

2018

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:  
ΚΛΩΝΑΡΗΣ  
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

## ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ



# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

[ΘΕΜΑ: ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ-ΡΑΝΤΑΡ]

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΑΓΑΡΑΣ ΣΤΑΜΟΣ**

# **ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ- ΡΑΝΤΑΡ**

**ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΛΩΝΑΡΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ**

**ΑΓΜ: 3743**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

<b>A/A</b>	<b>ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ</b>	<b>ΕΙΔΙΚΟΤΗΣ</b>	<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b>	<b>ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b>				

**Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ:**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

**ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ-ΡΑΝΤΑΡ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΛΩΝΑΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ / ΑΓΜ:3743**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΑΓΑΡΑΣ ΣΤΑΜΟΣ**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας Ο Καθηγητής

.....

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	6
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> .....	7
1 Ιστορική αναδρομή.....	7
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> .....	15
2.1) Τύποι RADAR.....	15
2.1.1) Ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν.....	15
2.1.2) Ανάλογα με την εμβέλεια.....	17
2.1.3) Ανάλογα με τον τρόπο εκπομπής τους.....	17
2.1.4) Ανάλογα με τα στοιχεία που παρέχουν.....	18
2.1.5) Ανάλογα με την συχνότητα εκπομπής τους.....	18
2.1.6) Ανάλογα με τον σκοπό αποστολής τους.....	18
2.1.7) Ανάλογα με την χρήση τους.....	19
2.2) Διαφορές S-BAND / X-BAND.....	20
2.3) Αρχή λειτουργίας.....	21
2.4) Τεχνικά μέρη.....	22
2.5) Χαρακτηριστικά συσκευών RADAR.....	27
2.5.1) Εμβέλεια.....	27
2.5.2) Ελάχιστη απόσταση εντοπισμού στόχων.....	28
2.5.3) Ακρίβεια μέτρησης, απόστασης και διόπτρευσης στόχου.....	29
2.5.4) Ικανότητα διαχωρισμού στόχων.....	29
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> .....	30
3.1) Λειτουργία ARPA.....	31
3.2) Χρησιμότητα RADAR.....	33
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> .....	37
4.1) Ανθρώπινο σφάλμα.....	37
4.2) Όρια και ανθρώπινες δυνατότητες.....	38
4.3) Θαλάσσιες μεταφορές.....	40
4.3.1) Αρχές.....	40

4.3.2) Όραμα.....	41
4.3.3) Στόχοι.....	41
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> .....	42
5.1) Ναυτικό ατύχημα.....	42
5.2) Ανάλυση.....	43
5.2.1) Χαρακτηριστικά ηχούς.....	43
5.2.2) Πρακτικές λειτουργίας RADAR.....	44
5.2.3) Απαιτούμενη χρονική περίοδος υποτύπωσης.....	45
5.2.4) Κλίμακα RADAR.....	45
5.3) Συμπεράσματα.....	46
Βιβλιογραφία.....	47

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ναυτιλία αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης των χωρών από την αρχαιότητα. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ανάπτυξη της τεχνογνωσίας πάνω στα θέματα της ναυτιλίας και γενικότερα την ναυσιπλοΐας έχουν ως σκοπό την διευκόλυνση του ναυτίλου.

Ο κύριος στόχος των πλοίων που ασχολούνται με το ναυτικό εμπόριο είναι να φθάσει το πλοίο, το πλήρωμα και το φορτίο ασφαλές από το ένα λιμάνι στο άλλο και όσον το δυνατόν γρηγορότερα. Έτσι, λοιπόν, η ανακάλυψη του ραντάρ ήταν και παραμένει να είναι ένα από τα σημαντικότερα εφευρήματα για την επίτευξη του στόχου, διότι έχει δώσει λύση σε αμέτρητες επικίνδυνες καταστάσεις και προβλήματα στην βάρδια του αξιωματικού. Παρόλα αυτά όμως η τυφλή εμπιστοσύνη στην συσκευή μπορεί να έχει τα άκρως αντίθετα αποτελέσματα.

Το θέμα που θα μας απασχολήσει στην παρούσα πτυχιακή εργασία είναι η υπερβολική ναυτιλία, δηλαδή η υπερβολή των ναυτίλων κατά την χρήση του ραντάρ. Με τον όρο υπερβολική χρήση δεν αναφερόμαστε στην χρήση κατά δυσμενών καιρικών συνθηκών όπου η ορατότητα είναι περιορισμένη ή ανύπαρκτη, αλλά σε καταστάσεις που υπάρχει δυνατότητα λήψης πληροφοριών με διαφορετικούς τρόπους πέραν του ραντάρ.

Θα αναφερθούμε, λοιπόν, πέραν της ιστορικής αναδρομής, στις απαραίτητες πληροφορίες που θα πρέπει να έχουν οι αξιωματικοί για την σωστή χρήση της συσκευής. Για παράδειγμα, την αρχή λειτουργίας του ραντάρ και τα τεχνικά του μέρη.

Επιπλέον, επειδή μιλάμε για υπερβολική ναυτιλία, στην οποία εμπλέκεται ο ανθρώπινος παράγοντας, θα αναφερθούμε στο ανθρώπινο σφάλμα καθώς και στις δυνατότητες και όρια του ανθρώπου και πώς αυτά επηρεάζουν τις θαλάσσιες μεταφορές. Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι αν τα όρια αυτά ξεπεραστούν δημιουργούν ή μπορεί να δημιουργήσουν ατυχήματα.

Παρακάτω, αναφέρονται όλες οι πληροφορίες για την λειτουργία του ραντάρ, την χρησιμότητα του και στη συνέχεια ο ανθρώπινος παράγοντας και τα αποτελέσματα της υπερβολικής ναυτιλίας-χρήσης του ραντάρ.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## Ιστορική αναδρομή στο RADAR

Το RADAR αποτελεί ένα βασικό ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού και παρακολούθησης ακίνητων και κινητών στόχων, σε αποστάσεις και συνθήκες *δυσμενείς* για τον άνθρωπο και τον απευθείας εντοπισμό με ανθρώπινο μάτι. Η μεγάλη αξία του ραντάρ οφείλεται στις σημαντικές δυνατότητες ανίχνευσης και παρακολούθησης στόχων σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ακρίβεια. Η ανακάλυψη του ραντάρ δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί συγκεκριμένα σε κάποιο πρόσωπο ή ερευνητική ομάδα, αφού πολλοί πρωτοπόροι επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο ασχολήθηκαν για την ανάπτυξή του.

Το 1886-1888, ο Γερμανός φυσικός Heinrich Rudolf Hertz (1857-1895) πιστοποίησε πειραματικά την ανάκλαση/σκέδαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (445 MHz), πάνω σε ηλεκτρικά αγώγιμα σώματα.

*Φωτογραφία του Heinrich Rudolf Hertz*



Παρεμφερείς εργασίες σχετικά με το φαινόμενο της ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων διεξήγαγε το 1897 και ο Ρώσος επιστήμονας Αλέξανδρος Στεφανόφιτς Ποπόφ (1859- 1906).

Η δουλειά του Πόποφ (εμφανίζεται στη παραπάνω φωτογραφία) ως καθηγητή σε μια ρωσική ναυτική σχολή τον οδήγησε να διερευνήσει ηλεκτρικά φαινόμενα υψηλής συχνότητας. Στις 7 Μαΐου 1895 παρουσίασε ένα χαρτί σχετικά με έναν ασύρματο ανιχνευτή κεραυνού που είχε κατασκευάσει, ο οποίος εργάστηκε μέσω ενός συνεργατικού μηχανισμού για την ανίχνευση ραδιοφωνικού θορύβου από απεργίες κεραυνού. Αυτή η μέρα γιορτάζεται στη Ρωσική Ομοσπονδία ως Ημέρα Ραδιοφώνου. Σε μια επίδειξη της 24ης Μαρτίου 1896 χρησιμοποίησε ραδιοκύματα για να μεταδώσει ένα μήνυμα μεταξύ διαφορετικών κτιρίων πανεπιστημιούπολης στην Αγία Πετρούπολη.



Το πρώτο απλό πειραματικό σύστημα ραντάρ για την αποφυγή συγκρούσεων στη θάλασσα (Telemobiloskop) κατασκευάστηκε το 1903-1904 από το Γερμανό μηχανικό C.Hülsmeier, ο οποίος πιστοποίησε τη λήψη παλμών ραδιοκυμάτων ανακλώμενων πάνω σε πλοία που βρίσκονται σε απόσταση ενός χιλιομέτρου. Κανείς όμως την εποχή εκείνη δεν έδειξε ουσιαστικό ενδιαφέρον και η εφεύρεσή του ξεχάστηκε. ( Φωτογραφία: Το πρώτο απλό πειραματικό σύστημα ραντάρ για την αποφυγή συγκρούσεων στη θάλασσα (Telemobiloskop) κατασκευάστηκε το 1903-1904 από το Γερμανό μηχανικό Christian Hülsmeier.)





Στις ΗΠΑ, οι πρώτες παρατηρήσεις ανακλώμενων ραδιοκυμάτων CW (συχνότητας 60 MHz) πάνω σε διερχόμενα πλοία στον ποταμό Potomac έγιναν το 1922 από τους A. H. Taylor και L.C. Young, για λογαριασμό του NRL (Naval Research Laboratory). Το 1930, ο L. A. Hyland από το NRL πέτυχε τον πρώτο εντοπισμό αεροσκάφους με τη χρήση ραντάρ, χωρίς όμως να δοθεί ιδιαίτερη σημασία από την ηγεσία του αμερικανικού ναυτικού.

Φαίνεται λοιπόν, ότι ενώ η φιλοσοφία και οι αρχές που διέπουν τη λειτουργία των ραντάρ ήταν γνωστές από αρκετό καιρό, οι έρευνες όμως και το ενδιαφέρον για την υλοποίηση αξιόπιστων συστημάτων εντάθηκαν μόλις στις παραμονές του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Από το 1935, η απειλή των πολυάριθμων γερμανικών βομβαρδιστικών αεροσκαφών που θα σκίαζαν τους ουρανούς της Ευρώπης, ήταν πλέον υπαρκτή. Στη Μ. Βρετανία, ο νεαρός τότε φυσικός Robert A. Watson-Watt με την ομάδα του, έτυχε της κυβερνητικής υποστήριξης για την ανάπτυξη ενός άκρως μυστικού αμυντικού προγράμματος, με σκοπό την αντιμετώπιση της απειλής αυτής. Οι αρχικές προσπάθειες των Βρετανών για την ανάπτυξη του ραντάρ είχαν τις ρίζες τους στον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο, χωρίς όμως ιδιαίτερη επιτυχία.

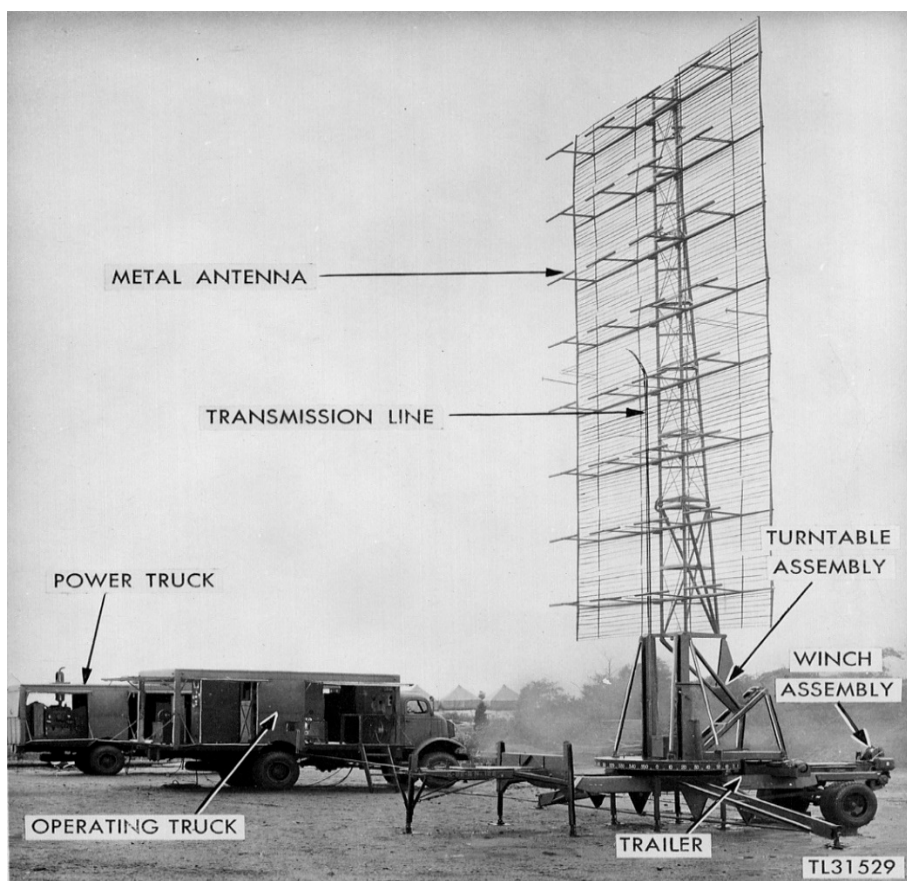


Στις 26 Φεβρουαρίου 1935, ο Sir Robert Watson-Watt (στην φωτογραφία ο Watson-Watt στο χώρο εργασίας του) σε θέση διευθυντή τμήματος του NPL (National Physical Laboratory), διεξήγαγε μαζί με το βοηθό του Arnold Wilkins ένα απλό, αλλά ιστορικό πείραμα κοντά στο χωριό Ντάβεντρου της κεντρικής Αγγλίας. Το πείραμα αυτό, είχε σχέση με τη χρήση των ραδιοφωνικών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για τον έγκαιρο εντοπισμό εχθρικών αεροσκαφών, σε μεγάλη απόσταση, αρκετά πριν από τον οπτικό τους εντοπισμό. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποίησαν έναν ισχυρό επικοινωνιακό πομπό βραχέων κυμάτων του BBC (συχνότητας λειτουργίας 6 MHz και ισχύος 10 kW). Ο λοβός εκπομπής ήταν σταθερός, με εύρος 30° και κάθετη γωνιακή κλίση 10°. Ένα βομβαρδιστικό αεροσκάφος εκτελούσε διελεύσεις κατά μήκος του λοβού εκπομπής, σε ύψος 1800 μέτρων. Ο δέκτης λήψης των ανακλώμενων σημάτων, χρησιμοποιούσε ένα οριζόντιο δίπολο και τροφοδοτούσε μία καθοδική λυχνία (A-scope) σε ρόλο ενδείκτη απεικόνισης. Τα λαμβανόμενα σήματα μπορούσαν να μετρηθούν σε αποστάσεις 19 ναυτικών μιλίων. Μέχρι τον Ιούνιο του 1935, είχε ετοιμαστεί το πρώτο παλμικό ραντάρ έρευνας αέρος. Ακολούθως, τον Απρίλιο του 1936 από την ίδια ομάδα

ανθρώπων, εγκαταστάθηκε ο πρώτος πειραματικός παράκτιος σταθμός ραντάρ. Το 1939, οι Βρετανοί είχαν πλέον θέσει κατά μήκος των ακτών της Μάγχης σε πλήρη επιχειρησιακή κατάσταση λειτουργίας, πολλούς σταθμούς ραντάρ σε συχνότητες 20-50 MHz (τυπικά 30 MHz) και εμβέλειας άνω των 100 μιλίων, προκειμένου να ενισχύσουν την παράκτια άμυνα (σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης CH - Chain Home). Αν και με το σύστημα αυτό οι μετρούμενες αποστάσεις ήσαν σχετικά ακριβείς, η έννοια όμως των επιτυγχανόμενων διοπτύσεων ήταν αρκετά ανακριβής. Πρότυπες συσκευές ραντάρ (RDF) σε πιο συμπαγή μορφή από τις παράκτιες είχαν εγκατασταθεί ακόμη και σε πλοία, όπως το θωρηκτό Rodney και το καταδρομικό Sheffield (1938).

Ανεξάρτητες προσπάθειες για την ανάπτυξη του ραντάρ, εκτελούσαν παράλληλα πολλές άλλες χώρες, πχ Ιταλία, Σοβιετική Ένωση, Ιαπωνία, κτλ. Το 1940, συστήματα ραντάρ χρησιμοποιούσε και το Αμερικανικό ναυτικό. Ακόμη, συστήματα ραντάρ διεύθυνσης βολής είχαν τοποθετηθεί κατά τη διάρκεια του πολέμου σε ορισμένα γερμανικά θωρηκτά. Στο γερμανικό θωρηκτό τσέπης Graf von Spee, είχε εγκατασταθεί σύστημα ραντάρ περιορισμένης όμως εμβέλειας, από το 1937. Η βύθιση του βρετανικού θωρηκτού Hood από το γερμανικό θωρηκτό Bismarck, εκτελέστηκε με ελάχιστες βολές βλημάτων πυροβολικού κατόπιν επιτυχούς αποστασιομέτρησης με τη χρήση ραντάρ. Η γνωστή ναυμαχία του Ματαπά στις 28-29 Μαρτίου 1941, ουσιαστικά κερδήθηκε από τους Βρετανούς μέσα στη νύκτα χάρις στα πλήγματα ακριβείας εναντίον του Ιταλικού στόλου, με τη βοήθεια των ραντάρ.

