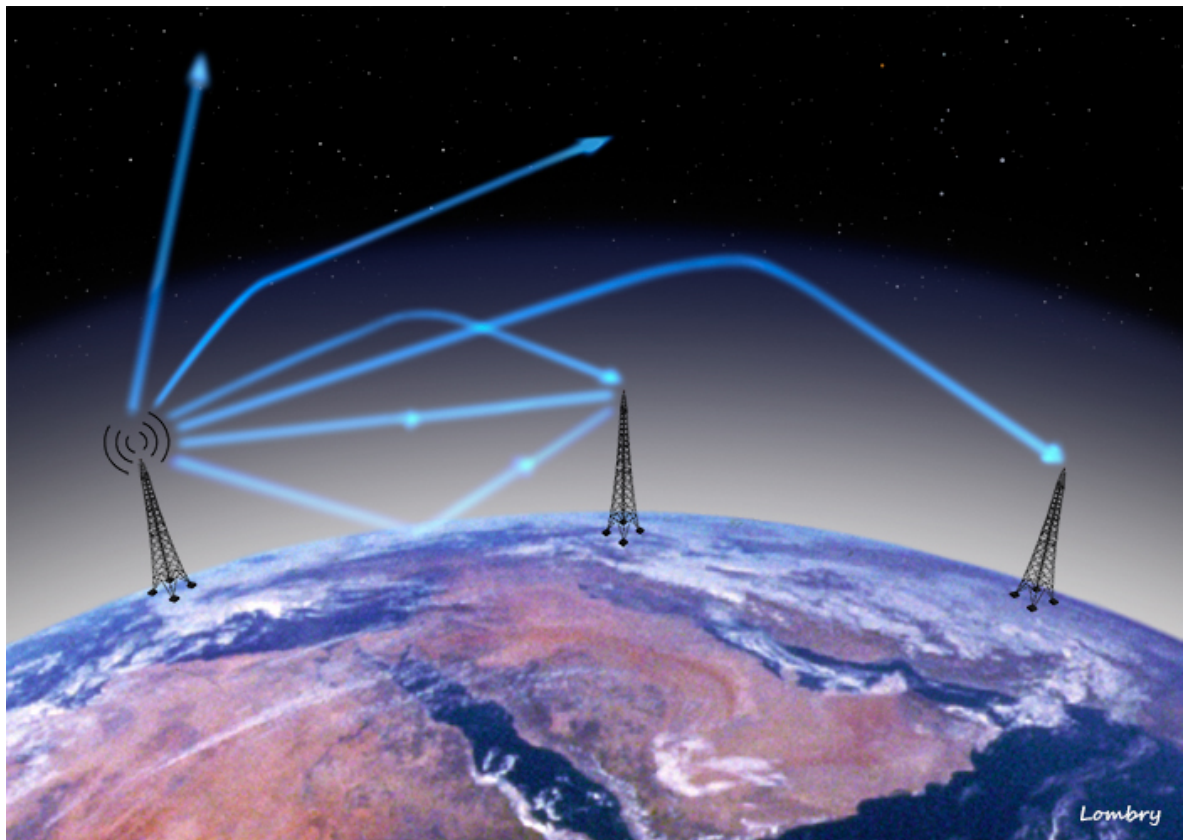


ΘΕΜΑ:

ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ
ΤΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ
ΚΥΜΑΤΩΝ Η/Φ – Μ/Φ



ΠΑΠΑΛΙΤΣΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ 2017

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΡΑΟΥΛΑΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**ΘΕΜΑ: Ιονόσφαιρα και διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων
H/F – M/F**

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΠΑΠΑΛΙΤΣΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

Α.Γ.Μ: 4029

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 04/04/2016

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότης	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ : ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</i>	2
<i>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ/ΠΙΝΑΚΩΝ</i>	3
<i>1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i>	4
<i>2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : MF/HF ΚΑΙ ΡΑΔΙΟΚΥΜΑΤΑ</i>	6
2.1 Ραδιοκύματα και βασικές έννοιες	6
2.2 Ασύρματος MF/HF	7
2.2.1 Τοποθέτηση MF/HF ασυρμάτου.....	10
2.2.2 Συντήρηση κεραίας	13
2.2.3 Επικοινωνίες.....	14
2.3 Ζώνες συχνοτήτων ραδιοκυμάτων και τρόποι διάδοσης	15
2.3.1 Ζώνες συχνοτήτων MF/HF	17
<i>3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΡΑΔΙΟΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑ</i>	23
3.1 Ανάλυση ιονόσφαιρας και μεταβολές στην επίδραση της διάδοσης.....	23
3.2 Ιονοσφαιρικές αποκλίσεις	28
3.3 Μεσαία συχνότητα MF στην ιονόσφαιρα.....	31
3.4 Υψηλή συχνότητα HF στην ιονόσφαιρα.....	35
<i>4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i>	39
<i>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i>	41

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1 : Ραδιοτηλέφωνο MF/HF	10
Εικόνα 2.2 : Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας	14
Εικόνα 2.3 : Ασύρματος MF/HF	15
Εικόνα 2.4 : Ηλεκτρομαγνητικές διακυμάνσεις.....	22
Εικόνα 3.1 : Διάδοση ραδιοκυμάτων στην ιονόσφαιρα.....	26
Εικόνα 3.2 : Διάδοση βραχέων ραδιοκυμάτων	38
Εικόνα 3.3 : Μετάδοση υψηλών συχνοτήτων στην ιονόσφαιρα.....	39

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 : Ζώνες συχνοτήτων.....	19
Πίνακας 2.2 : Συχνότητες κλήσεως κινδύνου και αποκρίσεως.....	24

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επικοινωνίες στην θάλασσα έχουν τεράστια σημασία και μόλις έγινε η ανάπτυξη του ασύρματου με τη χρησιμοποίηση κώδικα Μορς για αποστολή και λήψη μηνυμάτων, ξεκίνησε σε μεγάλο βαθμό και η προσπάθεια εφαρμογής του στα πλοία. Το κράτος το οποίο εστίασε και παρείχε σημαντική ώθηση ήταν η Βρετανία. Εκεί τοποθετήθηκαν σε πλοία ασύρματοι για την επικοινωνία στις περιστάσεις κινδύνου ανάμεσα σε πλοία καθώς επίσης και μεταξύ σκαφών και ξηράς.

Η επικοινωνία υλοποιούνταν κάνοντας χρήση κωδικοποιημένων μηνυμάτων και κάπως έτσι ξεκίνησε η εξέλιξη της ραδιοτηλεγραφίας η οποία χρησιμοποιήθηκε αρκετά στις θαλάσσιες επικοινωνίες στον 20^ο κυρίως αιώνα. Μετέπειτα, υπήρξε ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και ανακαλύφτηκε η ραδιοτηλεφωνία και τα διάφορα άλλα τηλεπικοινωνιακά συστήματα τα οποία έχουν πλαίσιο εφαρμογής το συγκεκριμένο τομέα.

Η εν λόγω ανάπτυξη έγινε άμεσα και μέσα σε έναν αιώνα σχεδόν όλα τα συστήματα ναυτιλιακής επικοινωνίας έχουν αυτοματοποιηθεί με κυριότερο στόχο η χρησιμοποίησή τους να είναι αρκετά πιο φιλική και προσιτή. Με τον τρόπο αυτόν κατόρθωσαν να καλύψουν τον κλάδο ασφαλείας της ναυσιπλοΐας. (σύστημα DSC) για τη διαδικασία λήψης αλλά και μετάδοσης σημάτων κινδύνου.

Η επικοινωνία ανάμεσα στα σκάφη με την ξηρά υλοποιείται ως επί το πλείστον με την υποστήριξη συστημάτων τα οποία υφίστανται στα σκάφη και που διαμέσου των σταθμών στην ξηρά καθώς επίσης και διαμέσου των δορυφόρων μεταβιβάζουν κατάλληλα τα σήματα. Αντίθετα, από σκάφος σε σκάφος η επικοινωνία είναι εφικτό να υλοποιηθεί από VHF με την ψηφιακή επιλεκτική κλήση, που διαμέσου ψηφιακών οδηγιών έχει την ευχέρεια να μεταδίδει είτε να λαμβάνει σήματα κινδύνου είτε σήματα ρουτίνας και ασφαλείας.

Η παραπάνω επικοινωνία, επίσης, έχει τη δυνατότητα να υλοποιηθεί και σε τεράστιες αποστάσεις όπου γίνεται χρήση των MF (μεσαία κύματα) και των HF (βραχεία κύματα). Τα συγκεκριμένα ραδιοκύματα θα αποτελέσουν πεδίο έρευνας και μελέτης για τη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία που καλούμαστε να εκπονήσουμε. Στόχος μας είναι να αναδείξουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο πως αυτά τα κύματα μπορούν να μεταδοθούν στην ιονόσφαιρα.

Στη χώρα μας υφίσταται υπο-δίκτυο βραχέων κυμάτων (HF) το οποίο περιέχεται από 26 πομπούς και 33 δέκτες, που καλύπτει το μεγαλύτερο κομμάτι των ωκεανών. Παράλληλα, υφίσταται υπο-δίκτυο μεσαίων κυμάτων αυτής της μορφής (MF) με 4 περιφερειακούς παράκτιους σταθμούς το οποίο περιέχεται ως επί το πλείστον από 16 πομπούς και 16 δέκτες καλύπτοντας μεγάλο μέρος των θαλάσσιων περιοχών της Μεσογείου και της Μαύρης Θάλασσας. Τέλος, είναι σημαντικό να τονιστεί πως οι σύγχρονοι ελεγκτές DSC έχουν την ευχέρεια στη σημερινή εποχή να ενσωματωθούν με το ραδιόφωνο VHF σύμφωνα με την SOLAS.

2.1 Ραδιοκύματα και βασικές έννοιες

Καλούνται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με συχνότητα από σχεδόν 3 Hz μέχρι 300 GHz. Πιο συγκεκριμένα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα με συχνότητες ανάμεσα από 0,3 GHz και 300 GHz καλούνται μικροκύματα. Πιο μεγάλες συχνότητες εμπίπτουν στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ως επί το πλείστον αφορούν σήματα ραδιοφώνου και τηλεόρασης τα οποία κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούν μια κεραία μετάδοσης η οποία παράγει ηλεκτρομαγνητικά κύματα (Lees and Williamson, 1999).

Τα εν λόγω κύματα αφού ταξιδεύσουν στην ατμόσφαιρα προσλαμβάνονται από μια κεραία λήψεως στην οποία αναπτύσσεται ένα ασθενές ηλεκτρικό ρεύμα από επαγωγή. Τα κύματα αυτής της μορφής καλούνται ραδιοκύματα. Το πλάτος τους είναι η ισχύς του κύματος και υπολογίζεται από το μέσο σημείο έως την κορυφή της εκάστοτε ταλάντωσης. Μήκος κύματος καλείται η απόσταση η οποία υπολογίζεται από μια τοποθεσία στο 1^ο κύμα έως στην ίδια τοποθεσία στο 2^ο κύμα. Μια ακόμα εξίσου σημαντική έννοια είναι εκείνη της συχνότητας. Με τον όρο αυτό καλείται το σύνολο των κυμάτων τα οποία ξεκινούν από μια πηγή ανά δευτερόλεπτο. Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι ένας κύκλος ανά δευτερόλεπτο (Lees, 1993).

Η μετατροπή των συγκεκριμένων κυμάτων κατά τρόπο ώστε να μεταφέρουν μηνύματα είναι διαδεδομένη σαν διαμόρφωση. Σε ότι έχει να κάνει με τη διαμόρφωση των ραδιοκυμάτων είναι σημαντικό να τονιστεί πως τα συγκεκριμένα κύματα δίχως επέμβαση έχουν σταθεροποιημένο πλάτος και συχνότητα καθώς ηχούν ως μια μορφή θορύβου. Στην περίπτωση στην οποία μεταβληθεί το πλάτος είτε η ισχύς του εκάστοτε κύματος τότε έχουμε διαμόρφωση πλάτους ενώ στην περίπτωση

που μεταβληθεί η συχνότητα του κύματος τότε υφίσταται διαμόρφωση κύματος (Νικητάκος και συν., 2001).

Σε ότι έχει να κάνει με τους ατμοσφαιρικούς διαύλους μετάδοσης είναι σημαντικό να επισημανθεί πως κάνουν χρήση των παραπάνω κυμάτων με κυριότερο στόχο τη μεταφορά δεδομένων διαμέσου της ατμόσφαιρας. Τα κύματα αυτά εκπέμπονται από μια κεραία και έχουν την ευχέρεια να αναμεταδοθούν με ένα δορυφόρο. Τα ραδιόφωνα, η τηλεόραση καθώς επίσης και τα κινητά έχουν άμεση εξάρτηση από τους παραπάνω διαύλους της εν λόγω μορφής (Παλληκάρη, 2005).

2.2 Ασύρματος MF/HF

Ο ασύρματος ραδιοτηλεφωνίας αυτής της μορφής καλείται τις περισσότερες φορές ασύρματος SSB. Με λίγα λόγια πρόκειται για ένα σύστημα εκπομπής αλλά και λήψης το οποίο ως επί το πλείστον καλείται πομποδέκτης Tx/Rx και έχει την ευχέρεια να επιτρέπει στον εκάστοτε χρήστη να εκπέμπει είτε να λαμβάνει δεδομένα διαμέσου φωνής. Οι συγκεκριμένοι ασύρματη της μορφής αυτής κάνουν χρήση της ρύθμισης SSB για τη φωνητική επικοινωνία (Lees and Williamson, 1999).

