

«Κεραίες Κινητής Τηλεφωνίας: Υπεύθυνος  
Διάλογος για την Έγκυρη Ενημέρωση και την  
Προστασία των Πολιτών»

Πεδία και Παιδεία στην Κινητή Τηλεφωνία

**Καθηγητής Αναστάσιος Παπατσώρης**

Τμήμα Πληροφορικής & Επικοινωνιών

*Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών*

**adp@teiser.gr**, Τηλ: +30 23210 49157

**<http://www.teiser.gr/icd/staff/papatsoris/>**

# Δομή Ομιλίας

## ■ Ο σκοπός της ομιλίας αυτής είναι:

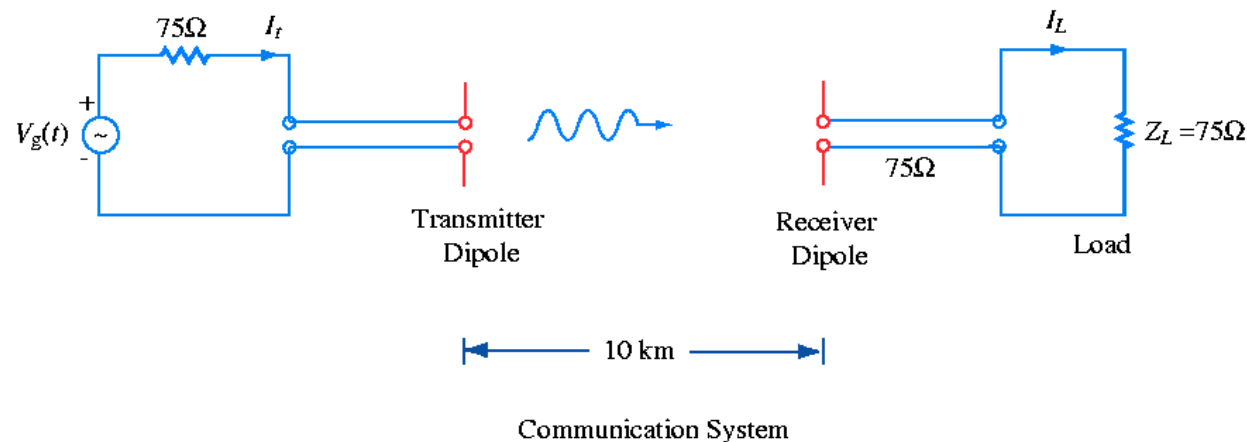
- Να κατανοηθεί η τηλεπικοινωνιακή αρχιτεκτονική ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας και να γίνει αντιληπτή η αναγκαιότητα της ύπαρξης ηλεκτρομαγνητικών πεδίων προκειμένου το κινητό μας τηλέφωνο να μας δώσει την δυνατότητα επικοινωνίας με άλλους.
- Να παρουσιαστεί ο μηχανισμός δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και να εκτιμηθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που παράγεται από σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας και κινητά τηλέφωνα. Να συζητηθεί ο τρόπος επίδρασης των πεδίων στον ανθρώπινο οργανισμό καθώς και οι σχετικοί δείκτες.
- Να συζητηθούν τρόποι με τους οποίους ο πολίτης μπορεί να περιορίσει σημαντικά την έκθεση του οργανισμού του σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.
- Να παρουσιαστεί και να συζητηθεί ένας σύντομος οδηγός «παιδευμένης» χρήσης αναφορικά στην κινητή τηλεφωνία.

# Τι είναι η κεραία;



- Κεραία είναι μια διάταξη για την εκπομπή και λήψη πληροφορίας που εμπεριέχεται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Μπορεί να θεωρηθεί ως ένας μετατροπέας ενέργειας, ο οποίος μετατρέπει ηλεκτρική οδηγούμενη ενέργεια σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα ελευθέρου χώρου (κατάσταση εκπομπής) και το αντίστροφο (κατάσταση λήψης).
- Η κεραία είναι η διάταξη αυτή που επιτρέπει την μεταφορά πληροφορίας μεταξύ των δύο άκρων ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος με ασύρματο τρόπο.

