

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΡΑΔΙΟΕΚΠΟΜΠΩΝ
ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΚΕΡΑΙΩΝ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

(Άρθρο 5, παρ. 1, της Κ.Υ.Α. με αριθ. 53571/3839, Φ.Ε.Κ. 1105/Β/6-9-2000)

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν υπόδειγμα τεχνικής μελέτης περιλαμβάνει μεθόδους υπολογισμού των εκπεμπόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων από :

- κεραιές που χρησιμοποιούνται σε επίγειους δορυφορικούς σταθμούς και συνήθως είναι κάτοπτρα παραβολικής επιφάνειας και ονομάζονται κεραιές ανακλαστήρα (ή aperture antennas)
- μικροκυματικές κεραιές – ζεύξεις που κυρίως είναι κάτοπτρα κυκλικής διατομής και χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας για συνδέσεις σημείων (point to point microwave radio antennas).

Η μέθοδος που θα παρουσιαστεί αμέσως παρακάτω βασίστηκε σε μεθόδους που έχουν περιγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία καθώς και σε δημοσιευμένες μετρήσεις και σε μετρήσεις που έχει εκπονήσει η υπηρεσία μας στα είδη κεραιών που προαναφέρθηκαν. Πρέπει να τονιστεί πως στα υπό εξέταση είδη κεραιών η δέσμη ακτινοβολίας είναι υπερκατευθυντική και η διεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας είναι εξαιρετικά απίθανο να συναντά σημεία προσιτά στο γενικό πληθυσμό, δεδομένου του ότι πιθανή παρεμβολή φυσικού ή τεχνητού εμποδίου καθιστά τη ζεύξη προβληματική.

B. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ Η/Μ ΠΕΔΙΩΝ

Στη μέθοδο που θα παρουσιαστεί για τον υπολογισμό των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και των μεγεθών έκθεσης που αναφέρονται στην κείμενη νομοθεσία γίνεται διάκριση της περιοχής έκθεσης στο εγγύς πεδίο, στη μεταβατική περιοχή και στην περιοχή του

μακρινού πεδίου. Πιο συγκεκριμένα, με τη μέθοδο που θα παρουσιαστεί γίνεται εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος κατά μήκος του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας και κατόπιν σε σημεία εκτός του άξονα αυτού.

- **Εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος κατά μήκος του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας**

1) Περιοχή εγγύς πεδίου (near field region)

Το εγγύς πεδίο θεωρείται ότι εκτείνεται από το κέντρο της κεραίας μέχρι την απόσταση :

$$R_{nf} = \frac{D^2}{4\lambda}$$

Στην περιοχή αυτή και εντός του κυλίνδρου που ορίζεται με βάση τον κύκλο με διάμετρο την διάμετρο της κεραίας και άξονα τον άξονα μέγιστης ακτινοβολίας , η πυκνότητα ισχύος θεωρείται ότι παραμένει σταθερή και ότι λαμβάνει τη μέγιστη δυνατή τιμή που είναι η εξής:

$$S_{nf} = \frac{16 \cdot P_{in}}{\pi \cdot D^2}$$

όπου D η διάμετρος της κεραίας, λ το μήκος κύματος και P_{in} η μέγιστη ισχύς στην είσοδο της κεραίας.

Στην παραπάνω σχέση έχει γίνει η πολύ αυστηρή παραδοχή ότι ο συντελεστής απόδοσης της κεραίας είναι 1, δηλαδή πως η ενεργή επιφάνεια της κεραίας είναι ίση με την πραγματική (φυσική) της επιφάνεια. και άρα γίνεται η θεώρηση πως το κέρδος της κεραίας είναι ίσο με :

$$G = \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

2) Μεταβατική περιοχή (transition region)

Η μεταβατική περιοχή είναι αυτή που εκτείνεται από το τέλος της περιοχής του εγγύς πεδίου μέχρι την αρχή της περιοχής του μακρινού πεδίου. Στην περιοχή αυτή, η πυκνότητα ισχύος μεταβάλλεται με το αντίστροφο της απόστασης σε αντίθεση με την

περιοχή του μακρινού πεδίου, όπου η πυκνότητα ισχύος μεταβάλλεται με το αντίστροφο του τετραγώνου της απόστασης.