Ένα από τα κυριότερα ελαττώματα των συγκεκριμένων ασυρμάτων είναι πως δεν έχουν τη δυνατότητα να απευθυνθούν σε ένα καθορισμένο ασύρματο. Η φωνή η οποία εκπέμπεται από τον εν λόγω ασύρματο ακούγεται σε όλους τους ασύρματους αυτής της μορφής σε μια καθορισμένη εμβέλεια. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος οι παραπάνω ασύρματοι περιλαμβάνουν έναν ελεγκτή MF/HF. Η δράση του είναι εφικτό να λογιστεί σαν ένας συνδυασμός του απλού τηλεφώνου και του ασύρματος (Τσαλπαζής, 2015).

Η DSC δρα διαμέσου του ελεγκτή είτε ενός μόντεμ DSC το οποίο έχει την ευχέρεια αποστολής απλών ριπών ψηφιακού κώδικα στις συχνότητες της DSC στις MF/HF. Η συγκεκριμένη δράση περικλείει αυτόματα έναν άλλο ασύρματο παρόμοιας δράσης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι ο εκάστοτε ελεγκτής αυτού

του τύπου έχει μια διακεκριμένη MMSI η οποία δρα σαν τηλεφωνικός αριθμός (Παλληκάρη, 2005).

Η εκπομπή αλλά και η λήψη ειδοποιήσεων αυτής της μορφής αποτελεί μια εκ των κυριότερων δράσεων του ασυρμάτου VHF που είναι εφικτό να εκτελέσει ο ελεγκτής MF/HF. Οι εν λόγω ειδοποιήσεις χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο με στόχο να συνδέσουν τον κόσμο έτσι ώστε να παρακολουθήσει τη φωνητική επικοινωνία. Η DSC χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για συγκεκριμένους λόγους όπως για παράδειγμα πως διατίθεται αυτόματα και όχι χειροκίνητη παρακολούθηση του συγκεκριμένου ασυρμάτου (Graham and Williamson, 2004).



Εικόνα 2.1 : Ραδιοτηλέφωνο MF/HF (Κουρή, 2004)

Ένας ακόμα εξίσου σημαντικός λόγος είναι πως οι ειδοποιήσεις με τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι πολύ γρήγορες (σχεδόν 0,5/δευτερόλεπτο στην εν λόγω συχνότητα ενός εύρους θαλάσσιου VHF) και δεν καταναλώνουν τόσο χρόνο συγκριτικά με τις χειροκίνητες φωνητικές κλήσεις. Το συγκεκριμένο γεγονός είναι εξαιρετικά σημαντικό κυρίως σε τοποθεσίες στις οποίες τα εν λόγω κανάλια τις περισσότερες φορές λογίζονται σαν κατειλημμένα (Proakis and Salehi, 2002).

Εξίσου σημαντική αιτία είναι η ειδοποίηση κινδύνου που είναι εφικτό να ενεργοποιηθεί άμεσα με ένα πάτημα στο πλήκτρο κινδύνου καθώς επίσης και το γεγονός πως υφίστανται αρκετές κατηγορίες ειδοποιήσεων με την καθορισμένη ακολουθία προτεραιότητας : κινδύνου, έκτακτης ανάγκης, ασφαλείας καθώς επίσης

και ρουτίνας. Γενικότερα, είναι σημαντικό να τονιστεί πως οι ενημερώσεις αυτές χρησιμοποιούνται με σκοπό να προσελκύσουν άμεσα την προσοχή των εκάστοτε σταθμών οι οποίοι καλούνται, με βασικότερο στόχο να αρχίσει μετά η φωνητική επικοινωνία (Νικητάκος και συν., 2001).

Μόλις γίνει αποδεκτή είτε αναγνωριστεί η συγκεκριμένη ειδοποίηση, το αντίστοιχο της απάντησης ενός τηλεφωνήματος, γίνεται χρήση της φωνής στον ασύρματο με τον παραδοσιακό τρόπο. Σε περίπτωση στην οποία δεν υπάρξει αναγνώριση για οποιοδήποτε λόγο, παραμένει αναπάντητη, αλλά οι λεπτομέρειες θα αποθηκευτούν στη μνήμη είτε στο ημερολόγιο των ληφθέντων ειδοποιήσεων (Παλληκάρη, 2005).

Τα κυριότερα εξαρτήματα ενός τέτοιου ασύρματου παρουσιάζονται παρακάτω και είναι τα εξής :

1. ένας δέκτης (Rx) με ακουστικό είτε και ένα μικρόφωνο
2. ένας πομπός (Tx) με ένα μικρόφωνο και ένα ακουστικό τα οποία τις περισσότερες φορές συνδυάζονται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα είτε μια καθορισμένη συσκευή
3. ένας ελεγκτής MF/HF DSC
4. μια κεραία η οποία παρέχει τη δυνατότητα δράσης simplex αλλά και duplex
5. προσφορά ισχύος η οποία τις περισσότερες φορές προέρχεται από μπαταρία με 12 είτε 24 V (Graham and Williamson, 2004)

Η πιο διαδεδομένη εκπομπή είναι η AM η οποία αποτελεί μια δράση εκπομπής κάνοντας χρήση τη διαμόρφωση κατά πλάτος. Η δράση αυτή ήταν επικρατούσα τακτική εκπομπής τα αρχικά 80 έτη του 20^{ου} αιώνα και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον και στη σημερινή εποχή. Η ραδιοτεχνολογία αυτής της μορφής είναι η πιο απλή από τους ασύρματους SSB και FM (Παλληκάρη και συν., 2008).

Ο συγκεκριμένος δέκτης ανιχνεύει τις εν λόγω διακυμάνσεις των συγκεκριμένων ραδιοκυμάτων σε μια καθορισμένη συχνότητα. Η εν λόγω εκπομπή είναι από τις ελάχιστες μεθόδους με τις οποίες υφίσταται η ευχέρεια της δράσης στη ναυτική ραδιοτηλεφωνία MF/HF. Η χρησιμοποίηση της διαμόρφωσης αυτής της μορφής δεν είναι επιτρεπτή κατά τη ναυτική επικοινωνία καθώς ο πομπός της συγκεκριμένης ραδιοτηλεφωνίας απενεργοποιείται (Lees and Williamson, 1999).

Γενικότερα, είναι σημαντικό να επισημανθεί πως η θαλάσσια περιοχή η οποία αφορά τα εν λόγω κύματα και το συγκεκριμένο ασύρματο είναι η θαλάσσια περιοχή A2. Η περιοχή αυτή περιέχει την περιοχή καλύψεως των παρακτίων σταθμών μεσαίας συχνότητας έχοντας σαν εξαίρεση την περιοχή A1, δηλαδή πέρα από την περιοχή αυτή, μιας αποστάσεως 100 ν.μ.. Η περιοχή αυτή είναι σημαντικό να έχει ραδιοτηλεφωνική κάλυψη από περισσότερους από έναν παράκτιο σταθμό αυτής της μορφής (MF), όπου προσφέρεται παρατεταμένος συναγερμός κινδύνου DSC. Πρακτικά, υφίσταται ικανοποιητική κάλυψη τις περισσότερες φορές η οποία κυρίως κατορθώνεται μέχρι και στα 300 ν.μ. από την ακτή (Κουρή, 2004).

2.2.1 Τοποθέτηση MF/HF ασυρμάτου

Ο ασύρματος αυτός είναι σημαντικό να τοποθετείται μακριά από βροχή και το άμεσο ηλιακό φως, με κυριότερο σκοπό ο ήχος και η δόνηση της μηχανής είτε διαφορετικών ήχων να βοηθούν τον χρήστη στο να ακούσει, σε μια άνετη θέση η οποία του προσφέρει την ευχέρεια να έχει εύκολη επαφή, χρήση αλλά και ανάγνωση των ενδείξεων του (πάνω από 1 μέτρο μακριά από την πυξίδα είτε αυτή είναι μαγνητική είτε ηλεκτρονική). Τις περισσότερες φορές τοποθετείται στην καμπίνα των μικρών σκαφών είτε στη γέφυρα των πιο μεγάλων (Lees, 2014).

Η εν λόγω κεραία δεν είναι σημαντικό να βρίσκεται στο πιο υψηλό εφικτό σημείο με στόχο να έχει τη βέλτιστη εμβέλεια ασυρμάτου, καθώς ο κυριότερος παράγοντας ο οποίος είναι δυνατόν να επιφέρει καθοριστικές επιρροές και επιδράσεις στην εμβέλεια είναι η μέρα. Κατά τη διάρκεια της νύχτας γίνεται χρήση διαφορετικών ζωνών επικοινωνίας (4 και 6 MHz ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας 12 και 16MHz) (Παλληκάρη και συν., 2008).

Σε ότι έχει να κάνει με τη διασύνδεση με μια πηγή πλοήγησης είναι σημαντικό να τονιστεί πως συνίσταται η διασύνδεση με τον ασύρματο με μια εξωτερική κυρίως πηγή πλοήγησης, όπως για παράδειγμα ένα GPS είτε ένα chart plotter. Με τον τρόπο αυτόν ο συγκεκριμένος ασύρματος έχει την ευχέρεια να ανιχνεύει την τοποθεσία αλλά και την ώρα. Στην περίπτωση στην οποία ο ασύρματος αυτής της μορφής δεν είναι διασυνδεδεμένος με μια εκ των παραπάνω συσκευών, ο πομποδέκτης θα σημαίνει σε συχνά χρονικά διαστήματα πως δεν έχει καθορισμένη τοποθέτηση (Βλάχος και συν., 2012).

Καθοριστικό ρόλο σε όλα τα παραπάνω έχουν και τα κυριότερα κριτήρια αλλά και οι προϋποθέσεις της συμβατότητας SOLAS. Τα πλοία αυτής της μορφής τα οποία πλέουν έξω από τη θαλάσσια περιοχή που αναφέρθηκε παραπάνω, δηλαδή την περιοχή A1, χρειάζεται να φέρουν έναν ασύρματο αυτής της μορφής ο οποίος έχει τη δυνατότητα να εκπέμπει σήματα DSC. Ο συγκεκριμένος ασύρματος είναι σημαντικό να έχει την ευχέρεια να ελέγχει συχνά και αυτόματα τα 2187,5KHz (MF) στην περίπτωση στην οποία το πλοίο είναι στην περιοχή A2 (Graham and Williamson, 2004).

Στην περίπτωση στην οποία το πλοίο είναι σε διαφορετική περιοχή, όπως για παράδειγμα στις περιοχές A3 και A4, είναι καθοριστικής σημασίας να ελέγχονται συνεχώς και αυτόματα τα 84145,5 KHz και οι επιπλέον συχνότητες HF οι οποίες έχουν άμεσες εξαρτήσεις και επιδράσεις από τις εκάστοτε συνθήκες διάδοσης, (επομένως στα 4 είτε στα 6 MHz κατά τη διάρκεια της νύχτας και 12 είτε 16 MHz κατά τη διάρκεια της ημέρας (Τσαλπαζής, 2015).

Τις περισσότερες φορές οι ελεγκτές αυτής της μορφής βοηθούν σημαντικά στον έλεγχο όλων των παραπάνω συχνοτήτων, δηλαδή 5 από τη ζώνη HF και 1 από τη ζώνη MF. Οι χρήστες ασυρμάτου είναι σημαντικό να τηρούν, παράλληλα, ημερολόγιο για τις κλήσεις τις οποίες υλοποιούν με το συγκεκριμένο ασύρματο. Στις συχνότητες οι οποίες έχουν εκχωρηθεί για την εκάστοτε κινητή ναυτική λειτουργία τα πλοία έχουν την ευχέρεια να επικοινωνούν ραδιοτηλεφωνικά αμφίδρομα με την ξηρά, κάνοντας χρήση της προβλεπόμενης διαμόρφωσης, με κυριότερο σκοπό την ολική κάλυψη μεσαίων αλλά και τεράστιων αποστάσεων (Κουρή, 2004).

Μηνύματα κλήσεων αλλά και ανταποκρίσεως κινδύνου, επείγοντος ασφαλείας, MSI (Maritime Safety Information), METEO καθώς επίσης και λοιπές δημόσιες ανταποκρίσεις αποτελούν λειτουργίες οι οποίες είναι εφικτό να υλοποιηθούν ραδιοτηλεφωνικά και να έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν τεράστιο κομμάτι των ωκεανών. Στην εικόνα που ακολουθεί (βλέπε εικόνα 2.3) στον αριθμό 1 αντιστοιχεί η κεραία MF/HF SSB Tx/Rs, στο νούμερο 2 αναλογεί η κεραία GPS, στο 3 μέχρι και το 5 αντιστοιχεί η κεραία VHF και τέλος στο νούμερο 6 αντιστοιχεί η κεραία VHF DF (Νικητάκος και συν., 2001).