# Ασύρματα συστήματα επικοινωνιών

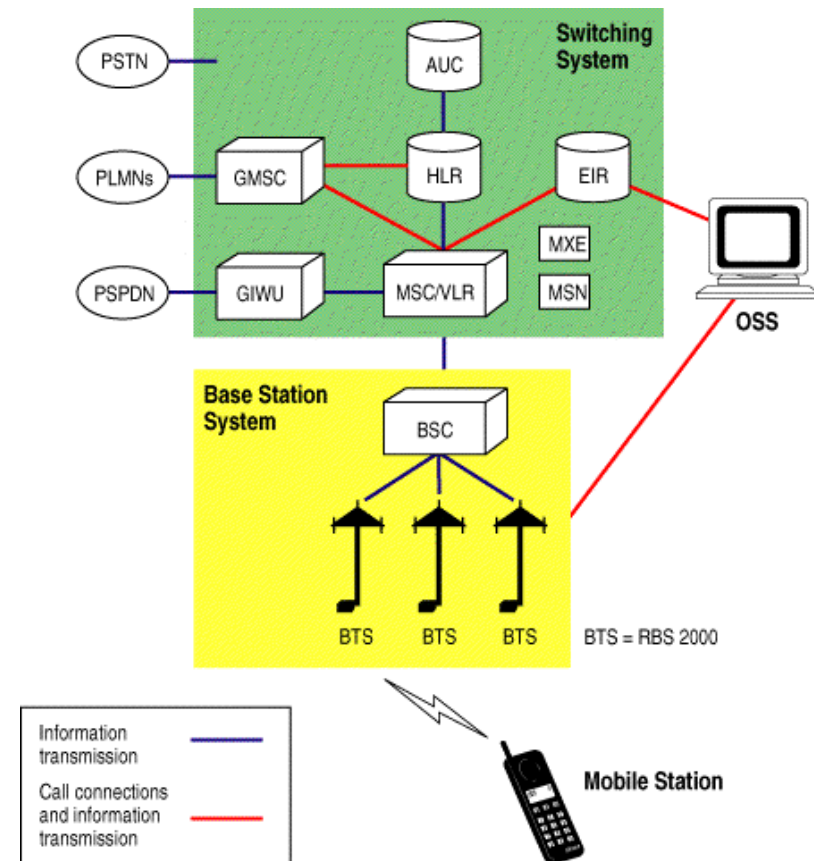


- Για να έχουμε επιτυχή ζεύξη μεταξύ των δύο σημείων ενός ασύρματου συστήματος επικοινωνίας, θα πρέπει να εκπέμπεται από τον πομπό και να λαμβάνεται από το δέκτη μια επαρκής στάθμη του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.
- Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου  $E$ , η πυκνότητα ισχύος  $P_d$  της κεραίας του πομπού στο μακρινό πεδίο και η ισχύς  $P_r$  που λαμβάνει η κεραία λήψης στην περίπτωση οπτικής επαφής, δίδονται από τις σχέσεις:

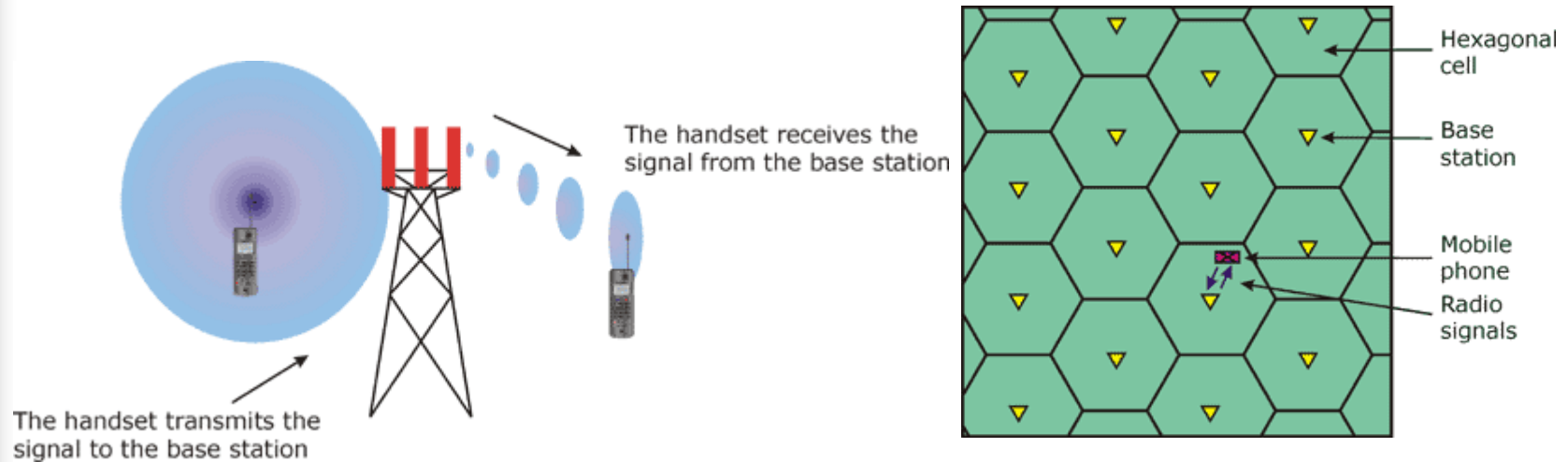
$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot G_t \cdot P_t}}{r}, \quad P_d = \frac{E^2}{Z_0}, \quad P_r = \frac{G_t \cdot P_t \cdot G_r}{(4\pi r / \lambda)^2}$$

# Δίκτυο 2<sup>ης</sup> Γενιάς (GSM)

- Η αρχιτεκτονική ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας αποτελείται από τρία βασικά διασυνδεδεμένα υποσυστήματα που αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους όσο και με τους χρήστες δια μέσου ειδικών δικτυακών διεπαφών.
- Τα υποσυστήματα αυτά είναι τα:
  - Υποσύστημα σταθμού βάσης (Base Station Subsystem – BSS) που περιλαμβάνει και το κινητό τηλέφωνο (Mobile Station - MS,
  - Υποσύστημα δικτύου και μεταγωγής (Network and Switching Subsystem – NSS)
  - Υποσύστημα υποστήριξης λειτουργιών (Operation Support Subsystem – OSS).
- Είναι φανερό ότι η παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας προϋποθέτει την ύπαρξη κεραιών κινητής τηλεφωνίας.



