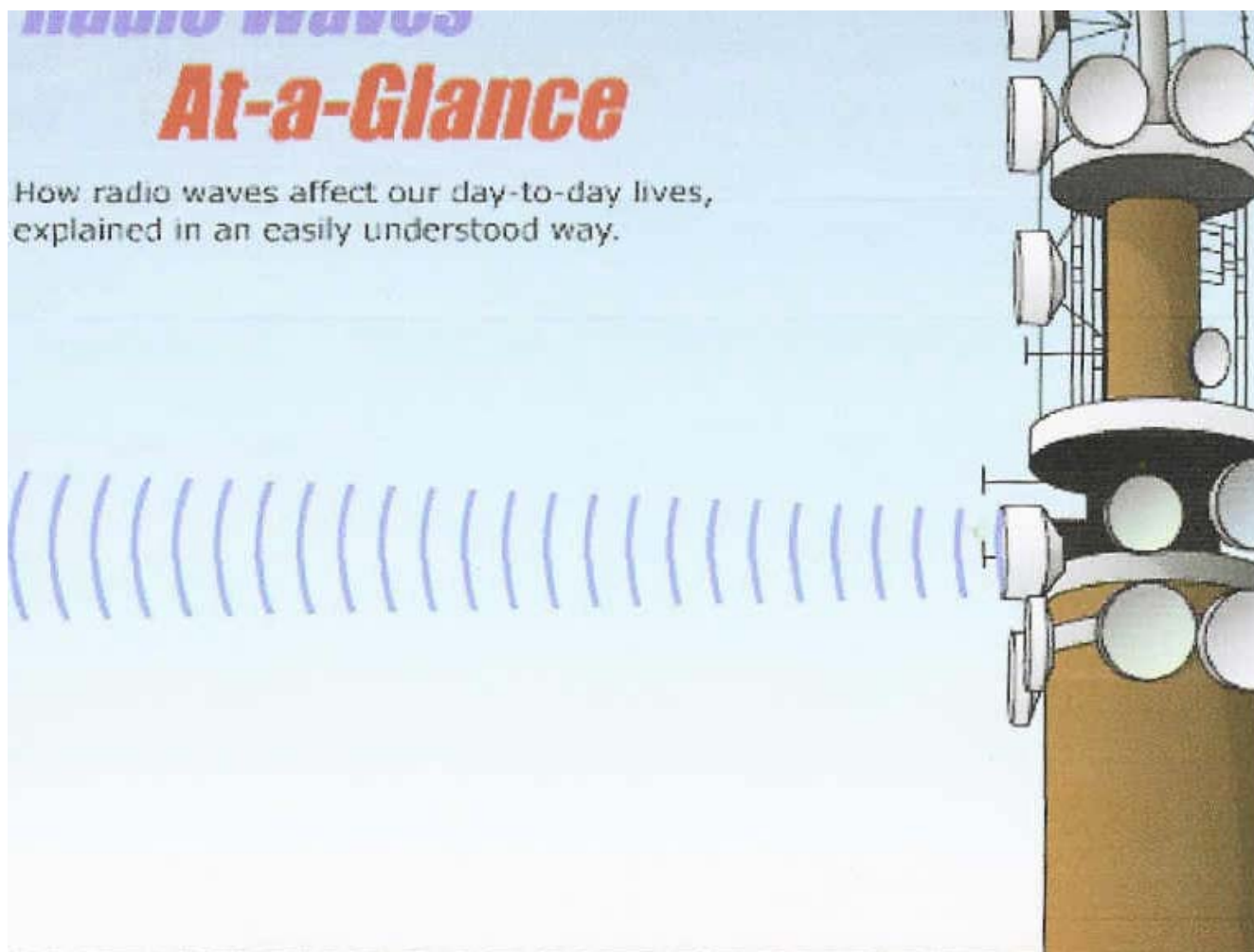
- Φούρνος μικροκυμάτων σε 0,5 m 1,7 μT
- Πλυντήριο σε 0,5 m 1 μT
- Σκούπα ηλεκτρική σε 0,5 m 0,8 μT
- Πλυντήριο πιάτων 0,8 μT
- Στεγνωτήρας μαλλιών 0,12 μT
- Γενική πεδιακή ένταση στο σπίτι 0,01-0,2 μT
(πηγή internet www.nrpb)