Εικόνα 2.2 : Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας (Βλάχος και συν., 2012)

2.2.2 Συντήρηση κεραίας

Οι περισσότερες κεραίες αυτής της μορφής είναι σημαντικό να συντηρούνται καθαρές, να απομακρύνεται το αλάτι και παράλληλα να παρακολουθούνται συχνά οι τροφοδότες και οι κονσόλες. Τα διαφοροποιημένα μονωτικά υλικά είναι σημαντικό, ακόμα, να παρακολουθούνται συχνά για πιθανές βλάβες και χρειάζεται να καθαρίζονται όσο πιο συχνά γίνεται. Η κουπαστή μιας συρμάτινης κεραίας είναι δυνατόν να την εμποδίζει σημαντικά να πέσει σε περίπτωση στην οποία τοποθετηθεί πάνω της μεγάλο βάρος (όπως για παράδειγμα υψηλοί άνεμοι είτε πάγος). Είναι καταλληλότερο να σπάσει ένας μη δυνατός κρίκος παρά να υπάρξει ζημιά είτε να σπάσει ολόκληρη η κεραία (Lees, 2014).

Είναι σημαντικό, επίσης, να υφίσταται συνεχώς μια εφεδρική συρμάτινη κεραία αυτής της μορφής και να αποθηκεύεται σε ένα σημείο με εύκολη προσβασιμότητα με κυριότερο στόχο να είναι εφικτή η τοποθέτηση της εύκολα και γρήγορα σε πιθανή περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Παράλληλα, με όλα τα παραπάνω είναι σημαντικό να θυμόμαστε πως κοντά στη βασική κεραία υφίσταται επικίνδυνα υψηλή τάση και ρεύμα (Lees and Williamson, 1999).



Εικόνα 2.3 : Ασύρματος MF/HF (Graham and Williamson, 2004)

Η ATU και ο σύνδεσμος με τη βασική κεραία χρειάζεται να προστατεύονται με στόχο να μην αγγίζει κανείς τον τροφοδότη. Πριν αρχίσουν οι δράσεις και οι εργασίες συντήρησης σε οποιαδήποτε κεραία αυτής της μορφής είναι σημαντικό να βεβαιωθούμε πως η εκάστοτε συσκευή και ο εκάστοτε μηχανισμός δεν έχει ρεύμα και πως οι βασικές ασφάλειες έχουν αφαιρεθεί και φυλαχθεί σε κατάλληλη τοποθεσία. Μια ακόμα προφύλαξη αφορά το γεγονός πως η κεραία αυτής της μορφής είναι σημαντικό να γειώνεται καθώς η ηλεκτρική ισχύς φτάνει στην κεραία από άλλες κεραίες ου σκάφους είτε άλλων σκαφών (Παλληκάρη και συν., 2008).

Παρά το γεγονός πως το σοκ από μεταφερόμενη ισχύ είναι εφικτό απλά να τρομάξει κάποιος αντί να τον τραυματίσει, είναι δυνατόν να προκληθεί μεγάλο ατύχημα, όπως για παράδειγμα να πέσει από τη σκάλα είτε να ρίξει εργαλεία από μεγάλη ύψος. Είναι σημαντικό, επομένως, να υφίσταται ένα πλάνο τοποθέτησης της κεραίας το οποίο να παρουσιάζει τις τοποθετήσεις των διαφοροποιημένων κεραιών αυτής της μορφής (Graham and Williamson, 2004).

2.2.3 Επικοινωνίες

Σε ότι έχει να κάνει με τις επικοινωνίες με τους σταθμούς ξηράς είναι σημαντικό να επισημανθεί πως στους διαύλους αυτής της μορφής οι οποίοι έχουν εκχωρηθεί στις λειτουργίες λιμένα, οι μοναδικές επικοινωνίες οι οποίες επιτρέπονται περιορίζονται σε αυτές οι οποίες αφορούν τους λειτουργικούς χειρισμούς, την κινητικότητα καθώς επίσης και την ασφάλεια σκαφών και, σε περίπτωση ανάγκης, την ασφάλεια των ανθρώπων (Βλάχος και συν., 2012).

Η χρησιμοποίηση των εν λόγω διαύλων για επικοινωνίες ανάμεσα σε σκάφη θα ήταν εφικτό να προκαλέσει σημαντικές παρεμβολές στις επικοινωνίες οι οποίες έχουν άμεση σχέση με την κινητικότητα αλλά και με την ασφάλεια των σκαφών σε τοποθεσίες λιμένα. Γενικότερα, είναι σημαντικό να τονιστεί πως ακολουθούνται οι εντολές για τη μέθοδο επικοινωνίες οι οποίες προσφέρονται ως επί το πλείστον από τους εκάστοτε σταθμούς ξηράς (Proakis and Salehi, 2002).

Οι επικοινωνίες είναι καθοριστικής σημασίας να υλοποιούνται στο διάυλο ο οποίος οριοθετείται από τους παραπάνω σταθμούς. Σε περίπτωση στην οποία ζητηθεί αλλαγή διαύλου, το σκάφος το οποίο λαμβάνει είναι σημαντικό να βεβαιώσει τη λήψη και να συμμορφωθεί. Στην περίπτωση στην οποία ληφθούν οδηγίες από το σταθμό ξηράς να σταματήσουν οι συγκεκριμένες εκπομπές, είναι σημαντικό να σταματήσουν οι συγκεκριμένες επικοινωνίες μέχρι να υπάρξει κάποιο νεότερο από τον σταθμό αυτόν (Νικητάκος και συν., 2001).

Μια ακόμα τακτική επικοινωνιών είναι με παραπλέοντα σκάφη. Ο διάυλος 13 αυτής της μορφής έχει εκχωρηθεί από τις εντολές ραδιοεπικοινωνιών για επικοινωνίες γέφυρας προς γέφυρα. Τα καλούμενο σκάφος έχει την ευχέρεια να υποδείξει διαφορετικό διάυλο δράσης στον οποία θα υπάρξουν επιπλέον επικοινωνίες. Το σκάφος το οποίο καλεί είναι σημαντικό να επιβεβαιώσει αποδοχή πριν την μεταβολή του εκάστοτε διαύλου. Η δράση παρακολούθησης είναι καθοριστικό να ακολουθείται πριν ξεκινήσουν οι λοιπές επικοινωνίες στο διάυλο ο οποίος επιλέχτηκε (Παλληκάρη και συν., 2008).

Ένα από τα κυριότερα ελαττώματα των συγκεκριμένων ασυρμάτων είναι πως δεν έχουν τη δυνατότητα να απευθυνθούν σε έναν καθορισμένο ασύρματο καθώς ο ελεύθερος χώρος είναι κοινό μέσο μετάδοσης. Με τον τρόπο αυτόν η φωνή εκπέμπεται από το συγκεκριμένο ασύρματο και ακούγεται σε όλους τους ασύρματους αυτής της μορφής οι οποίοι βρίσκονται σε καθορισμένη απόσταση του εκπεμπόμενου σήματος και έχουν συντονιστεί σε παρόμοια συχνότητα με τη συγκεκριμένη εκπομπή (Παλληκάρη, 2005).

Εξαιτίας του συγκεκριμένου ασυρμάτου περιλαμβάνουν τον ελεγκτή MF/HF. Η δράση του οποίου είναι εφικτό να λογιστεί σαν ένας συνδυασμός φυσιολογικού τηλεφώνου και ασυρμάτου. Η DSC δρα διαμέσου του ελεγκτή ο οποίος αποστέλλει απλά μια ριπή ψηφιακού κώδικα στις συχνότητες που θα μελετήσουμε στη συνέχεια και περικλείει αυτόματα έναν άλλον ασύρματο αυτής της μορφής (Κουρή, 2004). Το γεγονός αυτό οφείλεται ως επί το πλείστον στον εκάστοτε ελεγκτή της συγκεκριμένης μορφής οι οποίοι έχουν μια διαφορετική MMSI η οποία δρα σαν τηλεφωνικός αριθμός. Οι παραπάνω ενημερώσεις χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο με στόχο να προσελκύσουν άμεσα και αυτόματα μια ειδοποίηση από την παραπάνω μορφή (Lees, 2014).

2.3 Ζώνες συχνοτήτων ραδιοκυμάτων και τρόποι διάδοσης

Τα ραδιοκύματα αποτελούν μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας παρόμοια με το ορατό φως και τα ηχητικά κύματα. Διαφοροποιείται από άλλα υλικά κύματα σε ότι έχει να κάνει με τον τύπο, στο πως αναπτύσσονται και εντοπίζονται καθώς επίσης και με τη μέθοδο με την οποία διαδίδονται στο διάστημα (με μια ταχύτητα σχεδόν 300 χιλιάδων km/sec, όπως είναι η ταχύτητα του φωτός). Τα συγκεκριμένα κύματα έχουν τη δυνατότητα να ανακλαστούν, να περιθλαθούν καθώς επίσης και να διαθλασθούν (Lees, 2014).

Τα ραδιοκύματα σύμφωνα με τη συχνότητα τους διαδίδονται με διαφοροποιημένες τακτικές όπως είναι οι εξής :

- ✓ **διάδοση από το επίγειο κύμα** : τα συγκεκριμένα κύματα έχουν την ευχέρεια να διαδίδονται επάνω στην επιφάνεια της γης, κάτι το οποίο τους προσφέρει τη δυνατότητα της επικοινωνίας πέρα από τον ορίζοντα. Η συγκεκριμένη τακτική παρουσιάζεται τις πιο πολλές φορές για τις μεταδόσεις στα LF και τα MF (δηλαδή μακρά αλλά και μεσαία κύματα αυτής της μορφής) (Graham and Williamson, 2004)
- ✓ **διάδοση από το ουράνιο κύμα** : τα συγκεκριμένα κύματα διαθλούνται από την **ιονόσφαιρα** πίσω στη γη, παρέχοντας την ευχέρεια της υπεραστικής επικοινωνίας. Οι συγκεκριμένες εκπομπές χρησιμοποιούνται κυρίως στα HF (δηλαδή βραχεία) τα οποία διαδίδονται υπό τη συγκεκριμένα τακτική (Lees and Williamson, 1999)
- ✓ **διάδοση με οπτική επαφή** : τα εν λόγω κύματα διαδίδονται σε ευθεία γραμμή από το σύστημα εκπομπής προς το δέκτη και οι κεραιές από τις δυο μεριές είναι ορατές μεταξύ τους. Οι μεταδόσεις αυτές επιλέγονται στις VHF και τις UHF, οι οποίες ως επί το πλείστον χρησιμεύουν στις τηλεοράσεις και τη ραδιοφωνία FM καθώς διαδίδονται με οπτική επαφή (Κουρή, 2004)

2.3.1 Ζώνες συχνότητων MF/HF

Πίνακας 2.1 : Ζώνες συχνότητων

Όνομασία	Αρχικά (ITU)	Συχνότητα	Μήκος κύματος	Εφαρμογές	
εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα	ELF (extremely low frequency)	3–30 Hz	10.000–100.000 km	αντιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση, τηλεπικοινωνίες υποβρυχίων	
υπερχαμηλή συχνότητα	SLF (super low frequency)	30–300 Hz	1.000–10.000 km	αντιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση, ηλεκτρικά δίκτυα διανομής (50–60 Hz)	
κατ'έξοχην χαμηλή συχνότητα	ULF (ultra low frequency)	300–3000 Hz	100–1.000 km	αντιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση, τηλεπικοινωνίες στα ορυχεία	
πολύ χαμηλή συχνότητα (υπερμακρά κύματα)	VLF (very low frequency)	3–30 kHz	10–100 km	αντιληπτό ως ήχος αν μετατραπεί σε μηχανική ταλάντωση (έως 20 kHz; υπέρηχος για μεγαλύτερες συχνότητες)	
χαμηλή συχνότητα (μακρά κύματα)	LF (low frequency)	30–300 kHz	1–10 km	ραδιοφωνικές μεταδόσεις AM, ραδιοφάροι (NDB), ερασιτεχνικά walkie-talkie (μόνο ΗΠΑ)	
μέση συχνότητα (μεσαία κύματα)	MF (medium frequency)	300–3000 kHz	100–1000 m	ραδιοσυστήματα πλοήγησης (NDB), ραδιοφωνικές μεταδόσεις AM, τηλεπικοινωνίες σε ναυτιλία και αεροναυτιλία	
υψηλή συχνότητα (βραχεία κύματα)	HF (high frequency)	3–30 MHz	10–100 m	βραχεία (ραδιοφωνία), ερασιτεχνικές ραδιοεκπομπές, walkie-talkie	
Πολύ υψηλή συχνότητα (υπερβραχεία κύματα)	VHF (very high frequency)	30–300 MHz	1–10 m	ραδιοφωνικές μεταδόσεις FM, τηλεοπτικές εκπομπές, αεροναυτιλία, GPR	
κατ'έξοχην υψηλή συχνότητα	Μικροκύματα	UHF (ultra high frequency)	300–3000 MHz	10–100 cm	τηλεοπτικές εκπομπές, κινητή τηλεφωνία, ασύρματα τηλέφωνα, ασύρματα δίκτυα Η/Υ, αυτόματες κλειδαριές αυτοκινήτων, φάροι μικροκυμάτων, GPR
υπερυψηλή συχνότητα		SHF (super high frequency)	3–30 GHz	1–10 cm	ασύρματα δίκτυα, δορυφορικές συνδέσεις, δορυφορική τηλεόραση, πόρτες γκαραζ
εξαιρετικά υψηλή συχνότητα		EHF (extremely high frequency)	30–300 GHz	1–10 mm	ραδιοτηλεσκόπια, τηλεπισκόπηση (remote sensing), οπτικά συστήματα, ανιχνευτές/συστήματα ασφαλείας

Πηγή : Παλληκάρη, 2005

Παραπάνω διακρίνονται οι περιοχές συχνοτήτων και οι ανάλογες ονομασίες τους, με βασική χρησιμότητα στις ασύρματες επικοινωνίες. Διαφοροποιημένες κατανομές σε τοποθεσίες συχνοτήτων και ονομασίες χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό και από άλλα πρότυπα εκτός του ITU (International Telecommunication Unit) που θα παρουσιάσουμε εμείς στη συνέχεια, όπως για παράδειγμα για χρησιμοποίηση στα ραντάρ εκτός από τους ασύρματους τους οποίους μελετάμε στη συγκεκριμένη εργασία (Graham and Williamson, 2004).