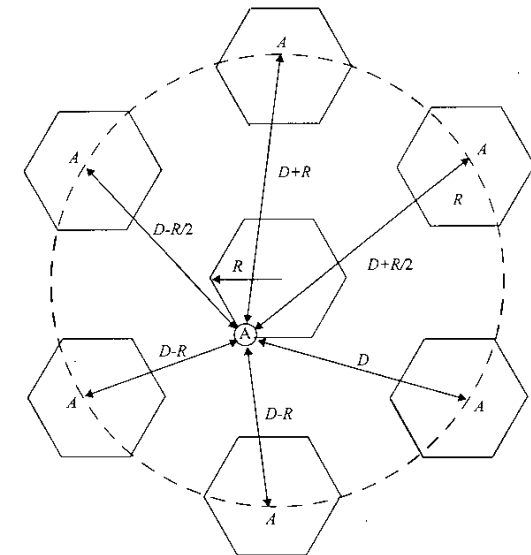
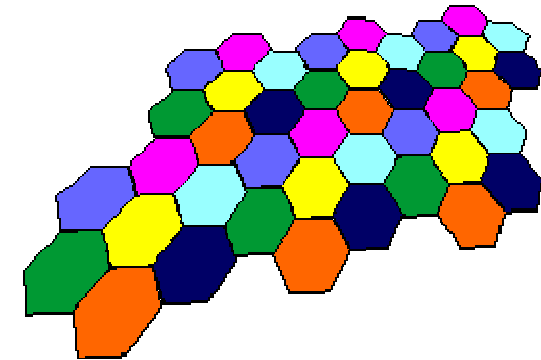
# Επικοινωνία κινητού τηλεφώνου – σταθμού βάσης



- Για να μπορέσουμε να συνομιλήσουμε ή να ανταλλάξουμε δεδομένα με άλλους, πρέπει το κινητό μας τηλέφωνο να «συνδεθεί» με την κατάλληλη κεραία κινητής τηλεφωνίας του δικτύου του οποίου είμαστε συνδρομητές.
- Η επικοινωνία αυτή μεταξύ του κινητού μας τηλεφώνου και της κεραίας του δικτύου κινητής τηλεφωνίας καθίσταται δυνατή με την ταυτόχρονη εκπομπή και λήψη ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

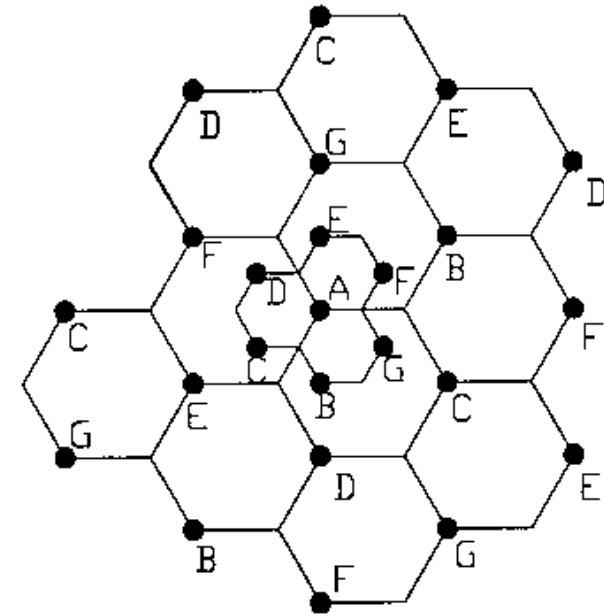
# Κεψελωτή Δομή Δικτύου

- Τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας GSM βασίζονται στην ευφυή ανάθεση και επαναχρησιμοποίηση περιορισμένων συχνοτήτων (καναλιών) εντός των γεωγραφικών ορίων της περιοχής κάλυψης. Οι κυψέλες που έχουν το ίδιο χρώμα χρησιμοποιούν τις ίδιες ομάδες συχνοτήτων, παρουσιάζοντας έτσι την **αρχή της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων**.
- Με την συστηματική επιλογή θέσεων για τους σταθμούς βάσης και την ανάθεση σε αυτούς κατάλληλων καναλιών, καθίσταται δυνατή η εξυπηρέτηση μιας συγκεκριμένης περιοχής και ταυτοχρόνως η επαναχρησιμοποίηση των ίδιων καναλιών στην ευρύτερη περιοχή κάλυψης από νέους σταθμούς βάσης τόσες φορές όσες απαιτείται, με την προϋπόθεση ότι η παρεμβολή μεταξύ συνκαναλικών σταθμών βάσης παραμένει κάτω από τα αποδεκτά όρια.
- Η **συνκαναλική παρεμβολή είναι ένας από τους σπουδαιότερους περιοριστικούς παράγοντες στην σχεδίαση δικτύων κινητών επικοινωνιών, και οι σχεδιαστές αυτών προσπαθούν να την ελαττώσουν**.



# Αύξηση Σταθμών Βάσης – Μείωση Ισχύος

- Καθώς η απαίτηση για χωρητικότητα αυξάνεται, ο αριθμός των ΣΒ μπορεί να αυξηθεί και ταυτόχρονα η ισχύς εκπομπής τους να μειωθεί, έτσι ώστε και ο αριθμός των διαθέσιμων καναλιών να αυξηθεί για μια δεδομένη γεωγραφική περιοχή εξυπηρέτησης αλλά και η συνκαναλική παρεμβολή να διατηρηθεί σε αποδεκτά επίπεδα.
- Διαίρεση κυψέλης είναι η διαδικασία υποδιαίρεσης μιας κορεσμένης κυψέλης σε μικρότερες και η ανάθεση εξυπηρέτησής των σε αντίστοιχους νέους σταθμούς βάσης που έχουν ελαττωμένο ύψος κεραιών και μειωμένη ισχύ εκπομπής σε σχέση με τον αρχικό.
- Η νέα μειωμένη ισχύς εκπομπής μπορεί να προσδιοριστεί εξισώνοντας τις τιμές της ληφθείσας ισχύος στα νέα και παλαιά όρια.



