



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΙΝΗΤΩΝ ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΑΠΟ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΕΡΑΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

Φίλιππος Κωνσταντίνου
Καθηγητής ΕΜΠ

ΗΜΕΡΙΔΑ ΕΕΤΤ
30 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ

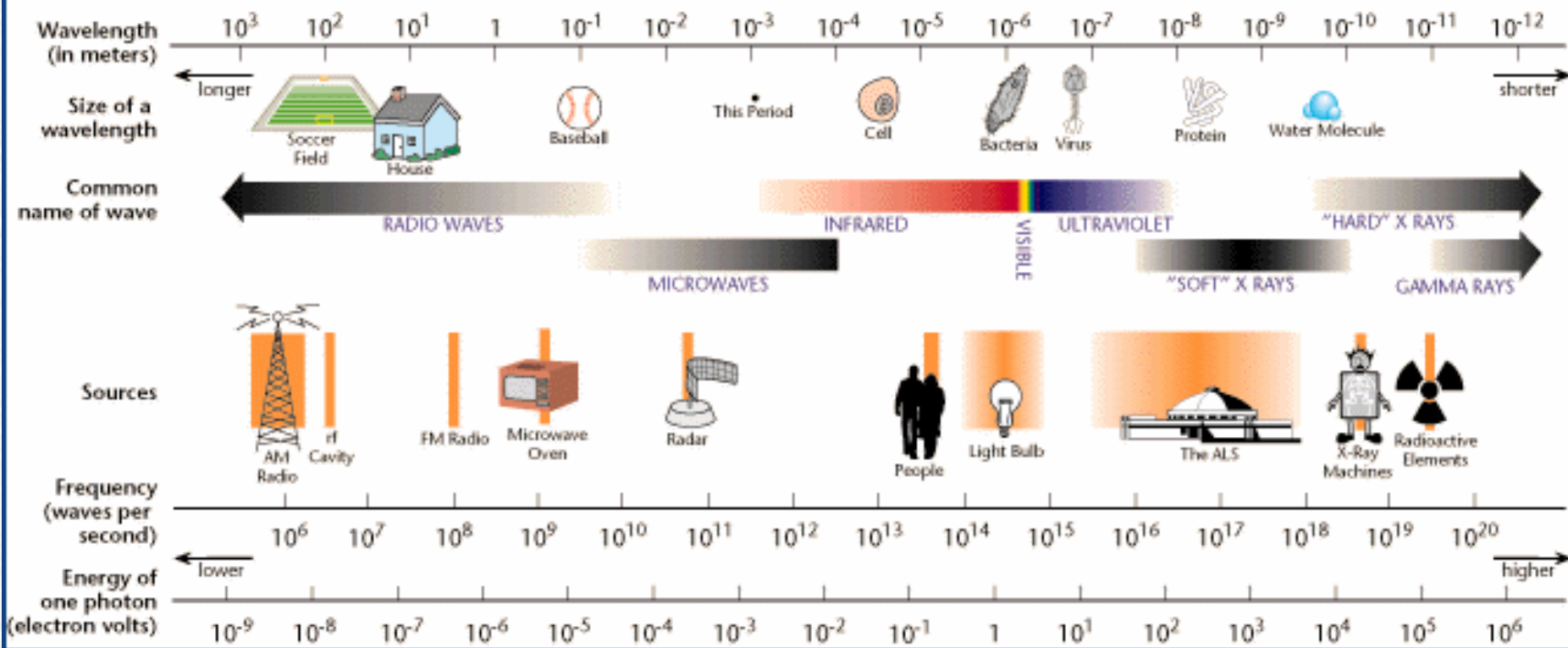


ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

- ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
- ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



Non Ionizing Radiation: $f < 10^6$ GHz
Thermal & Non Thermal Effects

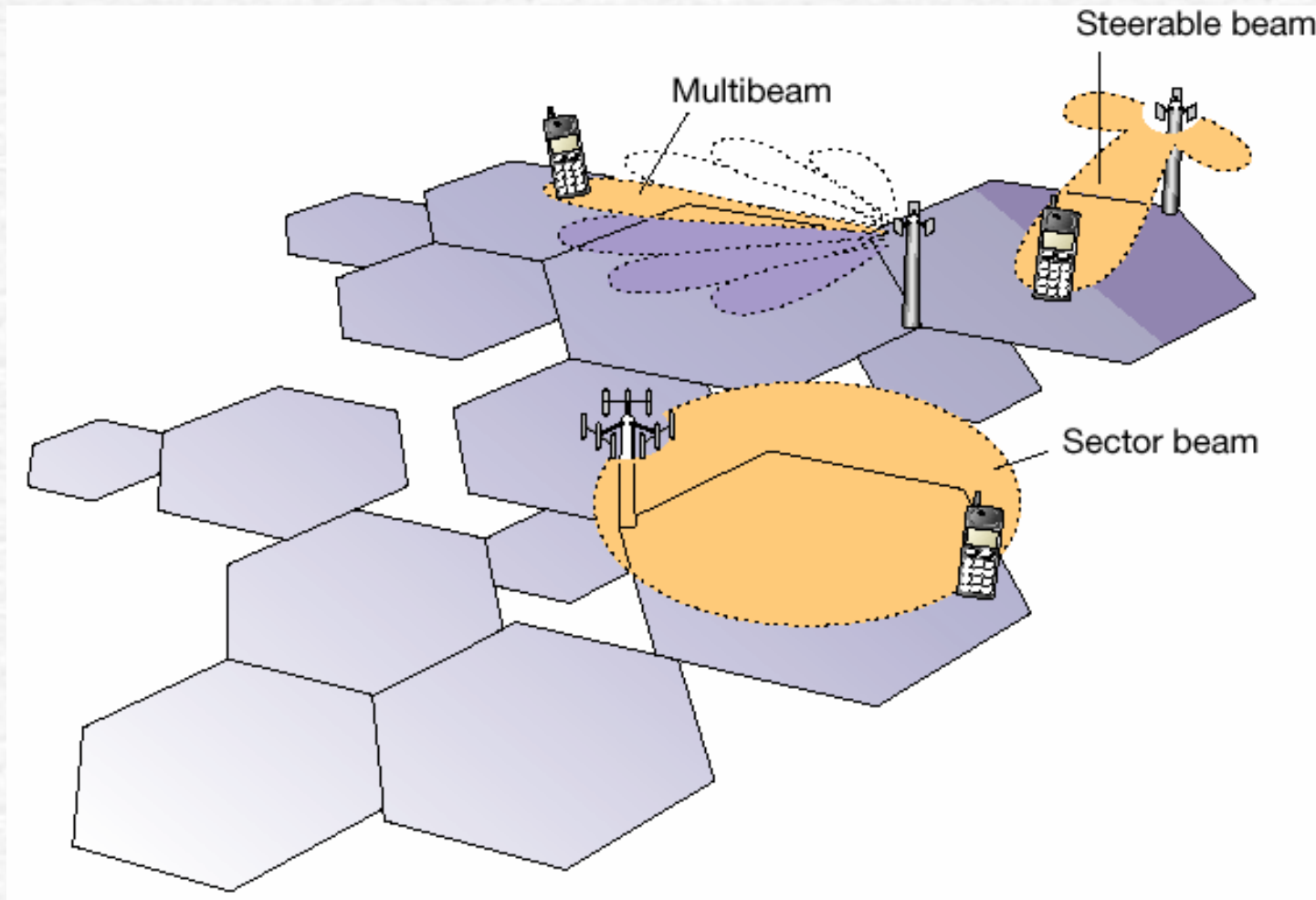
Ionizing Radiation: $f > 10^6$ GHz
Changes in biological structures



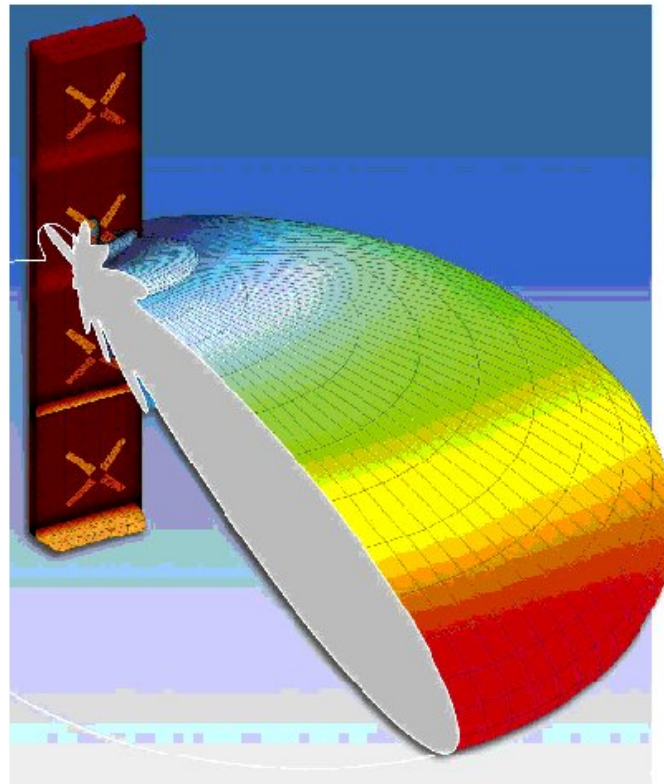
ΠΗΓΕΣ ΜΗ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ



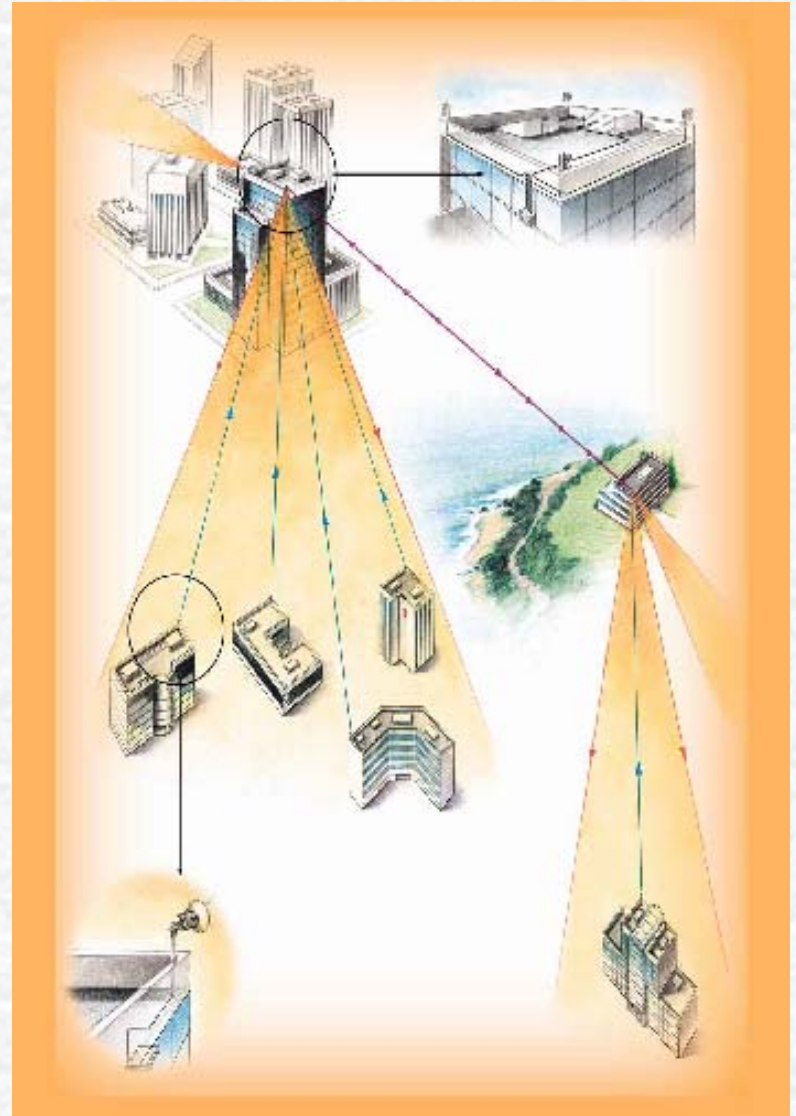
Cellular System Antennas



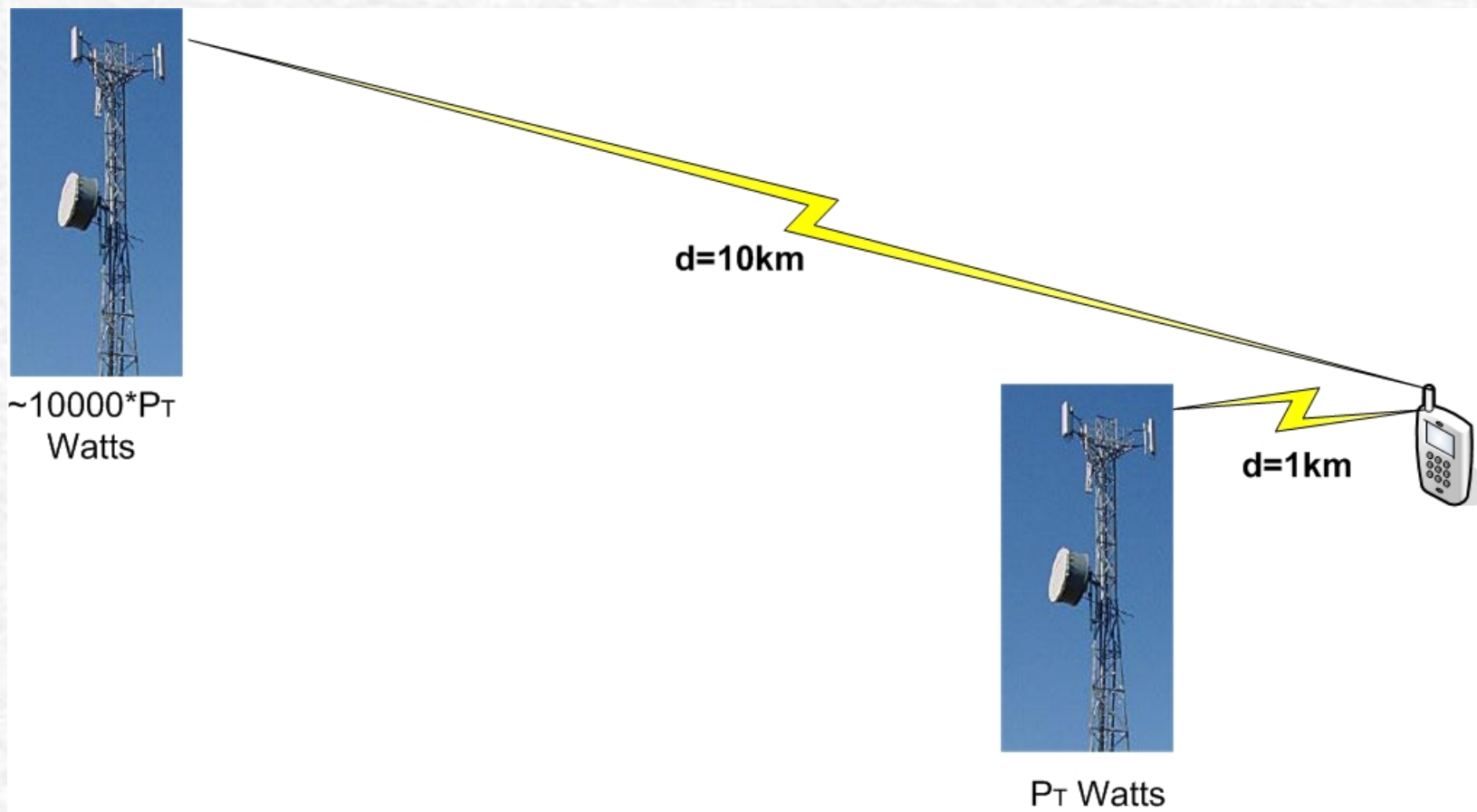
Radiation Pattern



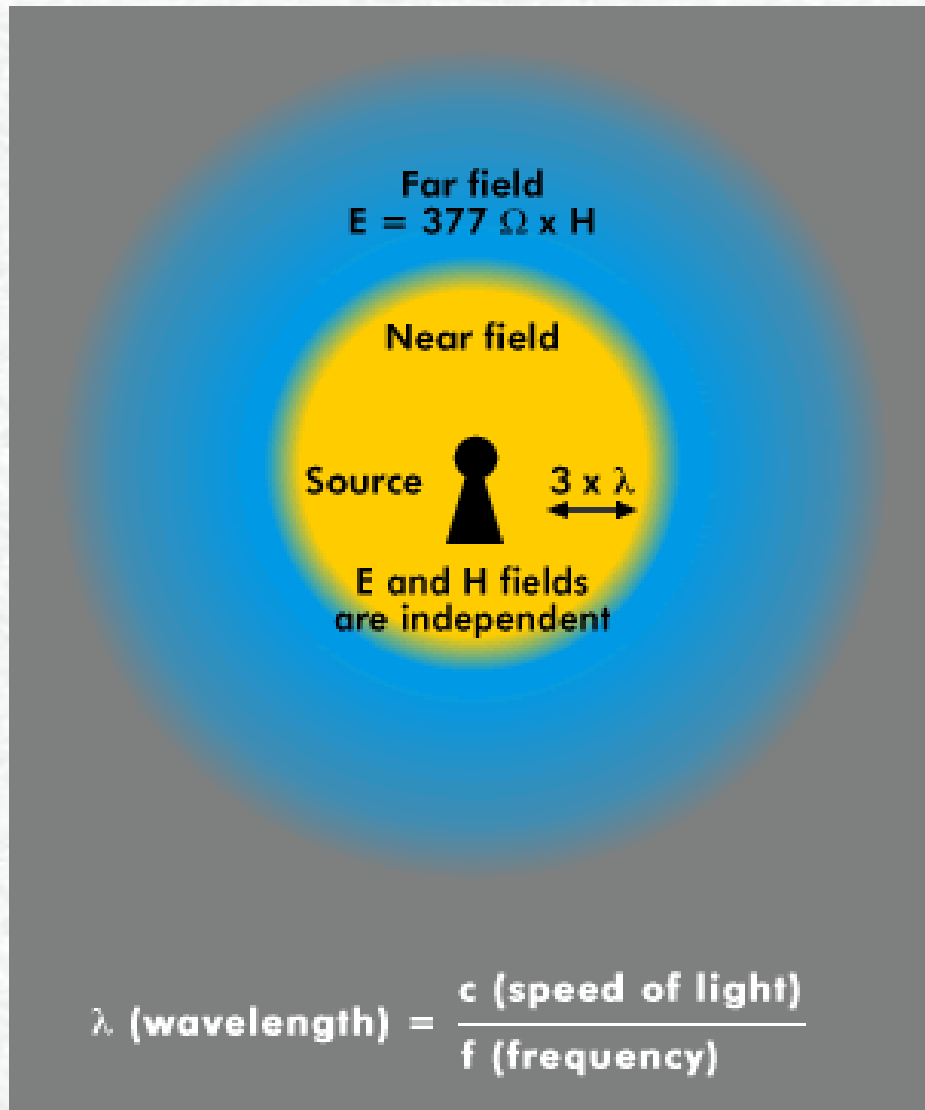
Base Stations



ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ



KONTINO & ΜΑΚΡΙΝΟ ΠΕΔΙΟ



$$F.F. = \frac{2 D^2}{\lambda}$$

900MHz – 7m

1800MHz – 12m



ΜΗ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

- ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ
- ΜΗ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ



ΜΗ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Conclusions (MAY 2006)

Considering the very low exposure levels and research results collected to date, there is no convincing scientific evidence that the weak RF signals from base stations and wireless networks cause adverse health effects.