Στις 7 Δεκεμβρίου 1941, ημερομηνία βομβαρδισμού της αμερικάνικης ναυτικής



βάσης του Pearl Harbor στη Χαβάη, επισημαίνεται το γεγονός ότι τα επερχόμενα Ιαπωνικά αεροσκάφη είχαν προηγουμένως εντοπισθεί κατά την προσέγγισή τους, από το εγκατεστημένο πλησίον της Χονολουλού αμερικάνικο ραντάρ έρευνας τύπου SCR-270, το οποίο την εποχή εκείνη λειτουργούσε πειραματικά. (Φωτογραφία του ραντάρ SCR-270)

Με την ανάπτυξη της πρώτης μικροκυματικής λυχνίας (multi-cavity magnetron) το 1940 από τους Βρετανούς φυσικούς J. Randall και H. Boot στο πανεπιστήμιο του Birmingham, κατορθώθηκε η κατασκευή ελαφρύτερων και ακριβέστερων ραντάρ υψηλότερων συχνοτήτων (3 GHz,  $\lambda = 10$  εκ, παλμών ισχύος 10 kW), κατάλληλων για εγκατάσταση σε αεροσκάφη. Από τις 27 Ιουνίου 1940, άρχισε η κοινή αγγλο-αμερικανική ανάπτυξη του μικροκυματικού ραντάρ (συνεργασία πανεπιστημίων Birmingham και MIT). Οι Αμερικανοί, με τις μεγαλύτερες κατασκευαστικές τους δυνατότητες ανέπτυξαν το μικροκυματικό ραντάρ με ενδείκτη PPI (αποστάσεις εντοπισμού αεροσκαφών στα 30 - 40 ναυτικά μίλια), όπως και το ραντάρ εγκλωβισμού και διεύθυνσης πυρών πυροβολικού με παραβολικό ανακλαστήρα. Από το 1942, τα βρετανικά βομβαρδιστικά Lancaster διέθεταν το μικροκυματικό ραντάρ H2S (S-band,  $\lambda = 10$  εκ), με περιστρεφόμενη κεραία και ενδείκτη PPI. Το ραντάρ αυτό, βοήθησε σημαντικά στη βελτίωση της ακρίβειας των νυκτερινών βομβαρδισμών των συμμάχων στη Γερμανία. Αμερικανική εξέλιξη αποτέλεσε το ραντάρ H2X (X-band,  $\lambda = 3$  εκ).

Κατά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο η Γερμανία χρησιμοποιούσε και αυτή επίγεια ραντάρ για τον εντοπισμό των συμμαχικών βομβαρδιστικών αεροσκαφών. Δεν πέρασε όμως στην ανάπτυξη του μικροκυματικού ραντάρ, λόγω της ρητής εντολής που είχε δοθεί στην Telefunken για περικοπές ερευνητικών προγραμμάτων. Το αποτέλεσμα ήταν διπλό: όχι μόνο οι νυκτερινοί βομβαρδισμοί των συμμάχων ήσαν ακριβέστεροι από τους αντίστοιχους των γερμανών, αλλά και τα περίφημα γερμανικά υποβρύχια (U-boats) στον Ατλαντικό ωκεανό είχαν μετατραπεί από “κυνηγούς” σε “θηράματα”. Οι δέκτες υποκλοπών που διέθεταν για την έγκαιρη προειδοποίηση των επερχόμενων τορπιλοβόλων αεροσκαφών, δεν ήταν πλέον κατάλληλοι εναντίον των μικροκυματικών ραντάρ που εντόπιζαν τα περισκόπια και τους αναπνευστήρες (snorkel), ακόμη και κατά τη διάρκεια της νύκτας ή σε ομίχλη όταν ανεδύοντο για τη φόρτιση των μπαταριών. Το 1944, μετά από την πτώση ενός βρετανικού βομβαρδιστικού Lancaster στο Βέλγιο, το ραντάρ H2S πέρασε στα χέρια των Γερμανών, οι οποίοι τελικά κατόρθωσαν να κατασκευάσουν δέκτες εντοπισμού μικροκυματικών ραντάρ και να τους τοποθετήσουν σε μαχητικά τους αεροσκάφη. Ήταν όμως πολύ αργά για να αλλάξει η τροπή του πολέμου. Φαίνεται λοιπόν, ότι ενώ η ατομική βόμβα μπορεί να σφράγισε το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, όμως το μικροκυματικό ραντάρ είχε προηγουμένως βοηθήσει να κερδηθεί από τους συμμάχους η μάχη της Βρετανίας στην Ευρώπη.

Το 1958, επινοήθηκαν στις ΗΠΑ τα πρώτα τρισδιάστατα συστήματα ραντάρ έρευνας αέρος. Το 1960, κατασκευάστηκε το πρώτο αμερικάνικο ραντάρ συμπίεσης παλμών (pulsecompression), το οποίο ήταν ένα εναέριο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης.

Λόγω των πολλών σχεδιαστικών παραμέτρων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, υπάρχει μία τεράστια ποικιλία διαφορετικών τύπων συσκευών και συστημάτων

ραντάρ, ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία αυτά προορίζονται. Για παράδειγμα, τα ραντάρ έρευνας/επιτήρησης αέρος χρησιμοποιούν σχετικά χαμηλότερες συχνότητες λειτουργίας, υψηλότερη ισχύ εκπομπής, μεγαλύτερη διάρκεια παλμών και μικρότερο ρυθμό επανάληψης παλμών, χαρακτηριστικά που προσδίδουν μεγαλύτερες εμβέλειες συγκριτικά με τα ραντάρ έρευνας επιφάνειας.

Επίσης, τα ραντάρ διεύθυνσης βολής (firecontrol) διαθέτουν πολύ στενότερους λοβούς από τα συνήθη ραντάρ επιτήρησης (surveillance – early warning). Ορισμένα χαρακτηριστικά συστήματα που συναντώνται σε ευρεία χρήση, ανάλογα με την αποστολή ή το σκοπό για τον οποίο προορίζονται είναι τα ραντάρ ναυτιλίας πλοίων, έρευνας/επιτήρησης επιφάνειας (surface surveillance), έρευνας/επιτήρησης αέρος (air surveillance), ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας (air traffic control), προσέγγισης αεροδρομίων (ground controlled approach), διεύθυνσης βολής (εγκλωβισμού στόχων), κατεύθυνσης βλημάτων, χαρτογράφησης (αεροφωτογράφισης) - τηλεπισκόπισης, αναζήτησης μεταλλευμάτων, μετεωρολογίας, ναυτιλίας Doppler αεροσκαφών (συμπεριλαμβανομένων των κατηγοριών terrain following & terrain avoidance), μέτρησης ταχύτητας (ραντάρ τροχιάς αστυνομίας), ραδιοϋψόμετρα αεροσκαφών, μέτρησης κατάστασης θαλάσσης, επιφανειακών θαλασσιών ρευμάτων και διεύθυνσης ανέμων επιφάνειας, επιτήρησης/παρακολούθησης δορυφόρων, παρατήρησης ουρανίων σωμάτων (σελήνης, πλανητών, κομητών, αστεροειδών, κτλ.), ανίχνευσης διηπειρωτικών πυραύλων, κτλ. Υπάρχουν ακόμη πολλές κατηγορίες υποδιαίρεσης των διαφόρων τύπων ραντάρ, όπως πχ ανάλογα με τη μάντα λειτουργίας (παράρτημα Α), τις χρησιμοποιούμενες κυματομορφές (παλμικό ραντάρ, συνεχούς κύματος CW, διαμόρφωσης συχνότητας FMCW), τη φέρουσα πλατφόρμα στην οποία είναι εγκατεστημένα (επίγεια, εναέρια, εγκατεστημένα επί πλοίων, διαστημοπλοίων, κατευθυνόμενων βλημάτων), κτλ. Σήμερα, με την αλματώδη εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής και της ψηφιακής επεξεργασίας σημάτων DSP (Digital Signal Processing), αρκετές από τις δυνατότητες των ραντάρ έχουν καταστεί δυνατό να ενσωματωθούν ως τρόποι λειτουργίας σε ένα και μοναδικό σύστημα (multi-function & multi-mode radars). Επίσης, έχει δοθεί σημαντική ώθηση στη βελτίωση των δυνατοτήτων/επιδόσεων αυτών, πχ παρακολούθηση πολλών στόχων ταυτόχρονα, μείωση των ψευδών συναγερωμών, απόρριψη των παρεμβολών και της επίδρασης clutter, με χαμηλότερο οικονομικό κόστος.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν αρκετές ειδικές περιπτώσεις συστημάτων ραντάρ, πχ τα λεγόμενα υπεδάφια ραντάρ (Ground Penetrating Radars) αποτελούν ειδικά εναέρια ή δορυφορικά συστήματα μικροκυμάτων που χρησιμοποιούνται για να εντοπίσουν μέσω τηλεπισκόπισης κρυμμένους αρχαιολογικούς θησαυρούς, κτίρια που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια της γης, καλυμμένους τάφους, υπόγειες σωληνώσεις, κοιλάτητες, κτλ. Παρόμοια συστήματα ραντάρ χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση πάγων, υδάτων και εν γένει γεωφυσικών παραμέτρων. Η τεχνική για τη χαρτογράφηση των στρωμάτων σε εδάφη και πετρώματα και για τον εντοπισμό υπόγειων δομών βασίζεται στις διαφορές των ηλεκτρικών και μαγνητικών ιδιοτήτων των υλικών. Συγκεκριμένα, οι επιστροφές του εκπεμπόμενου ηλεκτρομαγνητικού σήματος εξαρτώνται από την αντίθεση στην ηλεκτρική αγωγιμότητα, τη μαγνητική

επιδεκτικότητα και τη διηλεκτρική σταθερά μεταξύ του αντικειμένου ενδιαφέροντος και του υλικού μέσου που το περιβάλλει.

Η αυξανόμενη εφαρμογή των στρατιωτικών συστημάτων ραντάρ, δημιούργησε από νωρίς την ανάγκη ανάπτυξης ενός νέου τομέα, του ηλεκτρονικού πολέμου. Χαρακτηριστική ήταν η περίπτωση κατά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, των ηλεκτρονικών παρεμβολών εναντίον του παράκτιου βρετανικού συστήματος επιτήρησης Chain από γερμανικά αεροπλοία. Αξιόλογη ώθηση του ηλεκτρονικού πολέμου, υπήρξε κατά τη διάρκεια του πολέμου του Βιετνάμ και του τέταρτου Αραβοϊσραηλινού πολέμου (Yom Kippur – Οκτώβριος 1973). Στην τελευταία περίπτωση, οι Ισραηλινοί είχαν προηγουμένως εκπαιδευθεί εντατικά από τους Αμερικανούς και η προετοιμασία τους αυτή τελικά συνετέλεσε στα θεαματικά υπέρ αυτών αποτελέσματα που ακολούθησαν. Βέβαια, είχε προηγηθεί μετά τον πόλεμο των έξι ημερών του 1967 η πρώτη μεταπολεμικά επιτυχής προσβολή πλοίου επιφανείας από κατευθυνόμενο βλήμα (SS-N-2 Styx), που είχε ως αποτέλεσμα τη βύθιση του Ισραηλινού αντιτορπιλικού Eliat από την Αιγυπτιακή πυραυλάκατο Komar (Οκτώβριος 1967). Τέλος, πολλά και σημαντικά συμπεράσματα (lessons learned) εξήχθησαν σε όλες τις πτυχές εφαρμογής του ηλεκτρονικού πολέμου κατά τις επιχειρήσεις του Περσικού Κόλπου (1991), της Βοσνίας (1995-1996), του Κοσσόβου (1999) και του Ιράκ (2003).

Ο ηλεκτρονικός πόλεμος αποτελεί ένα σοβαρό και ζωτικής σημασίας πολλαπλασιαστική ισχύος στις σύγχρονες επιχειρήσεις. Αντικειμενικός σκοπός του ηλεκτρονικού πολέμου με την ευρύτερη έννοια σε ανώτερο επίπεδο, είναι η διάλυση του συστήματος διοίκησης και ελέγχου C2(Command & Control) του αντιπάλου. Αποκόπτοντας τις γραμμές επικοινωνιών μεταξύ κεντρικών στρατηγείων και προκεχωρημένων θέσεων/μονάδων, η κατάρρευση του αντιπάλου θεωρείται θέμα χρόνου. Επίσης, μεγάλη σημασία στις σύγχρονες και μελλοντικές επιχειρήσεις δίδεται στη λεγόμενη δυνατότητα διεξαγωγής του δικτυοκεντρικού πολέμου (network centric warfare), που σκοπό έχει τη μεγαλύτερη ευελιξία και αποτελεσματικότητα (διοίκησης, διαχείρισης πληροφοριών, κτλ.) στο πεδίο της μάχης, έναντι της μέχρι σήμερα επικρατούσας platformcentric αντίληψης. Ακόμη, επισημαίνεται η μεγάλη σημασία της διακλαδικότητας (jointness) μεταξύ των κλάδων των Ενόπλων Δυνάμεων στους τομείς του C4ISTAR (Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, Target Acquisition & Reconnaissance) και του δικτυοκεντρικού πολέμου.

Στον ευρύτερο τομέα του ηλεκτρονικού πολέμου εντάσσονται επίσης και τα διάφορα υπό ανάπτυξη όπλα κατευθυνόμενης ενέργειας DEW (Directed Energy Weapons), που έχουν σκοπό την εξουδετέρωση ή/και καταστροφή εγκαταστάσεων και εξοπλισμού του αντιπάλου, όπως κέντρων διοίκησης & ελέγχου (C2), αποστολές καταστολής αεράμυνας SEAD (Suppression of Enemy Air Defense), τεχνητών δορυφόρων, βαλλιστικών πυραύλων, αεροσκαφών, κτλ. Παραδείγματα τεχνολογιών DEW είναι τα όπλα laser ισχύος HEL (High Energy Lasers), τα συστήματα παραγωγής δέσμης υψηλής συγκέντρωσης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, πχ μικροκυματικές λυχνίες HPM (High Power Microwave), και τα συστήματα υψηλής συγκέντρωσης ατομικών ή υπο-ατομικών σωματιδίων (σωματίδια υψηλής ταχύτητας προερχόμενα από κάποιο επιταχυντή).

Σήμερα, μία χώρα με περιορισμένες δυνατότητες έρευνας και ανάπτυξης R & D (Research & Development), δεν είναι δυνατό να παράγει και να συντηρεί αξιόλογες εγχώριες τεχνολογίες, γεγονός το οποίο έχει άμεση επίπτωση μεταξύ των άλλων και στην αυτοδυναμία της. Με τη ραγδαία ανάπτυξη των διαφόρων μορφών ηλεκτρονικού πολέμου αλλά και των οπλικών συστημάτων γενικότερα, διαφαίνεται ότι τα τεχνολογικά μη-ανεπτυγμένα κράτη βρίσκονται σε ολοένα δυσχερέστερη θέση για την επίτευξη ακόμη και των βασικών τους εθνικών στόχων. Πέραν αυτού, η στρατιωτική υπεροχή ανήκει σε κράτη που γνωρίζουν να δημιουργούν και να εφαρμόζουν την τεχνολογία της επόμενης γενιάς. Η έλλειψη αξιόλογων προγραμμάτων R &D, τελικά οδηγεί σε μία κατάσταση ώστε η υφιστάμενη τεχνολογία να έπεται σημαντικά ως προς το ραγδαία εξελισσόμενο ανταγωνισμό και να εμφανίζεται σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα παρωχημένη. Για τις περισσότερες χώρες, η προμήθεια έτοιμων συστημάτων που διατίθενται στην παγκόσμια αγορά επιλέγεται πρακτικά ως η ελκυστικότερη και ευκολότερη λύση. Όμως, για τη μακροπρόθεσμη γενικότερη ανάπτυξη μίας χώρας και ειδικότερα της εγχώριας βιομηχανίας μέσα στο συνεχώς μεταβαλλόμενο διεθνές περιβάλλον, ίσως θα ήταν προτιμότερη η επιδίωξη στρατηγικών συνεργασιών σε τομείς όπως είναι η προώθηση της δημιουργίας εγχώριων σχεδιάσεων, κοινής διαχείρισης της ανάπτυξης των προϊόντων, κτλ, και όχι απλά και μόνον της εφαρμογής κάποιων μεθόδων συμπαραγωγής (co-production).