$$P_t^N = \frac{P_t^O}{(R_O / R_N)^n}$$



# Κινητή τηλεφωνία & Σύσταση 1999/519/EC

- Σήμερα, η προστασία του γενικού πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης από τη μη-ιοντίζουσα ακτινοβολία επαφίεται στην Σύσταση της 12<sup>ης</sup> Ιουλίου 1999 ‘On the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0Hz to 300GHz)’.
- Η Σύσταση στοχεύει στην προστασία της υγείας του κοινού και ως εκ τούτου έχει πεδίο εφαρμογής σε σχετικές περιοχές όπου μέλη του γενικού πληθυσμού εκθέτονται για πολύ χρόνο στα ΗΜ πεδία.

# Διάφορα εθνικά όρια για το ηλεκτρικό πεδίο

■ Εθνικό Πρότυπο (Επίπεδο αναφοράς)	GSM	DCS
– EU Council Rec. 1999/519/EC	41V/m	58V/m
– International ICNIRP Guidelines,	41V/m	58V/m
– Austria ÖNORM S1120	49V/m	61V/m
– <u>Belgium Belgisch Staatsblad F.2001-1365</u>	21V/m	<u>30V/m</u>
– Germany 26. Deutsche Verordnung	41V/m	58V/m
– <b>Ελλάδα, Νόμος 3431/2006</b>	32-34V/m	<b>45-49 V/m</b>
– <u>Italy Decreto n. 381, 1998</u>	6V/m	<u>6V/m</u>
– The Netherlands Health Council	51V/m	83V/m
– <u>Switzerland Verordnung 1999</u>	4V/m	<u>6V/m</u>
– United States IEEE C95.1	49V/m	68V/m
– Japan Radio-Radiation Protection Guidelines	49V/m	61V/m

# Ακτινοβολία από κινητά τηλέφωνα

- Η μέγιστη ισχύς εκπομπής που εκπέμπεται σήμερα από τηλέφωνα GSM είναι 2 W (900 MHz) και 1 W (1800 MHz). Καθόσον όμως χρησιμοποιείται TDMA η μέση ισχύς εκπομπής δεν ξεπερνά το 1/8 αυτών των τιμών, δηλαδή 0.25 W και 0.125 W, αντίστοιχα. Επιπροσθέτως οι τιμές αυτές μειώνονται ακόμα πιο πολύ λόγω του προσαρμοζόμενου ελέγχου ισχύος (APC) και της μη συνεχούς εκπομπής (DTX). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του επιπέδου ακτινοβολίας κατά έναν παράγοντα που μπορεί να φτάσει οριακά μέχρι και τις 1000 φορές αν το κινητό είναι κοντά στον σταθμό βάσης. Η μη συνεχής εκπομπή σημαίνει ότι όταν ο χρήστης δεν ομιλεί το τηλέφωνό του δεν εκπέμπει ΗΜΑ.
- Η μέγιστη ακτινοβολία από το κινητό μας τηλέφωνο παρατηρείται όταν το χρησιμοποιούμε μακριά από σταθμούς βάσεις, ή όταν σκιάζεται από διάφορα εμπόδια, όπως π.χ. κτίρια.

# ΗΜ πεδία κοντά σε κινητά τηλέφωνα

- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ΗΜΑ) εκπέμπεται από την κεραία μαζί με κάποια ηλεκτρικά στοιχεία μέσα στην συσκευή μας. Η κεραία είναι συνήθως μια μεταλλική έλικα ή ένα μεταλλικό στέλεχος μήκους λίγων εκατοστών που προβάλλει από την κορυφή της συσκευής.
- Σε απόσταση 2.2cm από την κεραία η μέγιστη τιμή του ηλεκτρικού πεδίου προσεγγίζει τα **400 V/m** για ένα 2 W, 900 MHz τηλέφωνο και περίπου τα **200 V/m** για 1 W, 1800 MHz τηλέφωνο, ενώ η τιμή της μαγνητικής ροής είναι περίπου 1  $\mu\text{T}$  και για τα δύο τηλέφωνα. Η πυκνότητα ισχύος προσεγγίζει την τιμή  $200 \text{ W/m}^2$  (περίπου το  $\frac{1}{4}$  της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια μιας ηλιόλουστης μέρας).
- Όταν η κεραία είναι πολύ κοντά στο σώμα, η ακτινοβολία το διαπερνά, αλλά τα πεδία μέσα στο σώμα μας λαμβάνουν μικρότερες τιμές. Για παράδειγμα, οι μέγιστες τιμές πεδίων εντός του κεφαλιού μας όταν η επιφάνειά του είναι 1.4 cm μακριά από την κεραία, είναι μειωμένες κατά τρεις (3) φορές από αυτές που προαναφέρθηκαν για τον ελεύθερο χώρο.