Το φάσμα ραδιοκυμάτων το οποίο χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για τη ναυτιλιακή επικοινωνία από τον παραπάνω πίνακα είναι το εξής :

- ✚ MF 300-3000 kHz
- ✚ HF 3-30 MHz
- ✚ VHF 30-300 MHz
- ✚ UHF 300-3000 MHz (χρησιμοποιείται στο δορυφορικό σύστημα INMARSAT)
- ✚ SHF 3-30 GHz (χρησιμοποιείται στο δορυφορικό σύστημα INMARSAT) (Τσαλπαζής, 2015)

Στις συχνότητες MF δρουν μονάχα ελάχιστα ραδιοναυτικά βοηθήματα, τα οποία αφορούν κυρίως ειδικές χρήσεις (όπως για παράδειγμα υδρογραφήσεις, επιχειρήσεις ναρκοθετήσεως, ναρκοθηρίας κλπ). Επιπλέον, κάποιοι ραδιοφάροι δρουν σε συχνότητες κοντά στο χαμηλότερο όριο της συγκεκριμένης ζώνης συχνοτήτων. Κατά την περίοδο της ημέρας τα συγκεκριμένα ραδιοκύματα διαδίδονται σχεδόν αποκλειστικά με κύματα εδάφους, καθώς τα ουράνια κύματα ως επί το πλείστον απορροφούνται από το ιονοσφαιρικό στρώμα D που θα μελετήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο της εν λόγω πτυχιακής εργασίας. Διάδοση με ουράνια κύματα κατά την περίοδο αυτή εντοπίζεται μονάχα στο χαμηλότερο όριο της ζώνης των συγκεκριμένων συχνοτήτων (Lees, 2014).

Στη συγκεκριμένη ζώνη είναι σημαντικό να τονιστεί πως σε διεθνή συχνότητα επικοινωνίας κινδύνου έχουμε 2.182 KHz και μετέπειτα από την εγκατάσταση η κλήση μεταπίπτει σε διαφορετικό κανάλι. Η επικοινωνία πλοίου προς ξηρά υλοποιείται με ζώνη συχνοτήτων 2045KHz ενώ η επικοινωνία ανάμεσα σε πλοία με 2048 KHz. Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί πως σε αυτή τη συχνότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας υπάρχει μονάχα επικοινωνία πάνω από τη γήινη επιφάνεια ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας με διάθλαση από την ιονόσφαιρα (Κουρή, 2004).

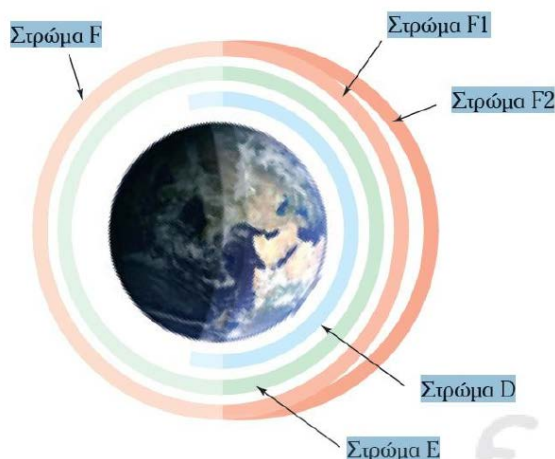
Οι αποστάσεις οι οποίες καλύπτονται με αυτήν την τακτική είναι ενδεικτικά 100 ν.μ. για ημέρα και νύχτα όπου οι σταθμοί επικοινωνιών αυτής της μορφής, δυο φορές την ώρα 00 και 30 τηρούν στη συχνότητα των 2182 KHz τρία λεπτά σιγής και ακρόασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις επιτρέπεται να ακούγεται μονάχα σήμα κινδύνου όπου όλες οι επικοινωνίες θα πρέπει να σταματήσουν άμεσα ενώ είναι σημαντικό να αναφερθεί πως τα ρολόγια στην τοποθεσία με τις επικοινωνίες αυτής της μορφής έχουν πράσινη σκίαση στα διαστήματα 00-03 και 30-33 (Lees and Williamson, 1999).

Γενικότερα αυτό το οποίο είναι σημαντικό να γνωρίζουμε είναι πως τα μεσαία συχνότητας κύματα απορροφώνται εντελώς από το στρώμα D. Το συγκεκριμένο γεγονός οδηγεί το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο των κυμάτων αυτής της μορφής κατά την περίοδο της ημέρας κοντά στην επιφάνεια της γης καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο τεράστια απόσταση με κύματα εδάφους. Η ισχύς των κυμάτων αυτών είναι αρκετά μεγάλη και σημαντική κάτι το οποίο σημαίνει πως διατρέχουν τεράστιες αποστάσεις (Graham and Williamson, 2004).

Επάνω από τη στεριά ανέρχεται σε μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, ενώ πάνω από τη θάλασσα φτάνουν είτε ακόμα και ξεπερνούν τα 1000 χιλιόμετρα. Υπάρχουν, παρόλα αυτά, και άλλες σημαντικές αλλαγές οι οποίες είναι εφικτό να παρουσιαστούν από ένα κύμα εδάφους και μάλιστα αρκετά ισχυρό, εξαιτίας της ηλεκτρομαγνητικής αστάθειας από τη μεταβλητότητα της τροπόσφαιρας (μετεωρολογικές συνθήκες) καθώς επίσης και τις ανωμαλίες των επιφανειών και του ανάγλυφου της εκάστοτε περιοχής οι οποίες είναι εφικτό να επιφέρουν σημαντικές επιρροές και επιδράσεις (Παλληκάρη και συν., 2008).

Λόγω των συγκεκριμένων αλλαγών η εμβέλεια τους ελαττώνεται σημαντικά. Την περίοδο της νύχτας το στρώμα D εξαφανίζεται και τα συγκεκριμένα κύματα αυτής της μορφής ανακλώνται στα υψηλά στρώματα της ιονόσφαιρας με αρκετά πιο μικρές απώλειες. Η ισχύς του πλαισίου αυτού παρουσιάζει σημαντική ανοδική τάση όχι μονάχα σε τεράστιες αποστάσεις, αλλά και σε αποστάσεις οι οποίες δεν ξεπερνούν τα 100 ν.μ.. Την περίοδο της νύχτας, η σύνθεση του πεδίου αυτού στη συγκεκριμένη συχνότητα αλλάζει σε μεγάλο βαθμό καθώς παρουσιάζεται μεγάλη ανοδική τάση της εμβέλειας του σήματος με αποτέλεσμα να υφίστανται σημαντικά φαινόμενα όπως αυτά που θα αναφερθούν παρακάτω (Proakis and Salehi, 2002).

Αρχικά είναι εφικτό να υπάρξει στο δέκτη σημαντική παρεμβολή από άλλον σταθμό ο οποίος δρα και αυτός σε παρόμοια συχνότητα και δεύτερον είναι εφικτό να υπάρξουν διακυμάνσεις είτε λοιπές εξασθενίσεις των σημάτων στο δέκτη λόγω της αλληλεπίδρασης που υπάρχει. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι δυο σήματα από παρόμοιο πομπό, αλλά από διαφοροποιημένους δρόμους, φτάνουν στο δέκτη μαζί (όπως για παράδειγμα κύμα χώρου είτε κύμα εδάφους) (Βλάχος και συν., 2012).



Εικόνα 2.4 : Ηλεκτρομαγνητικές διακυμάνσεις (Τσαλπαζής, 2015)

Αυτό ανιχνεύεται ως επί το πλείστον σε μικρότερες τοποθεσίες και αποστάσεις από τον πομπό οι οποίες δεν ξεπερνούν τα 150 ν.μ. και όσο προχωράει η περίοδος της νύχτας γίνονται ολοένα και πιο ισχυρές οι παραπάνω διακυμάνσεις της

ισχύος του πεδίου αυτού κάτι το οποίο καλείται διάλειαση. Στις πιο μεγάλες αποστάσεις στις οποίες φτάνει στο δέκτη μονάχα το ιονοσφαιρικό κύμα, η διαδικασία λήψης είναι ισχυρή και δίχως παρόμοιας μορφής διαλείψεις (Παλληκάρη και συν., 2008).

Ένας παράκτιος σταθμός είναι εφικτό να καλύψει μια απόσταση μέχρι και 300 ν.μ. με ραδιοτηλεφωνία αυτής της συχνότητας. Οι σταθμοί των σκαφών, που έχουν μικρότερη ισχύ εξόδου σε σχέση με τους παράκτιους, αλλά και πιο μικρές κεραιές εκπομπής έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν απόσταση μέχρι και 150 ν.μ. στη ραδιοτηλεφωνία και 300 ν.μ. με DSC είτε τέλεξ (Graham and Williamson, 2004).

Γενικότερα, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πως οι ηλεκτρομαγνητικές διακυμάνσεις αυτής της μορφής στη διάδοση τους είναι σημαντικό να ακολουθούν την επιφάνεια της γης, όμως, αυτό είναι κάτι το οποίο υλοποιείται διαμέσου πιο ισχυρής επιρροής των ιονισμένων αερίων στα πιο χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας. Η διάδοση των συγκεκριμένων κυμάτων μέσα σε ιονισμένα αέρια πραγματοποιείται με μια μικρή διαφοροποίηση της ταχύτητας, η οποία μπορεί να προκαλέσει σημαντική καμπύλωση στη διάδοση των εν λόγω κυμάτων αλλά και των ανακλάσεων τους (Lees and Williamson, 1999).

Στην περίπτωση των ραδιοκυμάτων υψηλών συχνοτήτων, η εμβέλεια των κυμάτων αυτής της μορφής ανέρχεται στα 200 ν.μ. σχεδόν (ανοδική τάση που εξαρτάται άμεσα από το ύψος της εκάστοτε κεραιάς εκπομπής), ενώ από την άλλη πλευρά τα ουράνια κύματα διαδίδονται με διαδοχικές ανακλάσεις σε αρκετά πιο μεγάλες αποστάσεις. Τα φυσικά μεγέθη του μήκους κύματος αλλά και της συχνότητας εντοπίζονται με σχέση αντίστροφης αναλογίας (Νικητάκος και συν., 2001).

Στις επικοινωνίες ζώνης HF η διάθλαση σημάτων στην ιονόσφαιρα γίνεται με επικοινωνίες ουράνιων σωμάτων και ταξιδεύουν σε τεράστιες αποστάσεις. Οι κυριότερες υπηρεσίες είναι ραδιοτέλεξ όπου υφίσταται η λήψη δεδομένων τα οποία εντοπίζονται εκείνη την ώρα και ραδιοτηλεφωνίας όπου το πλοίο καλεί τον εκάστοτε παράκτιο σταθμό και ο χρήστης το συνδέει με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο. Σε αυτές τις περιπτώσεις υφίσταται σημαντική ανταλλαγή μηνυμάτων για την ασφάλεια του σκάφους όπου οι κυριότερες συχνότητες είναι οι 4125, 6215, 12290 και 16420 όπου υφίσταται μονοκατευθυντική δράση (Graham and Williamson, 2004).

Πίνακας 2.2 : Συχνότητες κλήσεως κινδύνου και αποκρίσεως

ZΩΝΗ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ DSC	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ RT
MF 2 MHz	2187,5 kHz	2182,0 kHz
HF 4 MHz	4207,5 kHz	4125,0 kHz
HF 6 MHz	6312,0 kHz	6215,0 kHz
HF 8 MHz	8414,5 kHz	8291,0 kHz
HF 12 MHz	12577,0 kHz	12290,0 kHz
HF 16 MHz	16804,5 kHz	16420,0 kHz

Πηγή : Βλάχος και συν., 2012

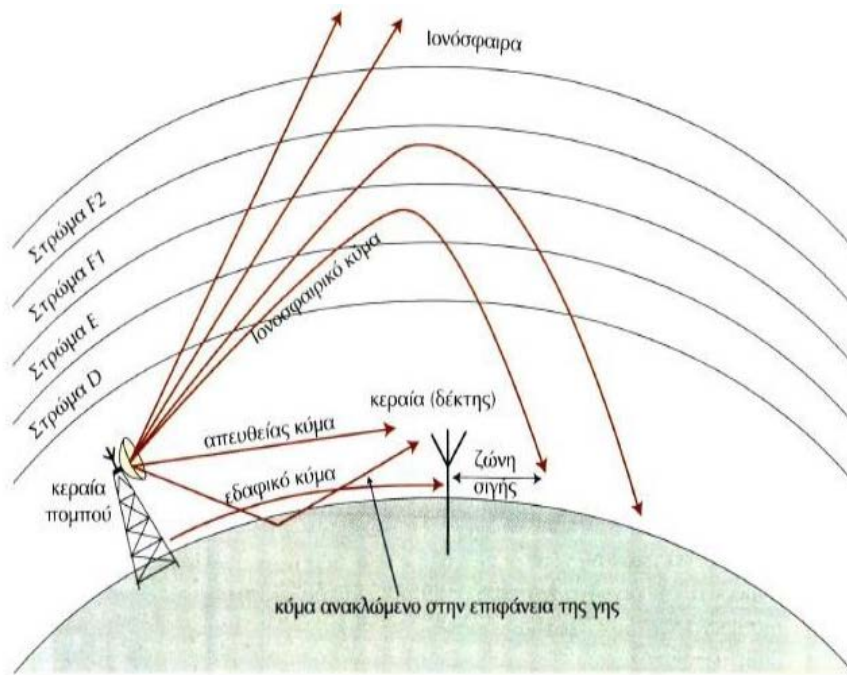
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΡΑΔΙΟΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΙΟΝΟΣΦΑΙΡΑ

3.1 Ανάλυση ιονόσφαιρας και μεταβολές στην επίδραση της διάδοσης

Δεν είναι εφικτό να αναλυθεί η διάδοση αλλά και η συμπεριφορά των συγκεκριμένων κυμάτων είτε όπως καλούνται διαφορετικά των κυμάτων χώρου ιονοσφαιρικής διαδόσεως σε περίπτωση που δεν αναλυθεί αρχικά η δομή και οι αλλαγές οι οποίες πραγματοποιούνται στην ιονόσφαιρα και που επιφέρουν καθοριστικές επιρροές και επιδράσεις στη συγκεκριμένη διαδικασία. Η σημασία της ιονόσφαιρας στις ναυτιλιακές επικοινωνίες είναι πιο μεγάλη από εκείνη στην τροπόσφαιρα.