Reference levels for electric, magnetic and electromagnetic fields

General Public Exposure

Frequency range	E-field strength [V/m]	H-field strength [A/m]	B-field [μT]	S _{eq} [W/m ²]
0 – 1 Hz	-	$3.2 * 10^4$	$4 * 10^4$	-
1 – 8 Hz	10 000	$3.2 * 10^4/f^{1/2}$	$4 * 10^4/f^2$	-
8 – 25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	-
0.025 – 0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8 – 3 kHz	250/f	5	6.25	-
3 kHz – 150 kHz	87	5	6.25	-
0.15 – 1 MHz	87	0.73/f	0.92/f	-
1 – 10 MHz	$87/f^{1/2}$	0.73/f	0.92/f	-
10 – 400 MHz	28	0.073	0.092	2
400 – 2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0073 f^{1/2}$	$0.0046 * f^{1/2}$	$f/200 \times 0.6$
2 – 300 GHz	61	0.16	0.20	10

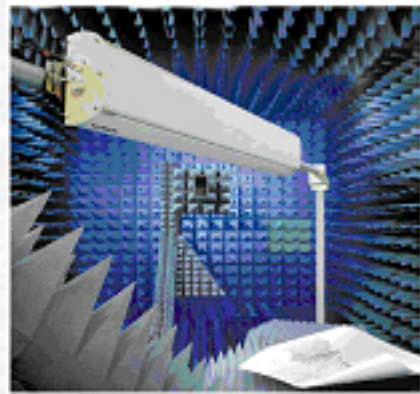


Reference Levels for to Time Varying Electric and Magnetic Fields
Occupational Exposure

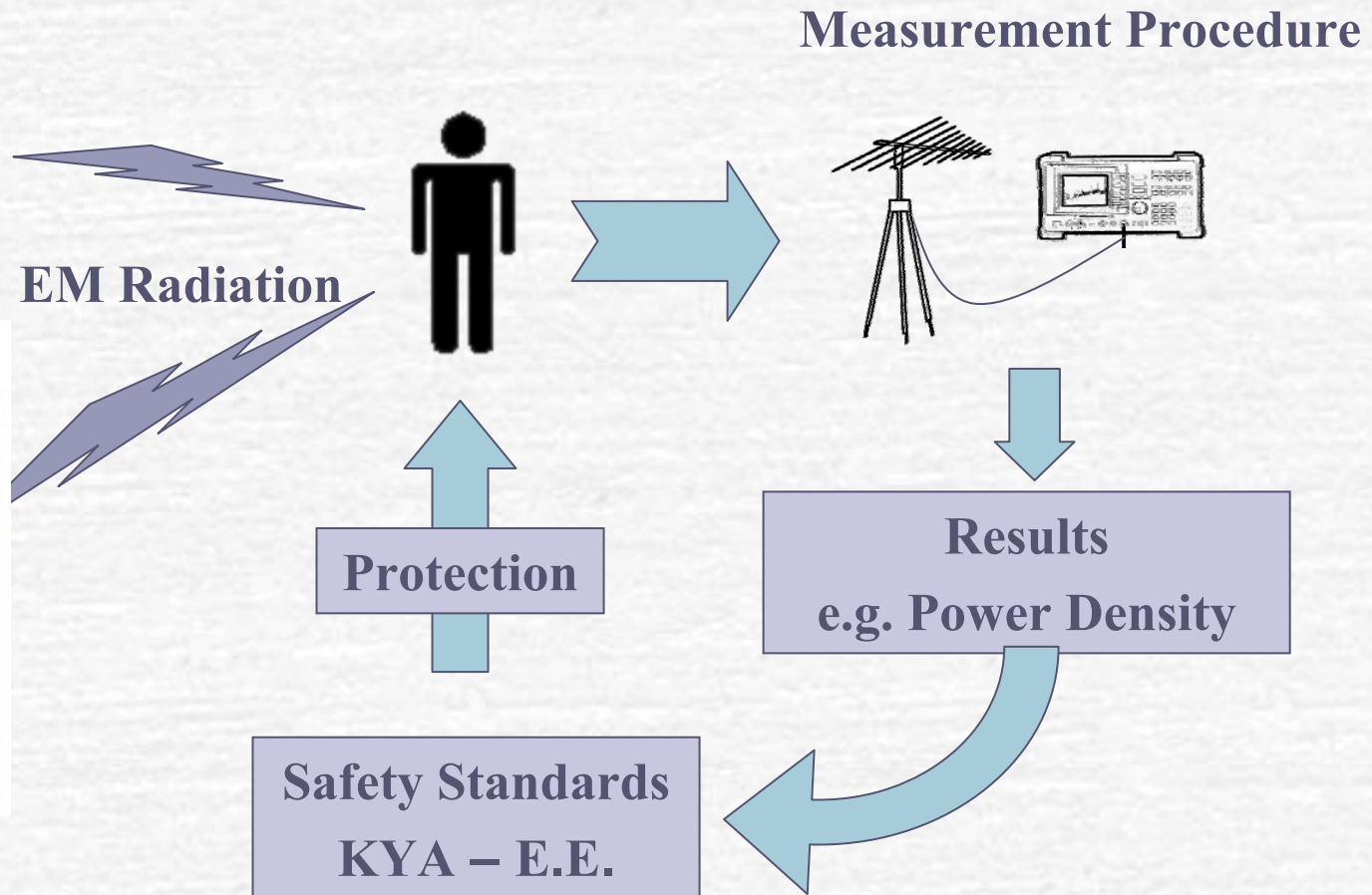
Frequency range	E [V/m]	H [A/m]	B [μ T]	S_{eq} [W/m ²]	I _C [mA]	I _L [mA]
0 - 1 Hz	-	$1.63 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	-	1.0	-
1 – 8 Hz	20 000	$1.63 \cdot 10^5 / f^2$	$2 \cdot 10^5 / f^2$	-	1.0	-
8 – 25 Hz	20 000	$2 \cdot 10^4 / f$	$2.5 \cdot 10^4 / f$	-	1.0	-
0.025 – 0.82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1.0	-
0.82 – 2.5 kHz	610	24.4	30.7	-	1.0	-
2.5 kHz – 65 kHz	610	24.4	30.7	-	0.4 f	-
65 – 100 kHz	610	1600/f	2000/f	-	0.4 f	-
0.1 – 1 MHz	610	1.6/f	2/f	-	40	-
1 – 10 MHz	610/f	1.6/f	2.0/f	-	40	-
10 – 110 MHz	61	0.16	0.2	10	40	100
110 – 400 MHz	61	0.16	0.2	10	-	-
400 – 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008 f^{1/2}$	$0.01 f^{1/2}$	f/40	-	-
2– 300 GHz	137	0.36	0.45	50	-	-



ATC Radar



Mobile Antennas

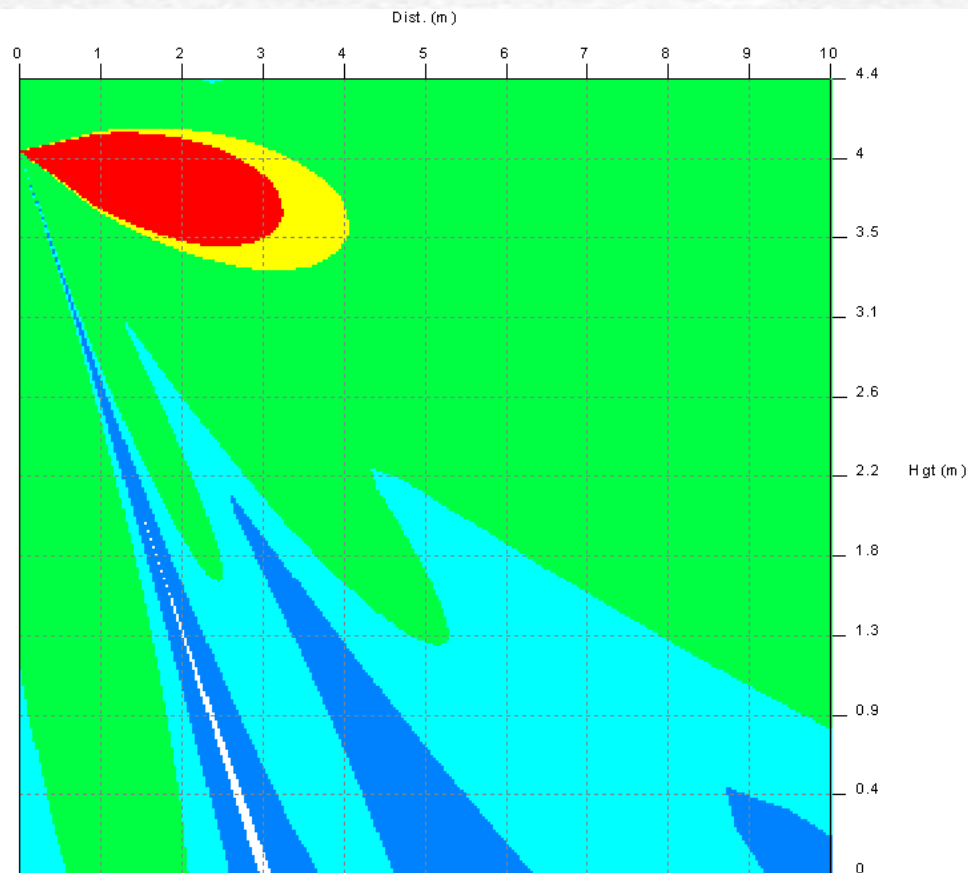








ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

- ECC/REC/(02)04 της CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations), “*Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz)*”
- ETSI TR 100 028 – 1, “*Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 1*”, v1.4.1, December 2001.
- ETSI TR 100 028 – 2, “*Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 2*”, v1.4.1, December 2001.