# Πεδία που διαπερνούν το ανθρώπινο σώμα - Δοσιμετρία

- Η ΗΜΑ διαπερνά το ανθρώπινο σώμα με τρόπο αντιστρόφως ανάλογο της συχνότητας. Προκειμένου να κατανοήσουμε το αποτέλεσμα που μπορεί να έχει στον βιολογικό ιστό, το μέγεθος και η κατανομή των πεδίων στο εκτιθέμενο ανθρώπινο σώμα είναι απαραίτητη. Αυτό απαιτεί την γνώση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των διαφόρων τύπων ιστού, και εφόσον αυτές είναι γνωστές μπορούμε να υπολογίσουμε τα πεδία σε κάθε μέρος του σώματος που προκαλούνται από μια πηγή ΗΜΑ, όπως π.χ. ένα κινητό τηλέφωνο.
- Ο ρυθμός με τον οποίο ΗΜ ενέργεια απορροφάται από μια μάζα ιστού  $m$ , είναι  $\sigma E^2/\rho$ , όπου  $\sigma$  και  $\rho$  είναι, αντίστοιχα, η αγωγιμότητα και η πυκνότητα του ιστού και  $E$  είναι η ενεργός τιμή του ηλεκτρικού πεδίου. Η ποσότητα  $\sigma E^2/\rho$  ονομάζεται ο ειδικός ρυθμός απορρόφησης ενέργειας (specific energy absorption rate ή SAR) και μετράται σε μονάδες W/kg. Η τιμή του ποικίλει ανάλογα με το σημείο του σώματος καθότι η αγωγιμότητα του σώματος διαφέρει από σημείο σε σημείο του.

# Ηλεκτρικές ιδιότητες ιστών

	Εγκέφαλος		Κρανίο		Μύες	
	900 MHz	1750 MHz	900 MHz	1750 MHz	900 MHz	1750 MHz
Σχ. διηλεκτρική σταθερά, $\epsilon_r$	45,80	43,63	16,62	15,61	55,96	54,31
Αγωγιμότητα, $\sigma$ [S/m]	0,77	1,13	0,24	0,42	0,97	1,36
Πυκνότητα, $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1030	1030	1850	1850	1040	1040
Ηλεκτρικό πεδίο SAR=1,4W/kg	43	36	104	79	39	33
Ηλεκτρικό πεδίο SAR=1,2W/kg	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>96</b>	<b>73</b>	<b>36</b>	<b>30</b>

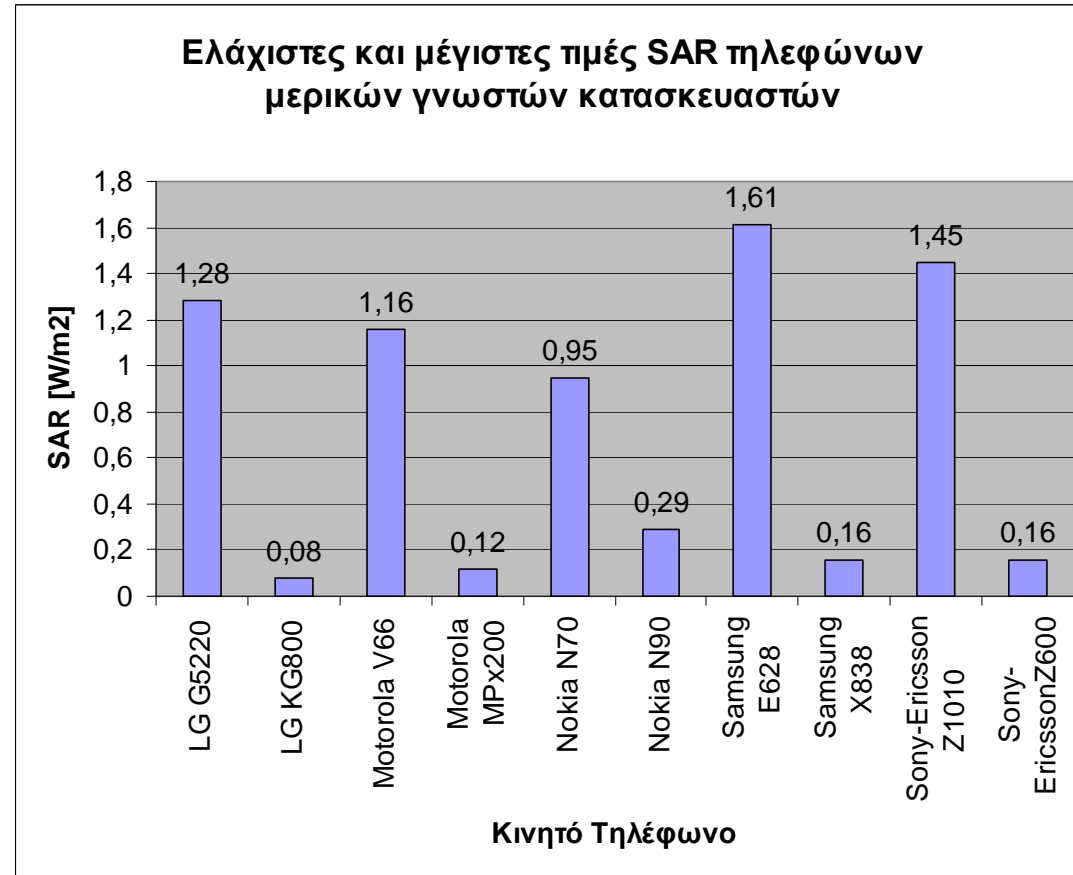
- Το εθνικό όριο SAR είναι 1,4 (70%) ή 1,2 (60%) κατά περίπτωση. Η τυπική τιμή του ηλεκτρικού πεδίου που απαιτείται για να δώσει SAR ίσο με 1.2 W/kg είναι περίπου **40 V/m**. (Στα 1750 MHz λόγω της κατά τι μεγαλύτερης τιμής της αγωγιμότητας απαιτείται ηλεκτρικό πεδίο περίπου **33 V/m**.)