Σε επιχειρησιακό επίπεδο, η γνώση των κάθε είδους ηλεκτρομαγνητικών εκπομπών παρέχει τις απαραίτητες εκείνες πληροφορίες για την κατάλληλη εφαρμογή αντιμέτρων, με σκοπό την παρεμπόδιση της αποτελεσματικής χρησιμοποίησης των οπλικών συστημάτων και επικοινωνιών από τον αντίπαλο. Σε τακτικό επίπεδο, ο εξοπλισμός των πολεμικών πλοίων και αεροσκαφών με σύγχρονα συστήματα ηλεκτρονικού πολέμου, επαυξάνει τη μαχητική τους ικανότητα και επιβιωσιμότητα. Επίσης, η καλή γνώση και εφαρμογή του λεγόμενου πληροφορικού πολέμου (information warfare), υπερσυνόλου του ηλεκτρονικού πολέμου, αλλάζει ακόμη και την πολιτική και στρατιωτική προσέγγιση στην επίτευξη των εθνικών στόχων. Ο πληροφορικός πόλεμος έχει βασικό σκοπό την παρεμπόδιση του αντιπάλου από την πρόσβαση και χρήση κρίσιμων πληροφοριών, ενώ εξασφαλίζει την ημέτερη πρόσβαση στις πηγές πληροφοριών. Ίσως δεν αποτελεί υπερβολή, ότι το τελικό αποτέλεσμα μίας μοντέρνας σύγκρουσης, κρίνεται με το μέρος εκείνου που γνωρίζει να εφαρμόζει και να εκμεταλλεύεται αποτελεσματικότερα τον ηλεκτρονικό πόλεμο (τόσο επιθετικά όσο και αμυντικά) και γενικότερα να ελέγχει καλύτερα τις μεταδιδόμενες πληροφορίες στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, με κάθε τρόπο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### Τεχνικά μέρη και λειτουργία RADAR

#### 2.1 Τύποι RADAR

Είναι σε όλους γνωστό ότι το ραντάρ είναι συσκευή που εξασφαλίζει την ανίχνευση απομακρυσμένων αντικειμένων, προσδιορίζοντας ταυτόχρονα τόσο την απόσταση όσο και την κατεύθυνση τους. Η ονομασία RADAR προέρχεται από τα αρχικά της Αγγλικής φράσεως «Radio Detection And Ranging», που σημαίνει «ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως». Από την ονομασία αυτή φαίνεται, ότι η λειτουργία του ραντάρ βασίζεται στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και ειδικότερα:

1) Ο προσδιορισμός της αποστάσεως στηρίζεται στη μέτρηση του χρόνου ο οποίος παρέρχεται από τη στιγμή της εκπομπής παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μέχρι τη στιγμή της επιστροφής της ηχώ και στην ανάκληση των κυμάτων αυτών στο αντικείμενο που ανιχνεύεται.

2) Η κατεύθυνση προσδιορίζεται με τη χρησιμοποίηση περιστρεφόμενης κεραίας, η οποία ακτινοβολεί σε δέσμη και η οποία εκπέμπει τους παλμούς ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων αλλά και λαμβάνει την ηχώ τους που επιστρέφει σ' αυτήν.

Τα ραντάρ χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

#### 2.1.1 Ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν

**A)** Ραντάρ οριζόντιας έρευνας (ACQUISITION RADAR) το οποίο χρησιμοποιείται για την αποκάλυψη παντός αντικειμένου που βρίσκεται εντός της περιοχής την οποία



καλύπτει για τον προσδιορισμό της θέσης, και αν είναι κινούμενα για την εύρεση των στοιχείων: πορεία, ταχύτητα, αριθμός καθώς και για την κατεύθυνση των αεροσκαφών. Τα RADAR έρευνας είναι μία παραλλαγή των RADAR EW και σχετίζονται με οπικά συστήματα εδάφους όπως AA όπλα και βλήματα εδάφους - αέρος. Η λειτουργία τους είναι όμοια με τη λειτουργία των EW RADAR. Συγκρίνοντας τα δύο RADAR βλέπουμε ότι τα RADAR έρευνας έχουν μικρότερο εύρος παλμού (PW συνήθως 1 - 2  $\mu$ sec) και PRF 500 - 800 pps και στενότερο εύρος δέσμης.

(Φωτογραφία ενός ACQUISITION RADAR)

Ο βαθμός περιστροφής της κεραίας είναι 6 - 12 περιστροφές το λεπτό. Συνήθως η μέγιστη θεωρητική εμβέλεια αυτών των RADAR είναι περίπου 150 NM, η πραγματική όμως είναι πολύ πιο μικρή επειδή περιορίζεται σημαντικά η ικανότητα ισχύος. Λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες για να επιτυγχάνεται ακριβέστερη εστίαση της δέσμης εκπομπής .

**Β)** Ραντάρ ύψους (Height Finder Radar - HFR) το οποίο χρησιμοποιείται για την εύρεση του ύψους ιπτάμενων αντικειμένων.

Το ραντάρ ύψους και ερευνάς διαφέρουν μόνο στην κεραία καθώς πομπός, δέκτης και υποσυγκροτήματα βασικά είναι τα ίδια. Ο ενδείκτης του ραντάρ ύψους καλείται RHI (Range Height Indicator) ή τύπου E.



Στην φωτογραφία απεικονίζεται κεραία ραντάρ ύψους.

Η κεραία του ραντάρ ύψους εκτελεί περιστροφική κίνηση  $360^\circ$  και συγχρόνως εκτελεί υποκλίσεις πάνω - κάτω σε τόξο περίπου από  $-2^\circ$  έως  $+32^\circ$ . Λόγω του γρήγορου ρυθμού υπόκλισης και του στενού εύρους δέσμης, θα πρέπει να είναι μικρού μεγέθους και βάρους, γι' αυτό απαιτείται υψηλή συχνότητα λειτουργίας ώστε να μειωθεί το μέγεθός της.

Οι συχνότητες των Radar HF συνήθως κυμαίνονται στη περιοχή 2700 - 3000 MHz. Το RADAR ύψους εκπέμπει ενέργεια στενής κατακόρυφης δέσμης ( $0,5^\circ$ ) έτσι ώστε η ηχώ να λαμβάνεται μόνο όταν η δέσμη διέλθει πάνω από το στόχο.

Για τη μέτρηση του ύψους απαιτείται η συνεργασία με το ραντάρ ερευνάς το οποίο θα δώσει τις πληροφορίες της διεύθυνσης και απόστασης του στόχου. Για ακριβή διαχωρισμό της Slant Range που επιδρά στην οριζόντια απόσταση και στο ύψος πάνω από το έδαφος, συνήθως χρησιμοποιείται μικρό πλάτος παλμού της τάξης των 2μsec. Τα δύο ραντάρ θα πρέπει να έχουν την ίδια εμβέλεια για αυτό μία PRF της τάξης των 300 pps θεωρείται ικανοποιητική.



## 2.1.2 Ανάλογα με την εμβέλεια

- 1) Πολύ μικρής εμβέλειας κάτω από 50 μίλια
- 2) Μικρής εμβέλειας από 50 έως 150 μίλια
- 3) Μέσης εμβέλειας από 150 έως 300 μίλια
- 4) Μεγάλης εμβέλειας από 300 έως 800 μίλια
- 5) Πολύ μεγάλης εμβέλειας πάνω από 800 μίλια

## 2.1.3 Ανάλογα με τον τρόπο εκπομπής τους

### A) Παλμικά - Doppler Radar (Pulse Doppler)

Ένα παλμικό Doppler Radar χρησιμοποιεί τις ίδιες αρχές όπως ένα ραντάρ CW, αλλά χρησιμοποιεί και διαμόρφωση παλμού (όπως ακριβώς ένα παλμικό) με σκοπό να πετύχει μεγαλύτερη ισχύ και μεγαλύτερη εμβέλεια. Επίσης χρησιμοποιεί μία κεραία αντί για δύο. (Σε πολλές περιπτώσεις το παλμικό Doppler θεωρείται υποκατηγορία του παλμικού ραντάρ). Το κύκλωμα MTI του παλμικού ραντάρ και τα Pulse Doppler χρησιμοποιούνται για την αποκάλυψη κινητών στόχων και απαλοιφή σταθερών επιστροφών όπως ξηρά, θάλασσα, νέφη κλπ.

Μεταξύ ενός παλμικού ραντάρ με κύκλωμα MTI και ενός PD δεν υπάρχουν σαφείς διαφορές καθώς και τα δύο χρησιμοποιούν την αρχή Doppler. Το μεν MTI χρησιμοποιεί γραμμή καθυστέρησης, το δε PD χρησιμοποιεί φίλτρα. Ουσιαστική διαφορά μεταξύ MTI και PULSE DOPPLER είναι η διαφορετική τιμή της PRT.

Τα MTI λειτουργούν με σχετικά υψηλές PRT (χαμηλή PRF) ενώ το Pulse Doppler εργάζεται με μεγάλη συχνότητα επανάληψης παλμών για αποφυγή τυφλών ταχυτήτων. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ανακριβής μέτρηση της απόστασης, χαρακτηρίζεται δε από την ακριβή μέτρηση της ταχύτητας. Ο όρος MTI χρησιμοποιείται για παλμικά RADAR εδάφους που λειτουργούν για έρευνα ενώ ο όρος Pulse Doppler αναφέρεται στα ραντάρ αεροσκαφών και σε παλμικά ραντάρ εδάφους που λειτουργούν για παρακολούθηση στόχων.

Η παλμική λειτουργία του PD μας δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια στη μέτρηση της απόστασης (στο απλό CW RADAR είναι αδύνατη, στο FM - CW η μέτρηση της απόστασης είναι δυνατή πλην όμως δεν είναι ακριβής). Το PD ακόμα πλεονεκτεί



έναντι του MTI στο ότι μπορεί να αποκαλύπτει στόχους μέσα σε 33 ισχυρότερες ανακλάσεις απ' ό,τι το MTI. Το PD χρησιμοποιείται πιο πολύ για αποκάλυψη χαμηλά ιπτάμενων στόχων και η απαιτούμενη μέγιστη εμβέλεια είναι μικρή λόγω του οριζοντα ραντάρ (παράδειγμα τέτοιου ραντάρ είναι το MPDR).

#### **2.1.4 Ανάλογα με τα στοιχεία που παρέχουν**

1. Έρευνας τα οποία παρέχουν γωνία διόπτρευσης και απόσταση.
2. Ύψους τα οποία παρέχουν γωνία ύψους.
3. Τριών διαστάσεων (3D) τα οποία έχουν τη δυνατότητα υπολογισμού και των δύο γωνιών.

Το πιο ουσιώδες πλεονέκτημα αυτών των RADAR είναι το ποσό των πληροφοριών που μας παρέχει. Η κεραία αυτού του RADAR περιστρέφεται κατά 360° με ταχύτητα έξι σαρώσεις το λεπτό. Αυτό σημαίνει ότι κάθε 10sec θα έχουμε συγχρόνως ένδειξη διόπτρευσης - απόστασης και ύψος στόχου. Τα RADAR 3D χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές για να εξάγουν το στοιχείο του ύψους.

#### **2.1.5 Ανάλογα με την συχνότητα εκπομπής τους**

- L - band
- S - band
- K- band
- I - band
- J - band

#### **2.1.6 Ανάλογα με τον σκοπό αποστολής τους**

1. Εξασφάλιση ασφαλούς ναυσιπλοΐας πλοίων και αεροσκαφών.
2. Έλεγχος της κυκλοφορίας των αεροσκαφών στην περιοχή των αεροδρομίων και παρακολούθηση της πτήσης τους σε όλη τη διάρκεια του δρομολογίου.
3. Έγκαιρος προσδιορισμός και παρακολούθηση των επερχόμενων καταιγίδων. Τα RADAR καιρού χρησιμεύουν για τον εντοπισμό και παρακολούθηση των καταιγίδων, νεφών κλπ. δηλαδή στόχους οι οποίοι χαρακτηρίζονται «ανεπιθύμητοι» σ' ένα RADAR έρευνας και προσπαθούμε να τους απορρίψουμε με το MTI. Αυτά τα RADAR είναι παλμικά, εμβέλειας 100 - 120 NM και λειτουργούν κυρίως στη συχνότητα από (4000 - 8000 MHz). Δύο αντιμαχόμενοι παράγοντες καθορίζουν τη συχνότητα λειτουργίας πρώτα η συχνότητα πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να έχουμε αρκετά ισχυρή ηχώ από τα σταγονίδια και δεύτερο πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή ώστε η ενέργεια να μην εξασθενίζει από τα σταγονίδια. Η κεραία των RADAR καιρού είναι ίδια σαν του RADAR παρακολούθησης. Εκπέμπουν κωνική δέσμη εύρους 10° - 20° για να περιορίζουν τις εδαφικές ανακλάσεις και να παρέχουν τη

- δυνατότητα μέτρησης του ύψους. Η διάμετρος της κεραίας είναι 2 - 4 μέτρα και μπορεί να κινείται περιστροφικά και κατακόρυφα.
4. Ασφαλής προσγείωση αεροσκαφών υπό δυσμενείς συνθήκες ορατότητας. (GCA) Στα περισσότερα αεροδρόμια τοποθετούνται τέτοια RADAR και συνήθως χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αναχωρήσεων και αφίξεων των αφών, ακόμη και ως RADAR έρευνας για τον από το έδαφος έλεγχο προσεγγίσεων (GCA). Είναι RADAR σχετικά ακριβή και μικρής εμβέλειας. Το εύρος παλμού είναι κανονικά μικρότερο από 1μsec και η p Rf πάνω από 1000 rps. Η εμβέλειά του είναι της τάξης 50 - 90 NM. Οι συχνότητες λειτουργίας συνήθως είναι 2700 - 2900 MHz.
  5. Προσδιορισμός από τα ίδια αεροσκάφη για το ύψος πτήσης τους από το έδαφος.. Προσδιορισμός της ταχύτητας των οχημάτων στους δρόμους για την παρακολούθηση των ορίων ταχύτητας σε κάθε δρόμο.
  6. Προσδιορισμός των στοιχείων διαφόρων σημείων στη γεωδαισία
  7. Επιτήρηση αέρος - θαλάσσης - εδάφους για την ανίχνευση της παρουσίας εχθρικών στόχων και εντοπισμό τους.
  8. RADAR Αεροσκαφών Αναχαίτισης Όσον αφορά τα RADAR των αφών η μόνη διαφορά τους από τα ραντάρ κωνικής σάρωσης είναι η συχνότητα και ο τύπος σάρωσης στο ρυθμό έρευνας. Γενικά ένα RADAR αεροσκάφους αναχαίτισης χρησιμοποιεί κωνική σάρωση για ρυθμό παρακολούθησης (LOCK ON) και σπειροειδή, RASTER ή PALMER - RASTER για ρυθμό έρευνας (TRACKING Mo De ). Συνήθως αυτά τα RADAR λειτουργούν σε συχνότητες πάνω από 8500 MHz για μείωση του μεγέθους τους (υπενθυμίζεται ότι το μήκος κύματος άρα και η συχνότητα εκπομπής συνδέονται άμεσα με τις φυσικές διαστάσεις της κεραίας).
  9. Έλεγχο πυρός , δηλαδή εξαγωγή στοιχείων βολής για πυροβόλα όπλα, κατεύθυνση κατευθυνόμενων βλημάτων , καθοδήγηση των αεροσκαφών αναχαίτισης και βομβαρδισμού.
  10. Αναγνώριση φίλιων αεροσκαφών και πλοίων .

### **2.1.7 Ανάλογα με την χρήση τους**

#### **1) Ναυσιπλοΐας**

Είναι απλά ραντάρ εγκατεστημένα πάνω σε πλοία και παρέχουν απεικόνιση χάρτη. Δείχνουν άλλα πλοία , ακτές , παγόβουνα και άλλα χαρακτηριστικά.

#### **2) RADAR Ναυτιλίας και Χαρτογράφησης**

Τα συστήματα χαρτογράφησης είναι RADAR υψηλής συχνότητας (πάνω από 8500 MHz) που παρέχουν μία χαρτογράφηση του εδάφους που βρίσκεται κάτω ή μπροστά από το σκάφος. Εμφανίζονται με πολλές μορφές ανίχνευσης από CW, κωνικής σάρωσης μέχρι σάρωσης οριζόντιου τομέα, εμπρόσθιας ή πλευρικής όψης (SAR - Synthetic Aperture ραντάρ). Η αρχή DOPPLER χρησιμοποιείται επίσης για να μετρά την ολίσθηση ανέμου σ' ένα σκάφος καθώς την ταχύτητα και απόσταση που διάνυσε. Πρόκειται για ένα RADAR CW που εκπέμπει 2 - 4 δέσμες. Η μεταβολή της συχνότητας που υφίσταται

κάθε δέσμη είναι συνάρτηση της κίνησης του σκάφους. Η ηχώ χρησιμοποιείται για έλεγχο της κεραίας που στρέφει ώστε η διαφορά μεταξύ της ηχούς μηδενισθεί (απόκλιση μηδέν). Επίσης η συχνότητα DOPPLER παρέχει ένδειξη της ταχύτητας του σκάφους και με ολοκλήρωση ως προς τον χρόνο, παρέχει ένδειξη της απόστασης. Τα στοιχεία αυτά δυνατόν να τροφοδοτήσουν ένα μικρό υπολογιστή, στο οποίο τοποθετείται πρώτα η πορεία και η απόσταση από το επιθυμητό σημείο διαδρομής. Ο υπολογιστής επιλύοντας το πρόβλημα παρέχει απόκλιση (δεξιά - αριστερά) και υπόλοιπο απόστασης.