Απεικόνιση έντασης ηλεκτρικού πεδίου στο κοντινό πεδίο κεραίας GSM – Vertical Plane

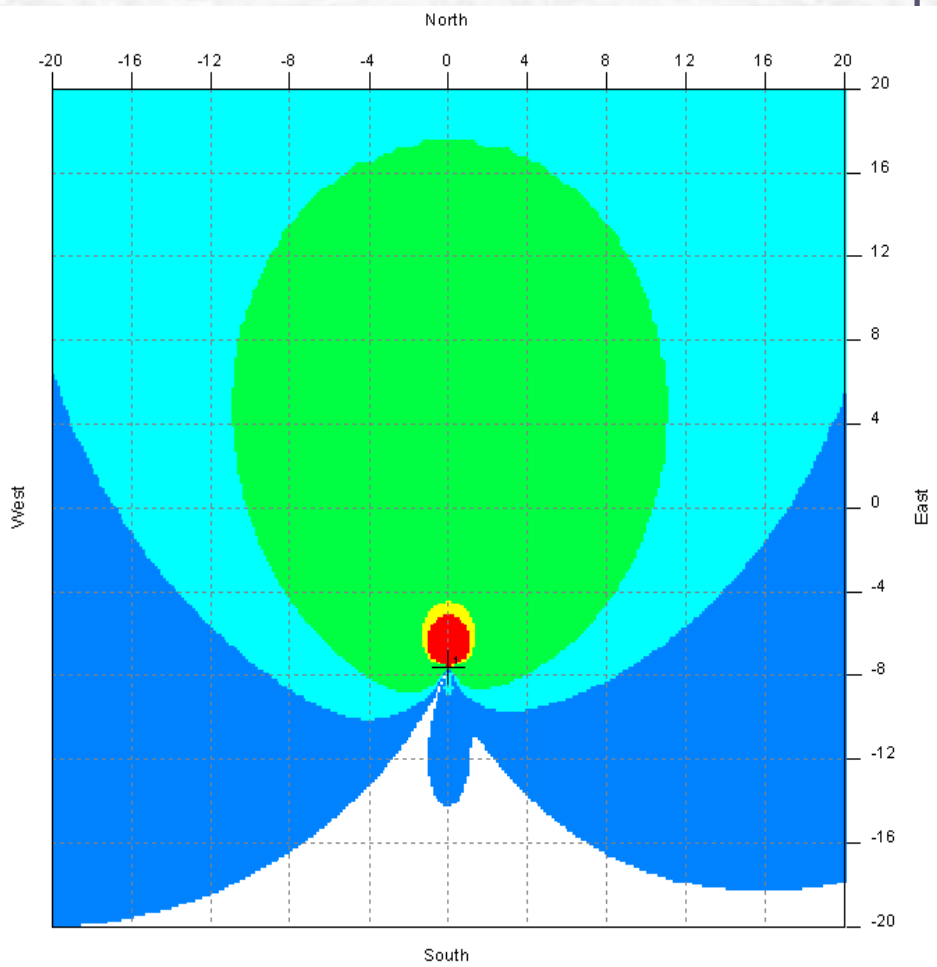


	≥ 42		V/m
	≥ 33.6	< 42	V/m
	≥ 4.2	< 33.6	V/m
	≥ 2.1	< 4.2	V/m
	≥ 0.42	< 2.1	V/m
		< 0.42	V/m

- Το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί σε τιμές έντασης πεδίου πάνω από το όριο
 - Το κίτρινο σε τιμές μέχρι το 80% του ορίου
 - Το πράσινο σε τιμές μέχρι το 10% του ορίου
 - Το γαλάζιο σε τιμές μέχρι το 5% του ορίου
 - Το μπλε σε τιμές μέχρι το 1% του ορίου
 - Το λευκό σε τιμές κάτω από 1% του ορίου
- *Όριο στη ζώνη GSM = 42,4 V/m



Απεικόνιση έντασης ηλεκτρικού πεδίου στο κοντινό πεδίο κεραίας GSM – στο ύψος της κεραίας

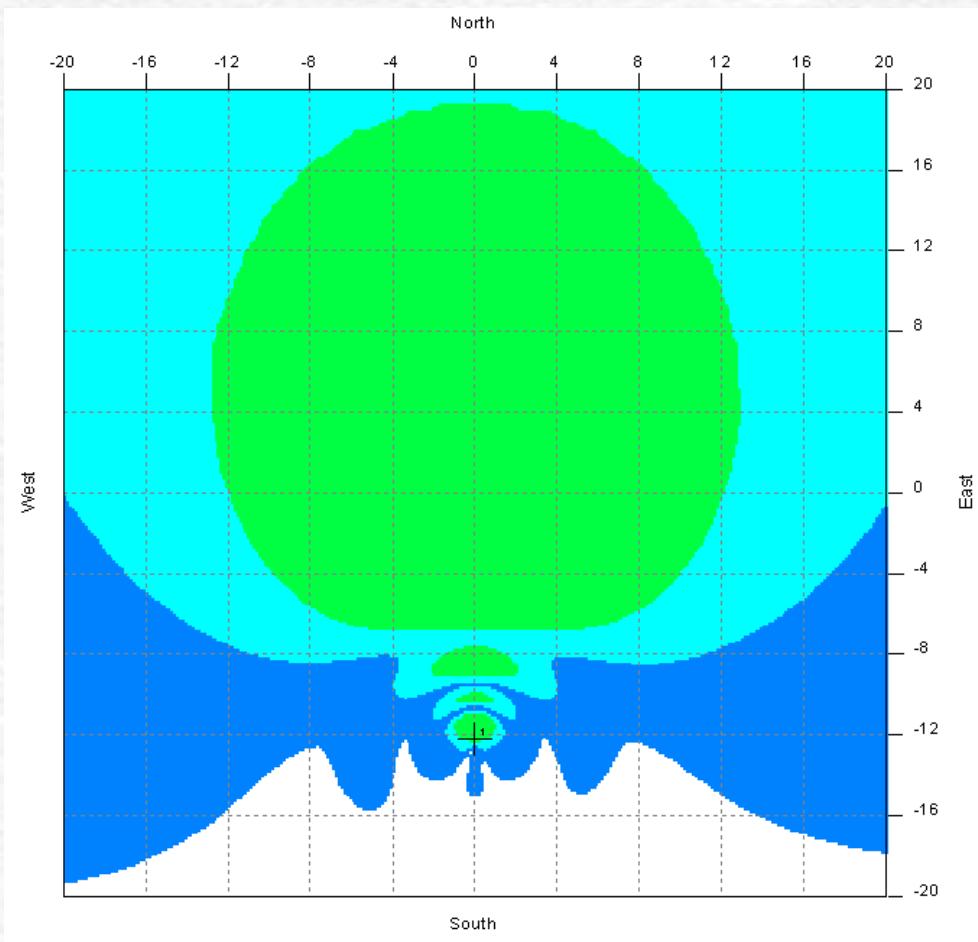


	≥ 42	V/m
	≥ 33.6 < 42	V/m
	≥ 4.2 < 33.6	V/m
	≥ 2.1 < 4.2	V/m
	≥ 0.42 < 2.1	V/m
	< 0.42	V/m

- Το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί σε τιμές έντασης πεδίου πάνω από το όριο
 - Το κίτρινο σε τιμές μέχρι το 80% του ορίου
 - Το πράσινο σε τιμές μέχρι το 10% του ορίου
 - Το γαλάζιο σε τιμές μέχρι το 5% του ορίου
 - Το μπλε σε τιμές μέχρι το 1% του ορίου
 - Το λευκό σε τιμές κάτω από 1% του ορίου
- *Όριο στη ζώνη GSM = 42,4 V/m



Απεικόνιση έντασης ηλεκτρικού πεδίου στο κοντινό πεδίο κεραίας GSM – στο ύψος του ανθρώπινου κεφαλιού