# Μέτρηση του SAR

- Προκειμένου να διασφαλίσουμε ότι τα κινητά τηλέφωνα λειτουργούν εντός των ασφαλών ορίων που έχουν θεσπιστεί από την ICNIRP αναλυτικές μετρήσεις του μέγιστου τοπικού SAR πρέπει να πραγματοποιηθούν σε ρεαλιστικό ομοίωμα ανθρώπινου σώματος. Η μόνη μέθοδος που εξασφαλίζει επαρκή ακρίβεια και επαναληψιμότητα είναι η τεχνική του *E-field probe*. Με τη μέθοδο αυτή ομογενές ανθρώπινο ομοίωμα εκτίθεται σε ΗΜΑ από το κινητό τηλέφωνο, και η κατανομή της έντασης του εσωτερικά αναπτυσσόμενου ηλεκτρικού πεδίου καταγράφεται με ένα μικροσκοπικό αισθητήρα (probe). Από αυτά τα δεδομένα η κατανομή του SAR προσδιορίζεται και εξάγεται η μέγιστη τοπικά αναπτυσσόμενη τιμή του.
- Σήμερα διατίθενται πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα μέτρησης SAR. Οι δοκιμές πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας επιστημονικά αποδεδειγμένες μεθοδολογίες και υπερεκτιμούν ελαφρώς το μέγιστο τοπικό SAR στο πραγματικό ανθρώπινο σώμα.



# SAR κινητών τηλεφώνων



- Σε κάθε σημείο πώλησης συσκευών κινητής τηλεφωνίας, θα πρέπει να αναγράφεται η τιμή SAR στα εμφανή τεχνικά χαρακτηριστικά του τηλεφώνου.



# Σύγκριση SAR κινητών τηλεφώνων με και χωρίς Hands-Free Kit (HFK)

SAR μετρημένο εντός του εγκεφάλου		SAR με hands-free	Θέση Κινητού	Μείωση SAR στο αυτί (%)
Ακουστικό Τηλεφώνου				
SAR στη θέση της κεραίας	SAR στο αυτί	SAR στο αυτί (Γ, Δ)		
0.15	0.45	0.004	Μέση (Γ) Χέρι (Δ)	99
0.20	0.41	0.005		98
0.18	0.35	0.004		99
0.11	0.45	0.08		82
0.10	0.37	0.08		78
0.8	0.34	0.04		88

Γ. Με το τηλέφωνο τοποθετημένο στη μέση, και τα καλώδια του hands-free kit στερεωμένα κατά μήκος του κορμού και του κεφαλιού.

Δ. Κρατώντας το κινητό στον αέρα, περίπου 80cm από το έδαφος, και τα καλώδια του hands-free kit να κρέμονται μακριά από το σώμα.

Πίνακας 2. Nokia 5110 at 900 MHz.

# Σύγκριση SAR κινητών τηλεφώνων με και χωρίς Hands-Free Kit (HFK)

- Αποτελέσματα από την έρευνα των Porter, S, et al, “SAR associated with the use of hands-free mobile telephones”. EMC Europe 2004, Eindhoven. Paper No. B10. 6-10 Sept, 2004.
- Ακόμα και στη χειρότερη περίπτωση, δηλαδή όταν έχουμε την μέγιστη δυνατή σύζευξη ηλεκτρομαγνητικού πεδίου από την κεραία του κινητού στο καλώδιο του hands-free kit, η ακτινοβολία με το hands-free kit είναι κατά 50% τουλάχιστον μικρότερη.
- Χρησιμοποιώντας σωστά το hands-free kit, η ακτινοβολία που δεχόμαστε είναι κατά πολύ περισσότερο μειωμένη, τυπικά από 90 – 99%.

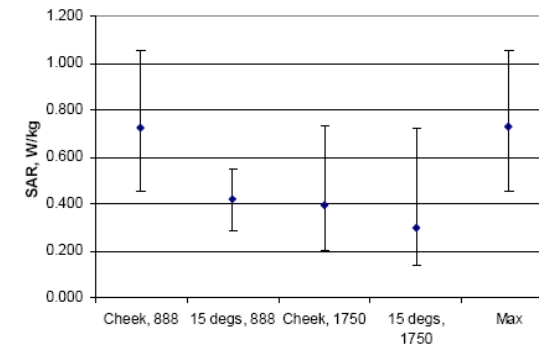


Figure 7: Peak 10 g average SAR values (W/kg) for the phones. The “Max” column is the maximum value for each phone across all positions/frequencies.