Τα όρια της δεν είναι ακριβή, τις περισσότερες φορές αναλύεται σαν ένα κομμάτι της ατμόσφαιρας το οποίο καθορίζεται στα 50 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια του πλανήτη μας και το υψηλότερο ύψος της είναι σχεδόν 1000 χιλιόμετρα. Μέσα στην εν λόγω τοποθεσία κινούνται ελεύθερα μόρια καθώς επίσης και διάφορα συστατικά αέρα, τα οποία σε άλλες περιπτώσεις είναι πιο πυκνά και σε άλλα πιο αραιά σύμφωνα με το ύψος το οποίο έχουν (Τριανταφυλλίδης, 2015).

Πριν από σχεδόν 100 χρόνια, υπήρχε η θεωρία πως ο ιονισμός των υψηλότερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας, έχει καθοριστικό ρόλο κατά τη διάδοση των ραδιοκυμάτων, κυρίως σε ότι έχει να κάνει με τις υψηλότερες συχνότητες. Μια έρευνα απέδειξε ότι η ατμόσφαιρα λαμβάνει κατάλληλη ισχύ από τον ήλιο με βασικότερο στόχο τα μόρια της να διακρίνονται σε θετικά αλλά και αρνητικά ιόντα, που έχουν την ευχέρεια να παραμένουν ιονισμένα για τεράστια χρονική περίοδο.



Εικόνα 3.1 : Διάδοση ραδιοκυμάτων στην ιονόσφαιρα (Καραντζή, 2012)

Ο ιονισμός των παραπάνω μορίων αναπτύσσεται λόγω του ότι τα φωτοηλεκτρικά φαινόμενα αναπτύσσονται διαμέσου της ηλιακής ακτινοβολίας, που περιέχει υπεριώδεις ακτίνες υπό τη μορφή ενός καθορισμένου μήκους κύματος καθώς επίσης και ένα σύνολο ακτινών X τεράστιου μήκους. Η δράση αυτής της μορφής πραγματοποιείται κατά την περίοδο της ημέρας όπου τα ελεύθερα μόρια, που δέχονται τη διαδικασία αυτή, αλλάζουν σε πλάσμα ιόντων και ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Η παραπάνω έρευνα απέδειξε, ακόμα, ότι διαφοροποιημένα επίπεδα ιονισμού σε διαφοροποιημένα ύψη της ατμόσφαιρας (κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες), έχουν τη δυνατότητα να αντανακλώνται πίσω στη γη μέσω κυμάτων με υψηλές συχνότητες οι οποίες υπό άλλες συνθήκες θα χάνονταν στο διάστημα. Τα συγκεκριμένα επίπεδα έχουν καθορισμένες επιρροές στη διαδικασία της εν λόγω μετάδοσης. Υφίσταται ένα μεγάλο φάσμα φυσικών γνωρισμάτων της ιονόσφαιρας, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία, η πυκνότητα αλλά και η σύνθεση. Το άθροισμα αρκετών εξ αυτών των κριτηρίων οριοθετεί το επίπεδο ιονισμού σύμφωνα με το εκάστοτε ύψος (Μπιρζαμάνης, 2012).

Με τον τρόπο αυτόν αναπτύσσονται βέλτιστοι ιονισμοί είτε τοποθεσίες λιγότερο ιονισμένες. Στην περίπτωση, δηλαδή, στην οποία η ηλιακή ισχύς συναντά τα αρχικά αραιά επίπεδα με λιγότερα μόρια αέρα εξαιτίας του ύψους το οποίο έχουν, ο ιονισμός ο οποίος θα αναπτυχθεί στη συγκεκριμένη τοποθεσία θα είναι ελάχιστος. Εισχωρώντας, όμως, πιο βαθιά στα επίπεδα αυτής της μορφής, η ακτινοβολία σε καθορισμένες περιοχές θα βρει μια σημαντική πυκνότητα αέριων μορίων τα οποία είναι εφικτό να απορροφήσουν το μεγαλύτερο ποσοστό της ισχύος της παραπάνω ακτινοβολίας του ήλιου κατά τη δράση του ιονισμού (Παλληκάρης και Κατσούλης, 2008).

Στο συγκεκριμένο ύψος από το έδαφος στο οποίο υλοποιείται η εν λόγω δράση αναπτύσσεται το βέλτιστο του ιονισμού για μια καθορισμένα συχνότητα. Αρχικά, οι ηλιακές ακτίνες δεν σταματούν στο ύψος στο οποίο έγινε βέλτιστος ιονισμός, αλλά εισχωρούνται πιο βαθιά στα παραπάνω στρώματα. Ενώ είναι εφικτό να διατηρήσουν και πάλι ιδανικές συνθήκες για τη δράση αυτής της μορφής, η ισχύς τους, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχει απορροφηθεί σε τεράστιο ποσοστό και με τον τρόπο αυτόν φτάνει με εξαιρετικά ελαττωμένη ισχύ όπου αναπτύσσεται ένας καινούριος ιονισμός ο οποίος δεν θεωρείται κατάλληλος καθώς είναι μικρότερος από ότι πρέπει για ανάκλαση του ραδιοκύματος.

Για μια διαφορετική συχνότητα η οποία έχει πιο μικρό μήκος κύματος από αυτό που αναφέρθηκε παραπάνω, υλοποιείται εισχώρηση της υπερϊώδους ακτινοβολίας σε πιο μεγάλο βάθος, στο οποίο στο εκάστοτε σημείο θα κατορθωθεί το βέλτιστο του ιονισμού. Συμπερασματικά, είναι εφικτό να ειπωθεί πως για την εκάστοτε συχνότητα υφίσταται μια διαφοροποιημένη τοποθεσία στην οποία είναι δυνατόν να κατορθωθεί το βέλτιστο του ιονισμού (Graham and Williamson, 2004).

Λόγω των συγκεκριμένων καταστάσεων καθώς επίσης και των διαφοροποιημένων ειδών και μορφών ακτινοβολίας που απορροφά, η ιονόσφαιρα τείνει να διαστρωματώνεται αναπτύσσοντας με αυτόν τον τρόπο τοποθεσίες με διαφοροποιημένα επίπεδα ιονισμού. Τα πιο καθοριστικά κριτήρια ιονισμού είναι η υπερϊώδης ακτινοβολία του ήλιου αλλά και η κοσμική ακτινοβολία και οι μετεωρίτες. Όλα τα παραπάνω έχουν σαν επίπτωση να αναπτύσσονται στην ιονόσφαιρα 4 διαφοροποιημένα επίπεδα που καλούνται D, E, F1 και F2 (όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.4 του προηγούμενου κεφαλαίου) (Καρασμάνογλου, 2015).

Το πρώτο στρώμα εξ αυτών είναι το πιο χαμηλό επίπεδο της ιονόσφαιρας. Υψίσταται σε ένα μέσο ύψος το οποίο φτάνει τα 70χιλιόμετρα, με μέσο πάχος 10 χιλιόμετρα. Το επίπεδο ιονισμού του έχει άμεση επιρροή από την τοποθεσία του ήλιου σε ότι έχει να κάνει με τον ορίζοντα και για αυτόν το λόγο παρουσιάζεται κατά την περίοδο της νύχτας. Είναι το λιγότερο καθοριστικό στρώμα για την HF διάδοση (Lees, 2014).

Έχει την ευχέρεια να αντανακλά κύματα στις συχνότητες VLF αλλά και LF ενώ ταυτόχρονα απορροφά μερικά στις MF και HF συχνότητες. Το συγκεκριμένο στρώμα ακολουθεί το ύψος το οποίο έχει ο ήλιος επάνω από τον ορίζοντα και αυτός είναι ο λόγος που το μεσημέρι γίνεται βέλτιστο. Το στρώμα αυτής της μορφής όπως και το E το οποίο θα αναλυθεί στη συνέχεια παρουσιάζεται τη νύχτα (Τσαλαζής, 2015).

Η κυριότερη αιτία είναι η αναπροσαρμογή των ιόντων σε μόρια, εξαιτίας της έλλειψης ηλιακής ακτινοβολίας, στην περίπτωση στην οποία δεν λαμβάνεται πλέον. Λόγω όλων των παραπάνω σημάτων υψηλών συχνοτήτων είναι δυνατότερα το βράδυ καθώς δεν υφίστανται τόσες παρεμβολές από το επίπεδο αυτό. Παρά το γεγονός αυτό, το εν λόγω επίπεδο είναι εξαιρετικά αντανακλαστικό σε συχνότητες VLF και LF με στόχο να καθοδηγεί τα ραδιοκύματα ανάμεσα στο έδαφος και στο χαμηλότερο επίπεδο της ιονόσφαιρας διαδοχικά.

Το 2^ο στρώμα, που είναι το στρώμα E, έχει βέλτιστο ύψος έως 130 χιλιόμετρα και μέσα πάχος από 15 μέχρι και 120 χιλιόμετρα. Δεν παρέχεται για επικοινωνίες οι οποίες είναι μεγαλύτερες των 20 MHz αλλά και για αποστάσεις οι οποίες ξεπερνούν τα 1500nm. Τα βασικότερα γνωρίσματα του είναι η μικρή υποστήριξη στην MF διάδοση καθώς επίσης και η διαδικασία αντανάκλασης των HF κυμάτων κατά την περίοδο της ημέρας (Καρασμάνογλου, 2015).

Το επίπεδο Es αποτελεί ένα λεπτό επίπεδο αρκετά μεγάλο βαθμού ιονισμού και σε καθορισμένες περιστάσεις παρουσιάζεται σε συνδυασμό με το στρώμα E. ονομάζεται και σποραδικό στρώμα E. Στην περίπτωση στην οποία παρουσιάζεται κρατάει για πολύ ώρα και παραμένει ακόμα και το βράδυ. Δεν επιφέρει καθοριστικές συνέπειες στις διαδόσεις τεράστιων αποστάσεων αλλά και συγκεκριμένες περιπτώσεις παρέχει την ευχέρεια απροσδόκητα καλών λήψεων. Οι

λόγοι οι οποίοι το αναπτύσσουν δεν έχουν ερευνηθεί εντελώς ακόμα (Παλληκάρη και συν., 2008).

Το επόμενο επίπεδο είναι το στρώμα F1 το οποίο ανέρχεται σε ύψος μέχρι και 180 χιλιόμετρα κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ το βράδυ ενώνεται με το στρώμα F2. Το πάχος κατά την περίοδο της ημέρας είναι σχεδόν 20 χιλιόμετρα. Παρά το γεγονός πως μερικά HF κύματα ανακλώνται από αυτό, τα πιο πολλά εξ αυτών έχουν τη δυνατότητα να το διαπεράσουν με στόχο να ανακλαστούν στο επόμενο στρώμα. Η βασική ιδιότητα του είναι, επομένως, το γεγονός πως εξασθενεί σε τεράστιο βαθμό τα HF κύματα έως ότου χαθεί.

Το στρώμα F2 είναι το πιο καθοριστικό ανακλαστικό μέσο για τα ραδιοκύματα υψηλών συχνοτήτων. Το πάχος του είναι εφικτό να φτάσει μέχρι και 2 χιλιάδες χιλιόμετρα και το φάσμα του ύψους του από τα 250 μέχρι και τα 400 χιλιόμετρα την περίοδο της ημέρας. Το βράδυ πέφτει σε ύψος και φτάνει τα 300 χιλιόμετρα, όπου ενώνεται με το προηγούμενο στρώμα. Το ύψος του αλλά και το επίπεδο ιονισμού του διαφέρει σε μεγάλο βαθμό. Έχει άμεση εξάρτηση από την ώρα της ημέρας, τη μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος καθώς επίσης και από τον ηλιακό κύκλο (Graham and Williamson, 2004).