*Όρια: Πεδιακή ένταση 1kV/m
Μαγνητική ροή 0,4 μT*

Ηλεκτρικές και Μαγνητικές πεδιακές εντάσεις



Πομποί μικροκυμάτων – κινητά - ραδιοφωνία

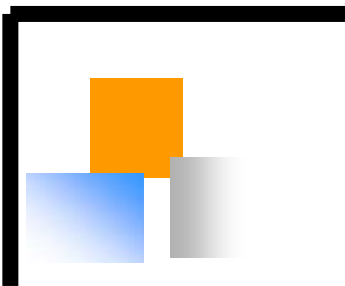


Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Μη θερμικές επιδράσεις

- Παρατηρήσεις από Ρώσους επιστήμονες
 - «Μικροκυματική Ασθένεια» (σχετική με την έκθεση σε επίπεδα μικροκυματικής ακτινοβολίας εντός των ορίων ασφαλείας)
 - Εκνευρισμός, εξάντληση, μυϊκή αδυναμία, μειωμένη πνευματική διαύγεια, μείωση της ικανότητας αυτοσυγκέντρωσης, αυξημένη ευαισθησία σε εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. θόρυβος, δυνατό φως), αϋπνίες, πονοκέφαλοι, ζαλάδες.
- Έρευνες σε διάφορες χώρες
 - Χρήστες κινητών τηλεφώνων αναφέρουν συμπτώματα αντίστοιχα με αυτά της «Μικροκυματικής ασθένειας»






Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Μελέτες σε ανθρώπους


- Βράχυνση του χρόνου αντίδρασης σε εξωτερικά ερεθίσματα (έκθεση 35 εθελοντών σε συνεχή και παλμική μικροκυματική ακτινοβολία, Πανεπιστήμιο Bristol)
- Επιδράσεις στον ύπνο και τη γνωσιακή λειτουργία (διαταραχή των φυσιολογικών EEG ύπνου, μετά από έκθεση σε GSM ακτινοβολία διάρκειας 30 min, Πανεπιστήμιο Zurich)
- Καρκίνος οφθαλμού (ανάλυση ερωτηματολογίων που δόθηκαν σε 118 ασθενείς με μελάνωμα, σε σχέση με αντίστοιχα ερωτηματολόγια που δόθηκαν σε 475 υγιείς μάρτυρες, Πανεπιστήμιο Essen).



Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Μελέτες σε πειραματόζωα

- Μελέτες καρκινογένεσης
 - Διπλασιασμός εμφάνισης λεμφώματος σε ποντίκια προδιαθετειμένα σε λέμφωμα μετά από μακρά έκθεση σε GSM ακτινοβολία (Αυστραλία).
 - Βλάβες στο DNA λόγω έκθεσης των πειραματοζώων σε μικροκυματική ακτινοβολία σε συχνότητες κινητών επικοινωνιών (Πανεπιστήμιο Washington)
- Επιδράσεις στη μνήμη βραχείας διάρκειας (Πανεπιστήμιο Washington)
- Επιδράσεις στον αιματοεγκεφαλικό φραγμό (Πανεπιστήμιο Lund)
 - διάνοιξη αιματοεγκεφαλικού φραγμού σε πρωτεΐνες (αλβουμίνη)
 - πιθανή συσχέτιση με ασθένειες όπως η Alzheimer



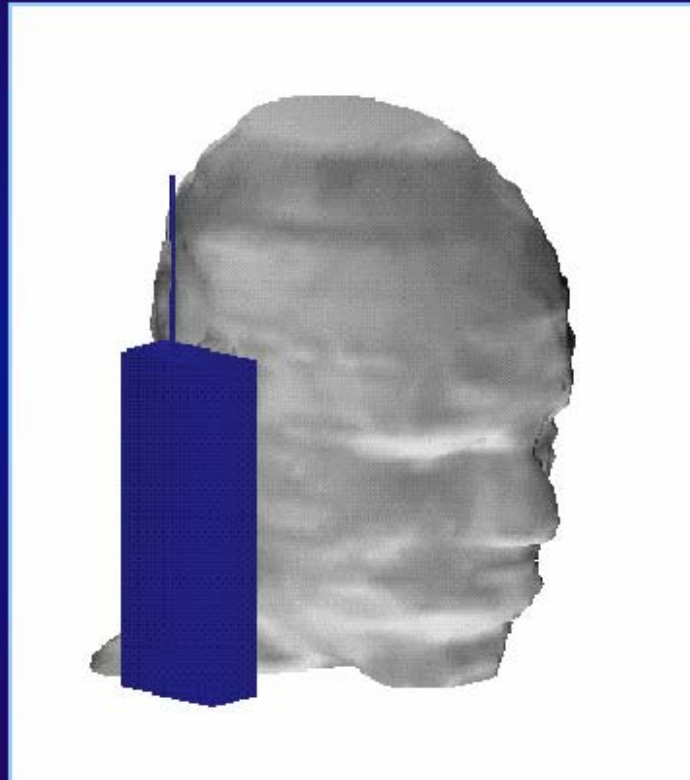
Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Κινητές επικοινωνίες - Τερματικές συσκευές