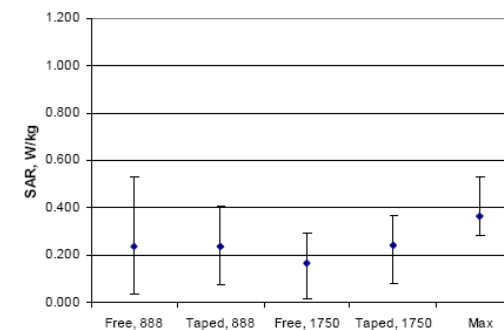


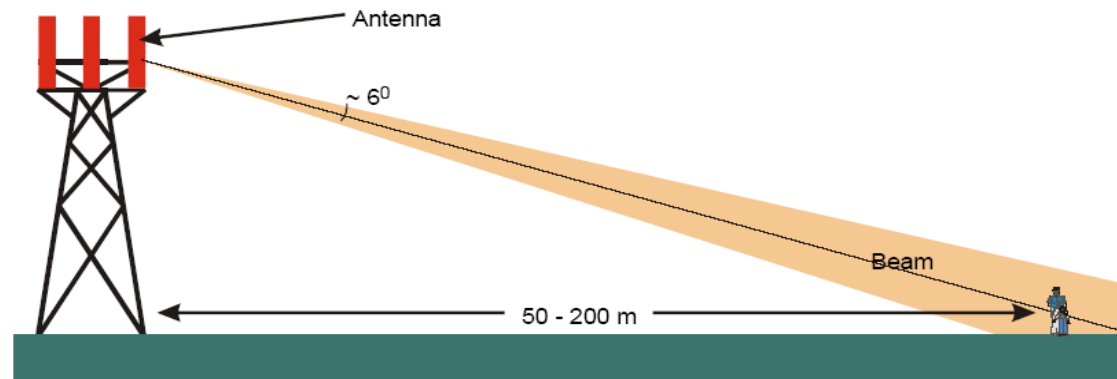
Figure 10: Peak 10 g average SAR values for the mobile telephones with HFK's. The “Max” column is the maximum value for each HFK-phone combination across all positions/frequencies.

# Πρακτικός Οδηγός Ελάττωσης Ακτινοβολίας από Κινητά

- Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει τη χρήση του ΗFK, είναι η σύζευξη της ΗΜΑ που εκπέμπει η κεραία του κινητού μας τηλεφώνου στα καλώδια του ΗFK.
- Η σύζευξη ελαχιστοποιείται και επομένως το ίδιο και η ακτινοβολία που δεχόμαστε όταν:
  - Το καλώδιο κρέμεται ελεύθερο από το αυτί μας έως το κινητό τηλέφωνο χωρίς να σχηματίζει δακτυλίους.
  - Το καλώδιο ευρίσκεται μακριά από την κεραία του κινητού.
  - Το τηλέφωνο δεν είναι πάνω στο σώμα μας, αλλά τοποθετημένο π.χ. πάνω σε ένα τραπέζι και σε απόσταση περίπου 40-50 cm από το σώμα μας.
- Χρήση μαγνητικών δακτυλίων περίπου 20-25cm μακριά από το ακουστικό του ΗFK πρακτικά μηδενίζει την ακτινοβολία.
- Τα Bluetooth ακουστικά επίσης μειώνουν κατά πολύ την ακτινοβολία, καθότι εκπέμπουν μόλις ισχύ της τάξεως του 1mW.



# Ακτινοβολία από κεραιές κινητής τηλεφωνίας



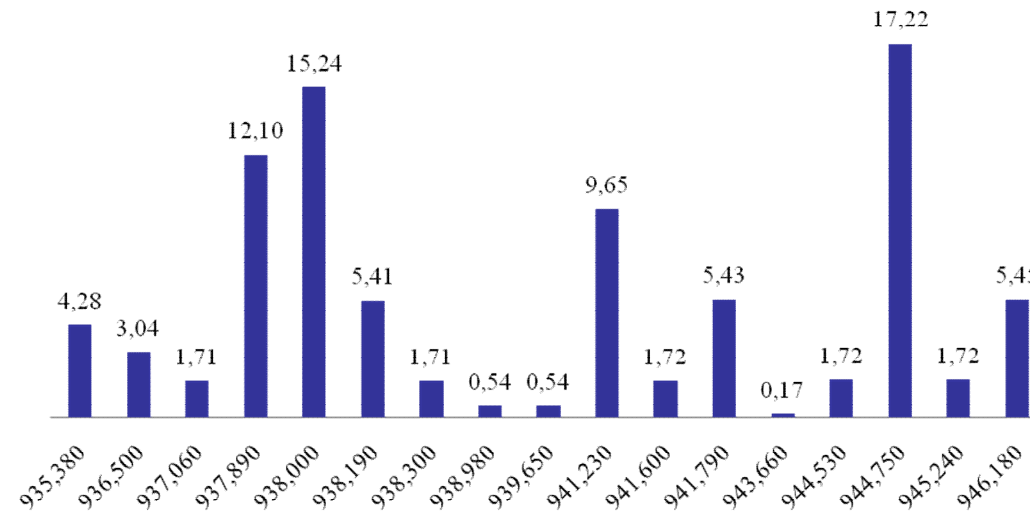
- Οι κεραιές των σταθμών βάσης (ΣΒ) κινητής τηλεφωνίας εκπέμπουν αρκετά μεγαλύτερη ισχύ από τα κινητά τηλέφωνα. Επίσης, το κέρδος μιας τυπικής κεραιάς ΣΒ τριών τομέων των  $120^\circ$  κυμαίνεται μεταξύ 40 και 60 περίπου, ενώ η ισοδύναμη ισοτροπικά ακτινοβολούμενη ισχύς (EIRP) μπορεί σε εξαιρετικές περιπτώσεις να φτάσει και τα kW!
- Όμως ο χρήστης βρίσκεται τόσο μακριά από την κεραιά κινητής τηλεφωνίας, ώστε τα πεδία που δέχεται να είναι πολλές φορές μικρότερα.