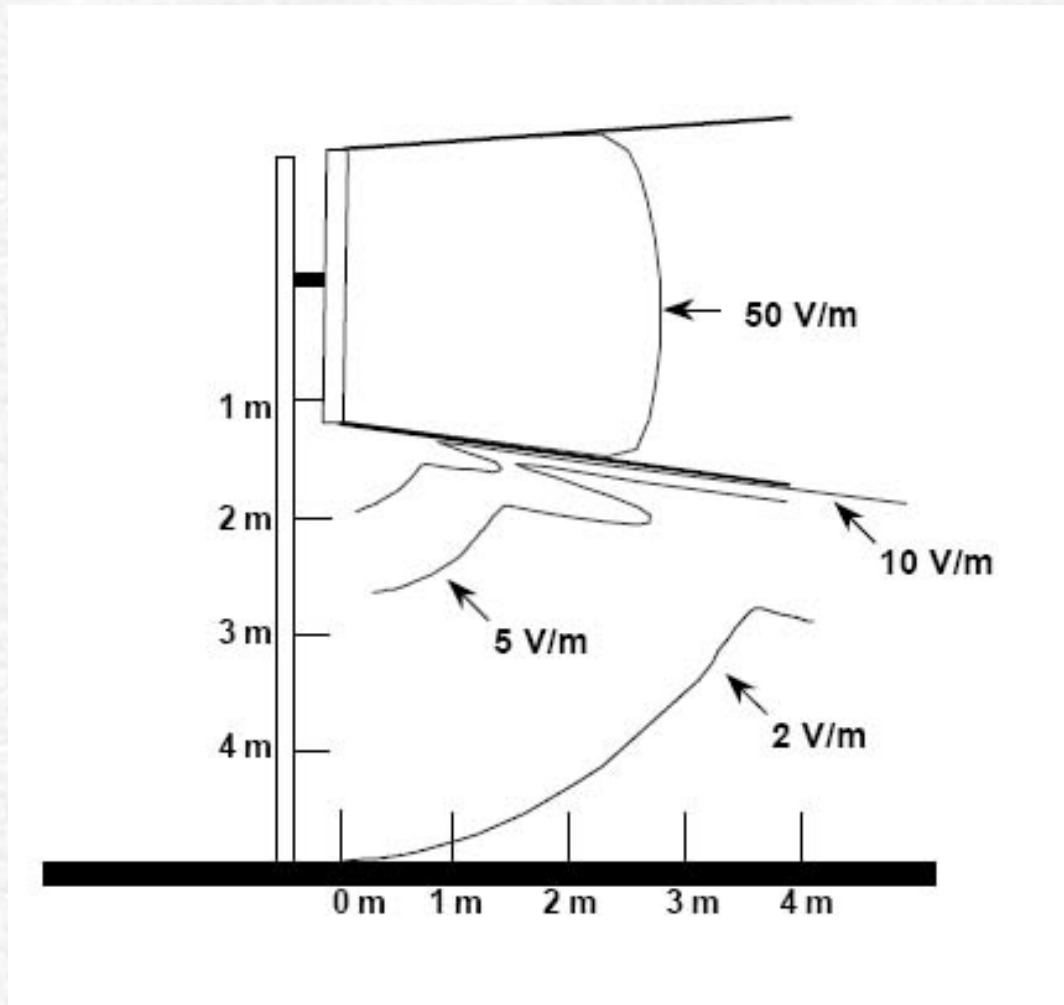


	≥ 42		V/m
	≥ 33.6	< 42	V/m
	≥ 4.2	< 33.6	V/m
	≥ 2.1	< 4.2	V/m
	≥ 0.42	< 2.1	V/m
		< 0.42	V/m

- Το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί σε τιμές έντασης πεδίου πάνω από το όριο
 - Το κίτρινο σε τιμές μέχρι το 80% του ορίου
 - Το πράσινο σε τιμές μέχρι το 10% του ορίου
 - Το γαλάζιο σε τιμές μέχρι το 5% του ορίου
 - Το μπλε σε τιμές μέχρι το 1% του ορίου
 - Το λευκό σε τιμές κάτω από 1% του ορίου
- *Όριο στη ζώνη GSM = 42,4 V/m



Field Strength Levels near BS



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΝΤΑΣΗΣ Η/Μ ΠΕΔΙΟΥ

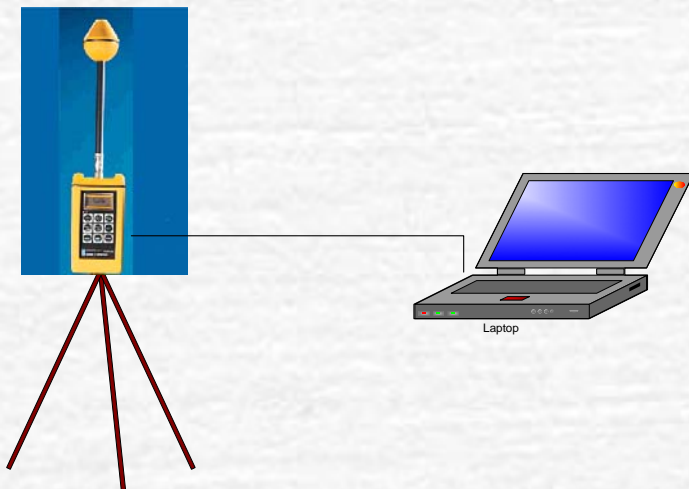
- ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΕΡΑΙΩΝ 1985
- ΔΥΟ ΑΟΡΑΚΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ - ΕΝΑΡΞΗ 2000
- ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΜΗΣ – ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2002 – <http://www.hermes.ntua.gr>
- ΔΙΚΤΥΟ PEDION24 – ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2006 - <http://www.pedion24.ntua.gr>.
- ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΥΠΡΟ ΕΝΑΡΞΗ 2005 - 450X4=2000 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.
- ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ ΑΓΩΝΕΣ 2004 ΣΕ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΟΛΥΜΠΙΑΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΑΘΗΝΑ-ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ-ΒΟΛΟ-ΠΑΤΡΑ
- ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε - ΧΩΡΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



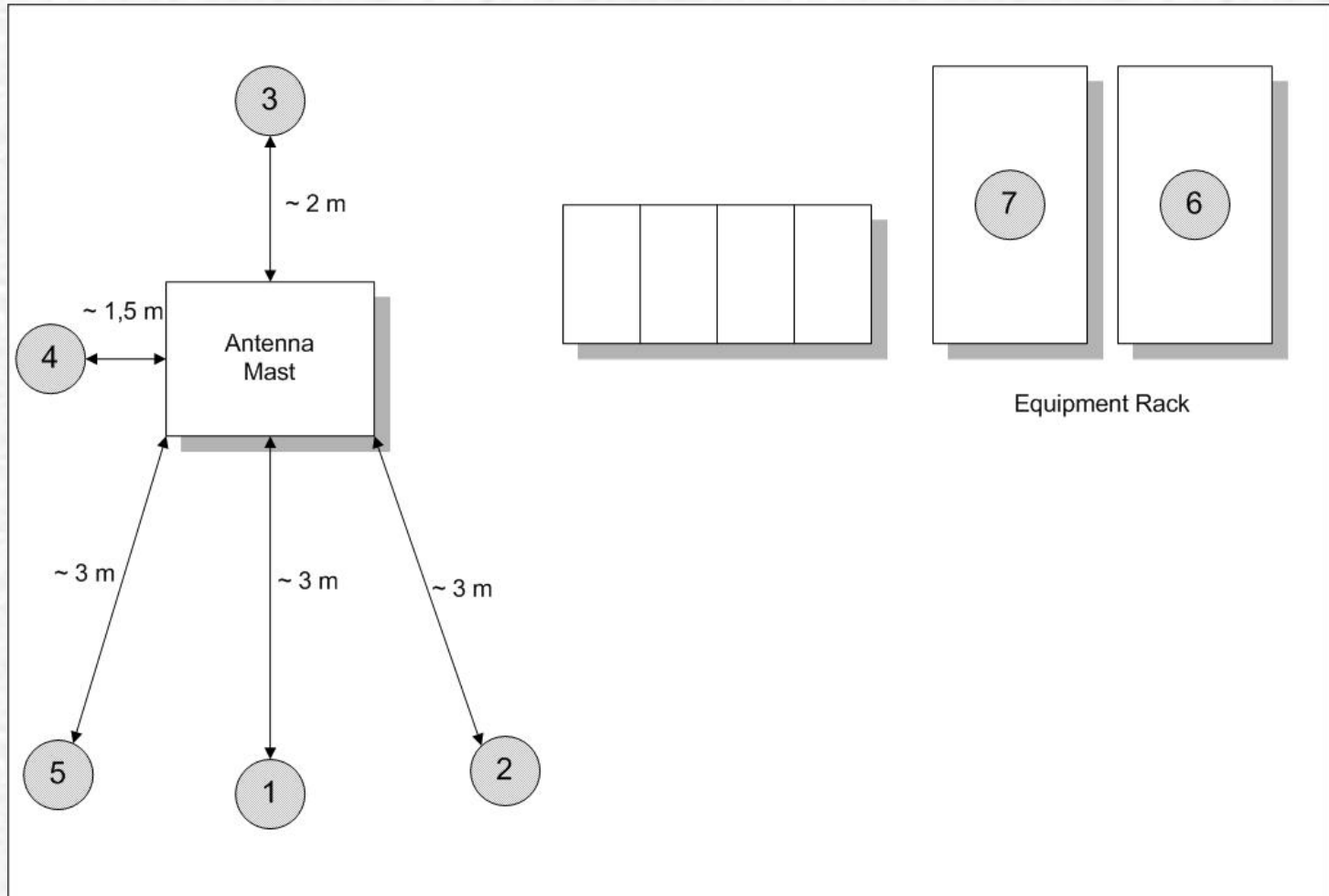
Base Station Antennas



Radiation meter



Measurement locations (Rooftop)