Εδώ είναι σημαντικό να τονιστεί πως το στρώμα F, γενικά, συντηρείται και την περίοδο του βραδιού κάτι το οποίο δεν ισχύει με άλλα στρώματα της ιονόσφαιρας. Υφίστανται αρκετές αιτίες για τις οποίες γίνεται αυτό. Η 1^η εξ αυτών είναι πως αποτελεί το υψηλότερο επίπεδο της και έχει τον πιο μεγάλο βαθμό ιονισμού και κατ' επέκταση υφίσταται η ευχέρεια ο ιονισμός να παραμείνει και κατά την περίοδο της νύχτας. Η 2^η αιτία είναι πως σε περίπτωση στην οποία το επίπεδο ιονισμού είναι μεγάλο, δεν γίνεται κάτι αντίστοιχο και με την πυκνότητα του αέρα και με τον τρόπο αυτόν τα πιο πολλά μόρια θα είναι ιονισμένα (Τριανταφυλλίδης, 2015).

Ακόμα, η συγκεκριμένη χαμηλή πυκνότητα που αναφέρθηκε παραπάνω παρέχει στα μόρια ένα τεράστιο μέσο ελεύθερο μονοπάτι (αποτελεί τη στατιστική μέση απόσταση όπου ένα μόριο ταξιδεύει πριν γίνει η σύγκρουση με άλλο μόριο). Η εν λόγω χαμηλή συχνότητα συγκρούσεων των συγκεκριμένων μορίων σημαίνει ότι στο παραπάνω επίπεδο ο ιονισμός δεν παρουσιάζεται στην περίπτωση στην οποία ο

ήλιος ανατέλλει καθώς ο ιονισμός εξασθενεί με την επαφή ενός ιονισμένου σωματιδίου με ένα ουδέτερο.

Σε ότι έχει να κάνει με το μηχανισμό ανάκλασης, θα πρέπει να τονιστεί πως τα ραδιοκύματα επιστρέφουν στη γη όταν ανακλαστούν σε ένα από τα επίπεδα που προαναφέρθηκαν. Για την ακρίβεια ο μηχανισμός ο οποίος επιφέρει επιρροή είναι η διάθλαση (σημαντικό γνώρισμα των ραδιοκυμάτων). Όσο το επίπεδο του ιονισμού παρουσιάζει σημαντική ανοδική τάση, για ένα κύμα το οποίο πλησιάζει το συγκεκριμένο επίπεδο της ιονόσφαιρας υπό μια καθορισμένη πλευρά τόσο ελαττώνεται ο δείκτης διάθλασης του επιπέδου. Το προσπίπτων κύμα, επομένως, κυρτώνει ολοένα και πιο πολύ σε σχέση με τα φυσιολογικά επίπεδα (Proakis and Salehi, 2002).

Σε περίπτωση στην οποία η συχνότητα αλλαγής του συγκεκριμένου δείκτη για κάθε μονάδα ύψους (υπολογισμένη σε μήκη κύματος) είναι επαρκής, η διαθλώμενη ακτίνα εν τέλει θα γίνει παράλληλη με το εν λόγω επίπεδο. Έτσι θα κατορθώσει να κυρτώσει προς τα κάτω με στόχο να ανακλαστεί εν τέλει από το παραπάνω επίπεδο υπό γωνία η οποία ισούται με τη γωνία προσπτώσεως της. Φυσικά, στη συγκεκριμένη τοποθεσία είναι σημαντικό να επισημανθεί πως γίνονται και καθοριστικές απορροφήσεις από το παραπάνω επίπεδο της ιονόσφαιρας (Lees, 2014).

3.2 Ιονοσφαιρικές αποκλίσεις

Η ιονόσφαιρα έχει άμεση επιρροή και επίδραση από την ηλιακή ακτινοβολία και αυτός είναι ο κυριότερος λόγος για τον οποίο οι συνθήκες της αλλά και η σύνθεση της διαφέρουν σημαντικά, υφίστανται 2 μορφές αποκλίσεων. Οι φυσιολογικές οι οποίες είναι ως επί το πλείστον ημερήσιες και εποχιακές μεταβολές ύψους είτε πάχους αλλά και οι μη συνηθισμένες αποκλίσεις οι οποίες κατά κύριο λόγο προέρχονται από το γεγονός πως ο ήλιος είναι ένα μεταβλητό αστέρι (Τσαλπαζής, 2015).

Ο ήλιος έχει ένα 11-ετή κύκλο στον οποίο η ακτινοβολία του εμφανίζει καθοριστικές αλλαγές. Αυτή η κατάσταση δεν είναι διαδεδομένη καθώς οι αποκλίσεις στην ισχύ του φωτός είναι ιδιαίτερα μικρές. Το φάσμα της ηλιακής διαταραχής υπολογίζεται με μια τακτική που καλείται υπολογισμός της ηλιακής κηλίδας. Βάσει με τη συγκεκριμένη τακτική κάθε 11 έτη παρουσιάζεται ένας κύκλος της ηλιακής αυτής δράσης και πιθανόν κάθε 90 έτη υφίσταται ένας υπέρ-κύκλος. Οι πιο υψηλές υπολογισμένες δράσεις υπήρξαν πριν αρκετές δεκαετίες (Παλληκάρης και Κατσούλης, 2008).

Οι βασικότερες διαταραχές οι οποίες αναπτύσσονται στην ιονόσφαιρα είναι τα SIDs αλλά και οι ιονοσφαιρικές καταιγίδες. Οι συγκεκριμένες διαταραχές ως επί το πλείστον αναπτύσσονται από εκρήξεις του ήλιου, οι οποίες είναι τεράστιες εκπομπές υδρογόνου από τον ήλιο. Οι εν λόγω εκρήξεις είναι αιφνίδιες και μη προβλέψιμες, αλλά είναι πιο εφικτό να συμβεί κατά την περίοδο ισχυρής ηλιακής δράσης. Η ακτινοβολία X η οποία τις περισσότερες φορές συνοδεύει τις συγκεκριμένες εκρήξεις παρουσιάζει ανοδική τάση της πυκνότητας ιονισμού στο επίπεδο D.

Στην περίπτωση αυτής της μορφής το συγκεκριμένο επίπεδο έχει την ευχέρεια απορρόφησης σημάτων τα οποία σε φυσιολογικά επίπεδα θα το διαπερνούσαν και θα ανακλώνταν από το επίπεδο F. Με τον τρόπο αυτόν οι επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων παρουσιάζονται εντελώς για περιόδους μεγαλύτερες της μιας ώρας κάθε φορά. Από έρευνες που έχουν γίνει τα προηγούμενα χρόνια με επίγειους ραδιοηλιογράφους και δορυφόρους υπήρξε ένα τεράστιο ποσό δεδομένων τα οποία είχαν άμεση σχέση με τις παραπάνω εκρήξεις και με τον τρόπο αυτόν ανακαλύφθηκε πως οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις έγιναν αρκετά πιθανές (Κουρή, 2004).

Δυο άλλα δεδομένα τα οποία είναι σημαντικό να τονιστούν σε ότι έχει να κάνει με τα SIDs είναι πως μονάχα η ηλιοφώτιστη μεριά του πλανήτη μας δέχεται επιρροές και επιδράσεις και δεύτερον πως η VLF διάδοση παρουσιάζει σημαντική βελτίωση. Οι καταιγίδες αυτής της μορφής αναπτύσσονται από εκπομπές σωματιδίων από τον ήλιο, γενικότερα ακτίνες α και β. δεδομένου πως οι εν λόγω εκπομπές κάνουν σχεδόν 1,5 ημέρα για να φτάσουν στον πλανήτη μας, μια προειδοποίηση είναι εφικτή κυρίως ύστερα από τεράστιες ηλιακές κηλίδες είτε εκρήξεις. Η δύναμη των

παραπάνω σημάτων στην περίπτωση αυτή ελαττώνεται σε μεγάλο βαθμό. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, η χρησιμοποίηση χαμηλών συχνοτήτων τις περισσότερες φορές βοηθά, καθώς οι πιο υψηλές δέχονται περισσότερες επιρροές και επιδράσεις (Παλληκάρη, 2005).

Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί πως το σποραδικό επίπεδο που αναφέρθηκε παραπάνω (το επίπεδο E), τις περισσότερες φορές εμφανίζεται σαν μη συνηθισμένη ιονοσφαιρική διαταραχή. Στην περίπτωση που παρουσιάζεται προκαλεί το διπλό φαινόμενο της εμπόδισης μακράς απόστασης HF επικοινωνιών καθώς επίσης και της βοήθειας VHF επάνω από τον ορίζοντα επικοινωνιών. Τα πραγματικά αλλά και τα φαινομενικά ύψη για επικοινωνίες αυτής της μορφής στο εν λόγω επίπεδο παρουσιάζονται σαν ίδια. Με τον τρόπο αυτόν, υφίσταται εδραίωση της αντίληψης πως το εν λόγω επίπεδο είναι λεπτό και εξαιρετικά πυκνό με στόχο να εντοπίζεται η πραγματική ανάκλαση των συγκεκριμένων κυμάτων αυτής της μορφής (Καραντζή, 2012).

Από την άλλη πλευρά σε ότι έχει να κάνει με τα κύματα χώρου είναι σημαντικό να τονιστεί πως το σύστημα διάδοσης τους είναι απλά καθώς μεταδίδονται γενικά σε ευθείες γραμμές. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, υφίσταται σημαντική εξάρτηση από συνθήκες line of sight η οποία περιορίζεται στη μετάδοση τους από την καμπυλότητα του πλανήτη μας, εκτός από εξαιρετικά ασυνήθιστες περιστάσεις. Έχουν την ευχέρεια μετάδοσης ως ραδιοκύματα στον ελεύθερο χώρο. Η συγκεκριμένη συμπεριφορά επιβάλλεται καθώς τα μήκη κύματος τους είναι εξαιρετικά μικρότερα για ανάκλαση στην ιονόσφαιρα και καθώς τα κύματα εδάφους παρουσιάζονται σε μικρή απόσταση από το ναυτιλιακό πομπό (Graham and Williamson, 2004).

3.3 Μεσαία συχνότητα MF στην ιονόσφαιρα

Τα κύματα αυτής της συχνότητας απορροφώνται εντελώς από το επίπεδο D. Η κατάσταση αυτής της μορφής είναι εφικτό να προκαλέσει ένα νέο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο των συγκεκριμένων κυμάτων κατά την περίοδο της ημέρας σε κοντινή απόσταση από την επιφάνεια του πλανήτη μας, καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο τεράστια απόσταση με κύματα εδάφους. Η ισχύς των κυμάτων αυτής της μορφής στην εν λόγω συχνότητα είναι εξαιρετικά μεγάλη κάτι το οποίο σημαίνει πως διατρέχουν τεράστιες αποστάσεις.

Πάνω από την επιφάνεια της στεριάς φτάνει σε κάποιες εκατοντάδες χιλιόμετρα, ενώ πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας φτάνει είτε σε πολλές περιπτώσεις έχει την ευχέρεια να ξεπεράσει τα χίλια χιλιόμετρα. Υπάρχουν, όμως, σημαντικές αλλαγές τις οποίες είναι δυνατόν να υποστούν τα κύματα αυτής της μορφής και μάλιστα ιδιαίτερα ισχυρά και έντονα, εξαιτίας της ηλεκτρομαγνητικής αστάθειας που υπάρχει από τη μεταβλητότητα της τροπόσφαιρας (όπως για παράδειγμα μετεωρολογικές συνθήκες) καθώς επίσης και τις μη ομαλές καταστάσεις των εκάστοτε επιφανειών αλλά και του ανάγλυφου της τοποθεσίας στην οποία επιφέρουν σημαντικές επιρροές και επιδράσεις (Καρασμάνογλου, 2015)

Λόγω αυτών των αλλαγών η εμβέλεια τους ελαττώνεται σημαντικά. Την περίοδο της νύχτας, όπως έχει τονιστεί και παραπάνω το επίπεδο D εξαφανίζεται και τα συγκεκριμένα κύματα ανακλώνται στα υψηλά επίπεδο της ιονόσφαιρας με εξαιρετικά μικρές απώλειες. Η ισχύς του πεδίου παρουσιάζει σημαντική ανοδική τάση όχι μονάχα σε τεράστιες αποστάσεις αλλά και σε λιγότερο από 100nm. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η σύνθεση του συγκεκριμένου πεδίου των συχνοτήτων αυτών αλλάζει ριζικά καθώς παρουσιάζει αυξητική τάση η εμβέλεια του σήματος και έτσι υφίστανται μερικά σημαντικά φαινόμενα όπως αυτά που θα παρουσιαστούν παρακάτω (Κουρή, 2004).

Αρχικά είναι εφικτό να υπάρξει στο δέκτη παρεμβολή από άλλον σταθμό ο οποίος δουλεύει και εκείνος σε παρόμοια συχνότητα και δεύτερον είναι εφικτό να υπάρξουν διαφοροποιήσεις και σημαντικές διακυμάνσεις είτε λοιπές εξασθενίσεις του σήματος στο δέκτη λόγω της αλληλεπίδρασης που υπάρχει. Η κατάσταση αυτή

οφείλεται στο γεγονός πως δυο σήματα από τον ίδιο πομπό, αλλά από διαφοροποιημένες κατευθύνσεις φτάνουν στο δέκτη παράλληλα (κύμα χώρου και κύμα εδάφους).

