

Research for Rain Attenuation in Aegean Archipelagos at Microwave Frequencies

A.P. Mitropoulos⁽¹⁾, E.A. Karagianni⁽²⁾, C.N. Vazouras⁽²⁾, E.H. Papageorgiou⁽³⁾, H.E. Nistazakis⁽⁴⁾

⁽¹⁾ *Hellenic Navy (Ensign), Greece*

⁽²⁾ *Hellenic Naval Academy, Department of Naval Sciences, Section of Battle Systems, Naval Operations, Sea Studies, Navigation, Electronics and Telecommunications, Greece*

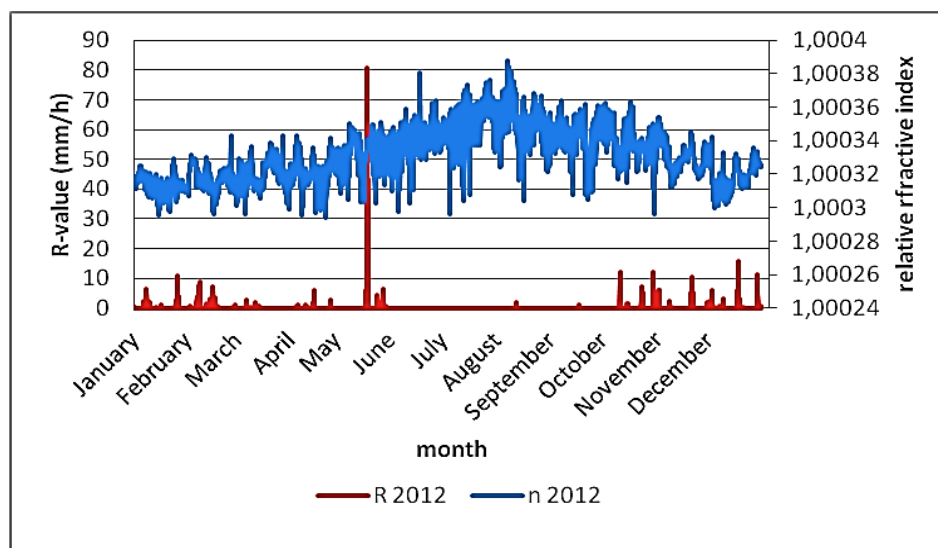
⁽³⁾ *Hellenic Naval Academy, Department of Naval Sciences, Section of Mathematics, Greece*

⁽⁴⁾ *Faculty of Physics, Department of Electronics, Computers, Telecommunications and Control, University of Athens, Hellas*

Despite the fact that many fiber optic cable links have been installed in Greece, terrestrial or satellite microwave links play an important role in providing communication access to remote areas. The fast growth in telecommunications, increased demand for bandwidth, congestion in lower frequency bands and miniaturization of communication equipment have forced the designers to employ higher frequency bands such as C (4 to 8 GHz) to V (40 to 75 GHz) bands. Rain is the most important factor for signal propagation deterioration in these frequencies. The contribution of rain attenuation to the quality of signal in these bands, have been studied. The aims of this research were to estimate the magnitude of rain attenuation using the ITU-R model, carry out link performance analysis, and then propose reasonable, adequate fade margins that need to be applied for all provinces in Greece.

By utilizing meteorological data such as relative humidity, temperature, pressure, rain rate and precipitation duration at several stations in Aegean Archipelagos from many recent years, we have already studied the effect of the weather on Electromagnetic wave propagation, statistically. Almost all rain attenuation prediction methods require one-minute integration time rain rate values. However, in our case, 12-hourly instances data are used. Various models for conversion into (1-min) rainfall statistics, based on either equal rainfall rate or equal probability approach have been used. The difficulty with such techniques is that they usually require 1-min measured data to estimate the regression coefficients, which consequently are location-specific.

The main goal is to determine the attenuation level for microwave links based on local rainfall data for various sites in Greece (L-zone), namely Aegean Archipelagos, with a view on improved accuracy as compared with more generic zone data available. Measurements of rain attenuation for a link in the S or X-band should be carried out to compare the data with prediction based on the standard ITU-R method.



Έρευνα Εξασθένησης Βροχής στο Αιγαίο Πέλαγος για Μικροκυματικές Ζεύξεις

A. Π. Μητρόπουλος⁽¹⁾, Ε. Α. Καραγιάννη⁽²⁾, Χ. Ν. Βαζούρας⁽²⁾, Ε. Χ. Παπαγεωργίου⁽³⁾, Ε. Ε. Νισταζάκης⁽⁴⁾

⁽¹⁾ *Μάχιμος Σημαιοφόρος Πολεμικού Ναυτικού, Ελλάδα*

⁽²⁾ *Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, Τμήμα Ναυτικών Επιστημών, Τομέας Συστημάτων Μάχης, Ναυτικών Επιχειρήσεων, Θαλασσιών Επιστημών, Ναυτιλίας, Ηλεκτρονικών και Τηλεπικοινωνιών, Ελλάδα*

⁽³⁾ *Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, Τμήμα Ναυτικών Επιστημών, Τομέας Μαθηματικών, Ελλάδα*

⁽⁴⁾ *Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής, Τομέας Ηλεκτρονικής, Υπολογιστών, Τηλεπικοινωνιών και Αυτοματισμού, Ελλάδα*