**3) Ελέγχου Κυκλοφορίας**

**4) Μετεωρολογίας**

Είναι εγκατεστημένα στο έδαφος και χρησιμοποιούνται για να δίνουν πληροφορίες για την ύπαρξη, θέση και ένταση νεφών, βροχής και καταιγίδων.

**5) Εξερεύνησης ή Έρευνας**

5.1) Επιφανείας

5.2) Αέρος

5.3) Μικτές

**6) Πυροβολικού**

6.1) Επιφανείας

6.2) Αέρος

6.3) Μικτές

6.4) Ελέγχου

6.5) Πυρός

**7) Ειδικές Συσκευές**

## 2.2 Διαφορές S-BAND / X-BAND

Τα 2 είδη ραντάρ που χρησιμοποιούμε στην ναυτιλία, το S-BAND και το X-BAND. Οι αξιωματικοί φυλακής θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τις διαφορές μεταξύ των ναυτιλιακών ραντάρ ζώνης X και S και να γνωρίζουν ότι το ραντάρ ζώνης X είναι σε θέση να ανιχνεύει τον αναμεταδότη έρευνας και διάσωσης (SART). Στα πλοία τα εφοδιασμένα με εγκατάσταση ραντάρ που επιτρέπει την κοινή χρήση κεραίας και οθόνης σε περίπτωση βλάβης του ενός ραντάρ, οι αξιωματικοί φυλακής πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τις ρυθμίσεις για την παράκαμψη της μονάδας σε περίπτωση βλάβης της.

### 1. RADAR X-band (9410 MHZ)

Η περιοχή (ζώνη) από 5.2 έως 10.9 GHZ (μήκος κύματος 3 cm) ονομάζεται ζώνη X (X-band) και ανάμεσα στις χρήσεις της είναι και αυτή του ραδιοεντοπισμού.

Το ραντάρ των 9 GHZ χαρακτηρίζεται από:

- ❖ υψηλή ευκρίνεια (high discrimination),
- ❖ καλή ευαισθησία (good sensitivity) και
- ❖ άριστη ανίχνευση (tracking performance).

## 2. RADAR S-band (3050 MHZ)

Η ζώνη από 2.9 έως 3.1 (μήκος κύματος 10 cm) είναι ζώνη ναυτιλιακών ραντάρ για πάνω από 40 χρόνια και μαζί με την ζώνη των 9 GHZ πληρούν τις απαιτήσεις της Δ.Σ. SOLAS. Το ραντάρ των 3 GHZ χαρακτηρίζεται από την καλή απόδοση σε άσχημες καιρικές συνθήκες (ομίχλη, βροχή και θαλασσοταραχή). Λόγω της καλής συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια βροχής, το ραντάρ αυτό θεωρείται κατάλληλο για αλιευτικά τα οποία βρίσκονται συχνά κάτω από τέτοιες συνθήκες.

### 2.3 Αρχή λειτουργίας της συσκευής ραντάρ.

Η λειτουργία του ραντάρ βασίζεται σε ορισμένες από τις ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων:

- Τη σταθερή ταχύτητα διαδόσεως τους,  $C = 3 \times 10^8$  m/sec.
- Τη δυνατότητα εστίασεως τους σε συγκεκριμένη λεπτή δέσμη, όταν είναι της περιοχής μικροκυμάτων ( $\lambda = 0,1$  cm – 1 m)
- Την πρακτικά ευθύγραμμη διάδοση τους.
- Την ανάκλαση τους, όταν προσπέσουν στην επιφάνεια αγωγίμου σώματος και την επιστροφή τους.
- Τη διάθλαση τους, όταν διαδίδονται στο χώρο με ηλεκτρομαγνητική ανομοιογένεια.

Για να μπορεί να παρέχει τις πληροφορίες που αναφέραμε, η συσκευή ραντάρ αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες:

- Τον πομπό, ο οποίος παράγει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
- Την κεραία, η οποία τα εκπέμπει και επίσης λαμβάνει όσα από τα κύματα που ανακλούνται σε στόχο επιστρέφουν σ' αυτήν.
- Το δέκτη, στον οποίο οδηγούνται τα κύματα που λαμβάνονται από την κεραία για να ενισχυθούν.
- Τον ενδείκτη, ο οποίος παρέχει τελικά τις πληροφορίες για το στόχο στο χειριστή του ραντάρ.
- Το διακόπτη εκπομπής - λήψεως (T/R switch), ο οποίος ηλεκτρονικά συνδέει την κεραία είτε με τον πομπό είτε με το δέκτη κατά περίπτωση.

## 2.4 Τεχνικά μέρη RADAR

### **Ο πομπός (transmitter)**

Ο πομπός (transmitter) λειτουργεί περιοδικά και κατά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, παράγοντας έτσι ηλεκτρικές ταλαντώσεις κατά παλμούς, υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που παράγονται με τον τρόπο αυτό είναι υπερυψηλή, συνήθως στην περιοχή των 10.000 Mc/sec, δηλαδή στην περιοχή των μικροκυμάτων. Έτσι τα παραγόμενα μικροκύματα μπορούν να εστιάζονται σε δέσμη. Η μεταφορά των μικροκυμάτων αυτών στην κεραία γίνεται με το γνωστό αγωγό μικροκυμάτων, που ονομάζεται κυματοδηγός. Επειδή το κύμα του παλμού που εκπέμπεται από την κεραία, αφού ανακλαστεί στο στόχο, επιστρέφει στην κεραία πολύ εξασθενημένο, για να είναι δυνατή η ανίχνευση μικρών σχετικά στόχων σε όσο δυνατά μεγαλύτερη απόσταση, οι ταλαντώσεις που



παράγει ο πομπός είναι πολύ μεγάλης στιγμιαίας ισχύος (2-75 KW).

### **Η κεραία ( Antenna )**

Όπως έχουμε πει, οι παλμοί ηλεκτρικών ταλαντώσεων, που παράγει ο πομπός, μεταφέρονται υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με τον κυματοδηγό στην κεραία. Αυτή αφού τα εστιάζει, ακτινοβολεί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στο χώρο συγκεντρωμένα σε δέσμη. Η κεραία περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα, που κυμαίνεται από 15-35 R.P.M. Με την ίδια ταχύτητα περιστρέφεται και η δέσμη και σε κάθε στροφή της σαρώνει την επιφάνεια της θάλασσας. Όταν στον τομέα που

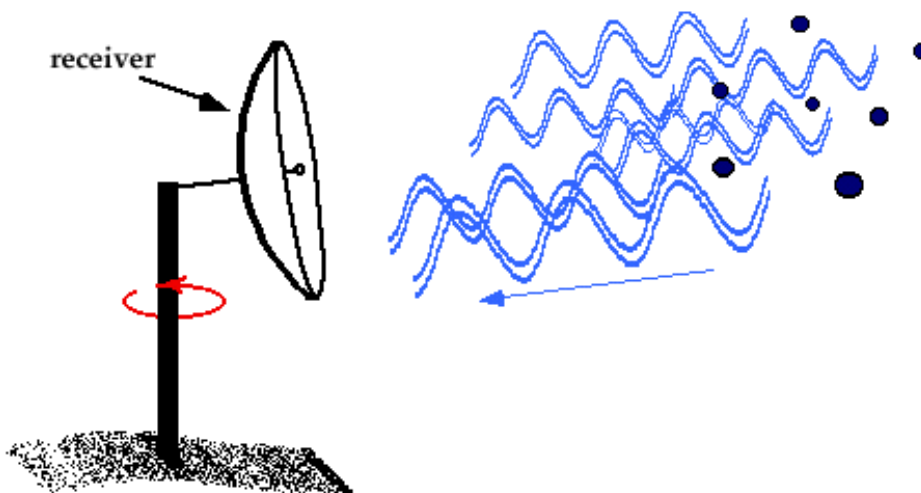
καλύπτει η δέσμη βρεθεί στόχος, κάθε παλμός ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπεται προσπίπτει στο στόχο και ένα μέρος της ενέργειας του ανακλάται, Η ενέργεια που ανακλάται και συνεπώς ακολουθεί αντίθετη φορά διαδόσεως ονομάζεται ηχώ. Ένα μικρό μέρος από το κύμα της ήχους προσπίπτει στην κεραία και



μέσω του κυματοδηγού οδηγείται στο δέκτη.

### Ο δέκτης ( receiver )

Ο δέκτης λαμβάνει το ασθενές σήμα της ήχους, που είναι της τάξεως μερικών  $\mu V$ , το ενισχύει και το μετατρέπει σε οπτικό σήμα ώστε να μπορεί να διεγερθεί απ' αυτό ο ενδείκτης.



## Ο ενδείκτης (indicator ή display)

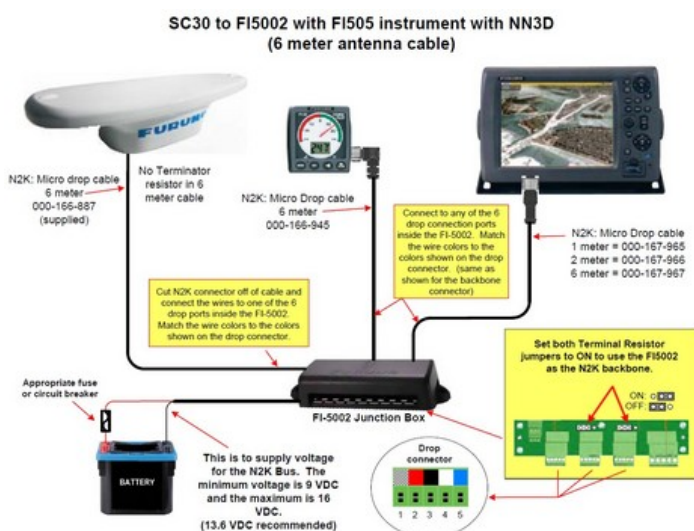
Ο ενδείκτης συνδέεται και στον πομπό και στο δέκτη. Με τη σύνδεση του στον πομπό πληροφορείται τη χρονική στιγμή της εκπομπής κάθε παλμού, ενώ με τη σύνδεση του στο δέκτη πληροφορείται τη χρονική στιγμή της επιστροφής της αντίστοιχης σε κάθε εκπεμπόμενο παλμό ηχούς από στόχους που βρίσκονται στον τομέα της δέσμης. Έτσι, ο ενδείκτης μπορεί να μετρά το χρόνο που προέρχεται από τη στιγμή της επιστροφής της ηχούς που προέρχεται από την ανάκλαση του υπόψη παλμού. Επειδή η κίνηση της δέσμης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι ευθύγραμμη και ισοταχής θα ισχύει:  $R = 1/2 c.t$  όπου:  $R$  = η απόσταση που διανύει ο παλμός από την εκπομπή του μέχρι το στόχο που ανακλάται (μέτρα),  $C$  = η σταθερή ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.  $T$  = χρόνος από τη στιγμή της εκπομπής ενός παλμού, μέχρι τη στιγμή της επιστροφής της ηχούς, λόγω της ανακλάσεως του παλμού σε στόχο (second). Ο ενδείκτης συνδέεται και στο σύστημα περιστροφής της κεραίας, απ' όπου πληροφορείται ηλεκτρικά τη γωνία, την οποία σχηματίζει κάθε στιγμή ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας κατά την περιστροφή της κεραίας, με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Έτσι, μπορεί να παρέχει την πληροφορία της κατεύθυνσεως του στόχου ως προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, δηλαδή παρέχει τη σχετική διόπτευση του στόχου. Επίσης, οι ενδείκτες ορισμένων συσκευών ραντάρ είναι εφοδιασμένοι με επαναλήπτη γυροσκοπικής πυξίδας του πλοίου, ο οποίος τους εξασφαλίζει τη δυνατότητα να παρουσιάζουν τους στόχους σε αληθή διόπτευση.





## Ο διακόπτης εκπομπής - λήψεως T/R

Ο διακόπτης εκπομπής - λήψεως είναι ηλεκτρονικός διακόπτης, ο οποίος μεταγάγει την κοινή κεραία εκπομπής - λήψεως στον πομπό, για όσο χρόνο διαρκεί η εκπομπή κάθε παλμού, και στο δέκτη, κατά τα χρονικά διαστήματα σιγής του πομπού. Έτσι, κατά τα μικρά χρονικά διαστήματα που ο πομπός λειτουργεί, η υψηλή ισχύς που παράγει δεν παρέρχεται στο δέκτη και αποφεύγεται η καταστροφή των ευαίσθητων κυκλωμάτων της εισόδου του δέκτη. Αλλά και όταν κατά τα μεγάλα χρονικά διαστήματα σιγής του πομπού, επιστρέφει η ηχώ, ο διακόπτης αυτός αποσυνδέει τον πομπό από την κεραία και η ασθενής ισχύς της ήχους κατά 50%, επειδή χωρίς το διακόπτη T/R, αυτή θα κατευθυνόταν στη διακλάδωση του κυματοδηγού τόσο προς τον πομπό όσο και προς το δέκτη. Συχνότητα εκπομπής - λήψεως, συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής, διάρκεια παλμού εκπομπής, Ως συχνότητα εκπομπής - λήψεως εννοείται η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος του παλμού που εκπέμπεται και συνεπώς και της ηχούς. Συνήθως τα ραντάρ ναυσιπλοΐας λειτουργούν (εκπέμπουν και λαμβάνουν) στην περιοχή συχνοτήτων των 10000 Mc/s. Συναντιόνται όμως και ραντάρ που λειτουργούν στην περιοχή συχνοτήτων των 3.000 Mc/s.



Ως συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής εννοείται ο αριθμός των παλμών (συρμών μικρής διάρκειας) 8 ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που εκπέμπονται στη μονάδα του χρόνου. Η συχνότητα αυτή ονομάζεται και συχνότητα επαναλήψεως παλμών (Σ.Ε.Π.): Η συχνότητα εκπομπής των ραντάρ ναυσιπλοΐας είναι συνήθως 1000 PPS (παλμοί ανά δευτερόλεπτο), δηλαδή κάθε 1000 μs εκπέμπουν ένα παλμό ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Το αντίστροφο της συχνότητας επαναλήψεως

εκπομπής ονομάζεται περίοδος επαναλήψεως εκπομπής. Ως διάρκεια παλμού εκπομπής εννοείται ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εκπομπή ενός παλμού (ο χρόνος που διαρκεί κάθε μικρής διάρκειας εκπομπής). Τέλος αν από την περίοδο επαναλήψεως εκπομπής αφαιρέσουμε τη διάρκεια παλμού εκπομπής προκύπτει ο χρόνος σιγής ή το διάλειμμα μεταξύ των παλμών. Το γινόμενο της διάρκειας παλμού εκπομπής επί την ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ονομάζεται μήκος παλμού. Οι συσκευές ραντάρ έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν (εκπέμπουν τόσο με παλμό μικρής διάρκειας (παλμό μικρού μήκους), όσο και με παλμό μεγαλύτερης διάρκειας (παλμό μεγάλου μήκους). Η μεταγωγή σε λειτουργία με παλμό μικρού μήκους ή μεγάλου μήκους γίνεται με το διακόπτη «Pulse Length» ο οποίος βρίσκεται στον ενδείκτη της εκπομπής και φέρει τις θέσεις «Short» και «Long». Αν η συσκευή δεν φέρει τον διακόπτη αυτό, η μεταγωγή γίνεται με τον διακόπτη κλίμακων ανιχνεύσεως. Στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως η Σ. Ε. Π. γίνεται μεγαλύτερη και στις μεγάλες κλίμακες μικρότερη. Με τη μικρή διάρκεια παλμού εκπομπής, που χρησιμοποιείται στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως, εξασφαλίζονται: Η δυνατότητα εντοπισμού στόχων κατά απόσταση. Μικρή παραμόρφωση στόχων κατά απόσταση. Με τη μεγαλύτερη διάρκεια παλμού εκπομπής, που χρησιμοποιείται στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως, αυξάνεται η ισχύς που εκπέμπεται και επιτυγχάνεται ο εντοπισμός των μικρών σχετικά στόχων σε μεγαλύτερη απόσταση. Εξάλλου, η μικρότερη Σ. Ε. Π. στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως επιβάλλεται, για να είναι δυνατή η μέτρηση μεγάλων αποστάσεων και για να περιορίζεται η δυνατότητα εμφανίσεως ψευδοηχώων επόμενης διαδρομής.