Η κατάσταση αυτή εντοπίζεται πιο πολλές φορές όταν υφίστανται μικρές αποστάσεις από τον πομπό οι οποίες δεν ξεπερνούν τα 150nm και όσο προχωράει το βράδυ γίνονται πιο ισχυρές οι συγκεκριμένες διακυμάνσεις της ισχύος του πεδίου κάτι το οποίο καλείται διάλειαση. Σε τεράστιες αποστάσεις όπου φτάνει στο δέκτη μονάχα το ιονοσφαιρικό κύμα, η λήψη είναι πιο ισχυρή και δίχως φαινόμενα όπως οι διαλείψεις που αναφέρθηκαν παραπάνω (Τριανταφυλλίδης, 2015).

Ένας παράκτιος σταθμός είναι εφικτό να καλύψει μια απόσταση μέχρι και 300nm με ραδιοτηλεφωνία στις συγκεκριμένες συχνότητες. Οι σταθμοί των σκαφών, που έχουν μικρότερη ισχύ εξόδου σε σχέση με τους παράκτιους αλλά και πιο μικρές κεραίες εκπομπής έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν απόσταση μέχρι και 150nm στη ραδιοτηλεφωνία και μέχρι 300nm με DSC είτε μέσω τέλεξ (Παλληκάρης και Κατσούλης, 2008).

Γενικότερα, αυτό το οποίο είναι σημαντικό να γνωρίζουμε είναι πως η υπεριώδης ακτινοβολία του ήλιου, δημιουργεί ιονισμό των ατόμων των αερίων της αιώτερης ατμόσφαιρας που καλείται ιονόσφαιρα. Έστερα από τη δύση του ήλιου τα συγκεκριμένα κύματα έχουν την ευχέρεια να ανακλώνται από τα ιονισμένα επίπεδα αυτής της μορφής και με τον τρόπο αυτόν επιστρέφουν πίσω στον πλανήτη μας (Lees, 2014).

Το επίπεδο D, καθώς βρίσκεται σχετικά σε μικρή απόσταση στην επιφάνεια του πλανήτη μας (μέχρι και 90 χιλιόμετρα), είναι ιδιαίτερα πυκνό από αέρια. Στην περίπτωση στην οποία τα άτομα των αερίων του εν λόγω επιπέδου ιονισθούν από την εμφάνιση της ακτινοβολίας του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας, αναπτύσσουν ένα εξαιρετικά ιονισμένο επίπεδο, το οποίο αντί να ανακλάσει τις συχνότητες οι οποίες είναι πιο χαμηλές από 10MHz τις απορροφά και τις εξασθενεί με συνέπεια να μην φτάσουν ποτέ στα επόμενα επίπεδα για να ανακλαστούν. Το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι εξαιρετικά πιο ισχυρό στα μεσαία κύματα, τα οποία αποτελούν ένα χαμηλό φάσμα, αφού η απορρόφηση είναι αντιστρόφως ανάλογα του τετραγώνου της συχνότητας. Έτσι, υφίσταται εξαφάνιση

κατά τη διάρκεια της ημέρας των σταθμών από διαφορετικά κράτη (Νικητάκος και συν., 2001).

Στην περίπτωση στην οποία ο ήλιος δύσει το επίπεδο αυτό αποιονίζονται και με τον τρόπο αυτόν εξαφανίζεται άμεσα και χάνει την ιδιότητα της απορρόφησης και της εξαφάνισης των ραδιοκυμάτων αυτής της συχνότητας, με στόχο αυτά να φτάνουν στο επίπεδο E, που έχει την κυριότερη συμμετοχή στη διαδικασία ανάκλασης των συγκεκριμένων κυμάτων σε αποστάσεις οι οποίες είναι από 2 χιλιάδες μέχρι και 3 χιλιάδες χιλιόμετρα από τον εκάστοτε σταθμό (Παλληκάρη και συν., 2008).

Ο ιονισμός σε αυτό το επίπεδο δεν προέρχεται μονάχα από την εμφάνιση της ακτινοβολίας του ήλιου αλλά και από λοιπές πηγές ισχύος όπως είναι για παράδειγμα οι κοσμικές ακτίνες που αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά και μετέωρα και με τον τρόπο αυτόν συντηρείται σε καθορισμένο επίπεδο και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Πολύ πιο υψηλές συχνότητες από εκείνες των κυμάτων αυτής της μορφής ξεπερνούν το επίπεδο αυτό και ανακλώνται από το επίπεδο F σε πιο μακρινές αποστάσεις.

Την περίοδο του χειμώνα όπου τα βράδια είναι πιο μεγάλα καθώς επίσης και στις περιπτώσεις στις οποίες η δράση του ήλιου είναι στο ελάχιστο, το επίπεδο D ιονίζεται λιγότερο παρέχοντας την ευχέρεια σε ακόμη πιο καλές ανακλάσεις από το επόμενο επίπεδο. Στην πραγματικότητα δεν αφορά μια διαδικασία ανάκλασης όπως εκείνη του φωτός, αλλά αναφερόμαστε σε μια καμπυλωτή κατεύθυνση όπου υφίσταται διάθλαση της πορείας των συγκεκριμένων ραδιοκυμάτων που επιστρέφουν στον πλανήτη μας. Η συνέχεια είναι πως οι σταθμοί των συγκεκριμένων κυμάτων να ακούγονται έως και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά, παρακάμπτοντας με αυτόν τον τρόπο όλων των μορφών τα εμπόδια τα οποία ανιχνεύονται στην επιφάνεια του πλανήτη μας (Βλάχος και συν., 2012).

Ένας επιπλέον λόγος για τον οποία υφίσταται προτίμηση στις κατακόρυφες κεραίες συγκριτικά πάντα με τις οριζόντιες, είναι η χαμηλότερη γωνία ακτινοβολίας τους συγκριτικά με τον ορίζοντα. Πιο μεγάλες γωνίες ακτινοβολίας έχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης διάθλασης σημάτων στην ιονόσφαιρα κάτι το οποίο επιστρέφει μέσα στην εμβέλεια του κύματος εδάφους. Το συγκεκριμένο κύμα και αυτό το οποίο αναπτύσσεται μετά από τη διαδικασία διάθλασης, συντονίζονται με

συνέπεια να υφίστανται ισχυρές διαλείψεις με επίπτωση να αυτό-παρεμβάλλεται και ο ίδιος ο σταθμός.

Στα συγκεκριμένα κύματα όπως και σε άλλα φάσματα, σχεδόν τις περισσότερες φορές, τα σήματα αρκετά μακρινών σταθμών, τα οποία έχουν προέλευση από ιονοσφαιρική ανάκλαση, δίδως να υφίσταται πια η εμπλοκή του κύματος αυτής της μορφής, εμφανίζουν σημαντικές διαλείψεις όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω. Κάποιες φορές οι διαλείψεις αυτής της μορφής είναι ανεπαίσθητες και κάποιες άλλες αρκετά πιο μεγάλες (Lees, 2014).

Το παραπάνω φαινόμενο εξηγείται σαν τη διαδικασία κατά τη διάθλαση των κυμάτων ενός καθορισμένου σταθμού στην ιονόσφαιρα, στο δέκτη είναι εφικτό να φτάσουν 2 είτε παραπάνω σήματα τα οποία έχουν ακολουθήσει διαφοροποιημένες κατευθύνσεις και πορείες. Σε περίπτωση στην οποία αυτά τα σήματα φτάσουν στο δέκτη με παρόμοια φάση τότε υφίσταται τροφοδότηση. Με τον τρόπο αυτόν ο σταθμός είναι εφικτό να ακουστεί πιο δυνατά. Σε περίπτωση στην οποία δεν έρχονται με την ίδια φάση, τότε η λήψη είναι υποβαθμισμένη (Παλληκάρης και Κατσούλης, 2008).

Σε περίπτωση στην οποία η διαφοροποίηση της φάσης είναι 180 μοίρες, τότε τα σήματα αυτά εξουδετερώνονται μεταξύ τους και ο σταθμός σταματάει να ακούγεται. Αντίθετα, σε μια τοποθεσία είναι εφικτό να έχουμε τροφοδότηση του σήματος, ενώ σε κάποια άλλη είναι δυνατόν να έχουμε ολική απώλεια λήψης. Ακόμα, στα κύματα αυτής της μορφής, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις το ανακλώμενο από την ιονόσφαιρα σήμα εμφανίζει καθοριστική παραμόρφωση σε ότι αφορά τον ήχο του.

Η κατάσταση αυτή αναλύεται σαν τη διαμόρφωση που είναι τοποθετημένη και στις δυο πλευρικές του σήματος, οι οποίες περιέχουν μια εξαιρετικά μικρή διαφοροποίηση συχνότητας. Υπό καθορισμένες συνθήκες, είτε η κάτω είτε η πάνω πλευρική, λαμβάνουν διαφοροποιημένες πορείες κατά τη διαδικασία διάθλασης τους στην ιονόσφαιρα, φτάνοντας στον εκάστοτε δέκτη εκτός φάσης με στόχο να εμφανίζεται ήπια η σημαντικότερη παραμόρφωση. Το συγκεκριμένο φαινόμενο καλείται επιλεκτική διάλειψη (Τσαλπαζής, 2015).

3.4 Υψηλή συχνότητα HF στην ιονόσφαιρα

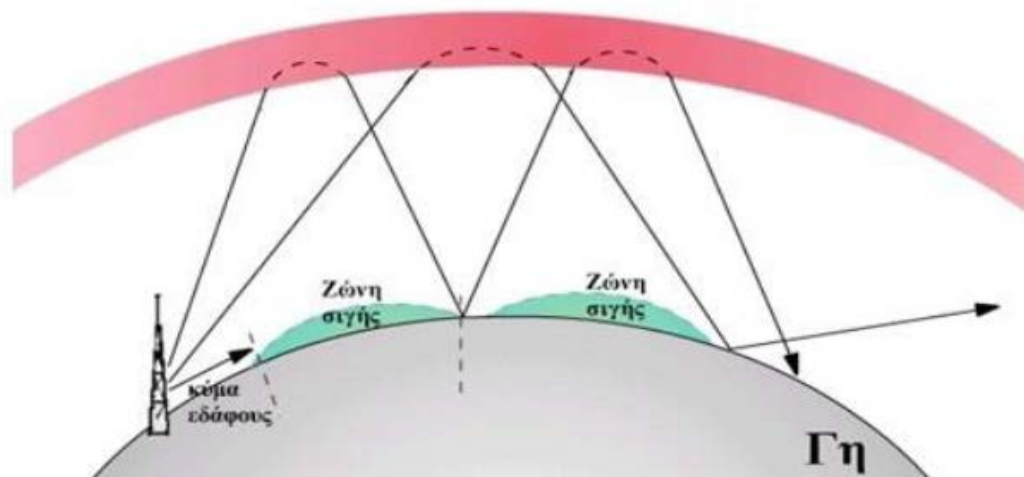
Το σημαντικότερο γνώρισμα των συγκεκριμένων κυμάτων είναι η διασύνδεση μακρινών αποστάσεων καθώς επίσης και η ευχέρεια τους να διαδίδονται σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις όλο το 24ωρο (είτε είναι ημέρα είτε βράδυ), μεταβάλλοντας μονάχα τις συχνότητες. Είναι κατανοητό πως στις συχνότητες αυτές τα κύματα αυτής της μορφής διαδραματίζουν τον καθοριστικότερο ρόλο καθώς ιστορική η μελέτη της ιονόσφαιρας άρχισε από την ανακάλυψη των γνωρισμάτων αυτής της μορφής.

Η διάδοση των συχνοτήτων αυτών φτάνει σε μακρινές αποστάσεις λόγω της διαδικασίας ανάκλασης των κυμάτων χώρου στην ιονόσφαιρα, ενώ το κύμα εδάφους που παρουσιάστηκε παραπάνω της ανάλογης συχνότητας, αποσβένει σε μικρό χρονικό διάστημα σε σχέση με την απόσταση την οποία καλείται να διανύσει το ανακλώμενο σήμα. Η ισχύς του συγκεκριμένου σήματος το οποίο φτάνει στο δέκτη έχει άμεση εξάρτηση αλλά και επιρροή από την εκάστοτε συχνότητα, τις συνθήκες της ιονόσφαιρας, την περίοδο, την εποχή αλλά και από την ώρα (Graham and Williamson, 2004).

Στην περίπτωση στην οποία επιθυμούμε να επικοινωνήσουμε από μεγάλη απόσταση με τα κύματα αυτής της μορφής (όπως για παράδειγμα με έναν παράκτιο), ένας πρακτικός οδηγός για να διαλέξουμε την καταλληλότερη συχνότητα είναι να συντονίσουμε το δέκτη μας σε μια καθορισμένη συχνότητα με στενό φάσμα, για παράδειγμα τέλεξ είτε μονής πλευρικής ζώνης του παράκτιου σταθμού με τον οποίου θέλουμε να επικοινωνήσουμε.

Στη ζώνη στην οποία θα βρούμε ένα δυνατό και σταθεροποιημένο σήμα του παράκτιου σημαίνει πως εκείνη είναι η βέλτιστη ζώνη επικοινωνίας με τον παράκτιο. Το συγκεκριμένο σήμα τα ανιχνεύουμε εστιάζοντας σε όλα τα κριτήρια τα οποία έχουν αναφερθεί παραπάνω όπως για παράδειγμα η εποχή, η ώρα, η απόσταση κλπ. Στη ζώνη την οποία λαμβάνουμε το εν λόγω σήμα (όπως για παράδειγμα 22MHz) είναι σημαντικό να συντονίσουμε τον πομπό τον οποίο έχουμε στην κατοχή μας με στόχο να καλέσουμε τον παράκτιο μέσω ραδιοτηλεφώνου ή με DSC ή μέσω τέλεξ. Θα πρέπει να τονιστεί, επίσης, πως οι ζώνες τις οποίες χρησιμοποιεί η κινητή

ναυτική υπηρεσία στα συγκεκριμένα κύματα είναι 4-6-8-12-18-22 και 25 MHz (Lees and Williamson, 1999).