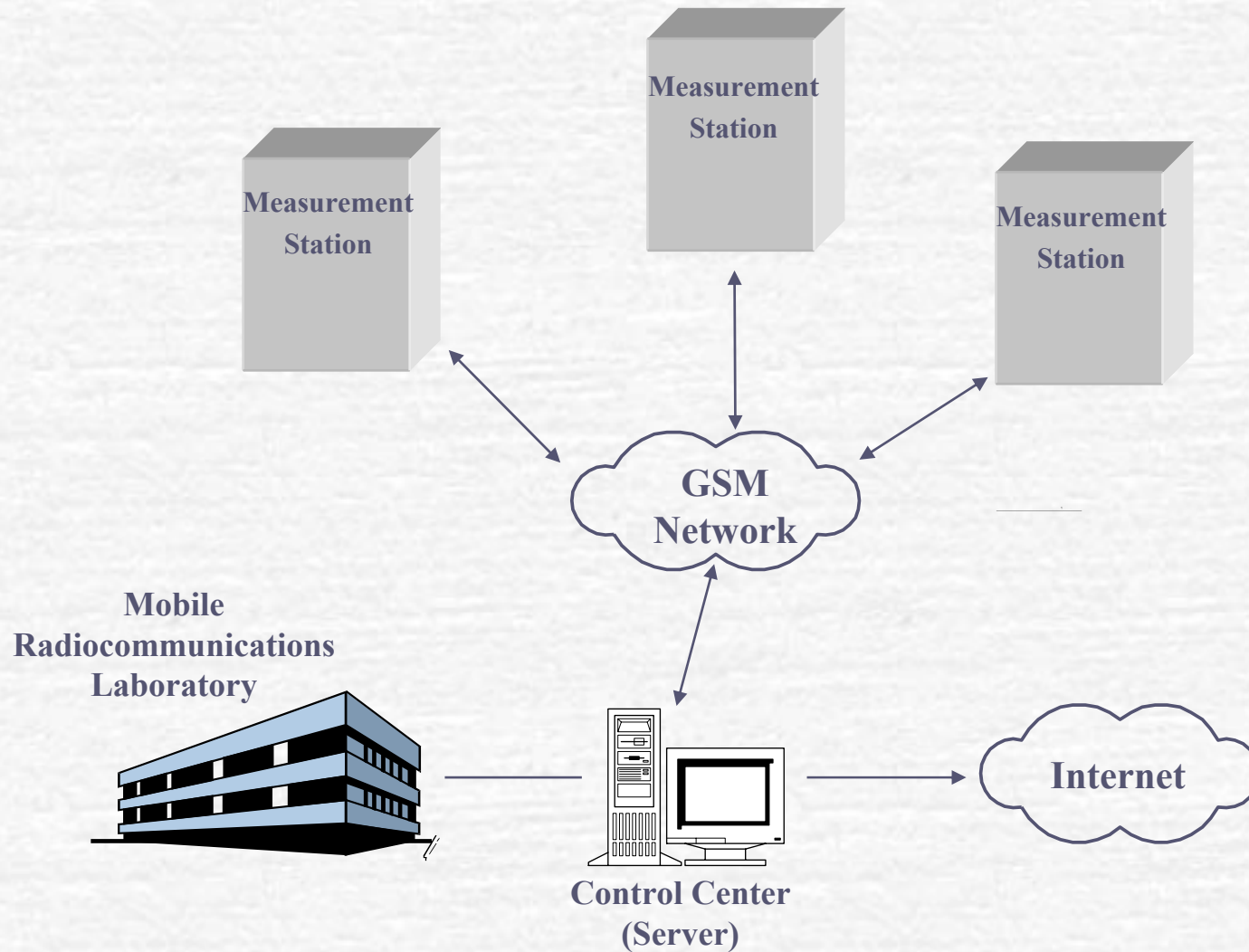


Measurement Results

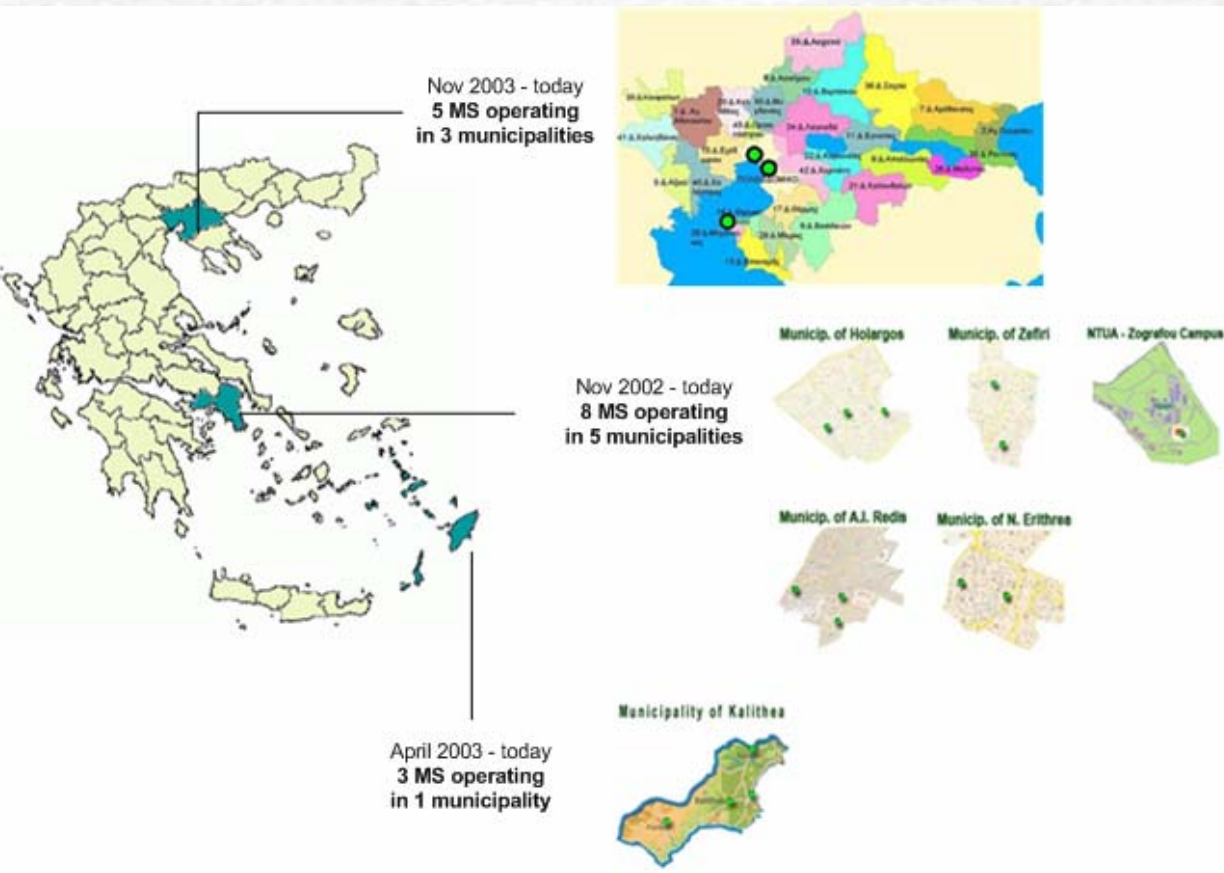
Measurement location	Electric Field Strength [V/m]	Times above(+) / below(-) limits
1	1.90	- 32
2	1.59	- 38
3	1.61	- 38
4	2.10	- 29
5	1.61	- 38
6	2.98	- 20
7	1.53	- 40



“Hermes” Monitoring Network



ΔΙΚΤΥΟ ΕΡΜΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2006



→ 19 ΣΗΜΕΙΑ
ΜΕΤΡΗΣΗΣ –ΑΤΤΙΚΗ

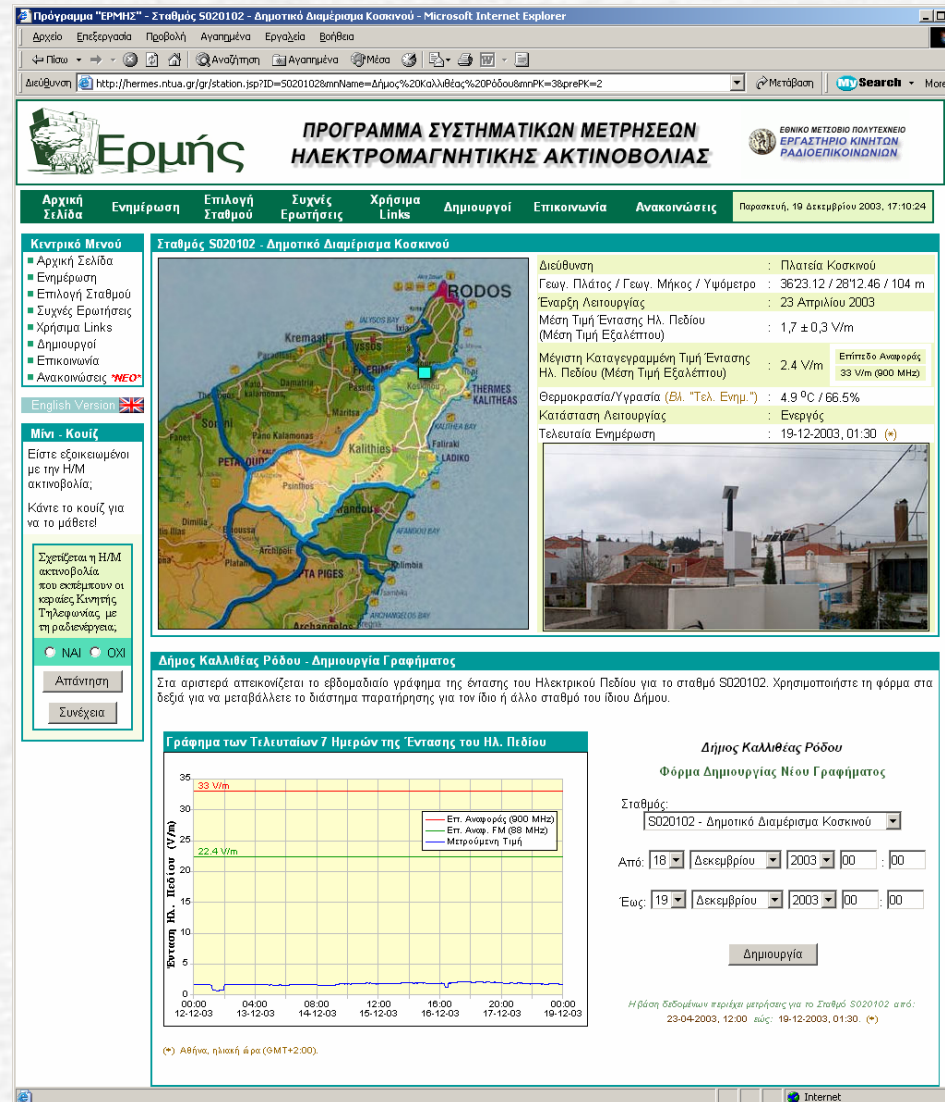
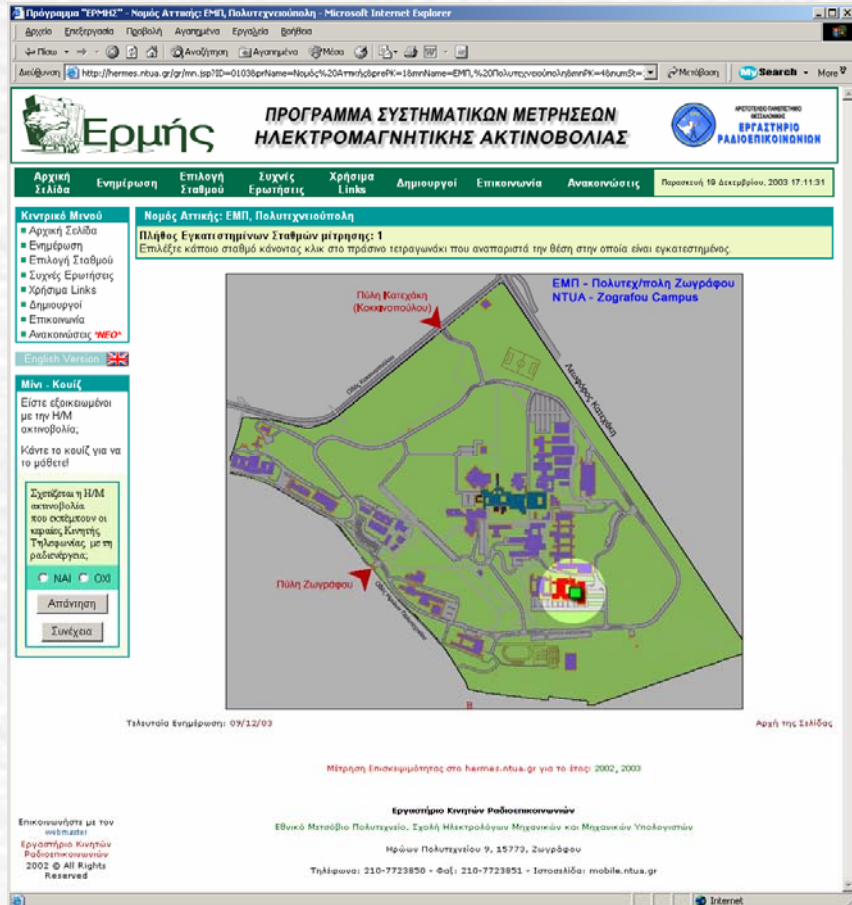
→ 10 ΣΗΜΕΙΑ
ΜΕΤΡΗΣΗΣ -
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