## **Ο ενδείκτης και η εμφάνιση των στόχων**

Όπως είδαμε, ο ενδείκτης παρέχει τελικά στο χειριστή του ραντάρ τις πληροφορίες για την απόσταση του στόχου και τη διόπτρευση του. Έχουμε επίσης αναφέρει ότι ο χρόνος, που παρέρχεται από τη στιγμή της εκπομπής κάθε παλμού μέχρι την επιστροφή των αντίστοιχων ήχων από το στόχο, είναι πολύ μικρός (12,3 μs για κάθε ναυτικό μίλι). Επειδή οι χρόνοι αυτοί είναι πολύ μικροί, η μέτρηση τους με μηχανικό π.χ. χρονόμετρο είναι αδύνατη. Αντίθετα μπορεί να μετρηθούν με ηλεκτρονικούς τρόπους π.χ. με μια καθοδική λυχνία, η οποία επιπλέον επιτρέπει την εμφάνιση των ήχων των στόχων που ανιχνεύονται στην οθόνη της. Έτσι παρέχει εικόνα όμοια με την εικόνα που παρατηρούμε στον ορίζοντα, του οποίου την έκταση 9 καλύπτει η κλίμακα ανιχνεύσεως, στην οποία λειτουργεί κάθε φορά ο ενδείκτης. Για το λόγο αυτό ο ενδείκτης του ραντάρ ονομάζεται PPI (Plan Position Information). Ο ενδείκτης PPI περιέχει τη γεννήτρια βάσεως χρόνου ή γεννήτρια σαρώσεως, η οποία όταν πληροφορηθεί για την εκπομπή του παλμού από τον πομπό του ραντάρ, τότε ενεργοποιείται και εκτρέπει την κηλίδα της καθοδικής λυχνίας επί της οθόνης, από το κέντρο της προς την περιφέρεια της ισοταχώς και σε χρόνο που ονομάζεται βάση χρόνου ή σάρωση. Στη συνέχεια η κηλίδα επανέρχεται ταχύτατα στο κέντρο της οθόνης. Η διάρκεια της βάσεως χρόνου ρυθμίζεται έτσι, ώστε κάθε φορά να αντιστοιχεί στο χρόνο που απαιτείται για να διανύσει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα του παλμού κάποια ορισμένη απόσταση.

Με το διακόπτη επιλογής κλιμάκων ανιχνεύσεως που φέρει ο ενδείκτης PPI, μπορούμε να ρυθμίζουμε τη γεννήτρια βάσεως χρόνου έτσι, ώστε να επιλέγουμε την κάθε φορά κατάλληλη κλίμακα ανιχνεύσεως. Ταυτόχρονα ο ενδείκτης παρέχει στην οθόνη και τη διόπτευση του στόχου. Αυτό επιτυγχάνεται με το σύστημα σύγχρονης μεταδόσεως του πηνίου εκτροπής της καθοδικής λυχνίας και της κεραίας. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται, το πηνίο εκτροπής, και κατά συνέπεια η βάση χρόνου, να περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που περιστρέφεται και η κεραία του ραντάρ και σε απόλυτο συγχρονισμό. Η σύγχρονη αυτή κίνηση εξασφαλίζει, ώστε η εμφάνιση των στόχων επί της οθόνης να γίνεται όχι μόνο στη σωστή απόσταση, αλλά και στη σωστή διόπτευση. Μάλιστα, στην περιφέρεια της οθόνης της καθοδικής λυχνίας προσαρμόζεται κλίμακα ανεμολογίου, του οποίου η ένδειξη 0° αντιστοιχεί στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου και έτσι καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός της διοπτύσεως των στόχων με ακρίβεια.

## 2.5 Χαρακτηριστικά συσκευών PANTAP

Τα κύρια χαρακτηριστικά μιας συσκευής RADAR βάσει των οποίων κρίνεται η απόδοσή του είναι:

1. Η εμβέλεια ,δηλαδή η μέγιστη απόσταση εντοπισμού στόχων .
2. Η ελάχιστη απόσταση εντοπισμού στόχων .
3. Η ακρίβεια μέτρησης της απόστασης και διόπτρευσης του στόχου .
4. Η ικανότητα διαχωρισμού των στόχων .

### 2.5.1 Εμβέλεια

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_S \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{P_{E_{\min}} \cdot (4\pi)^3}} \quad \text{Εξίσωση Εμβέλειας (1)}$$

Η εξίσωση ( 1 ) δίνει την σχέση εξαρτήσεως της εμβέλειας του RADAR από ορισμένες παραμέτρους . Οι παράμετροι αυτοί ,εκτός από την επιφάνεια (  $\sigma$  ) του στόχου , μπορούν να επιλεγούν κατάλληλα από τον κατασκευαστή με τέτοιο τρόπο , ώστε να έχουμε την μέγιστη δυνατή απόδοση του RADAR από πλευράς εμβέλειας . Το έργο του κατασκευαστή είναι αρκετά δύσκολο λόγω της αλληλεπίδρασης ορισμένων παραμέτρων , και η επιταχυνόμενη εμβέλεια είναι πολλές φορές μικρότερη κατά 0,30 έως 0,50 από την υπολογισθείσα θεωρητική .Η διαφορά μεταξύ της θεωρητικής και της πραγματικής εμβέλειας οφείλεται αφ' ενός στην ίδια την εξίσωση ( 1 ) ,που υπολογίστηκε με την παραδοχή ότι η συσκευή λειτουργεί στον ελεύθερο χώρο , αφετέρου στο γεγονός ότι οι παράμετροι  $P_{E_{\min}}$  , ( ελάχιστη ανιχνεύσιμη ηχώ ) και  $\sigma$  ( ενεργός επιφάνεια στόχου ) είναι κατά φύση στατιστικής μορφής , άρα καθορίζονται στατιστικά . Στην πράξη η εμβέλεια μετρείται σε km ή miles ( μίλια ) για επιφάνεια στόχου 1m<sup>2</sup> ή 10m<sup>2</sup> , και για ορισμένη πιθανότητα ανίχνευσης στόχου ( συνήθως 50% ) . Εξέταση των παραμέτρων της σχέσης ( 1 ) που καθορίζουν την εμβέλεια .

### 2.5.2 Ελάχιστη απόσταση εντοπισμού στόχων

Υπάρχει μια ορισμένη απόσταση πλησιέστερα της οποίας τα ραντάρ δεν είναι δυνατόν να αντιληφθούν την παρουσία στόχων . Η απόσταση αυτή καλείται «ελάχιστη απόσταση εντοπισμού στόχων» . Ανάλογα με τον τύπο του ραντάρ αυτή κυμαίνεται μεταξύ 50 έως 100 μέτρα . Η αιτία που προκαλεί την αδράνεια αυτή στη συσκευή για τους πολύ κοντινούς στόχους είναι η αδυναμία παραγωγής απόλυτα ορθογωνικών παλμών . Έτσι μετά το τέλος του παλμού εκπομπής εξακολουθεί αποσβενούμενος παλμός , μικρής έντασης , ικανής όμως να υπερκαλύψει σήματα ηχών από πολύ κοντινούς στόχους .

Άλλη αιτία είναι ο χρόνος αποκατάστασης του διακόπτη εκπομπής - λήψης . Κατά την διάρκεια του παλμού εκπομπής ο διακόπτης αυτός απομονώνει τον δέκτη από την κεραία και έτσι προστατεύεται ο δέκτης από την μεγάλη ισχύ των παλμών εκπομπής . Μετά το τέλος του παλμού εκπομπής , χρειάζεται ένα μικρό χρονικό διάστημα για να αποκαταστήσει ο διακόπτης εκπομπής - λήψης την σύνδεση του δέκτη με την κεραία . Σήματα λοιπόν , από κοντινούς στόχους που θα φτάσουν στην κεραία κατά το μικρό αυτό χρονικό διάστημα , δεν θα εμφανιστούν στο δέκτη .

Ένα επίσης πιθανό αίτιο είναι το γεγονός της υπερφόρτισης των κυκλωμάτων του δέκτη κατά την διάρκεια της εκπομπής . Παρά την ύπαρξη του διακόπτη εκπομπής - λήψης ο δέκτης δέχεται κατά την εκπομπή μια ποσότητα από την εκπεμπόμενη ενέργεια πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που αποστέλλουν οι στόχοι στο δέκτη . Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την υπερφόρτιση των κυκλωμάτων ενίσχυσης του δέκτη και την μετατόπιση των σημείων λειτουργίας αυτών πέραν των κανονικών ορίων . Για να αποκατασταθεί η λειτουργία των ενισχυτών μετά το πέρας του παλμού εκπομπής απαιτείται ένα χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο δέκτης δεν θα διεγείρεται από τα συνήθη σήματα των ηχών διαφόρων στόχων .

Τέλος η διάρκεια του παλμού εκπομπής και η ενεργός επιφάνεια του στόχου είναι δυο σοβαρά αίτια που επιδρούν στην ελάχιστη απόσταση εντοπισμού στόχων . Από την αρχή λειτουργίας των ραντάρ προκύπτει ότι στόχοι που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη του μισού διάρκειας του παλμού εκπομπής δεν θα εμφανιστούν στη οθόνη, γιατί όταν φτάσει η ηχώ , ο πομπός ακόμη θα εκπέμπει τον παλμό .

Όσον αφορά την ενεργό επιφάνεια του στόχου , παρατηρούμε τα εξής : Επειδή η ισχύς μιας ηχούς δεν εξαρτάται μόνο από την απόσταση του στόχου , αλλά και από τις ανακλαστικές ιδιότητες αυτού , γι' αυτό , στόχος που βρίσκεται σε κάποια απόσταση μπορεί να συλληφθεί μόνον , εάν η ενεργός επιφάνεια αυτού (  $\sigma$  ) υπερβαίνει μια ορισμένη τιμή .

### **2.5.3 Ακρίβεια μέτρησης απόστασης και διόπτρευσης στόχου**

#### **Μέτρηση της απόστασης στόχου**

Για να επιτευχθεί ακρίβεια μέτρησης θα πρέπει η πλευρές της ηχούς να είναι όσο το δυνατόν κάθετες , ώστε να μην υπεισέρχεται μεγάλο σφάλμα , κατά την εκτίμηση του μέσου της πλευράς . Αυτό σημαίνει οτι ο πομπός πρέπει να εκπέμπει ορθογώνια πάλμωση με όσο το δυνατόν απότομες τις κατακόρυφες πλευρές . Γι' αυτό το λόγο , κατά την μέτρηση της απόστασης χρησιμοποιούμε την αριστερή πλευρά του παλμού , η οποία είναι δυνατόν να γίνει κατακόρυφη ευκολότερα από την δεξιά . Παρόλα αυτά στην οθόνη και η αριστερή πλευρά της ηχούς θα έχει κάποια κλίση ως προς την κατακόρυφη , γιατί το εύρος ζώνης διέλευσης συχνοτήτων του δέκτη είναι περιορισμένο .

#### **Μέτρηση διόπτρευσης**

Η διόπτρευση των στόχων καθορίζεται από την διεύθυνση προς την οποία είναι στραμμένη η κεραία κατά την στιγμή κατά την οποία η ηχώ του στόχου στην οθόνη γίνεται μέγιστη . Όσο πιο ακριβής είναι ο καθορισμός του μεγίστου της ηχούς , τόσο μικρότερο θα είναι το σφάλμα κατά την μέτρηση της διόπτρευσης . Αυτό όμως απαιτεί λοβό ακτινοβολίας μικρής γωνίας .

### **2.5.4 Ικανότητα διαχωρισμού στόχων**

#### **Διαχωρισμός στόχων κατά απόσταση**

Δύο στόχοι που βρίσκονται στην ίδια κατεύθυνση μπορούν να διακριθούν στην οθόνη, μόνο όταν η απόσταση μεταξύ τους υπερβαίνει μια ορισμένη ελάχιστη τιμή , Η ελάχιστη αυτή απόσταση διαχωρισμού στόχων εξαρτάται κυρίως από την διάρκεια του παλμού εκπομπής και των χαρακτηριστικών του δέκτη, και της οθόνης . Εάν η απόσταση μεταξύ δυο στόχων που βρίσκονται στην ίδια κατεύθυνση αντιστοιχεί σε χρόνο μικρότερο από το μισό της διάρκειας του παλμού εκπομπής , οι στόχοι δεν θα διαχωριστούν στην οθόνη , αλλά θα δώσουν μια μόνο ηχώ .

#### **Διαχωρισμός στόχων κατά διόπτρευση**

Η ικανότητα διαχωρισμού στόχων κατά διόπτρευση , εξαρτάται κυρίως από το εύρος του λοβού ακτινοβολίας της κεραίας και από την απόσταση των στόχων από το ραντάρ. Εάν το εύρος του λοβού είναι τέτοιο , ώστε δυο ή περισσότεροι παρακείμενοι κατά διόπτρευση στόχοι να συλλαμβάνονται συγχρόνως , κατά την περιστροφή της κεραίας , δεν θα διαχωριστούν , αλλά θα εμφανιστούν επί της οθόνης σαν ένας στόχος .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### Χρησιμότητα του RADAR- ARPA

Γνωρίζουμε ότι η δυνατότητα που έχει το RADAR –ARPA να ανιχνεύει τους στόχους, ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας, το καθιστά χρήσιμο στη ναυσιπλοΐα, ιδιαίτερα κάτω από συνθήκες κακής ορατότητας. Για να είναι όμως αποτελεσματική η χρησιμοποίησή του, ο ναυτίλος θα πρέπει να γνωρίζει πάντα την απόδοση της συγκεκριμένης συσκευής του πλοίου του και να φροντίζει για την προβλεπόμενη συντήρηση και αποκατάσταση βλαβών, ώστε η συσκευή του να λειτουργεί με την καλύτερη απόδοση. Επίσης θα πρέπει να έχει πάντα υπόψιν του τις δυνατότητες και τους περιορισμούς του RADAR- ARPA και των ειδικών βοηθητικών εγκαταστάσεων τις ξηράς, που έχουν σχέση με τα RADAR. Σημαντικά συμβάλει στην αποτελεσματική αξιοποίηση του RADAR- ARPA και η εμπειρία του ναυτίλου στη χρησιμοποίησή του κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες πλου και ειδικότερα σε συγκεκριμένες περιοχές. Ο έμπειρος ναυτίλος είναι και εφευρετικός, οπότε μπορεί να επινοήσει και να εφαρμόσει τη δική του κατάλληλη τεχνική αξιοποίησής της συσκευής που διαθέτει, ανάλογα με τις κάθε φορά συνθήκες πλου. Για να αποκτήσει τη σωστή εμπειρία ο ναυτίλος όμως δεν θα πρέπει να περιμένει να χρησιμοποιήσει το RADAR-ARPA, όταν βρεθεί σε κακή ορατότητα και το έχει απόλυτη ανάγκη, αλλά όταν ταξιδεύει με καλή ορατότητα, οπότε και μπορεί να εφαρμόσει οποιαδήποτε τεχνική με άνεση. Ταυτόχρονα η σύγκριση των πληροφοριών που του παρέχει το RADAR-ARPA με τις πληροφορίες που προκύπτουν από παρατηρήσεις και η συνεχής σύγκριση τις εικόνας RADAR με την κάθε στιγμή αντίστοιχη εικόνα που παρατηρεί στο ορίζοντα, διευκολύνει την απόκτηση εμπειρίας. Ο σύγχρονος ναυτίλος πρέπει να αποβάλει την κακή νοοτροπία, που δυστυχώς επικρατεί και σήμερα, να μην χρησιμοποιεί το RADAR γιατί θα πάθει βλάβη.

### **3.1 Λειτουργία ARPA**

Ο κανόνας 7(β) των ΔΚΑΣ και άλλες σχετικές διατάξεις αναφέρονται στην υποχρέωση τηρήσεως υποτυπώσεως στη γέφυρα ή άλλης ισοδύναμης συστηματικής παρατηρήσεως των ανιχνευόμενων στόχων μέσω συσκευής ραντάρ.

Τέτοια παρατήρηση εξασφαλίζει το σύστημα αυτόματης υποτυπώσεως γνωστό ως Automatic Radar Plotting Aids, ARPA, το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή. Όπως είναι γνωστό η κλασσική μέθοδος υποτυπώσεως έστω και με την χρήση μηχανικών μέσων π.χ reflection plotter παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα:

- φόρτο εργασίας στον αξιωματικό φυλακής που ενδέχεται να τον περισπά από την συνεχή επιτήρηση του περιβάλλοντος
- σε περίπτωση πολλών στόχων υπό περιορισμένη ορατότητα το πρόβλημα γίνεται πιεστικότερο
- τα στοιχεία που δίνει η υποτύπωση σύντομα γίνεται παρελθόν

Με την χρησιμοποίηση του ARPA επιτυγχάνονται:

- Μείωση στο ελάχιστο του φόρτου εργασίας που απαιτείται προκειμένου να ληφθούν πληροφορίες για μεγάλο αριθμό στόχων που εμφανίζονται στην οθόνη του ραντάρ.
- Δυνατότητα ακριβούς και συνεχούς εκτιμήσεως της καταστάσεως

Το σύστημα ARPA είναι εξειδικευμένος ενδείκτης ραντάρ ο οποίος είναι εφοδιασμένος με διάταξη μικροϋπολογιστών η οποία λαμβάνει πληροφορίες για την

- απόσταση και διόπτευση στόχων από την συσκευή ραντάρ
- πορεία και ταχύτητα του πλοίου μας

Μ' αυτές επιλύει τα προβλήματα υποτυπώσεως και παρέχει τις πληροφορίες:

- Την ΕΠ (CPA) στην οποία θα περάσει ο στόχος και του ΤΕΠ (TCPA)
- Την πορεία και την ταχύτητα του στόχου

Επειδή η επίλυση των προβλημάτων υποτυπώσεως βασίζεται στις προηγούμενες θέσεις του στόχου το ARPA δεν είναι σε θέση να εκτιμήσει με τα δεδομένα αυτά τις παραπάνω πληροφορίες αν ο στόχος πραγματοποιήσει οποιοδήποτε χειρισμό. Κάθε τύπος ARPA μπορεί να παρουσιάζει παλαιότερες θέσεις των στόχων που ισαπέχουν χρονικά. Από αυτές μπορεί να διαπιστωθεί ο χειρισμός του στόχου και να ελεγχθεί η αξιοπιστία των νέων αποτελεσμάτων.