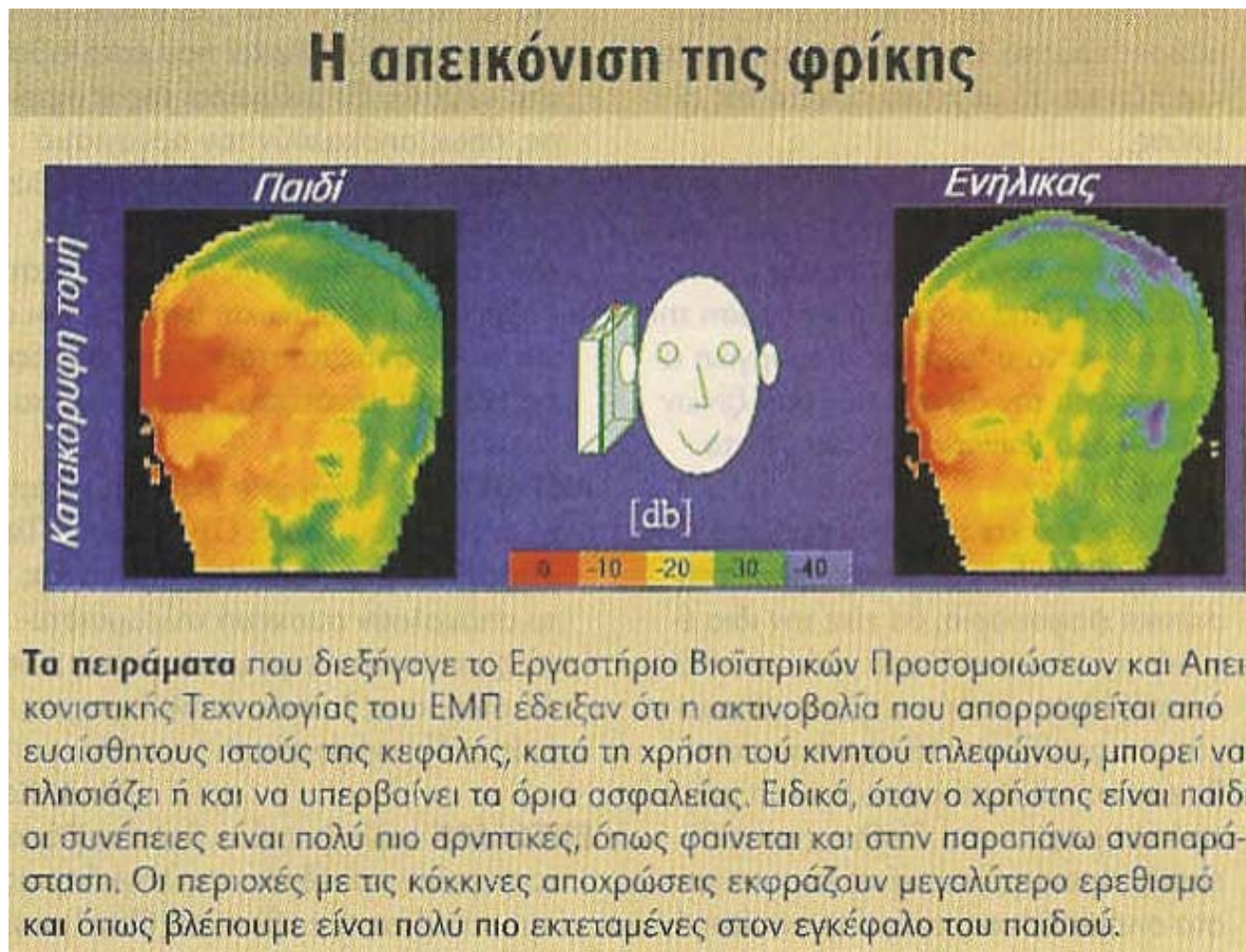
- Τυπική μέση ισχύς εκπομπής τερματικών συσκευών GSM
 - 250 mW (900 MHz)
 - 125 mW (1800 MHz)
- Οι τερματικές συσκευές ακτινοβολούν σε πολύ μικρή απόσταση από ευαίσθητους ιστούς
- Εκτίμηση της έκθεσης του ανθρώπινου κεφαλιού σε μικροκυματική ακτινοβολία
 - Μετρήσεις σε ομοιώματα
 - Υπολογιστική προσομοίωση


Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Τρισδιάστατα Μοντέλα Κεφαλής /
Τερματικής συσκευής



Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα






Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Κινητές επικοινωνίες - Σταθμοί βάσης