Η μεταβατική περιοχή εκτείνεται από την απόσταση R_{nf} μέχρι την απόσταση R_{ff} , όπου :

$$R_{ff} = \frac{2 \cdot D^2}{\lambda}$$

Εντός της περιοχής αυτής η πυκνότητα ισχύος δίνεται από τον τύπο :

$$S_t = \frac{S_{nf} R_{nf}}{R}, R_{nf} \leq R \leq R_{ff}$$

όπου S_t : η πυκνότητα ισχύος στην μεταβατική περιοχή σε σημείο που απέχει απόσταση R από το κέντρο της κεραίας

S_{nf} : η μέγιστη πυκνότητα ισχύος στην περιοχή του κοντινού πεδίου

R_{nf} : η απόσταση στην οποία εκτείνεται το κοντινό πεδίο

R : η απόσταση του σημείου υπολογισμού

3) Περιοχή μακρινού πεδίου (far field region)

Ο υπολογισμός του μεγέθους της πυκνότητας ισχύος S που εκπέμπεται γίνεται με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$S_{ff} = \frac{P_{in} \cdot G}{4\pi R^2}$$

όπου

- S_{ff} : η πυκνότητα ισχύος, σε W/m^2 ,
- P_{in} : η μέγιστη ισχύς στην είσοδο της κεραίας σε Watt,
- G : το κέρδος της κεραίας στην κατεύθυνση ενδιαφέροντος (εκφρασμένο σε dbi), όπου :

$$G = 10^{\frac{dBi}{10}}$$

- R : η απόσταση από το κέντρο της κεραίας της θέσης υπολογισμού της ισχύος ακτινοβολίας, σε m (για αποστάσεις μεγαλύτερες από R_{ff})

- **Εκτίμηση της πυκνότητας ισχύος σε περιοχές εκτός του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας**

1) Για την περιοχή του κοντινού πεδίου και την μεταβατική περιοχή, η πυκνότητα ισχύος σε σημεία εκτός του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας που απέχουν από αυτόν απόσταση τουλάχιστον μια διάμετρο της υπό εξέταση κεραίας, υπολογίζεται αντίστοιχα από τους προαναφερθέντες τύπους για σημεία επί του άξονα μέγιστης ακτινοβολίας στην ίδια απόσταση από το κέντρο της κεραίας, μειώνοντας την υπολογιζόμενη τιμή κατά ένα παράγοντα 100 (-20 dB).

2) Για την περιοχή του μακρινού πεδίου, η πυκνότητα ισχύος σε ένα συγκεκριμένο

σημείο υπολογίζεται από τον τύπο
$$S = \frac{P \cdot G(\theta)}{4\pi R^2},$$

όπως προκύπτει από το διάγραμμα μεταβολής της απολαβής $G(\theta)$ ως προς ιστροπικό ακτινοβολητή, για την γωνία θ που σχηματίζει η ημιευθεία από το κέντρο της κεραίας έως το σημείο για το οποίο γίνεται ο υπολογισμός, με τον άξονα μέγιστης ακτινοβολίας. Το μέγεθος $G(\theta)$ δίνεται από τα διαγράμματα του κατασκευαστή της κεραίας ή από εκφράσεις της περιβάλλουσας του διαγράμματος απολαβής από συστάσεις διεθνών οργανισμών (όπως οι ITU-R S.580-5 και ITU-R S.465-5).

Η πιο συνήθης και η πιο κοινά αποδεκτή έκφραση είναι η κάτωθι:

$$G(\theta) = 32 - 25 \log \vartheta dB_i, 1^\circ \leq \vartheta \leq 48^\circ$$

$$G(\theta) = -10 dB_i, 48^\circ \leq \vartheta \leq 180^\circ$$

Γ. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΕΠΙΓΕΙΟΥ ΔΟΥΦΟΡΙΚΟΥ Η ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΑΛΛΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΕΝΤΟΣ 50 ΜΕΤΡΩΝ: ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΜΕ ΟΡΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Στην περίπτωση εγκατάστασης και άλλων σταθμών κεραιών εντός 50 μέτρων, πρέπει να εφαρμόζεται ο έλεγχος του Άρθρου 4 της Κ.Υ.Α. (Φ.Ε.Κ., Αρ. 1105, Τεύχος Δεύτερο, 6 Σεπτεμβρίου 2000).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1) N. Kuster, Q. Balzano and J. C. Lin (Editors), “Mobile Communications Safety”, Chapman and Hall, London, 1997.
- 2) Ι. Φικιώρης, “Εισαγωγή εις την θεωρίαν των κεραιών και την διάδοσιν ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων”, Αθήνα 1987
- 3) Federal Communications Commission (FCC), OET 65: “Evaluating Compliance with FCC Guidelines for human exposure to radio frequency electromagnetic fields”, Edition 97-01, August 1997.
- 4) W.W. Mumford, “Some technical aspects of microwave radiation hazards”, Proc. IRE, Vol.49, pp. 427-447, 1961.
- 5) R. Kitchen, RF Radiation Safety Handbook, Butterworth – Heinemann, 2000.