Ο κάθε τύπος ARPA έχει επίσης την δυνατότητα δοκιμής χειρισμού μεταβολής πορείας ή και ταχύτητας που πρόκειται να πραγματοποιήσουμε. Έτσι μας πληροφορεί για την αποτελεσματικότητα το χειρισμού πριν προβούμε στην εκτέλεση του.



Με τις συσκευές αυτόματης υποτυπώσεως τηρείται αυτόματα η υποτύπωση χωρίς να απαιτείται παρατήρηση της οθόνης και μεταφορά των παρατηρήσεων στο φύλλο υποτυπώσεως ή εκτελέσεως υποτυπώσεως επάνω στον ανακλαστικό υποτυπωτή.

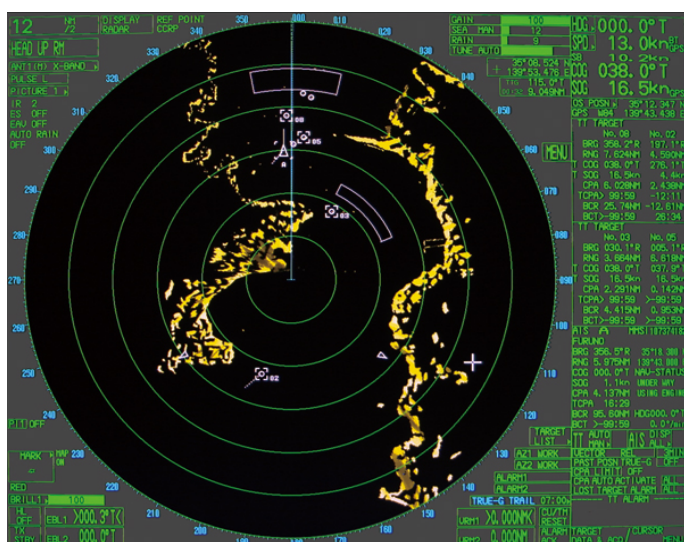
Μια τέτοια συσκευή έχει την δυνατότητα να επιλέξει και να υποτυπώσει πλήρως τους 40 πλησιέστερους στόχους- πλοία με εμβέλεια 16 ναυτικά μίλια. Τα αυτόματα αυτό σύστημα υποτυπώνει τους στόχους που θεωρούνται επικίνδυνοι και διαχωρίζονται οι κινητοί από τους ακίνητους στόχους.

Επίσης προβλέπεται αυτόματο οπτικοακουστικό σύστημα προειδοποίησης όταν ο στόχος που μας ενδιαφέρει περνά από απόσταση CPA μικρότερη από την απόσταση ασφαλείας που έχουμε καθορίσει ως απαραβίαστη. Ακόμη το σύστημα συνδέεται με την γυροπυξίδα και το δρομόμετρο.

Όταν λέμε ότι ένα ραντάρ είναι ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) εννοούμε ότι έχει τη δυνατότητα να κλειδώσει ένα στόχο κινούμενο να τον παρακολουθεί και να μας δίνει όλα τα στοιχεία του, δηλαδή την απόσταση από μας τη διόπτρευση το στίγμα του και την ταχύτητα του. Ακόμα σε ποια απόσταση θα διασταυρωθούμε με το στόχο και σε πόσο χρόνο θα γίνει αυτό. Επίσης πλέον υπάρχει η δυνατότητα να γυρίσει η οθόνη σε 3 mode. Heading up, Course up και North up.

Στην πρώτη περίπτωση οι στόχοι φαίνονται στην οθόνη με βάση την πορεία του πλοίου, κάτι παρόμοιο συμβαίνει και στη δεύτερη περίπτωση, ενώ στην τρίτη το ραντάρ δείχνει τους στόχους έχοντας σαν σημείο αναφοράς το βορρά. Τα τελευταία τεχνολογίας μηχανήματα έχουν τη δυνατότητα παράλληλα με τους φυσικούς στόχους να δείχνουν και ηλεκτρονικούς χάρτες. Έτσι γίνονται ακόμα πιο πολύτιμα εργαλεία καθώς ο αξιωματικός έχει ακόμα περισσότερες πληροφορίες μπροστά του σε μια οθόνη. Τα μηχανήματα που είναι υποχρεωτικά να συνδεθούν στα ARPA είναι η πυξίδα του πλοίου, το δρομόμετρο και το GPS. Από κει και πέρα όλα τα σύγχρονα ραντάρ έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με ανεμόμετρα, βυθόμετρα και ότι άλλο καλό υπάρχει στο πλοίο. Η μοναδική τακτική συντήρηση που χρειάζονται είναι η αλλαγή magnetron που γίνεται μετά τη συμπλήρωση κάποιων ωρών λειτουργίας.

Φωτογραφία λειτουργίας ραντάρ με σύστημα ARPA



### **3.2 Χρησιμότητα του RADAR-ARPA**

Ο ναυτίλος χρησιμοποιεί το ραντάρ στις παρακάτω περιπτώσεις:

#### **A) Προσγιάλωση**

Το ραντάρ είναι σημαντικό βοήθημα κατά την προσγιάλωση (landfall) και όταν πλησιάζουμε τις ακτές με κακή ορατότητα, μετά από μεγάλης διάρκειας ποντοπλοΐα.. Πρέπει όμως να έχουμε υπόψη μας ότι τα πρώτα στίγματα ραντάρ έχουν αμφίβολη ακρίβεια , επειδή η αναγνώριση των σημείων από τα όποια προέρχονται ήχοι από μεγάλες αποστάσεις είναι δύσκολο. Οι ισχυρές ήχοι προέρχονται από κατακόρυφες εκτάσεις στις οποίες η δέσμη ακτινοβολίας προσπίπτει κάθετα. Καθώς, πλησιάζουν τις ακτές , μεταβάλλεται η θέση της κεραίας με τη θέση των στόχων όποτε μεταβάλλεται και γωνία προσπτώσεως της δέσμης ακτινοβολίας , με αποτέλεσμα να παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές της εικόνας ραντάρ. Σημαντικές μεταβολές οφείλονται επίσης και στο γεγονός ότι καθώς η απόσταση από τις ακτές ελαττώνεται, όλο και χαμηλότερες εκτάσεις καλύπτονται από τον ορίζοντα ραντάρ και οι ήχοι τους συμπληρώνουν την εικόνα. Οι δυο παραπάνω λόγοι έχουν τις εξής συνέπειες:

- Να μην ανιχνεύεται η ακτογραμμή, εκτός αν είναι απόκρημνη και έχει σημαντικό ύψος.
- Παρατηρείται φαινόμενη κίνηση της στεριάς προς το πλοίο μας, ενώ πλησιάζουμε τις ακτές.

#### **B) Ακτοπλοΐα**

Κατά την ακτοπλοΐα, επειδή το πλοίο βρίσκεται σε μικρές σχετικές αποστάσεις από τις ακτές, το ραντάρ μπορεί να παρέχει συνεχείς και ικανοποιητικές ακριβείας πληροφορίες. Η ακρίβεια αυξάνεται όσο, η απόσταση τις ακτές ελαττώνεται, καθώς

βελτιώνονται οι συνθήκες ανακλάσεως της δέσμης. Έξαλλου, με την ελάττωση της αποστάσεως καλύπτονται από τον ορίζοντα ραντάρ και οι χαμηλότερες εκτάσεις της ακτογραμμής, όποτε η ηχώ τις ακτογραμμής μοιάζει περισσότερο με την ακτογραμμή του χάρτη. Θα πρέπει όμως οι διοπτεύσεις ραντάρ να συνδυάζονται και με ορατές διοπτεύσεις για μεγαλύτερη ακρίβεια. Έτσι η καλύτερη μέθοδος καθορισμού του στίγματος με τη βοήθεια του ραντάρ είναι, με απόσταση ραντάρ και με ορατή διοπτευση μονωμένου στόχου η χαρακτηριστικού σημείου της ακτής το οποίο είναι καταφανές και στο ραντάρ και για ορατή παρατήρηση.

Αναφορικά με τις διαφορές που πρέπει να παρουσιάζει η εικόνα της ήχους ακτών από την πραγματική εικόνα του χάρτη, μπορεί να οφείλεται στη παραμόρφωση λόγω του οριζοντίου εύρους δέσμης που προκαλεί:

- Στένωση η και εξαφάνιση των μικρών εσοχών (κολπίσκων) και δια πλάτυνση και έξοχων.
- Μεταφορά της ακτογραμμής προς τη θάλασσα όταν η δέσμη προσπίπτει πλάγια στην ακτογραμμή: η μεταφορά αυτή αυξάνει, όσο η δέσμη τείνει να γίνει παράλληλα με την ακτογραμμή.
- Απόκρυψη της ήχους μικρών απομονωμένων στόχων, οι οποίοι βρίσκονται κοντά στην ακτή, όταν συνδυάζεται με τη διάκριση κατά διοπτευση που φαίνεται ως έξαρση της ακτογραμμής.

## Γ) Παράπλους ακτές

Κατά την ακτοπλοΐα με κακή ορατότητα μπορούμε χρησιμοποιώντας αποστάσεις ραντάρ, να τηρήσουμε την πορεία του πλοίου μας στην ελάχιστη απόσταση ασφάλειας από κινδύνους (άβαθη σκοπέλους) που υπάρχουν κοντά στην ακτή, τόσο κατά τον πλου παράλληλα προς την ακτή, όσο και κατά την παράκαμψη ακρωτηρίου. Έτσι μη απομακρύνοντας το πλοίο μας από την ακτή για να αποφύγουμε τους κινδύνους, δεν χάνουμε χρόνο. Επίσης καθώς πλέουμε σε μικρή απόσταση από τις ακτές ανιχνεύονται και τα χαμηλά σημεία της ακτογραμμής και η διευκόλυνση με το ραντάρ είναι μεγαλύτερη. Για την τήρηση της πορείας σε ελάχιστη απόσταση από την ακτή εργαζόμαστε ως εξής:

Μελετούμε λεπτομερώς στο χάρτη την έκταση του επικίνδυνου σημείου από την και με κέντρα καταφανή σημεία για αποστάσεις ραντάρ, χαράσσουμε τόξα 28 περιφέρειας κύκλου (κύκλους ασφάλειας ραντάρ-radar clearing circles). Τα τόξα αυτά πρέπει να έχουν τέτοια ακτίνα, ώστε η εφαπτόμενη σιούτο να περικλείει όλα τα επικίνδυνα σημεία προς την ακτή. Χαράσσουμε την εφαπτόμενη στα τόξα αυτά, την όποια ονομάζουμε γραμμή αποστάσεως ασφάλειας ραντάρ (radar clearing line) και παράλληλα αυτήν και από την εξωτερική πλευρά της χαράσσουμε την πορεία που θα τηρήσουμε. Κατά την πραγματοποίηση του πλου, ρυθμίζουμε το μεταβλητό

σημειωτή αποστάσεως σε απόσταση ίση με την απόσταση του καταφανούς σημείου της ακτής, που κάθε στιγμή παραπλέει το πλοίο μας, από τη γραμμή ασφάλειας.

Αν στον ενδείκτη PPI ο δακτύλιος του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως δεν εφάπτεται στην ηχώ του αντίστοιχου καταφανούς σημείου το πλοίο μας τηρείται σε ασφαλή πορεία λίγο έξω από τη γραμμή αποστάσεως ασφάλειας.

Κατά την εκλογή των καταφανών σημείων πρέπει να προσέχουμε, ώστε αυτά να είναι απόκρημνα σημεία της ακτογραμμής και όχι πέρα από την ακτογραμμή, ώστε οι αποστάσεις ραντάρ να είναι ακριβείς ως προς αυτήν. Η απόσταση ραντάρ ως γραμμή ασφάλειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον ίδιο τρόπο και με συνθήκες καλής ορατότητας, όταν η ακτογραμμή, δε διαθέτει καταφανή σημεία για ορατές διοπτύσεις, ειδικά τη νύχτα.

Επίσης πρέπει ταυτόχρονα με την χρησιμοποίηση της αποστάσεως ραντάρ ως γραμμή ασφάλειας να προσδιορίζεται το στίγμα με μια από τις παρακάτω μεθόδους:

Στίγμα με απόσταση ραντάρ και ορατή διόπτυση(είναι η προτιμότερη, λόγω μεγάλης ακριβείας)

- Στίγμα με αποστάσεις ραντάρ(τριών καταφανών σημείων)
- Στίγμα με απόσταση και διόπτυση ραντάρ μεγάλης ακριβείας
- Στίγμα με αποστάσεις ραντάρ(τριών καταφανών σημείων)
- Στίγμα με απόσταση και διόπτυση ραντάρ Αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση της αποστάσεως ραντάρ ως γραμμής ασφάλειας εξασφαλίζεται με τη τεχνική των παράλληλων γραμμών, που αναπτύσσεται σε επομένη παράγραφο.

## Δ) Πλοήγηση

Πολύτιμη είναι η εξειδικευμένη χρησιμοποίηση του ραντάρ κατά την πλοήγηση σε περιορισμένα (διάλως, ποτάμια) με κακή ορατότητα. Η πλοήγηση με 29 το ραντάρ η τυφλή πλοήγηση (blind pilot) θεωρείται εξειδικευμένη τέχνη, της οποίας η πραγματικότητα εξαρτάται από:

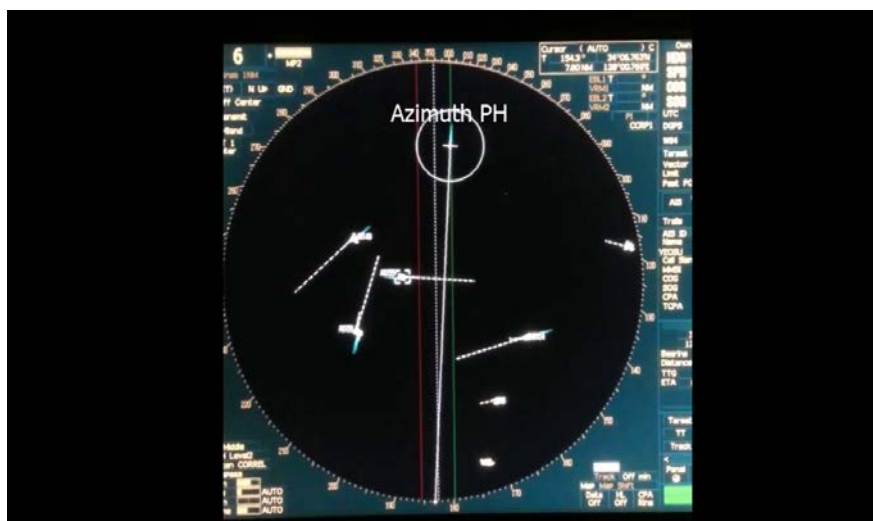
- Την εφευρετικότητα του ναυτίλου σε ειδική κατά περίπτωση χρησιμοποίηση του ραντάρ.
- Τα χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ, που διαθέτει το πλοίο (ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως, διάκριση κατά απόσταση και διάκριση κατά διόπτυση) και την καλή λειτουργία της συσκευής.
- Την εμπειρία και την ικανότητα του ναυτίλου στην αναγνώριση των στοιχείων της εικόνας ραντάρ
- Τη γνωριμία του ναυτίλου με τοπογραφικά στοιχεία του διαύλου καθώς και με τα συστήματα σημάσεως των επικινδύνων σημείων(σημαντήρες, racons κλπ) την κατάσταση της παλίρροιας και τα ρεύματα που θα επικρατούν. Με την

μέθοδο της πλοηγήςσεως μπορούμε να οδηγήσουμε το πλοίο μας μέχρι τον ορισμένο αγκυροβόλιο του. Η ακριβής αυτή πλοήγηση μπορεί να γίνει με την τάση της ήχους καταφανούς σημείου που βρίσκεται κατάπλωρα η με διόπτρευση και απόσταση καταφανούς σημείου, που βρίσκεται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Με το ραντάρ μπορούμε ακόμα να διαπιστώσουμε, αν το πλοίο μας ξεσέρνει από το αγκυροβολώ του. Αυτό επιτυγχάνεται αν σημειώσουμε την απόσταση και την αληθή διόπτρευση της ήχους χαρακτηριστικού στόχου τη στιγμή που, μετά την αγκυροβολία, πλοίο μας θα αναπληρώσει στο ρεύμα η στον άνεμο η στη συνιστάμενη των δυο, ειδικά όταν έχουμε παρουσίαση της εικόνας με τον Βορρά άνω.