→ 2 ΚΕΝΤΡΑ
ΕΛΕΓΧΟΥ

→ ΑΡΙΘΜΟΣ
ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕΧΡΙ
ΣΗΜΕΡΑ **5,000,000**



<http://www.hermes-program.gr>



Network Measurements (I)



(1) Continuous Broadband
electric field measurements (100
KHz – 3 GHz)

(2) Continuous Frequency
Selective electric field
measurements
100 KHz – 3 GHz
GSM 900, GSM 1800 + UMTS



Network Measurements (II)



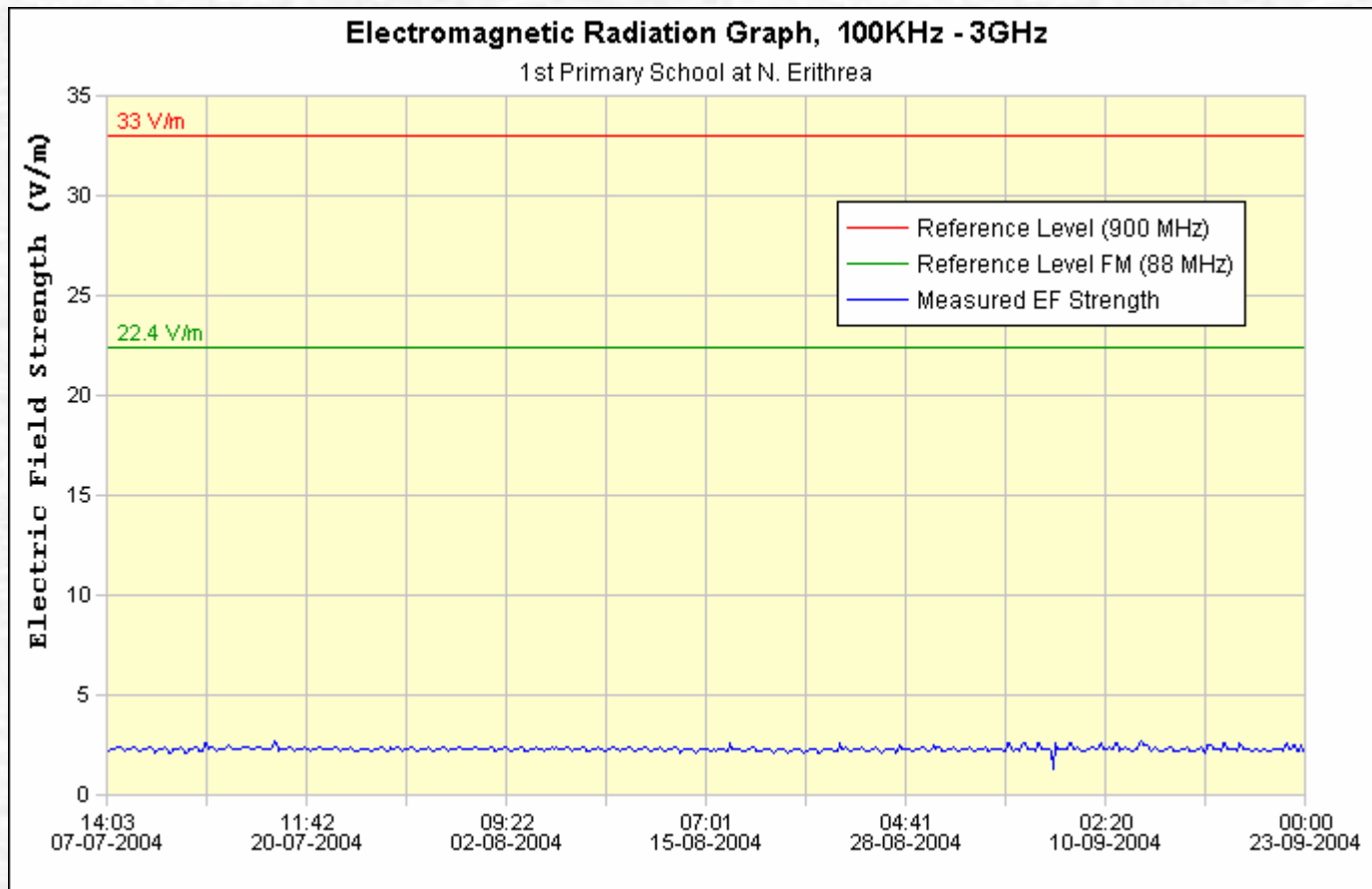
(3) Frequency Selective power density / electric field strength measurements

20 MHz – 3 GHz with a Spectrum Analyser every 6 months



Measurement Results (I)

*Broadband electric field measurements (100 KHz – 3 GHz)
updated every day*

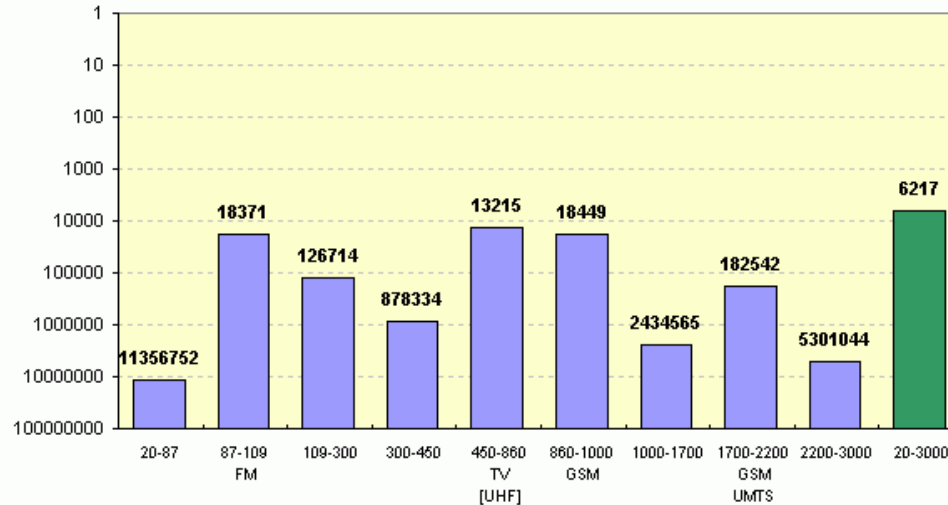


Measurement Results (III)

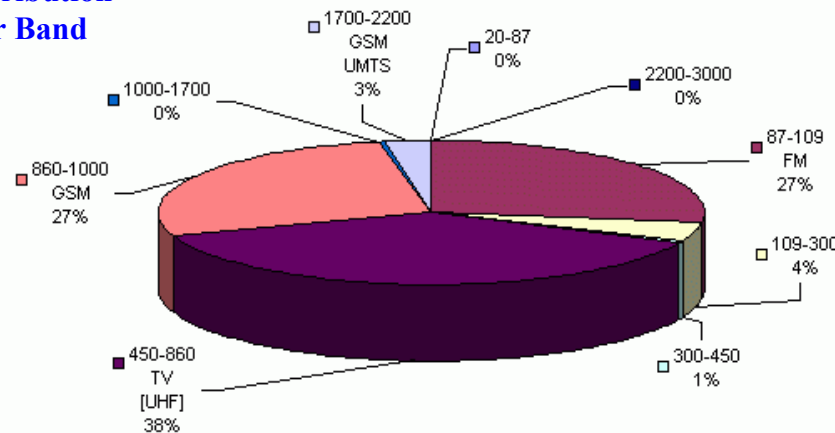
Frequency Selective measurements 20 MHz – 3 GHz with a Spectrum Analyser

(every 6 months)

Power Density
Times Below Limits



Contribution
Per Band



PEDION24 – ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2005

www.πεδίων24.ntua.gr

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΙΝΗΤΩΝ
ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΑΡΧΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

πεδίων24 Πρόγραμμα Συνεχών Μετρήσεων Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας

Αρχική σελίδα

Το πρόγραμμα **pedion24**, που αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου έχει σκοπό τη συνεχή καταγραφή των επιπέδων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων δημοσιεύονται καθημερινά στην παρούσα ιστοσελίδα.