Εικόνα 3.2 : Διάδοση βραχέων ραδιοκυμάτων (Βλάχος και συν., 2012)

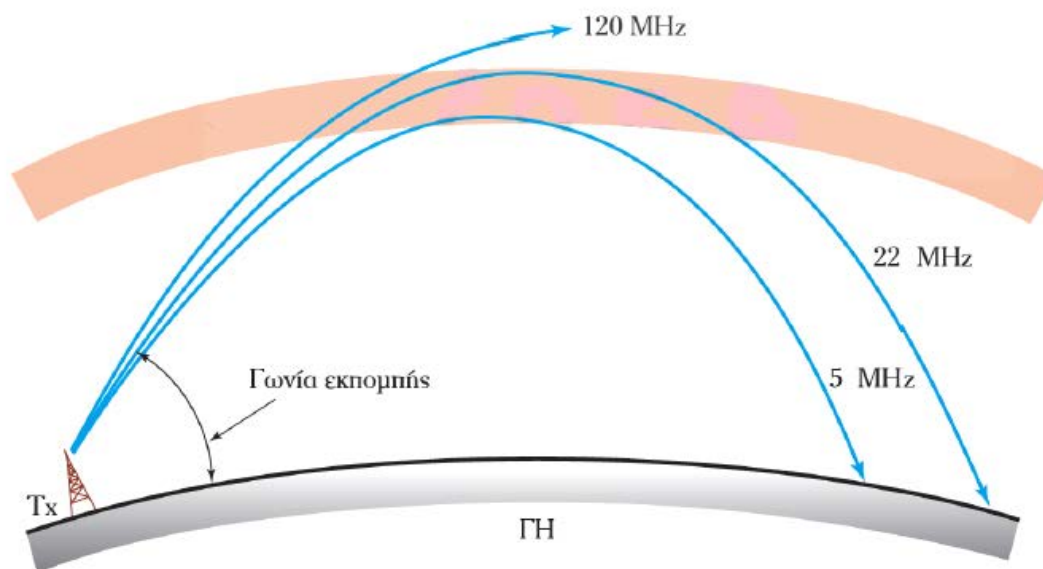
Η παραπάνω μέθοδος αποτελεί μια πρακτική τακτική με στόχο να ανιχνεύσουμε με βασικές γνώσεις μια διάδοση ενός τέτοιου σήματος, τη συχνότητα την οποία έχει και θα χρησιμοποιήσει. Αυτό, όμως, δεν αποτελεί έναν κανόνα. Η ιονόσφαιρα σε καθορισμένες συνθήκες και σε συγκεκριμένες καταστάσεις συμπεριφέρεται παράξενα και η διαδικασία λήψης είναι εφικτό να είναι βέλτιστη στην κατεύθυνση ξηράς-σκάφους, ενώ σε άλλες περιπτώσεις στην πορεία σκάφους-ξηράς είναι εφικτό να είναι φτωχή.

Σε περίπτωση, επομένως, που το σήμα αυτής της μορφής του παράκτιου φτάσει σε μεγάλο βαθμό στο δέκτη παρά τις ενέργειες επαφής ο παράκτιος δεν απαντάει, καθώς προφανώς δεν ακούει το σήμα του σκάφους και για αυτό είναι σημαντικό να γίνει δοκιμή κλήσεως, σε μια διαφορετική ζώνη συχνοτήτων η οποία θα είναι πιο χαμηλή, εφόσον φυσικά εκείνη ακούγεται στο δέκτη είναι πιο υψηλή, για την εν λόγω απόσταση αλλά και ώρα (Παλληκάρη, 2005).

Η συγκεκριμένη συχνότητα η οποία ακούγεται στον εκάστοτε δέκτη καλείται μέγιστη χρησιμοποίηση συχνότητας. Αποτελεσματικότερο είναι να κάνουμε

χρήση της πιο χαμηλής συχνότητας, δηλαδή 15% πιο κάτω από την παραπάνω συχνότητα, που καλείται βέλτιστη συχνότητα επικοινωνίας. Είναι σημαντικό, επίσης, να τονιστεί πως στην ανατολή και στη δύση οι επικοινωνίες είναι τις περισσότερες φορές δύσκολες και μη αξιόπιστες (Καρασμάνογλου, 2015).

Είναι σημαντικό, επίσης, στις μετρήσεις της ώρας για τη συχνότητα η οποία θα χρησιμοποιηθεί από ένα σκάφος να λαμβάνεται αρκετά σοβαρά υπόψη η ώρα του εκάστοτε κράτους είτε του στίγματος στο οποίο εντοπίζεται ο σταθμός δέκτης, με τον οποίο προσπαθεί το σκάφος να επικοινωνήσει. Στις συχνότητες αυτής της μορφής το επίπεδο D της ιονόσφαιρας έχει μια μικρή επίδραση μονάχα στα 4MHz. Από εκεί και πάνω σε όλα τα επίπεδα για τεράστιες αποστάσεις η διαδικασία της ανάκλασης υλοποιείται στο επίπεδο E και F (Κουρή, 2004).



Εικόνα 3.3 : Μετάδοση υψηλών συχνοτήτων στην ιονόσφαιρα (Καρασμάνογλου, 2015)

Είναι σημαντικό, παράλληλα, να γίνει κατανοητό πως όσο πιο μεγάλη ζώνη συχνοτήτων χρησιμοποιούμε, τόσο πιο μεγάλη είναι και η εμβέλεια του σήματος. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα, τόσο πιο μεγάλη απόσταση είναι σημαντικό να διανύσει το σήμα μέσα στην ιονόσφαιρα

πριν υποστεί μεγάλη καμπύλωση με στόχο να κατορθώσει να επιστρέψει στον πλανήτη μας. Επομένως, όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα εκπομπής τόσο πιο δυνατό και μεγάλο θα είναι το ύψος της ανάκλασης. Από την εικόνα που ακολουθεί μπορούμε να εντοπίσουμε πως όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα τόσο πιο μεγάλη είναι και η απόσταση η οποία είναι εφικτό να καλυφθεί (Τριανταφυλλίδης, 2015).

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως είδαμε στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, η σημασία της ιονόσφαιρας στη διάδοση των ραδιοκυμάτων είναι σημαντική, καθώς δίχως την επίδραση της αρκετά κύματα αυτής της μορφής, τα οποία εκπέμπονται από το ένα σημείο της γης, αντί να φτάσουν (διαθλώμενα είτε ανακλώμενα) σε ένα άλλο σημείο της επιφάνειας του πλανήτη μας, είναι εφικτό να διέφευγαν προς το διάστημα. Οι διακυμάνσεις της ιονόσφαιρας, οφείλονται ως επί το πλείστον στη διαφοροποιημένη ισχύ της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου σε διαφοροποιημένες χρονικές περιόδους.

Μέσα από τη μελέτη που πραγματοποιήσαμε κατανοήσαμε πως οι πιο σημαντικές διακυμάνσεις της ιονόσφαιρας είναι η ημερήσια και η εποχιακή διακύμανση καθώς επίσης και η διακύμανση η οποία ακολουθεί τον κύκλο των ηλιακών κηλίδων αλλά και οι αλλαγές οι οποίες υφίστανται στις μαγνητικές καταιγίδες. Σε συγκεκριμένα ύψη της ιονόσφαιρας εντοπίζεται ισχυρότερος ιονισμός και αυτός είναι ο κυριότερος λόγος για τον οποίο διακρίνονται σε διαφορετικά ιονοσφαιρικά στρώματα όπως είναι τα στρώματα D, E, F, F1 αλλά και F2.

Όπως είδαμε κατά τη διάρκεια αυτής της πτυχιακής εργασίας την οποία κληθήκαμε να εκπονήσουμε το 1^ο στρώμα από αυτά στη διάρκεια της ημέρας απορροφά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα MF/HF ενώ το 2^ο στρώμα αναπτύσσει διάθλαση την ημέρα αλλά και τη νύκτα στις μεσαίες κυρίως συχνότητες. Εξαιτίας, λοιπόν, της απορροφήσεως των κυμάτων αυτών των εν λόγω συχνοτήτων υφίσταται σχηματισμός ουράνιων κυμάτων αυτής της μορφής που είναι εφικτό μονάχα το βράδυ.

Από την άλλη πλευρά το στρώμα F1 έχει πιο μεγάλη ισχύ και έχει την ευχέρεια να διαθλάσει τα συγκεκριμένα κύματα υψηλών συχνοτήτων, από την ώρα, όμως, που δεν έχουν απορροφηθεί στα προηγούμενα στρώματα. Τέλος, το στρώμα F2 έχει πιο μεγάλο ιονισμό και είναι εφικτό να ανακλάσει ακόμα και κύματα υψηλών συχνοτήτων, φτάνει εκείνα να μην έχουν απορροφηθεί από όλα τα άλλα στρώματα (φαινόμενο το οποίο είναι δυνατόν να γίνει μονάχα κατά τη διάρκεια της νύκτας στην περίπτωση στην οποία δεν υφίσταται στρώμα D και έχει εξασθενήσει αρκετά και το επίπεδο E).

Όλα τα παραπάνω τα οποία αναπτύχθηκαν διεξοδικά κατά τη διάρκεια της συγγραφής της εν λόγω πτυχιακής εργασίας μας βοήθησαν να κατανοήσουμε καλύτερα πως τα ραδιοκύματα λειτουργούν στην ιονόσφαιρα και πως αυτές οι δράσεις έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στις σύγχρονες ναυτιλιακές επικοινωνίες και πως η μετάδοση των ραδιοκυμάτων έχει βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό την επικοινωνία ανάμεσα σε πλοία και σταθμούς.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Graham D., Williamson, W. G., (2004), *Handbook for Marine Radio Communication*, 4th Edition, Better World Books Ltd (Dunfermline, United Kingdom).
2. Lees, G. D., (1993), *Marine Radio Communication*, LLP Professional Publishing, Lincoln, United Kingdom.
3. Lees, G. D., Williamson, W.G., (1999), *Handbook for Marine Radio Communication*, AwesomeBooks, Wallingford, United Kingdom.
4. Lees, G. D., (2014), *Handbook for Marine Radio Communication*, Books2Anywhere, Fairford, GLOS, United Kingdom.
5. Proakis, J. G., Salehi, M., (2002), *Συστήματα Τηλεπικοινωνιών*, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.
6. Βλάχος, Κ., Γκιουλέκας, Φ., Μπερμπερίδης, Κ., (2012), *Συστήματα μετάδοσης πληροφορίας*, Σημειώσεις μαθήματος, Επίκουροι καθηγητές ΤΜΗΥΠ.
7. Καραντζή, Γ., (2012), *Θέματα επικοινωνιών πλοίων*, *Εγχειρίδιο GMDSS*, Καθηγητής Δημόσιας Ναυτικής Εκπαίδευσης, Β' Έκδοση, Πειραιάς.
8. Καρασμάνογλου, Τ., (2015), *Απαιτήσεις ραδιοεξοπλισμού πλοίων που πλέουν σε θαλάσσιες περιοχές A1,A2,A3,A4 GMDSS*, Πτυχιακή εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας.
9. Κουρή, Σ., (2004), *Στοιχεία Θεωρίας Κεραιών και Διαδόσεως Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων*.
10. Μπιρζαμάνης, Ε., (2012), *Ναυτικές επικοινωνίες, Εξέλιξη τους και προοπτικές*, Πτυχιακή εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων, Νέα Μηχανιώνα.
11. Νικητάκος, Ν., Μιχαηλίδης, Δ., Μαυρομιχάλης, Κ., (2001), *Ναυτικές Επικοινωνίες*, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, Ναυτικός Ναυτιλιακός Τομέας.
12. Παλληκάρη, Α.Η., Κατσούλη, Γ., Δαλακλή, Δ., (2008), *Ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα*, Χρυσουν Μεταλλιον Ακαδημίας Αθηνών, Εκπαιδευτικό Κείμενο Ακαδημιών Εμπορικού Ναυτικού, Αθήνα.

13. Παλληκάρη, Α.Η., (2005), *Ραδιοναυτιλία*, Χρυσουν Μεταλλιον Ακαδημίας Αθηνών, Εκπαιδευτικό Κείμενο Ακαδημιών Εμπορικού Ναυτικού, Αθήνα.
14. Παλληκάρης, Α., Κατσούλης, Γ., (2008), *Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας*, Ναυσίβιος Χώρα, Περιοδική έκδοση ναυτικών επιστημών, τεύχος 2.
15. Τριανταφυλλίδης, Θ., (2015), *Βασικές αρχές ραδιοεπικοινωνιών. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τρόποι διάδοσης τους. Ιονοσφαιρικά στρώματα. Διάδοση μεσαίων, υψηλών και υπερυψηλών συχνοτήτων*, Πτυχιακή εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων.
16. Τσαλπαζής, Ε, (2015), *Ραδιοηλεκτρονικότητες στη σύγχρονη ναυτιλία*, Πτυχιακή Εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων, Νέα Μηχανιώνα.