## Ε) Τεχνικοί χρησιμοποίησεως των παράλληλων γραμμών

Οι βασικές εφαρμογές των ΠΓ είναι:

1. Ακριβής πλεύση και αλλαγή πορείας
2. Πλοήγηση σε καθορισμένο αγκυροβόλιο Όταν σε επικίνδυνες περιοχές ακτοπλοΐας η πλοηγήςσεως επικροτούν ρεύμα έχουν χαρακτηριστικοί στόχοι (σημαντήρες η και κάβοι) των οποίων η ηχώ έχει αναγνωρίσει με βεβαιότητα, ο δείκτης PPI μπορεί να αποτελέσει ιθυντηριο μέσο μεγάλης ακριβείας. Δηλαδή μπορούμε να τηρήσουμε την πορεία μας ως προς το βυθό (course over ground) με ακρίβεια και να προσδιορίσουμε επίσης και τα στίγματα αλλαγής πορείας (way points).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### Ανθρώπινος παράγοντας-Θαλάσσιες μεταφορές

Όπως λοιπόν μπορούμε να δούμε η συσκευή ραντάρ μας διευκολύνει στην αποφυγή συγκρούσεων και γενικά κάνει την ναυσιπλοΐα πολύ πιο εύκολη, ειδικά σε περιπτώσεις περιορισμένης ορατότητας. Παρόλα αυτά εάν δεν ρυθμίζεται σωστά ή δεν γίνεται ορθή χρήση του μπορεί να προκληθούν ατυχήματα. Συνεπώς τον σημαντικότερο ρόλο παίζει ο ανθρώπινος παράγοντας-ανθρώπινο σφάλμα και ένα μικρό ποσοστό τεχνικού σφάλματος.

Ο ορισμός του ανθρώπινου σφάλματος είναι (Health and Safety Executive (HSE), 1999):

Ο όρος ανθρώπινος παράγοντας καλύπτει ένα μεγάλο εύρος από θέματα: περιβαλλοντικούς, οργανωτικούς και εργασιακούς παράγοντες, τον σχεδιασμό του συστήματος, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του έργου και του ανθρώπου που επιδρούν στη συμπεριφορά και επηρεάζουν υγεία και ασφάλεια.

Ενώ ο ορισμός για το ανθρώπινο σφάλμα είναι (Human Error):

Ως ανθρώπινο σφάλμα θεωρείται κάθε ανθρώπινη ενέργεια ή απουσία της, που ξεπερνά ή αποτυγχάνει να φθάσει ένα επίπεδο αποδοχής, όπου τα όρια της ανθρώπινης συμπεριφοράς είναι καθορισμένα από το σύστημα.

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από τη σύγκριση των δύο ορισμών είναι ότι ο όρος ανθρώπινος παράγοντας είναι πιο γενικός από τον όρο ανθρώπινο σφάλμα και περιλαμβάνει όλες τις τυχούσες παραλείψεις στο σχεδιασμό και την οργάνωση μιας επιχείρησης ή ενός έργου. Όμως τα όρια ανάμεσά τους δεν είναι πλήρως καθορισμένα και πολλές φορές ο διαχωρισμός τους είναι πολύ δύσκολος. Το γεγονός αυτό, μαζί με την έλλειψη ακριβών στοιχείων από τη βάση δεδομένων, όσον αφορά την αιτία ενός ατυχήματος, οδήγησε στην απόφαση να θεωρηθούν οι δύο αυτοί όροι σχεδόν ταυτόσημοι για τη συνέχεια της εργασίας, χωρίς αυτό να επηρεάζει την έρευνα. Σε περίπτωση που ο διαχωρισμός των δύο όρων είναι απαραίτητος θα σημειώνεται.

#### 4.1 Ανθρώπινο σφάλμα

Το ανθρώπινο σφάλμα ήταν ο παράγοντας πρόκλησης των περισσότερων ευρέως γνωστών δυσάρεστων περιστατικών στην σύγχρονη ιστορία και όχι μόνο όπως το

ναυάγιο του Herald of Free Enterprise, του Express Samina, Dona Paz Το φιλιππινέζικο επιβατηγό οχηματαγωγό, το σενεγαλέζικο πλοίο MV Le Joola κ.α

Ωστόσο, καθώς με το πέρασμα του χρόνου τα τεχνικά συστήματα άρχισαν να γίνονται όλο και πιο αξιόπιστα, το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στα ανθρώπινα αίτια και πολλά ατυχήματα αποδόθηκαν εξ' ολοκλήρου σε άτομα με άμεση πρόσβαση στο χειρισμό. Αργότερα, έρευνες πάνω σε σοβαρά ατυχήματα αναγνώρισαν ότι για την αστοχία του εξοπλισμού και των χειριστών, η αιτία είχε τις ρίζες της βαθύτερα στη διαχείριση και την αγωγή της ασφάλειας.

Αναλύσεις στα αίτια των ατυχημάτων αποκαλύπτουν ότι έως και στο 80% των ατυχημάτων, υπάρχει η εξ' ολοκλήρου, ή έστω εν μέρει, εμπλοκή του ανθρώπου (HSE, 1999). Για παράδειγμα, υπολογίστηκε ότι το ανθρώπινο σφάλμα κρύβεται πίσω από το περίπου 60% του συνόλου των ναυτικών ατυχημάτων, με τις οργανωτικές και διοικητικές παραλείψεις να αποτελούν το 15%, ενώ το υπόλοιπο 25% αποδίδεται στα τεχνικά προβλήματα.

Επιπροσθέτως, από τις περιπτώσεις ανθρωπίνου σφάλματος, μόνο το 20% προκλήθηκε από καθαρά ατομικό λάθος του χειριστή. Το υπόλοιπο 80% αποδίδεται σε παράγοντες όπου η διοίκηση είχε άμεση σχέση.

## **4.2 Όρια και ανθρώπινες δυνατότητες**

Προτού γίνει λόγος για τον ανθρώπινο παράγοντα και τον ρόλο του στην ασφάλεια στον εργασιακό χώρο, θα ήταν φρόνιμο να αναλυθούν και, κυρίως, να κατανοηθούν τα όρια και οι ανθρώπινες δυνατότητες. Το σύγχρονο εργασιακό περιβάλλον είναι πολύ διαφορετικό από τις συνθήκες που ένας άνθρωπος οργανισμός έχει συνηθίσει να αντιμετωπίζει. Το παρόν κομμάτι έχει ως σκοπό να εξετάσει τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά που σε συνάρτηση, πάντα, με το εργασιακό περιβάλλον, μπορούν να οδηγήσουν σε δυσκολίες, άρα και σε λάθη. Τα κύρια αυτά χαρακτηριστικά είναι :

1 ) Προσοχή Ο σύγχρονος χώρος εργασίας μπορεί να «υπερφορτώσει» την ανθρώπινη προσοχή με τεράστιο αριθμό πληροφοριών, πολύ περισσότερες από αυτές που ένας άνθρωπος καλείται να αντιμετωπίσει στο φυσικό περιβάλλον που ζει. Ο τρόπος, με τον οποίο, καθένας αφομοιώνει πληροφορίες μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της απαιτούμενης προσοχής, μπορεί, όμως, μερικές φορές να δημιουργήσει περαιτέρω προβλήματα. Ο άνθρωπος μπορεί να έχει επισταμένη την προσοχή του πάνω σε ένα θέμα μόνο για ένα αρκετά σύντομο χρονικό διάστημα, το οποίο, φυσικά, εξαρτάται από τις προδιαγραφές και τις ιδιαιτερότητες του θέματος. Ο χρόνος αυτός υπολογίζεται γύρω στα 20 λεπτά, μετά το πέρας των οποίων εμφανίζεται η κούραση και η πιθανότητα για λάθος είναι πιο αυξημένη.

Ωστόσο, η ανθρώπινη προσοχή και συγκέντρωση είναι υπεύθυνη για τυχόν λάθη και για άλλους λόγους, όπως :

- Information bottleneck – ένας άνθρωπος είναι εφικτό να έχει στραμμένη την προσοχή του μόνο σε ένα μικρό αριθμό θεμάτων. Αν προσπαθήσει να παρακολουθήσει περισσότερες ενέργειες ταυτόχρονα, η πιθανότητα λάθους αυξάνεται, καθώς η προσοχή του αποσπάται.
- Habit forming – αν μια ενέργεια επαναλαμβάνεται πολύ συχνά, προκαλείται στον άνθρωπο που την εκτελεί η αίσθηση ότι μπορεί να την φέρει εις πέρας χωρίς να έχει όλη του την προσοχή στραμμένη εκεί αλλά εκτελώντας τη, όπως συνηθίζεται να αποκαλείται, «μηχανικά». Αυτή, ακριβώς, η αυτοματοποίηση των πράξεων σε μία, κατά τα άλλα, συνηθισμένη και επαναλαμβανόμενη ενέργεια, μπορεί να οδηγήσει σε λάθος.

2 ) Αντίληψη Για να ζει κανείς αρμονικά και να αλληλοεπιδρά σωστά με το περιβάλλον γύρω του, πρέπει να το αντιλαμβάνεται σωστά και να αναγνωρίζει τους κινδύνους του. Το εργασιακό περιβάλλον συχνά δοκιμάζει την ανθρώπινη αντίληψη και οι πληροφορίες που μας παρέχει μπορεί συχνά να εκληφθούν με λάθος τρόπο. Οι τομείς που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα είναι :

- Ερμηνεία των ερεθισμάτων – ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια που καλείται να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος στην αντίληψη του περιβάλλοντος είναι ότι είναι αναγκασμένος να ερμηνεύσει τις πληροφορίες που του παρέχει, και όχι να έχει απλά μία άμεση πρόσβαση σε αυτές. Όσο πιο απτές είναι οι πληροφορίες που προσφέρονται στον άνθρωπο, τόσο μειώνεται η πιθανότητα για ένα ενδεχόμενο λάθος από αυτόν. Με βάση αυτό, τα συστήματα που παρέχουν πληθώρα άμεσα αντιληπτών πληροφοριών κατά το σχεδιασμό τους, συνήθως βοηθούν στη μείωση των ατυχημάτων.

- Ανίχνευση σήματος – όσο πιο έντονο είναι το ερέθισμα (όπως ένα φως ή ένας ήχος), τόσο πιο δραστική είναι η ανταπόκριση που προκαλείται (όπως η εγκεφαλική ενεργοποίηση ή μία ενστικτώδης κίνηση του σώματος). Αυτό έχει άμεση συνέπεια στον τρόπο με τον οποίο γίνονται αντιληπτά τα σήματα κινδύνου στο χώρο εργασίας.

3 ) Μνήμη Η ικανότητά μας να θυμόμαστε πράγματα και οι μέθοδοι που επιβάλλουμε στον εαυτό μας για να έχουμε πρόσβαση σε κάθε λογής πληροφορία, συχνά μας επιφέρει υπερβολική πίεση. Ο εμπλουτισμός των γνώσεων πάνω σε ένα θέμα ή μια διαδικασία, επιτρέπει στον άνθρωπο να διατηρεί περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτό. Χαρακτηριστικά στοιχεία της μνήμης είναι :

- Χωρητικότητα – η βραχυπρόθεσμη μνήμη έχει εξαιρετικά περιορισμένη χωρητικότητα. Γενικά, ένας άνθρωπος δεν μπορεί να ανακαλέσει από τη μνήμη του παραπάνω από επτά ξεχωριστά αντικείμενα κάθε φορά. Αυτό το στοιχείο είναι σημαντικό σε περιπτώσεις νέων εργαζομένων που πρέπει από μνήμης να ακολουθήσουν ένα σύνολο από οδηγίες ή εισαγωγής στην εργασία μιας καινούριας μεθόδου που θα πρέπει οι εργαζόμενοι να θυμούνται τη σωστή σειρά διεργασιών της. Επίσης, παρατηρείται ότι οι εμπειρότεροι και καλύτερα εκπαιδευμένοι είναι σε θέση να ανακαλέσουν από τη μνήμη τους μεγαλύτερο αριθμό πληροφοριών.

- Προσπελασιμότητα – ακόμα και στην περίπτωση που κάποιες πληροφορίες είναι «αποθηκευμένες» στη μνήμη μας, είναι, μερικές φορές, δύσκολο να έχουμε πρόσβαση σε αυτές. Αποτελούν σημαντικό στοιχείο έρευνας οι τρόποι με τους



οποίους μπορεί να βελτιωθεί η ανάκληση πληροφοριών από τη μνήμη μας. Για παράδειγμα, έρευνες έδειξαν ότι είναι πιο πιθανό να φέρουμε στο μυαλό μας πληροφορίες όταν βρισκόμαστε σε παρόμοιες συνθήκες και, γενικότερα, παρόμοιο περιβάλλον με αυτό στο οποίο δεχτήκαμε αυτές τις πληροφορίες. Αυτό έχει άμεσες επιπτώσεις σε εκπαιδευτικά προγράμματα που όταν λαμβάνουν χώρα σε χώρο και συνθήκες εργασίας έχουν πάντα καλύτερα αποτελέσματα.

- Επίπεδα επεξεργασίας – ένας άλλος τρόπος με τον οποίο οι πληροφορίες μπορούν να ανακληθούν με μεγαλύτερη αξιοπιστία είναι να εμβαθύνουμε περισσότερο σε αυτές κατά την εκμάθησή τους. Η «επιφανειακή» γνώση αυξάνει την πιθανότητα αυτές οι πληροφορίες να χαθούν από τη μνήμη μας

4 ) Αναλυτική σκέψη Τα λάθη στον συλλογισμό και στη λήψη αποφάσεων μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις σε πολύπλοκα συστήματα και ειδικά σε περιπτώσεις συντήρησης και σχεδιασμού. Παρόλο που δεν αποτελεί δυνατό στοιχείο για τον άνθρωπο, η αναλυτική σκέψη είναι συχνά απαραίτητη σε τεχνολογικές διαδικασίες (για παράδειγμα στον εντοπισμό της βλάβης σε ένα πολύπλοκο σύστημα που έχει βγει εκτός λειτουργίας). Τα λάθη σε τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν συχνή πηγή ζημιών στον εργασιακό χώρο.

### **4.3 Θαλάσσιες μεταφορές**

Η ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα, το θαλάσσιο περιβάλλον και πάνω από το 80% του παγκόσμιου εμπορίου βασίζονται στον επαγγελματισμό και την ικανότητα των ναυτικών (IMO, International Maritime Organization). Η φράση αυτή από μόνη της συνοψίζει τον θεμελιώδη ρόλο του ανθρώπινου παράγοντα στις θαλάσσιες μεταφορές. Η σημασία που έδειξε ο IMO στον ανθρώπινο παράγοντα φανερώθηκε έμπρακτα από το 1978 με την θέσπιση του STCW (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) που αποτέλεσε την πρώτη διεθνή σύμβαση για τον καθορισμό κριτηρίων για την εκπαίδευση, την πιστοποίηση και τον έλεγχο όλων όσων επάνδρωναν τα πλοία. Το 1997, ο IMO εξέθεσε το όραμα, τις αρχές και τους στόχους του πάνω στα οποία αξιολόγησε ότι πρέπει να κινηθούν οι θαλάσσιες μεταφορές όσον αφορά το θέμα του ανθρώπινου παράγοντα.

#### **4.3.1 Αρχές**

- Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι ένα περίπλοκο και πολυδιάστατο θέμα που επηρεάζει την ασφάλεια στη θάλασσα και την προστασία του θαλασσιού περιβάλλοντος. Περικλείει όλο το φάσμα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων : των πληρωμάτων πάνω στα πλοία, της διαχείρισης και διοίκησης από τη στεριά, των αναγνωρισμένων οργανισμών, των ναυπηγείων, γενικά, δηλαδή,

όλων όσων συμβάλλουν στη διευθέτηση των θεμάτων που έχουν να κάνουν με το ανθρώπινο στοιχείο.

- Οι ρυθμίσεις που καθορίζει ο ΙΜΟ πρέπει να σέβονται τις απόψεις των άμεσα ενδιαφερόμενων, δηλαδή των ανθρώπων των πληρωμάτων των πλοίων.
- Οι αποτελεσματικές διορθωτικές κινήσεις μετά από ναυτικά ατυχήματα απαιτούν την σωστή αντίληψη της εμπλοκής του ανθρώπινου παράγοντα. Αυτό πραγματοποιείται μόνο με διεξοδική έρευνα και συστηματική ανάλυση των ατυχημάτων για να αναγνωριστούν οι συντελεστές και η αλυσίδα των γεγονότων που οδήγησαν σε αυτά.
- Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των κανονισμών, πρέπει να τοποθετούνται δικλείδες ασφαλείας που θα εμποδίσουν την δημιουργία ενός ατυχήματος από “ένα απλό προσωπικό λάθος”.
- Οι κανονισμοί και οι οδηγίες που απευθύνονται στους ναυτικούς πρέπει να είναι απλοί, ξεκάθαροι και πλήρως κατατοπιστικοί. Η άρτια λειτουργία του πληρώματος έγκειται στις ατομικές ικανότητες, στην σωστή διεύθυνση, στην εμπειρία, στην εκπαίδευση, στο εργασιακό περιβάλλον και σε αμέτρητους άλλους παράγοντες.
- Η διάδοση πληροφοριών μέσω της ουσιαστικής επικοινωνίας είναι απαραίτητο στοιχείο μιας ορθής διαχείρισης και λειτουργικών αποφάσεων.
- Η μελέτη του ανθρώπινου παράγοντα πρέπει να έχει ως επιδίωξη την μείωση της πιθανότητας του ανθρώπινου λάθους όσο το δυνατόν περισσότερο.