Οι νομοί που έχουν εγκατεστημένους σταθμούς του **pedion24** είναι χρωματισμένοι με **πράσινο**. Κάνοντας κλικ πάνω τους μπορείτε να δείτε τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Εργαστήριο Κινητών Ραδιοεπικοινωνιών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχ. Υπολογιστών
Οι σταθμοί μέτρησης είναι μια συγενική χορηγία της COSMOTE

- Έναρξη λειτουργίας:
02/2006

- 16 εγκατεστημένοι
σταθμοί μέτρησης σε
όλη την Ελλάδα

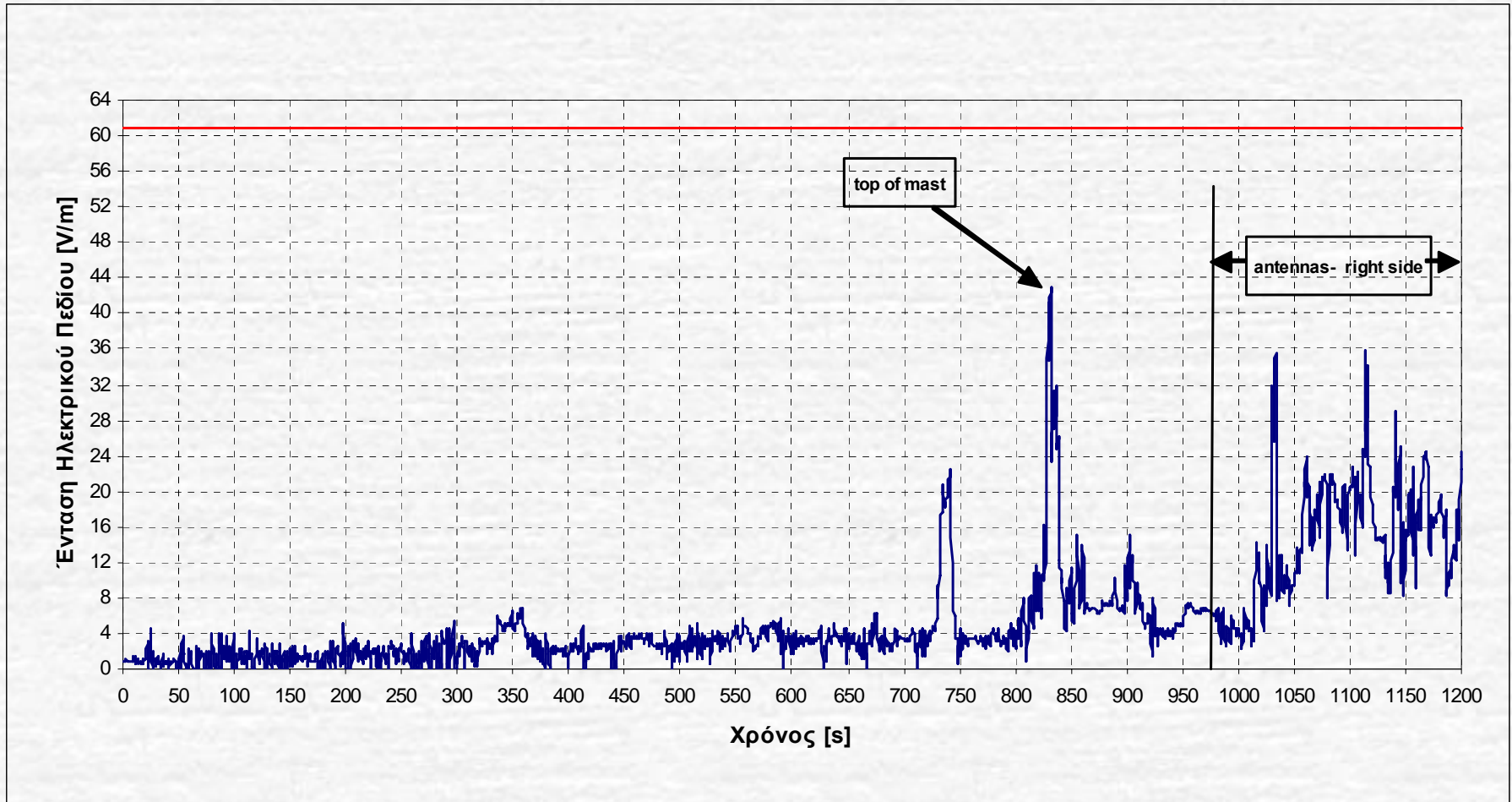
- ΑΡΙΘΜΟΣ
ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕΧΡΙ
ΣΗΜΕΡΑ: **500 000**



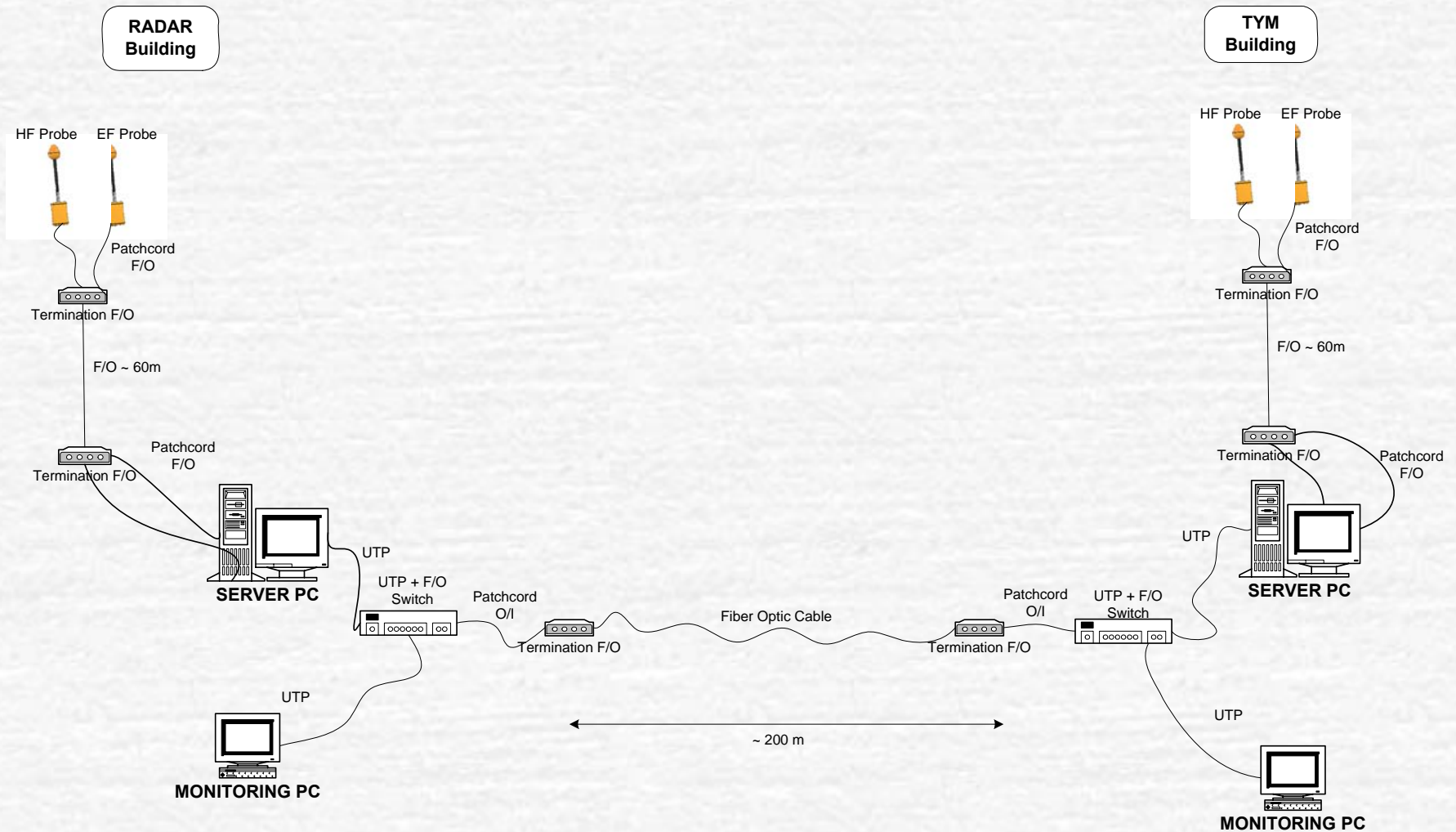
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ



ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ



“Imittos” Monitoring Network



“Imittos” Measurement Sites

T.YM. Building



RADAR Building



“Imittos” Control & Monitoring Center



ΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΕΡΑΙΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- ΥΓΕΙΑ
- ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
- ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
- ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
- ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