# ΗΜ πεδία από σταθμούς βάσης

- Όπως και με τα κινητά τηλέφωνα, έτσι και για τους ΣΒ η μέση εκπεμπόμενη ισχύς είναι συνήθως λιγότερη από την μέγιστη, αν και στην περίπτωση αυτή μπορεί να φτάσει στη μέγιστη τιμή ανάλογα με τον αριθμό των χρηστών που εξυπηρετούνται.
- Η μέγιστη πυκνότητα ισχύος στον κύριο λοβό ακτινοβολίας μιας κεραίας κινητής τηλεφωνίας που εκπέμπει EIRP 60 W σε τομέα  $120^\circ$  ύψους 10 m σε σημείο που ευρίσκεται στο έδαφος και σε οριζόντια απόσταση 50 m από αυτήν είναι περίπου  $0.1 \text{ W/m}^2$ . Η πυκνότητα ισχύος αυτή αντιστοιχεί σε τιμές 5 V/m και  $0.02 \text{ } \mu\text{T}$ , για το ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο, αντίστοιχα, περίπου δηλαδή 50 με 100 φορές μικρότερες από αυτές που παρατηρούνται σε απόσταση 2.2 cm μακριά από την κεραία ενός κινητού τηλεφώνου.
- Όσον αφορά στα θερμικά φαινόμενα, τα πεδία αυτά ανάλογα με την ένταση είναι μικρότερα έως και 5000 φορές από αυτά που προκαλούνται από την κεραία ενός κινητού τηλεφώνου.

# Παράδειγμα μέτρησης ακτινοβολίας σταθμού βάσης

Μετρηθείσα Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου  
[V/m] Σταθμού Βάσης Κινητής Τηλεφωνίας



- Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στην ταράτσα διπλανής πολυκατοικίας σε απόσταση μόλις 10 μέτρων από το σημείο εγκατάστασης της κεραίας κινητής τηλεφωνίας. Παρά το κοντινό της αποστάσεως, οι τιμές της εντάσεως του ηλεκτρικού πεδίου είναι κάτω από το σχετικό εθνικό επίπεδο αναφοράς.

# Πεδία στον ανθρώπινο εγκέφαλο για τυπικά σενάρια επικοινωνίας

	Κινητό Τηλέφωνο (ΚΤ)		Σταθμός Βάσης (ΣΒ)	
Μέγιστη Ισχύς Εκπομπής	2	W	80	W
Κέρδος κεραίας	0	dB	16	dB
Συχνότητα Λειτουργίας	905	MHz	950	MHz
Μήκος Κύματος	0,3315	m	0,3158	m
Ευαισθησία δέκτη	-102	dBm	-104	dBm
Απόσταση	300	m	300	m
Εκθέτης απωλειών n	2-3,03		3,36	
Παρεμβολή	3	dB	3	dB
Απώλειες Καλωδίου	3	dB	3	dB
Απώλειες Σκίασης	5	dB	5	dB
Απώλειες Πολυόδευσης	9	dB	9	dB
Απώλειες Κτιρίου, Εμποδίων	10-30	dB	10-30	dB
Ελάχιστο ωφέλιμο σήμα	-82 έως -52	dBm	-84 έως -54	dBm

Σενάριο	Ισχύς ΚΤ	Πεδίο στο κεφάλι, V/m	Πεδίο με ΗFK, V/m	Πεδίο από ΣΒ, V/m
Οπτική Επαφή (ΟΕ)	2mW	5,44	0,163	0,015
ΟΕ εντός κτιρίου	13mW	13,84	0,415	0,015
Χωρίς ΟΕ	0,2W	53,7	1,611	0,0102
Χωρίς ΟΕ εντός κτιρίου	1,95W	170	5,094	0,0324

# Συμπεράσματα – Παιδεία χρήσης

- Το συντριπτικό ποσοστό έκθεσης του οργανισμού μας στην ΗΜΑ στα πλαίσια της κινητής τηλεφωνίας προέρχεται από το ίδιο το κινητό μας τηλέφωνο και όχι από τους σταθμούς βάσης.
- Για να ελαχιστοποιήσουμε την έκθεση του οργανισμού μας στην ΗΜΑ πρέπει:
  - Να χρησιμοποιούμε σωστά το hands-free kit με τον τρόπο που υποδείχτηκε ενωρίτερα
  - Εναλλακτικά να χρησιμοποιούμε bluetooth
  - Να αποφεύγουμε τη χρήση του κινητού α) εντός κτιρίων, β) σε περιοχές που έχουμε περιορισμένο σήμα και γ) μακριά από σταθμούς βάσης
  - Να αποφεύγουμε την άσκοπη χρήση του κινητού μας τηλεφώνου
  - Η συσκευή που μας εξυπηρετεί να έχει όσο χαμηλότερο SAR γίνεται
- Θα πρέπει το αγοραστικό κοινό και ενδεχομένως η Πολιτεία να αναγκάσει τους κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων να σχεδιάσουν προϊόντα με βελτιωμένα ηλεκτρομαγνητικά χαρακτηριστικά, δηλαδή με μικρότερο SAR.
- Η εφαρμογή μαγνητικών δακτυλίων στα hands-free kits έχει ως αποτέλεσμα σχεδόν τον μηδενισμό της ΗΜΑ και κατά την άποψή μου θα πρέπει να γίνει υποχρεωτική. Το κόστος μιας τέτοιας λύσης είναι λίγα μόλις λεπτά του €.