- Αποτελούν τους «διαμετακομιστές» σήματος μεταξύ των τερματικών συσκευών
- Ισχύς ακτινοβολίας έως 25-50 W ανάλογα με την κεραία
- Ισχύς ακτινοβολίας σε σχέση με την πυκνότητα των σταθμών
 - Αραιοκατοικημένες περιοχές, λιγότεροι σταθμοί μεγαλύτερης ισχύος
 - Πυκνοκατοικημένες περιοχές, συνήθως πολλοί σταθμοί μικρής ισχύος
- Η ισχύς μειώνεται δραστικά με την απόσταση από το σταθμό
- Η πυκνότητα ισχύος είναι πολύ χαμηλή σε απόσταση μεγαλύτερη των 10 m



Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

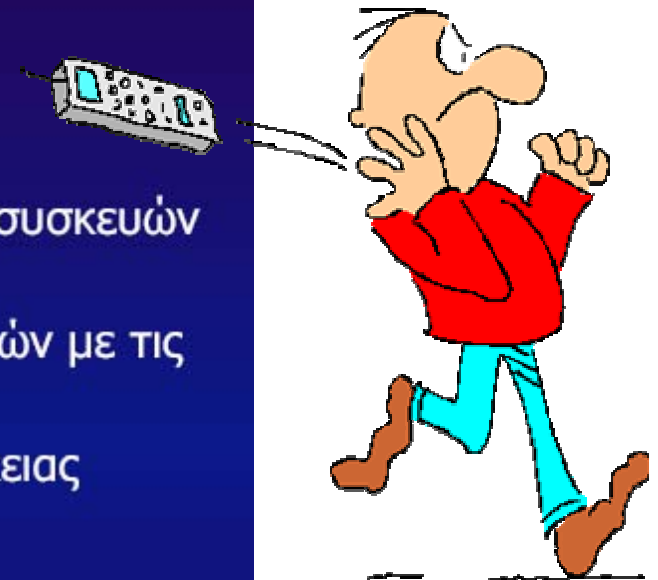
Συμπεράσματα

- Δεν προκύπτει συνήθως υπέρβαση των ορίων ασφαλείας για την ακτινοβολία σταθμών βάσης
- Απορρόφηση ισχύος πολύ κοντά στα όρια ασφαλείας ή και πάνω από τα όρια ασφαλείας κατά τη χρήση τερματικών συσκευών
- Υψηλή απορρόφηση ισχύος κατά τη χρήση τερματικών συσκευών από παιδιά
 - Αναπτυσσόμενο νευρικό σύστημα
 - Μεγαλύτερη μακροπρόθεσμη έκθεση
- Δραστική ελάττωση απορρόφησης κατά την αύξηση της απόστασης μεταξύ συσκευής/κεφαλής χρήστη

Επιδράσεις μικροκυματικής ακτινοβολίας - κινητά τηλέφωνα

Προτάσεις

- Ενθάρρυνση σχεδιασμού και ανάπτυξης τερματικών συσκευών που δημιουργούν χαμηλά επίπεδα έκθεσης
- Αυστηροί έλεγχοι συμμόρφωσης τερματικών συσκευών με τις διεθνείς οδηγίες
- Αποφυγή μη απαραίτητων, συχνών και μακράς διάρκειας κλήσεων
- Αποφυγή χρήσης από παιδιά
- Αποφυγή χρήσης μέσα στο αυτοκίνητο χωρίς εξωτερική κεραία
- Απόσταση τερματικής συσκευής από κεφαλή χρήστη
- Χρήση ακουστικών





Συνθήκες υγιεινού περιβάλλοντος

- Χώροι εργασίας 20-24 °C, RH 35%-65%, $u < 0,3$ m/s, φωτισμός >500 Lux, μαγνητικό πεδίο 0,4μT, όχι κινητά, μακριά τουλάχιστον 10 m από κεραίες κινητής τηλεφωνίας, όχι υπέρβαση ορίων ρύπων, όχι κάπνισμα σε κλειστούς χώρους, θόρυβος 50 db.
- Συστηματική μέτρηση της ποιότητας του αέρα εσωτερικού χώρου (CO, CO₂, VOC, HCHO, Σωματίδια, Θόρυβος).
- Δημιουργείτε χώρους μη καπνιστών και ορίστε λίγους χώρους με πολύ καλό αερισμό για καπνίζοντες.
 - Εξασφαλίστε επαρκή εξαερισμό με προσαγωγή φρέσκου εξωτερικού αέρα.
 - Συντηρείστε το σύστημα κλιματισμού-εξαερισμού και ιδιαίτερα να καθαρίζετε τα μηχανικά ή ηλεκτρικά φίλτρα.
 - Απομακρύνετε τις εστίες ρύπανσης του χώρου.