### **4.3.2 Όραμα**

Όραμα Η σημαντική βελτίωση της θαλάσσιας ασφάλειας και της ποιότητας του θαλασσίου περιβάλλοντος στηριζόμενη στην πρόοδο της συμπεριφοράς του ανθρώπινου παράγοντα.

### **4.3.3 Στόχοι**

Η θέσπιση κανονισμών και οδηγιών από όλες τις επιτροπές να γίνεται με γνώμονα μια συγκροτημένη προσέγγιση που θα πηγάζει από τη σωστή μελέτη των θεμάτων που άπτονται του ανθρώπινου παράγοντα. Η πλήρης επανεξέταση μερικών εκ των ήδη επιλεγμένων κανονισμών από τα ήδη υπάρχοντα όργανα του ΙΜΟ κάτω από τη σκοπιά του ανθρώπινου παράγοντα. Η προώθηση και πληροφόρηση, διαμέσου ανθρωπιστικών αρχών, της ναυτικής αγωγής ασφάλειας και της περιβαντολογικής συνείδησης για το θαλάσσιο περιβάλλον. Η παροχή πλαισίου για παρότρυνση της εφαρμογής μη-ρυθμιστικών μεθόδων που απαιτούν αναλυτική σκέψη και η αποτίμηση των ενεργειών αυτών με βάση τις αρχές του ανθρώπινου παράγοντα. Η διενέργεια μελετών και η διάδοση πληροφοριών πάνω στον ανθρώπινο παράγοντα συμπεριλαμβανομένου και πορισμάτων από ναυτικά και μη ατυχήματα. Η παροχή υλικού για την εκπαίδευση των ναυτικών έτσι ώστε να εμπλουτιστεί η γνώση και

ενημέρωσή τους πάνω στην επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στην ασφάλεια του πλοίου, έτσι ώστε να λειτουργούν με το σωστό τρόπο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### Υπερβολική ναυτιλία

Εάν δούμε την λέξη υπερβολική ετυμολογικά, σημαίνει κάτι που ξεπερνά τα συνηθισμένα όρια. Με τον όρο υπερβολική ναυτιλία τώρα, αναφερόμαστε στην τυφλή εμπιστοσύνη που έχουν οι ναυτίλοι στην συσκευή ραντάρ. Γενικά οι παρωπίδες όσο αναφορά την περεταίρω εκπαίδευση και ενημέρωση για την χρήση ενός μηχανήματος, συσκευής ή οποιοδήποτε άλλο μέσω διευκόλυνσης της ναυσιπλοΐας, έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία επικίνδυνων καταστάσεων ή και ατυχημάτων.

#### 5.1 Παράδειγμα ναυτικού ατυχήματος

Για παράδειγμα το ναυτικό ατύχημα με την πυραυλάκατο «Κωστάκης», η οποία συγκρούστηκε με το οχηματαγωγό «Σάμαινα». Σύμφωνα με το πόρισμα λοιπόν Η πυραυλάκατος βρισκόταν σε φάση «αγκίστρωσης», δηλαδή σε κατάσταση πλήρους συσκότισης, με τις μηχανές στο ρελαντί και το ραντάρ σε λειτουργία, αλλά και τον ασύρματο, όχι όμως για να μεταδίδει αλλά για να λαμβάνει. Ήταν σε άσκηση νυκτερινού αιφνιδιασμού. Οι αξιωματικοί της πράγματι παρακολουθούσαν το «Σάμαινα», ολόφωτο να κατευθύνεται βορειοανατολικά. Δεν υπολόγισαν όμως τρία πράγματα και εδώ ακριβώς είναι αυτό που λέμε «*υπερεκτίμηση των ικανοτήτων τους*»:



**Πρώτον**, την ταχύτητα του ανέμου εκείνη τη στιγμή,

**δεύτερον**, τα θαλάσσια ρεύματα που παρέσυραν την πυραυλάκατο και της άλλαξαν κατεύθυνση (με την πρύμνη πλέον στο οχηματαγωγό) και,

**τρίτον** (και σημαντικότερο), τις απρόβλεπτες κινήσεις του πλοίαρχου

κ. Ματθ. Πνευματικάκη, που θεώρησε σκόπιμο να αλλάξει ξαφνικά πορεία, να πλησιάσει την ακτή για να εξοικονομήσει

χρόνο και καύσιμα. Το οχηματαγωγό έπλεε κατάφωτο, το έβλεπαν όλοι, ακόμη και από την ακτή. Οι αξιωματικοί όμως της πυραυλακάτου, λόγω του ανέμου και των θαλασσίων ρευμάτων, του είχαν στρέψει σε κάποια στιγμή άθελά τους την πλάτη. Το ραντάρ του «Σάμαινα» τους είδε κάποια στιγμή, αλλά δεν αναγνώρισε την πυραυλάκατο . και όταν σε κάποια στιγμή την πλησίασε στα 550 μέτρα και με ταχύτητα 17 μίλια, ε, τότε ήταν αργά. Τα 550 αυτά μέτρα τα κάλυψε μέσα σε 1,5 λεπτό. Και όμως η πυραυλάκατος, σε αυτό το 1,5 λεπτό, είχε τη δυνατότητα να αποφύγει τη σύγκρουση. Αλλά δεν το έκανε, γιατί υπήρξε και λάθος ελιγμός του κυβερνήτη της. Αυτός ήταν και ο λόγος που η σύγκρουση έγινε στην πρύμνη του πολεμικού.

## **5.2 Ανάλυση ατυχήματος**

\*Η ανάλυση είναι βασισμένη στην 12μηνη ναυτική εκπαίδευση μου ως δόκιμος πλοίαρχος, γνωρίζοντας πως τα ραντάρ μπορούν να εμφανίσουν ψευδείς στόχους από ηχούς που συναντάει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα κατά την εκπομπή του, είτε από τον κυματισμό της θάλασσας, την βροχή και γενικά από τους διάφορους περιβαντολογικούς παράγοντες. Επίσης μπορεί να μην έχει γίνει σωστή συντήρηση στην συσκευή ή να μην έχει ρυθμιστή σωστά.\*

Όπως παρατηρούμε, οι αξιωματικοί του «Σάμαινα» αγνόησαν τον στόχο που εμφανίστηκε στην οθόνη του ραντάρ θεωρώντας πως είναι ψευδείς στόχος από ηχώ, διότι λόγω άσκησης της πυραυλάκατου «Κωστάκη» δεν είχαν οπτική επαφή. Εάν λοιπόν γνώριζαν πλήρως την συσκευή ραντάρ καθώς και την είχαν ρυθμίσει ορθός σωστά γνωρίζοντας τους εσφαλμένους στόχους που τυχόν να εντοπίσει ή τους πραγματικούς, ( όπως στην περίπτωση μας) και να τους αγνοήσουν νομίζοντας ότι είναι ψευδής στόχος.

Στην συνέχεια να αναφερθούν σε απαραίτητες γνώσεις που θα πρέπει να έχει οποιοσδήποτε χειριστής ραντάρ ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα όπως το παραπάνω.

### **5.2.1 Χαρακτηριστικά ηχούς**

Χαρακτηριστικά της ηχούς είναι:

1. Η συχνότητα και η διάρκεια της ηχούς μοιάζει με την συχνότητα και την διάρκεια του αρχικού παλμού ενέργειας ραδιοκυμάτων που εκπέμφθηκε.
2. Η ηχώ ποτέ δεν είναι τόσο ισχυρή όσο ο αρχικός παλμός.
3. Η πιθανότητα ανιχνεύσεως της ηχούς εξαρτάται από την ισχύ και την διάρκεια του αρχικού παλμού.
4. Απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών παλμών, ώστε στο διάστημα αυτό να επιστρέφει η ηχώ μακρινών στόχων.

## **5.2.2 Πρακτικές λειτουργίας RADAR**

Το ραντάρ πρέπει να λειτουργεί συνεχώς. Όταν ο αξιωματικός φυλακής χρησιμοποιεί το ραντάρ θα πρέπει να έχει υπόψη του τα παρακάτω:

- μια εσφαλμένη ευθυγράμμιση της γραμμής πλώρης μπορεί να δημιουργήσει πολύ σοβαρά προβλήματα. Η ρύθμιση της γραμμής πλώρης πρέπει να γίνεται περιοδικά, συγκρίνοντάς την με τη γραμμή πλώρης της πυξίδας ή με το διάμηκες του πλοίου (γραμμή πλώρας – πρύμνης).
- μικρά πλοία, πάγος και άλλα επιπλέοντα αντικείμενα όπως πχ ένα container μπορεί να μην ανιχνευθούν από το ραντάρ,
- στόχοι μπορεί να σκιασθούν από τη θάλασσα ή τη βροχή, συνεπώς θα πρέπει να ρυθμιστούν σωστά τα ενισχυτικά κυκλώματα
- ιστοί ή άλλες υπερκατασκευές του πλοίου μπορεί να προκαλέσουν σκοτεινούς ή τυφλούς τομείς στην κεραία του ραντάρ.

Προσοχή επίσης χρειάζεται να δίνουμε στις εξής ρυθμίσεις εάν επιθυμούμε την σωστή χρήση του ραντάρ:

- Tune: «Συντονίζει» τον πομποδέκτη για να δώσει τις σωστές εντολές, ώστε να πάρουμε καθαρή εικόνα. Συνήθως είναι αυτόματη η ρύθμιση αυτή. Αν όχι, τότε ο λανθασμένος χειρισμός αφαιρεί στόχους από την εικόνα.
- Gain (ευαισθησία): Έχει άμεση σχέση με την ρύθμιση tune και την κλίμακα εμφάνισης. Υπερβολικό gain δίνει εικόνα με έντονες σκιάσεις ή και επικαλύψεις στόχων. Ελάχιστο gain αφαιρεί ευαισθησία και στόχους.
- Rain clutter: Φίλτρο, που το χρησιμοποιούμε όταν έχουμε ραγδαία βροχόπτωση και στην οθόνη εμφανίζονται πολλαπλά στίγματα.
- Sea clutter: Φίλτρο, που το ενεργοποιούμε, όταν έχουμε πολύ έντονο κυματισμό και αέρα, που προξενούν το ίδιο φαινόμενο με τη βροχόπτωση.

### **5.2.3 Απαιτούμενη χρονική περίοδος υποτύπωσης**

Συνετό θα ήταν επίσης να γνώριζαν οι αξιωματικοί φυλακής και την απαιτούμενη χρονική περίοδο υποτύπωσης. Μία μόνο παρατήρηση της απόστασης και της διόπτεισης του στόχου δεν μπορεί να δώσει καμία ένδειξη της πορείας και της ταχύτητάς του, συνεπώς απαιτείται μια σειρά παρατηρήσεων και όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος της υποτύπωσης, τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια επιτυγχάνεται. Η ακρίβεια μπορεί να μεταβληθεί οποιαδήποτε στιγμή αν το πλοίο μας ή ο στόχος μεταβάλλουν πορεία ή ταχύτητα ενώ η υποτύπωση βρίσκεται σε εξέλιξη. Μια αλλαγή στην πορεία ή στην ταχύτητα του στόχου μπορεί να μην ανιχνευθεί άμεσα. Ο υπολογισμός της πορείας και την ταχύτητα του στόχου, καθώς και αυτού του κινδύνου σύγκρουσης έχει αξία μέχρι να γίνει και η τελευταία υποτύπωση, για αυτό η κατάσταση θα πρέπει να είναι υπό συνεχή έλεγχο. Δηλαδή στην αρχική αναγνώριση στο ραντάρ του οχηματαγωγού της πυραυλάκατου «Κωστάκης», η οποία είχε μεταφραστική ως ηχώ ή δεν δόθηκε η απαραίτητη προσοχή λόγω την μη οπτικής επαφής, θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί η σύγκρουση εάν ο ΑΦ του Σάμαινα γνώριζε πως μια παρατήρηση δεν είναι αρκετή και πως θα έπρεπε να παρατηρηθεί ο αμφισβητούμενος στόχος και εφόσον είχε ταχύτητα, πορεία, CPA και TCPA να αντιμετωπισθεί ως κινούμενος στόχος.

### **5.2.4 Κλίμακα RADAR**

Επιπλέον σημαντικό ρόλο παίζει και η κλίμακα του ραντάρ που χρησιμοποιούσε το Σάμαινα ( η οποία δεν αναφέρεται στο άρθρο και μπορεί να ήταν η απαιτούμενη, αλλά αναφέρεται προς ενημέρωση των αναγνωστών). Η επιλογή της κλίμακας απόστασης εξαρτάται από κάποιους παράγοντες όπως η πυκνότητα της κυκλοφορίας στην περιοχή, η ταχύτητα του πλοίου και κατά πόσο συχνά συμβουλευόμαστε το ραντάρ. Η ανίχνευση στόχων, ειδικά των μικρών, είναι γενικά καλύτερη σε μικρές κλίμακες, εν τούτοις, αν το ραντάρ χρησιμοποιείται για υποτύπωση, δεν συνιστάται η χρήση πολύ μικρής κλίμακας. Η εκ των προτέρων προειδοποίηση για πλοία που

πλησιάζουν και για παρακείμενη στεριά απαιτεί τήρηση ασφαλούς ταχύτητας και χρήση μεγαλύτερων κλιμάκων απόστασης στο ραντάρ.

### **5.3 Συμπεράσματα**

Τα συμπεράσματα λοιπόν από την ανάλυση του ατυχήματος, απ' την μεριά της υπερβολικής ναυτιλίας, είναι ότι παρόλο την έγκαιρη προειδοποίηση της συσκευής ραντάρ για τον επικείμενο στόχο, η σιγουριά του αξιωματικού για την γνώση του πάνω στο ραντάρ είχε ως αποτέλεσμα την σύγκρουση των δύο πλοίων. Γι' αυτό η χρήση του ραντάρ σε καλές καιρικές συνθήκες είναι μια καλή ευκαιρία για τους νέους αξιωματικούς φυλακής να εξασκηθούν σε περιπτώσεις αποφυγής σύγκρουσης και σε δεξιότητες ναυσιπλοΐας, καθώς και να εξοικειωθούν με τις τυχόν ηχούς.

Τέλος οποιοσδήποτε στόχος που εμφανίζεται στο ραντάρ, σύμφωνα και με τον κανόνα 7 του ΔΚΑΣ «Κίνδυνοι Συγκρούσεως» ο οποίος αναφέρει χαρακτηριστικά στην παράγραφο 7.γ «Εκτιμήσεις για την ύπαρξη συγκρούσεως, που πραγματοποιούνται με υποθέσεις οι οποίες βασίζονται σε ανεπαρκείς πληροφορίες, ιδιαίτερα δε, σε πληροφορίες που έχουν ληφθεί από ραντάρ, είναι απαραίτητο να αποφεύγονται.», και έχει ταχύτητα και πορεία θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως τέτοιος μέχρις ότου αναγνωρισθεί αν είναι ηχώ ή όχι.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=radars:radars>
2. Από την πτυχιακή εργασία του ΠΑΣΧΑΛΙΔΗ ΠΑΝΤΕΛΗ πάνω στο θέμα «Ο ρόλος του ραντάρ στη σύγχρονη γέφυρα και η αξιοποίηση του στη διεξαγωγή της ναυτιλίας
3. <https://perialos.blogspot.gr/2011/06/radar.html>
4. Από την διπλωματική εργασία του ΙΩΑΝΝΗ Χ. ΓΕΜΕΛΟΥ πάνω στο θέμα «Ο Ανθρώπινος Παράγοντας και η Συμμετοχή του στην Πρόκληση Ναυτικών Ατυχημάτων για Επιβατηγά Πλοία στον Ελλαδικό Θαλάσσιο Χώρο – Στατιστικά Μοντέλα και Προσέγγιση της Πιθανότητας Ανθρωπίνου Σφάλματος»
5. <http://www.shipfriends.gr/forum/topic/1854-radar-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%B1/>
6. Σημειώσεις καθηγητή Ά Πλοιάρχου Σαφλιάκη Σ. Α από το μάθημα BRM ΣΤ΄
7. Από την πτυχιακή εργασία του ΙΩΑΝΝΗ ΚΑΛΑΘΑ με θέμα « RADAR παρεμβολές - φίμωση - εύρεση θέσης με GPS αντικεραυνική προστασία - στιγμιαίος ιονισμός - αποφυγή κεραυνού »