Οι ασύρματες μικροκυματικές ζεύξεις παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις τηλεπικοινωνίες μεταξύ νήσων και γενικότερα απομακρυσμένων σημείων ακόμη και σήμερα που υπάρχει ένα αξιοσημείωτο εγκατεστημένο δίκτυο οπτικών ινών στην Ελλάδα. Η γρήγορη εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών, η αυξανόμενη ανάγκη για μεγαλύτερο εύρος ζώνης και ελεύθερες συχνότητες, η συμφόρηση συχνοτήτων ιδιαίτερα στις χαμηλές ζώνες καθώς και η ανάγκη σμίκρυνσης τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού έχουν οδηγήσει τους σχεδιαστές στην εκμετάλευση ζωνών υψηλότερων συχνοτήτων όπως η C (4 to 8 GHz) μέχρι τη V (40 to 75 GHz) ζώνη. Σε αυτές τις συχνότητες, ο πλέον σημαντικός παράγοντας της εξασθένησης σήματος είναι η κατάσταση της τροπόσφαιρας και ειδικότερα οι έντονες βροχοπτώσεις.

Έχει γίνει ήδη έρευνα μέσω διπλωματικής εργασίας, που αποτυπώθηκε σε δημοσιεύσεις για την επίδραση του περιβάλλοντος χώρου στην ποιότητα του σήματος (υποθαλάσσιες μικροκυματικές ζεύξεις, μικροκυματικές ζεύξεις σε κατάσταση έντονης βροχόπτωσης). Χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα (σχετική υγρασία, θερμοκρασία, πίεση, διάρκεια υετού, ύψος υετού) από διάφορα νησιά στο Αιγαίο Πέλαγος για τέσσερα χρόνια, λαμβάνοντας 12ωρες μετρήσεις μελετήθηκε στατιστικά η επίδραση του ρυθμού βροχόπτωσης μέσω της αλλαγής του δείκτη διάθλασης της ατμόσφαιρας στις τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις και εξήχθη ο μέγιστος ρυθμός βροχόπτωσης και ως εκ τούτου και η προβλεπόμενη εξασθένηση βροχής η οποία επιβεβαιώθηκε πειραματικά. Επιπλέον, μελετήθηκε θεωρητικά και πειραματικά η εξασθένηση σήματος σε μικροκυματικές συχνότητες για υποθαλάσσιες ζεύξεις καθώς και φαινόμενα όπως υποδιάθλαση, υπερδιάθλαση και τροποσφαιρική κυματοδήγηση.

Συνέχεια της έρευνας και σκοπός της παρούσης εργασίας είναι ο καθορισμός με μεγαλύτερη ακρίβεια του επιπέδου εξασθένησης βροχής για μικροκυματικές ζεύξεις, βασιζόμενος σε περισσότερα (περισσότεροι σταθμοί, περισσότερα έτη και μικρότεροι χρόνοι ολοκλήρωσης) τοπικά μετεωρολογικά δεδομένα βροχόπτωσης στην περιοχή του Αιγαίου η οποία παγκοσμίως βρίσκεται στην L-ζώνη σύμφωνα με την ITU. Επιπλέον, απαιτείται εξαγωγή περισσότερων μετρήσεων σε πραγματικές συνθήκες για ζεύξεις στην S και στην X ζώνη συχνοτήτων προς σύγκριση των δεδομένων με τα δεδομένα πρόβλεψης της μεθόδου των προτύπων της ITU.

Ενδεικτικές δημοσιεύσεις:

- [1]. E.A. Karagianni, A.P. Mitropoulos, N.G. Drolias, A.D. Sarantopoulos, A.A. Charantonis, Radio Refractivity and Rain-Rate Estimations over Northwest Aegean Archipelagos for Electromagnetic Wave Attenuation Modelling, 11th International Conference TRANSSNAV 2015 on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 17-19 June 2015
- [2]. Evangelia A. Karagianni, Electromagnetic Waves under Sea: Bow-Tie Antenna Design for Wi-Fi Underwater Communications, Progress In Electromagnetics Research M, Vol. 41, 189–198, 2015
- [3]. E.A. Karagianni, E.H. Papageorgiou, Ch.N. Vazouras, A.D. Sarantopoulos, H.E. Nistazakis, Maximum Rain-Rate Evaluations in Aegean Archipelagos Hellas for Rain Attenuation Modeling at Microwave Frequencies, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, submitted May 2015, under evaluation
- [4]. E.A. Karagianni, A.P. Mitropoulos, A.G. Kavousanos-Kavousanakis, J.A. Koukos and M.E. Fafalios, Atmospheric Effects on EM Propagation and Weather Effects on the Performance of a Dual Band Antenna for WLAN Communications, Nausivios Chora, Vol.5/2014, pp. B29-B45, 2014
- [5]. ΝΔ IV Αθανάσιος Μητρόπουλος, Επίδραση Ειδικών Καιρικών Φαινομένων στην Κατάσταση της Θάλασσας και στις Τηλεπικοινωνίες: Μελέτη Βορείου Ρεύματος και Υετού, Διπλωματική Εργασία, έλαβε βραβείο δεύτερης καλύτερης διπλωματικής εργασίας στη ΣΝΔ, 18 Ιουνίου 2015